

**Dirección General del Medio Natural
Consejería de Fomento y Medio Ambiente
JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN**



**Evolución Histórica de los Caudales en el tramo medio-bajo del río
Cega. Propuesta de un régimen de Caudales ecológicos para la
Conservación de las especies protegidas por la zona de especial
conservación (ZEC) riberas del río Cega**

Diego García de Jalón Lastra
José María Santiago Sáez

Mayo 2019

Departamento de Sistemas y Recursos Naturales
ETSI Montes, Forestales y Medio Natural
Universidad Politécnica de Madrid

INDICE

1.	Introducción	2
1.1.	Antecedentes	2
1.2.	Objetivos	4
2.	Análisis del río Cega.....	5
2.1.	El régimen de caudales actual y su trayectoria.....	6
2.2.	Predicción de caudales futuros en escenarios de Cambio Climático.....	9
2.3.	Conexiones con aguas subterráneas.....	15
2.4.	Las comunidades de peces.....	17
2.5.	El hábitat fluvial y de ribera	24
2.6.	Presiones y conectividad	26
3.	Caudales Ecológicos	36
3.1.	Análisis de Bibliografía Caudales Ecológicos	36
	ECOHYDRAULICA (2010).....	36
	DURERO (2015)	40
	EVERIS (2018)	43
3.2.	Evaluación de alternativas	46
3.3.	Propuesta de Caudales Ecológicos	49
3.4.	Plan de Seguimiento.....	57
3.5.	Perspectivas en la Gestión del ZEC ‘Riberas del Río Cega’	58
4.	Referencias.....	62
	ANEXO I	67
	ANEXO II	71
	ANEXO III	73

1. Introducción y Antecedentes

El tramo medio y todo el tramo bajo del río Cega hasta su desembocadura en el río Duero constituyen el Espacio Protegido Red Natura 2000 (ZEC - ES4180070) “Riberas del río Cega”. Desde hace medio siglo diversas presiones han afectado a dicho espacio protegido, pero en especial la extracción continua y creciente de agua para regadíos, tanto por derivación directa de caudales circulantes por el cauce, como indirectamente por bombeos de aguas subterráneas ya que sus acuíferos sobre arenas están íntimamente ligados con las aguas superficiales.

En los últimos años, la presión del regadío ha intensificado dichas extracciones de agua y en este momento las solicitudes de nuevas concesiones superan a las ya concedidas. Por este motivo, la Dirección General del Medio Natural está interesada en conocer cuál sería el régimen de caudales ecológicos mínimos que deberían respetarse en régimen de explotación del río Cega para asegurar el mantenimiento de poblaciones sostenibles de las especies que el Plan Básico de Gestión y Conservación del Espacio Protegido ZEC- ES4180070 establece en sus prioridades de conservación (ANEXO I).

Los Espacios protegidos designados para la protección de hábitats y especies y que están definidos sobre masas de agua, como es el ZEC- ES4180070, tienen una consideración especial en su gestión hídrica ya que sus zonas acuáticas deben estar incluidas en el Registro de Zonas Protegidas (DMA, artículo 6.1.). La protección de estas Zonas Protegidas del Registro juega un importante papel por su contribución al mantenimiento de la biodiversidad y a la protección de las aguas, protección frente a situaciones extremas, capacidad de almacenamiento de aguas, recarga de acuíferos, purificación y tratamiento natural de las aguas (ANEXO II). La Comunidad de Castilla y León tiene las competencias en Conservación de la Biodiversidad de estas masas de agua. No obstante, en los Planes Hidrológicos de Cuenca deben identificarlas y aplicarles el objetivo más riguroso y un estado ecológico compatible con dicha conservación (DMA, artículo 4.2.).

1.1. Antecedentes

La Comunidad de Regantes El Carracillo, constituida en 1999, agrupa a más de 700 comuneros, con terrenos agrícolas abarcando una superficie de 7.586 ha de las que se riegan un máximo de 3.500 ha por campaña. Dicha comunidad de regantes es promotora del PROYECTO DE MODIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE CONCESIÓN DE UN APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUPERFICIALES PROCEDENTES DEL RÍO CEGA, CON TOMA EN EL LÍMITE ENTRE LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE LASTRAS DE CUÉLLAR Y AGUILAFUENTE (SEGOVIA), CON DESTINO A LA RECARGA ARTIFICIAL DEL ACUÍFERO DE LA COMARCA DE EL CARRACILLO, que es objeto de este informe.

Tal como consta en la documentación de la Dirección General del Medio Natural de la Junta de Castilla y León del expediente correspondiente (EIAS-SG-01/16), la concesión de aprovechamiento de aguas superficiales, otorgada el 15 de septiembre de 1999 (C-21.844-SG), se autorizó para una caudal de derivación de 1.096 L/s equivalentes (1.370 L/s máximo}, durante el periodo de captación

que va del 1 de enero al 30 de abril, respetando un caudal mínimo o caudal ecológico de 6.898 L/s y con un volumen máximo anual de derivación de 22,4 hm³/año.

El nuevo proyecto tiene por objeto la modificación de las características de esta concesión de aguas, solicitando la ampliación del periodo de derivación de diciembre a mayo (2 meses más) y el establecimiento de un caudal mínimo a mantener de 610 L/s, con un volumen máximo anual de derivación de 14 hm³/año, sin que suponga la ejecución de obra nueva. Este nuevo proyecto supone una modificación sustancial del original ya que pretende rebajar el caudal mínimo circulante aguas abajo de la captación más del 90%.

Un primer intento de obtener esta modificación de la concesión fue anulado por sentencia judicial de 21 de marzo de 2013 (recaída sobre el recurso contencioso-administrativo Nº 24812010), y ahora se pretende recuperar la iniciativa ampliando el periodo de extracciones (tabla 1).

Tabla 1. Características de la concesión de caudales (Q) vigente (inicial), la anulada por sentencia judicial, y la nueva solicitud que se somete a estudio en este informe.

	Condiciones actuales	Condiciones modificadas (anuladas por sentencia)	Nueva Solicitud
Q a derivar	1.370 L/s	1.370 L/s	1.370 L/s
Q _{eco} + Q _{concesional}	6.898 L/s	1.960 L/s	2.323 L/s
Volumen anual total	22,4 hm ³	14,2 hm ³	14 hm ³
Periodo de captación	enero-abril	diciembre-abril	noviembre-mayo

La modificación solicitada de la concesión ha abierto una controversia que importa a los efectos que la misma tendría sobre el medio natural y, en particular, sobre el Espacio Protegido de la Red Natura 2000 (ZEC - ES4180070) denominado “Riberas del Cega”. A este respecto, la Dirección General del Medio Natural se ha pronunciado en varias ocasiones sobre este proyecto tanto en aspectos de forma como de fondo¹.

En cuanto a la competencia para fijar los regímenes de caudales ambientales que afecten a espacios naturales de la red Natura 2000, el punto 10º, d) de los Fundamentos de Derecho de la Sentencia 00258/2018 de la Sala de lo Contencioso-Administrativo del Tribunal Superior de Justicia de

¹ - INFORME DE 16 DE MAYO DE 2016 RELATIVO AL EXPEDIENTE Nº EIAS-SG-01/16: PROYECTO DE MODIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE CONCESIÓN DE UN APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUPERFICIALES PROCEDENTES DEL RÍO CEGA, CON TOMA EN EL LÍMITE ENTRE LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE LASTRAS DE CUÉLLAR Y AGUILAFUENTE (SEGOVIA), CON DESTINO A LA RECARGA ARTIFICIAL DEL ACUÍFERO DE LA COMARCA DE EL CARRACILLO, PROMOVIDO POR LA COMUNIDAD DE REGANTES "EL CARRACILLO".
- RESOLUCIÓN DE 5 DE SEPTIEMBRE DE 2017 DEL DIRECTOR GENERAL DE CALIDAD Y SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL, POR LA QUE SE RESUELVE LA PETICIÓN DE ACCESO A LA INFORMACIÓN EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE FORMULADA POR D. RAÚL DIEZ GARCÍA.-EXPTE IA/89/2017.

Extremadura, dictamina que *“En cuanto a los hábitats y especies ligadas al agua, es imprescindible la definición de los caudales mínimos y máximos, regímenes estacionales y caudal generador necesario (o rangos) para que las especies acuáticas y hábitats ligados al agua alcance su objetivo de conservación, cuya determinación corresponde a la Dirección General de la Junta de Extremadura con competencias en materia de Áreas Protegidas, independientemente de las competencias que correspondan al Estado para la adopción de las medidas necesarias que los garanticen en respectivos Planes Hidrológicos de Cuenca”*. Esta sentencia es creadora de jurisprudencia, lo que implica que, en el caso que aquí se estudia, será la Dirección General del Medio Natural de la Junta de Castilla y León quien ostente la competencia para fijar los regímenes de caudales ecológicos, y que la Confederación Hidrográfica del Duero deberá hacerlos suyos.

1.2. Objetivos

Vistos los antecedentes anteriores, los objetivos del presente informe son:

- La revisión y actualización diagnóstica del estado actual del Río Cega,
- El estudio comparativo de los posibles métodos disponibles actualmente para el cálculo de caudales ecológicos,
- La elaboración de una propuesta de régimen de caudales ecológicos para el río Cega y su plan de seguimiento posterior, atendiendo a la necesidad de asegurar la conservación de las especies prioritarias y hábitats (ZEC - ES4180070 - Riberas del Río Cega) en especial de las poblaciones de peces (entre ellos lamprehuela, bermejuela, boga del Duero y trucha) considerando que la actividad extractiva es a largo plazo.

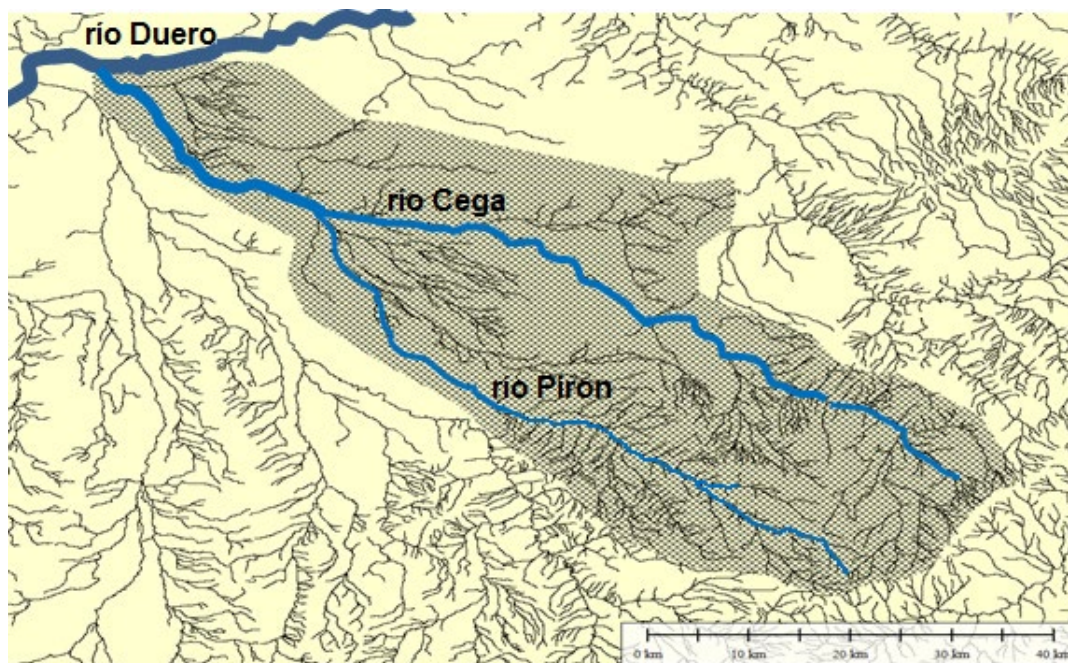


Figura 1. Cuenca (en punteado) y red hidrogáfica del río Cega y su principal afluente el río Píron. La escala gráfica es aproximada.

2. Análisis del río Cega

El río Cega nace en la Sierra de Guadarrama en el Puerto de Navafría a más de 1900 m de altitud recorriendo más de 135 km con dirección Noroeste hasta desembocar en el río Duero, aguas abajo de Viana de Cega (figura 1). En su tramo más alto discurre con bastante pendiente sobre los materiales hercínicos del Sistema Central. Al pie de la sierra cruza una estrecha orla de calizas mesozoicas de carácter kárstico, para después adentrarse finalmente en extensas llanuras arenosas de origen detrítico-terciario con importantes depósitos de arcillas arcósicas.

Su cuenca vertiente abarca una superficie de 2.526,1 km², con una longitud del cauce principal de 133,1 km que salva un desnivel de unos 600 metros de altitud. El principal afluente del río Cega es el río Pirón (figura 1), que desemboca por su izquierda después de recorrer 92 km y drenar una superficie vertiente de 1.020 km², cuyas características geológicas y altimétricas son muy similares a las del cauce principal. En su red hidrográfica del Cega solo existe una gran presa ubicada en la cabecera del río Pirón (embalse de Torrecaballeros, capacidad: 0,324 hm³; máxima profundidad: 26 m), mientras que el cauce principal no existen embalses con capacidad de alterar de modo significativo el régimen de caudales.

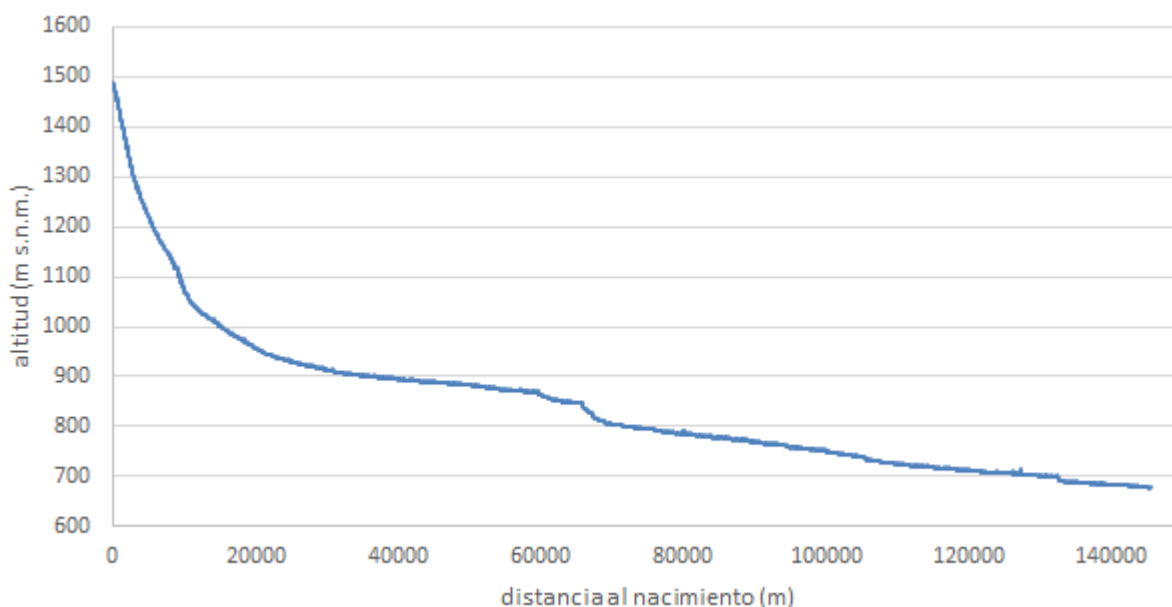


Figura 2:- Perfil longitudinal del río Cega

El perfil longitudinal del río Cega (Figura 2) permite diferenciar distintos segmentos fluviales con las siguientes características:

- Tramo alto, correspondiente a la zona de sierra, por encima de los 1000 m de altitud, donde el río sigue un trazado encajado, con elevadas pendientes sobre sustratos de gneis.
- Tramo de piedemonte de relieve movido, sobre sustratos calizos entre los 750 y 900 m de altitud, de menor pendiente en la zona de Pedraza
- Tramo medio-alto con pendiente baja, trazado meandriforme en un valle abierto, ya en la Tierra de Pinares segoviana sobre depósitos de arenas.

- Tramo de rejuvenecimiento con pendientes medias y sustrato grueso y cauce muy encajado, a la altura de Lastras y Aguilafuente (figura 3).
- Tramo medio-bajo, con pendientes suaves y el cauce encajado las llanuras arenosas de pinares, en altitudes menores de 800 m.
- Tramo bajo, con pendientes suaves y mayor caudal, altitudes inferiores a los 720 m, discurriendo fundamentalmente entre arenales sobre depósitos margo-calizos debajo de la confluencia del Pirón hasta el Duero.

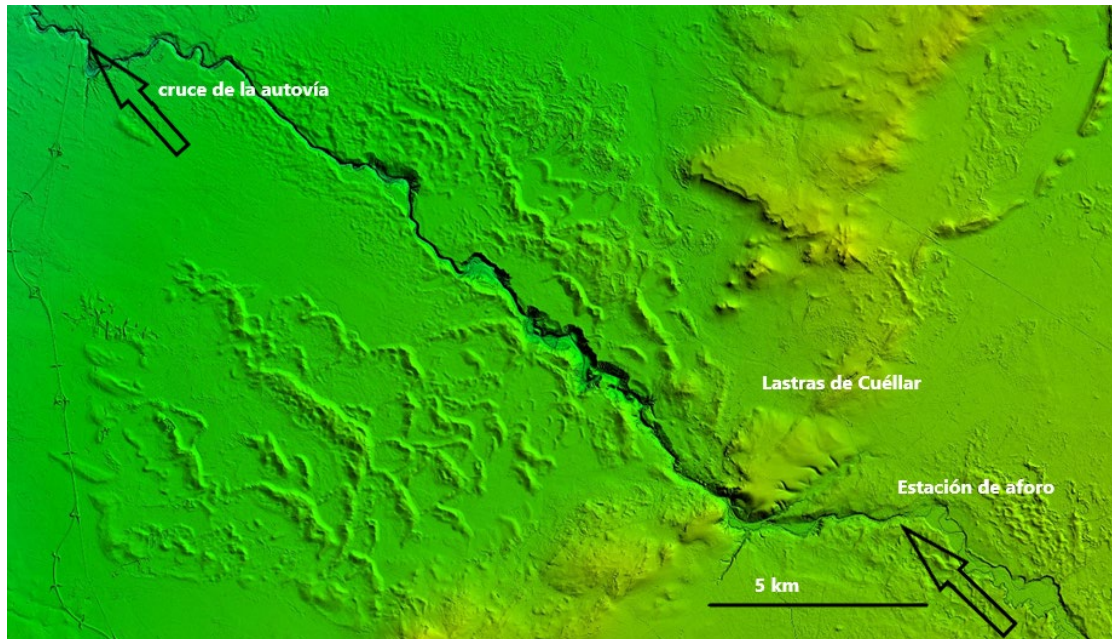


Figura 3. Relieve del tramo medio del río Cega, donde se puede apreciar el cambio del cauce desde el tramo meandriforme sobre un valle no confinado, a la zona encañonada de Lastras de Cuéllar con fuertes pendientes, donde se mantiene en un valle confinado hasta la zona de Cuéllar (cruce de la autovía). La escala gráfica es aproximada.

2.1. El régimen de caudales actual y su trayectoria

Los regímenes de caudales del río Cega responden a la distribución de precipitaciones en su cuenca (concentradas principalmente en los tramos de montaña), de sus características hidrogeológicas (impermeables en los sustratos ígneos de cabecera y en los afloramientos arcillosos de los tramos bajos; permeables en la zona caliza de su piedemonte y en las zonas de pinares sobre arenas) y de su evapotranspiración potencial (dependiente de la temperatura atmosférica y de la vegetación y cultivos). Como consecuencia tenemos unos caudales altos generados en las laderas de la Sierra de Guadarrama que al llegar al piedemonte se infiltran en calizas y arenas recargando acuíferos principalmente en otoño y comienzo del invierno. El deshielo suele coincidir con los acuíferos llenos, por lo que con frecuencia originan los caudales máximos anuales. En los tramos medio-bajos los caudales aumentan poco a poco al ir recibiendo fuentes y afluentes, hasta recibir al río Pirón que

trae también aguas de la Sierra y por tanto significa un aumento significativo en las aportaciones del Cega.

Para estudiar el régimen de caudales del río Cega y su evolución espacio-temporal disponemos de cuatro estaciones de aforo (Tabla 2): Pajares de Pedraza al final de la zona caliza; Aguilafuente y Lastras de Cuéllar en la zona de pinares (ambas estaciones se concatenan en el tiempo y son equivalentes) y Megeces en el tramo bajo aguas debajo de la desembocadura del río Pirón.

Tabla 2. Características de las estaciones de aforo en el río Cega.

	Altitud (m)	Área de Cuenca (km ²)	Periodo de Años	Caudal medio (m ³ /s)
Pajares de Pedraza-2016	938	280	1914-2014	3,34
Aguilafuente-2517	863	576	2013-14	1,99
Lastras de Cuéllar-2714	829	631	2004-12	1,75
Megeces-2518	720	2250	2013-14	3,99

En la figura 4 vemos los caudales que circularon por las tres estaciones de aforo actualmente en funcionamiento en el año hidrológico 2013-2014 y se puede observar que siguen la misma pauta de variación aunque con diferente magnitud. Especialmente, en Megeces lleva unos caudales muy superiores, mientras que en Aguilafuente y Pajares de Pedraza los caudales circulantes son prácticamente iguales, aunque la primera tiene una cuenca vertiente que duplica a la del segundo. Por este motivo, estimamos que los aforos históricos registrados en Pajares de Pedraza pueden proyectarse perfectamente en el tramo de Aguilafuente.

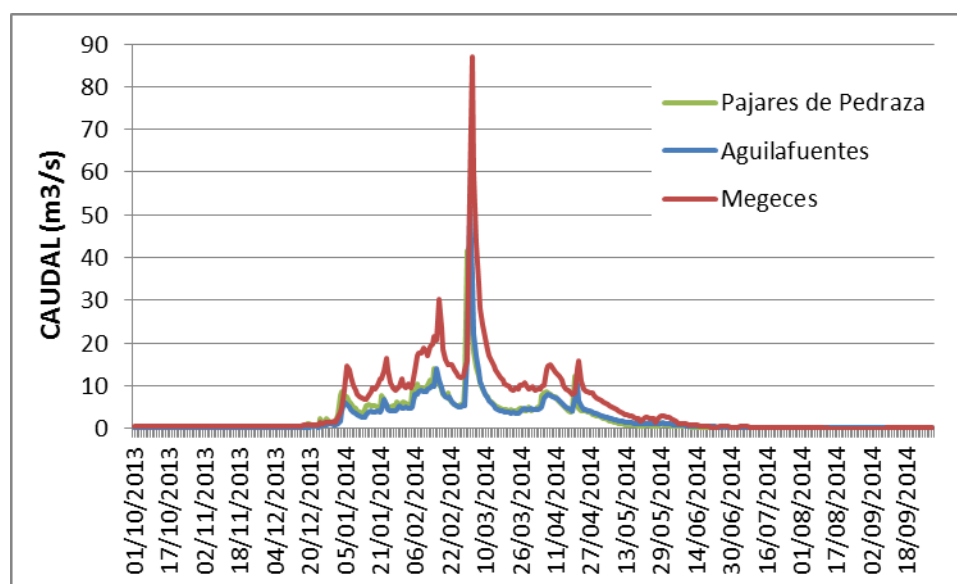


Figura 4. Comparación de los hidrogramas de las estaciones de aforo de Pajares de Pedraza, Aguilafuente y Megeces, en el año hidrológico de 2013. Obsérvese que los caudales en Pajares de Pedraza y Aguilafuente son prácticamente idénticos.

Si nos fijamos en los cambios ocurridos a lo largo del tiempo, observamos que los caudales han ido disminuyendo a lo largo del tiempo. En la figura 5, se representan los caudales medios diarios a lo largo del año, para dos periodos 1942-1970 y 1971-2013 y puede verse la disminución generalizada de caudales en el periodo reciente.

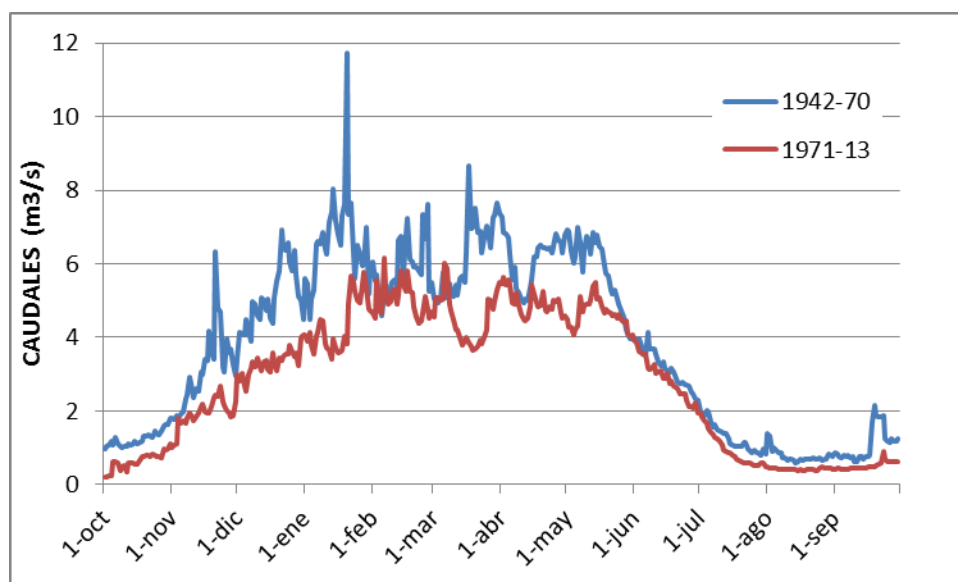


Figura 5. Gráfica comparativa de los caudales medios diarios en la estación de aforo de Pajares de Pedraza en los periodos 1942-1970 y 1971-2013. Obsérvese la disminución de los caudales en el último periodo respecto del primero.

Con objeto de caracterizar dicha reducción de caudales hemos representado los caudales máximos anuales, mínimos anuales, medios anuales y el percentil 10 de todo el periodo de años disponibles en la figura 6. Se puede observar que todos ellos tienen una tendencia decreciente, que es más patente en los caudales mínimos y percentil 10, y especialmente, a partir de 1970.

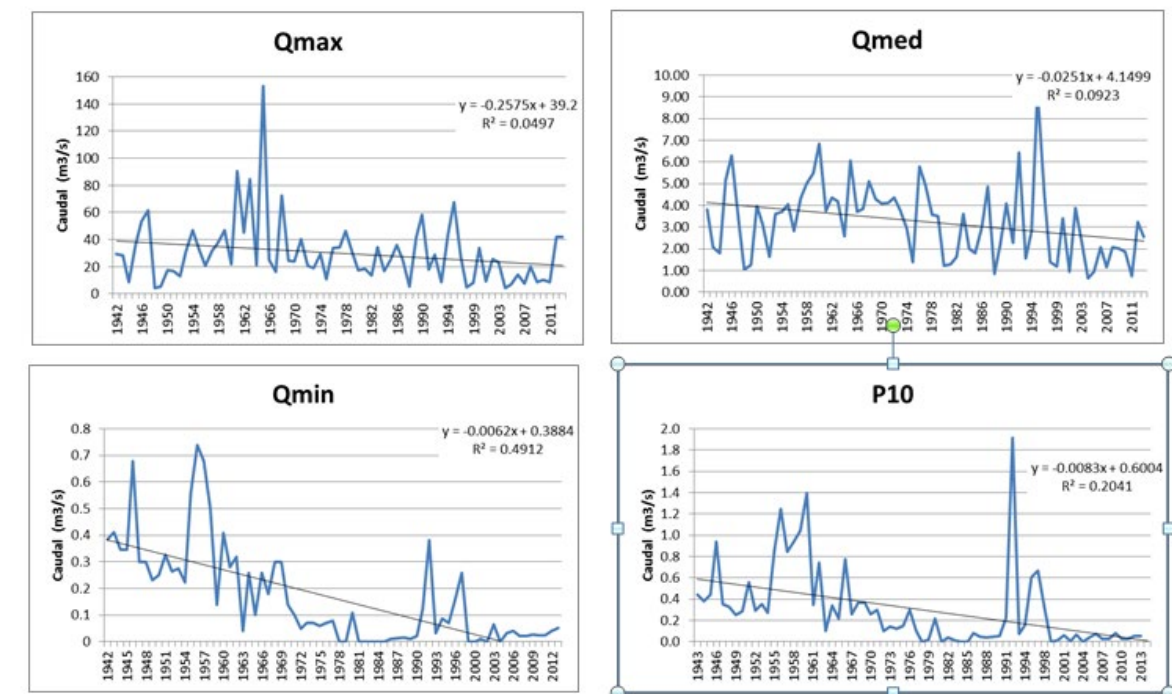


Figura 6. Evolución temporal de los caudales anuales máximos, medios, mínimos y percentil 10 en la estación de aforo de Pajares de Pedraza en el periodo 1942-2013.

Si comparamos los valores medios de estos parámetros del periodo 1942-1970 con el periodo 1971-2013 vemos que los caudales medios se han reducido un 27 % (de 3.8 a 2.8 m³/s); los máximos un 36 % (de 38 a 24 m³/s); el percentil 10 un 72% (de 0.53 a 0.15 m³/s) y los mínimos un 84 % (de 0.33 a 0.05 m³/s).

Por tanto, son los caudales de estiajes donde encontramos unas reducciones de caudales de tal magnitud, que es muy posible sean la causa de todos los cambios ocurridos en el ecosistema fluvial, y muy especialmente en su componente piscícola que la que tienes mayores requerimientos hidráulicos, dada su mayor exclusiva dependencia de la columna de agua y sus mayores dimensiones.

2.2. Predicción de caudales futuros en escenarios de Cambio Climático.

La siguiente cuestión que nos hacemos, habida cuenta de esta reducción de caudales, consiste en cuantificar que parte de esta reducción se debe a una gestión del agua extractiva, y que parte de ella se debe al cambio climático. Por tanto, con objeto de determinar la afección del cambio climático en los caudales circulantes por el Cega se estudió la evolución de las precipitaciones en la Cuenca vertiente.

2.2.1. Evolución de las precipitaciones

Para analizar las precipitaciones se analizaron los datos procedentes, por un lado de varias estaciones pluviométricas en la cuenca, y por otro de la base de datos de precipitación integrada de MOPREDAS. MOPREDAS es una base de datos mensuales georreferenciada que consta de 5534 celdas (10x10 km) para la Península Ibérica. Estas celdas contienen información sobre la

precipitación desde 1945 hasta 2005, parcialmente reconstruida (González-Hidalgo et al. 2011). Consideramos las 25 celdas MOPREDAS contenidas en la cuenca del Cega.

Se ha estudiado la información de las estaciones de pluviometría, situadas dentro de la cuenca del Cega, denominadas Matabuena, Turégano, Torreiglesias y Cantimpalos (códigos de AEMET 2180, 2186, 2196 y 2199, respectivamente). Estas precipitaciones excluyen las zonas de cabecera, donde durante el invierno las precipitaciones se producen en forma de nieve. Al estar incompletas las series de datos de estas estaciones, se han empleado los datos diarios correspondientes, procedentes del reanálisis ERA-40 del Centro Europeo de Previsión Meteorológica a Medio Plazo (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) (Uppala et al. 2005). Del análisis de esta información, se desprende que las precipitaciones en la cuenca del Cega han venido sufriendo un paulatino descenso en las últimas décadas (figura 7).

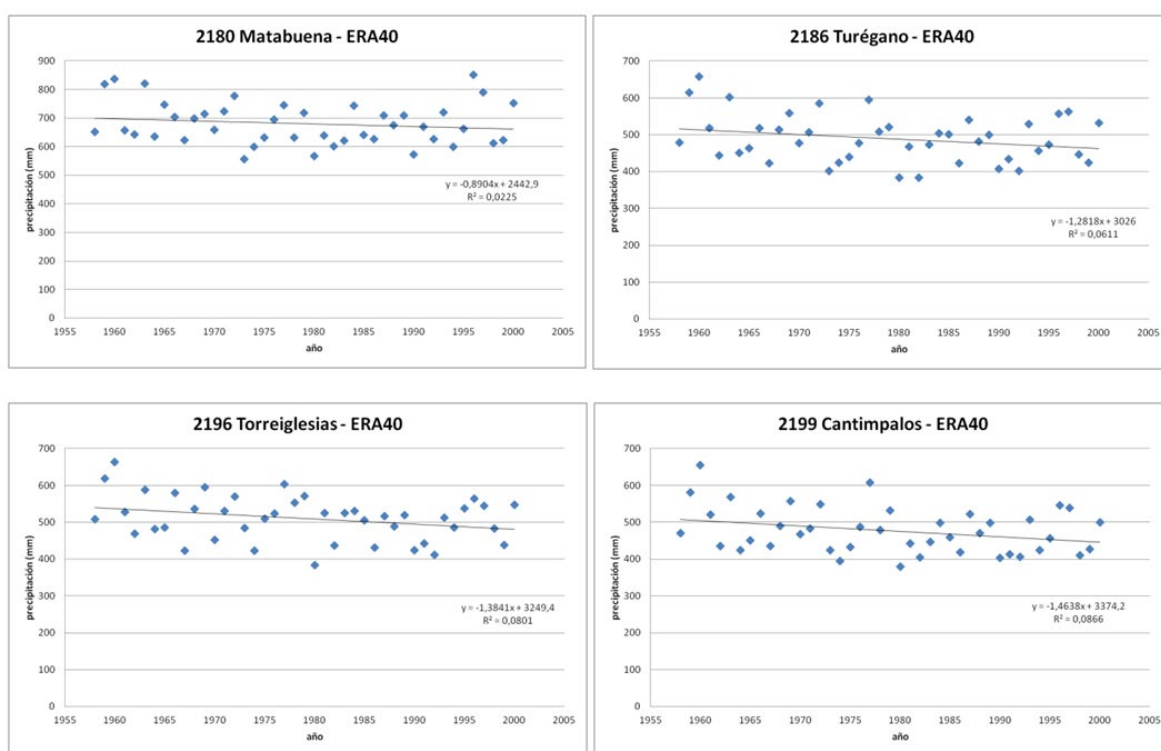


Figura 7. Precipitación anual acumulada (mm) en las estaciones pluviométricas de Matabuena, Turégano, Torreiglesias y Cantimpalos, según los datos diarios procedentes del reanálisis ERA-40.

Con los datos de MOPREDAS vemos también una reducción en las precipitaciones. En la figura 8 se expone la disminución de la precipitación media anual en el periodo 1945 al 2005 (para el tramo medio de la Cuenca del Cega (hasta la confluencia con el río Pirón).

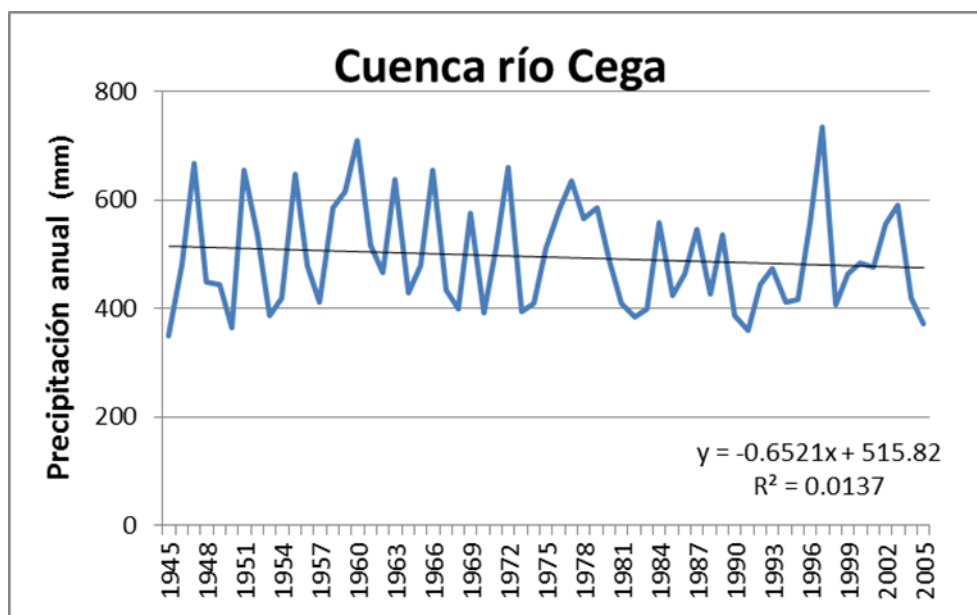


Figura 8. Evolución de la precipitación anual media en la Cuenca del río Cega estimada en base a 25 celdas de la base de datos de precipitaciones mensuales de MOPREDAS.

Las relaciones entre la precipitación y el caudal circulante en ambos períodos se muestran en la figura 9: Desde 1945 hasta 1970, las precipitaciones más altas (578 mm) se conectaron con valores de caudal promedio más altos (37,6 m³/s), mientras que en el período último las precipitaciones redujeron (545 mm) llevó a menores descargas medias (11.8 m³/s). Sin embargo, antes de la transferencia de agua, había una gran variabilidad entre la precipitación y los flujos de los ríos, pero en general, una mayor precipitación anual condujo a mayores flujos anuales.

Se ha comprobado que esta disminución de caudales no corresponde a una disminución similar en las precipitaciones, ya que estamos hablando de una disminución de las precipitaciones menor del 6 %, mientras que los caudales medios disminuyeron un 27 %. En los caudales de estiaje esta reducción es más patente (72 %), como atestigua la Figura 8 que compara precipitaciones anuales procedentes del sistema MOPREDAS con los percentiles 10 de caudales. Por tanto, habría que pensar en otros motivos, tales como derivaciones de los caudales, descenso del freático por explotación del acuífero, o errores de medición.

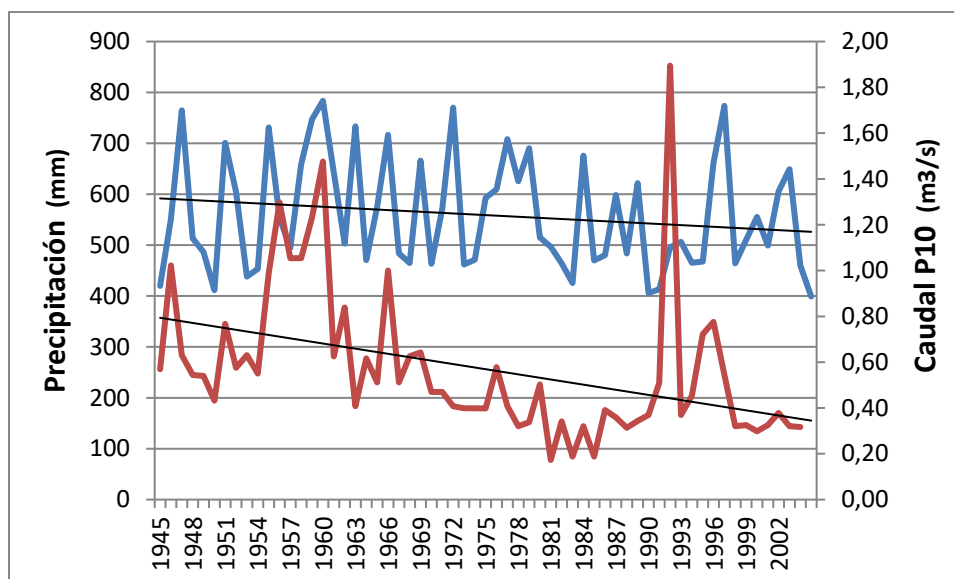


Figura 9. Comparación entre la evolución de las precipitaciones medias (azul) de la cuenca media del río Cega y la evolución de los caudales (rojo) del río en los tramos medios (percentil 10).

2.2.2. Predicción de evolución de los Caudales

La temperatura del aire mostró en todo el mundo una tendencia ascendente durante el pasado siglo, siendo más pronunciada desde principio de los años setenta. El 5º Informe de Evaluación (Assessment Report –AR–) del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC 2013) predice que los aumentos generalizados de temperatura del aire que se han manifestado durante el siglo XX continuarán durante el siglo XXI. Las predicciones para fin de siglo en el área mediterránea y la mayor parte de Europa, muestran incrementos de la temperatura del aire de 4,5°C (hasta 6,0°C en verano) en el peor de los escenarios (RCP 8.5 [IPCC 2013]) y una reducción media de la precipitación de alrededor del 19% (24% en verano). Van Vliet et al. (2013), utilizando el escenario SRES A2 del 4º Informe de Evaluación (AR) del IPCC (Nakicenovic et al. 2000, IPCC 2007), predicen que este incremento afectará a la temperatura de los ríos produciendo un aumento de más de 2,5°C en el Sur de Europa.

El incremento de la temperatura del aire podría producir un aumento de la evapotranspiración y una reducción del agua disponible en ríos y arroyos. Consecuentemente, el cambio climático incrementará las afecciones a los ecosistemas acuáticos y a la disponibilidad de hábitat para muchas especies de peces debido al aumento de la temperatura y a la reducción de caudal circulante. Van Vliet et al. (2013) predicen reducciones del caudal medio en el rango del 25-50% en latitudes del Sur y Centro de Europa (en la parte superior del rango en el Sur. No obstante, no debe olvidarse que los escenarios climáticos utilizados por van Vliet et al. (2013) son más benignos que los más recientes del 5º Informe de Evaluación del IPCC (2013).

En Santiago et al. (2017) se muestran las predicciones de caudal específicas para las estaciones de aforo de Pajares de Pedraza y Lastras de Cuéllar en los escenarios de cambio climático RCP4.5 (escenario estable) y RCP8.5 (escenario de mayor incremento de CO₂ entre los modelizados en AR5) (Taylor et al. 2009) (Figuras 10 y 11). Se empleó una combinación de 9 modelos climáticos globales asociados al 5º Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP5, del inglés 5th Coupled

Model Intercomparison Project). En dicho estudio se modelizaron los caudales diarios a partir de los datos de caudal diario registrados en dichas estaciones y datos los meteorológicos de las estaciones de temperatura y precipitación existentes en la cuenca, para lo que se emplearon técnicas de modelización mediante aprendizaje automático. Los datos utilizados y los valores obtenidos se presentan en los anexos.

Según las predicciones del escenario más probable (RCP8.5), los caudales medios en las estaciones de aforo estudiadas caerán significativamente a mediados de siglo en Lastras de Cuéllar, con reducciones del 14% de las aportaciones anuales e importantes reducciones en caudales mínimos, máximos, medios y en el percentil 10 en todas las épocas del año, incluyendo los caudales de otoño e invierno, y más puntualmente en Pajares de Pedraza. A finales de siglo esta situación se acentuará afectando, entonces, también más claramente a la estación de Pajares, que verá reducidas sus aportaciones un 13% mientras que las de Lastras caerán un 38%. A la reducción en la cantidad de agua circulante por los ríos por causa del cambio climático, hay que añadir el uso consuntivo de agua debido al desarrollo de actividades como la agricultura que, paradójicamente, muestra una tendencia creciente que se reflejará en el incremento del déficit hídrico en la zona Mediterránea (Iglesias et al. 2007) a menos que se adopten medidas técnicas y políticas de adaptación (Iglesias et al. 2011).



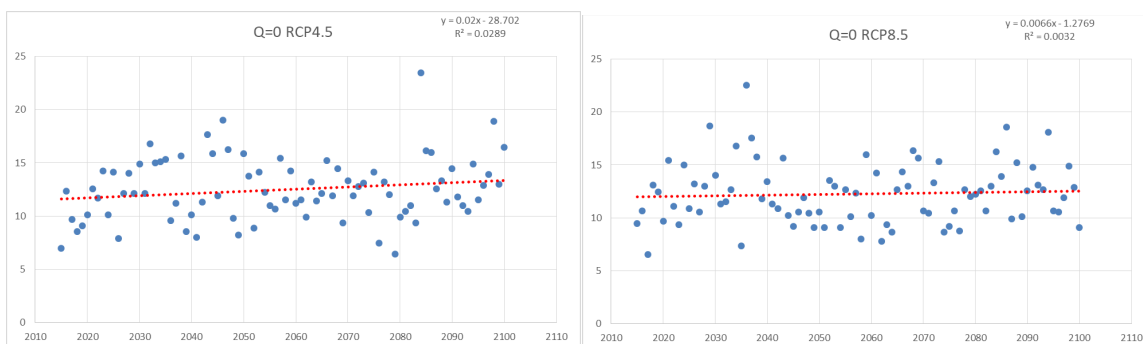


Figura 10. Evolución predicha de los caudales (m³/s) medios anuales, Q10 y de los días de caudal=0 en los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 para la estación de aforo de Pajares de Pedraza.



Figura 11. Evolución predicha de los caudales (m³/s) medios anuales, Q10 y de los días de caudal=0 en los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 para la estación de aforo de Lastras de Cuéllar.

2.3. Conexiones con aguas subterráneas

En el caso del río Cega la problemática de reducción de los caudales naturales se ha debido a la demanda de agua para dichos regadíos que se extrae tanto de las aguas superficiales como de las aguas del acuífero (Unidad Hidrogeológica de Los Arenales). El Instituto Geológico y Minero (IGME, 2015) ha caracterizado la interrelación entre aguas subterráneas, cursos fluviales y descargas por manantiales en el río Cega. A la altura de Pajares de Pedraza, el 38% de toda la escorrentía fluvial corresponde a aportaciones subterráneas. Según este trabajo podemos decir que el río en el tramo estudiado tiene dos tipos de comportamiento: a) tramos de conexión difusa con cierto equilibrio (ganador en aguas altas y perdedor en aguas bajas); b) tramo ganador con conexión mixta (puntual y difusa). El primer tipo de comportamiento (Figura 12) corresponde al tramo alto (Lastras de Cuellar) y al bajo (desde el Pirón al Duero), mientras que el segundo corresponde al tramo que va desde Cuellar al Pirón. El gran aumento de los caudales en el tramo bajo del Cega, se explica, pues, notanto por las aportaciones del Pirón, sino también por este tramo ganador del Cega antes de su confluencia.

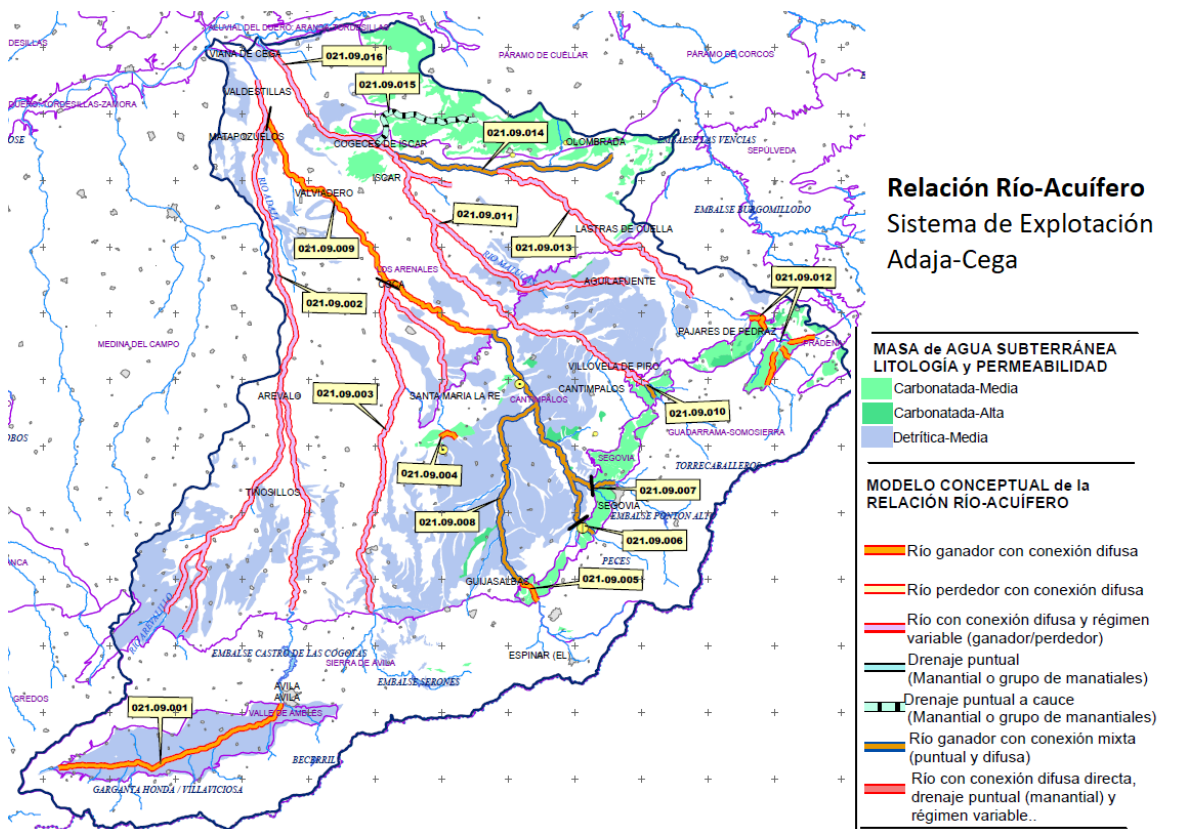


Figura 12.- Mapa sinóptico de la relación Río-Acuífero del Sistema de Explotación 021.09 ADAJA-CEGA (IGME, 2015)..

La explotación de los acuíferos, ha sido tan desequilibrada, que los niveles de la capa freática han descendido en gran manera. La sobreexplotación del acuífero tiene influencia en los caudales circulante de los cursos ubicados sobre él, ya que su consistencia arenosa permite una gran conductividad hidráulica, por lo que los flujos verticales del agua entre acuífero-cauce, pasan de recibir agua del acuífero cuando éste no se encuentra sobreexplotado (en avenidas) a perderla a favor del mismo en la situación opuesta (en estiaje). Es frecuente que se den más permisos de regadío de los que el acuífero puede soportar, como es el caso del acuífero de Cantimpalos ubicado cerca del río Cega, en los últimos años se incrementó la extracción de aguas subterráneas, esto ha incidido en la disminución de la capa freática de las aguas subterráneas, es así que ya se ha realizado recarga de agua de acuíferos de ésta zona, asimismo la Confederación Hidrográfica del Duero en 2010, evaluó la opción de realizar otra recarga a éste acuífero, lo cual se hizo efectiva ése mismo año. Igualmente, cabe mencionar que la disminución de los volúmenes almacenados en el acuífero, afecta de manera directa los caudales en el río Cega (Urso et al., 2002; CHD, 2009), pues en esta zona existen complejas relaciones que se establecen entre las masas superficiales del Cega con los acuíferos aledaños (figura 13).

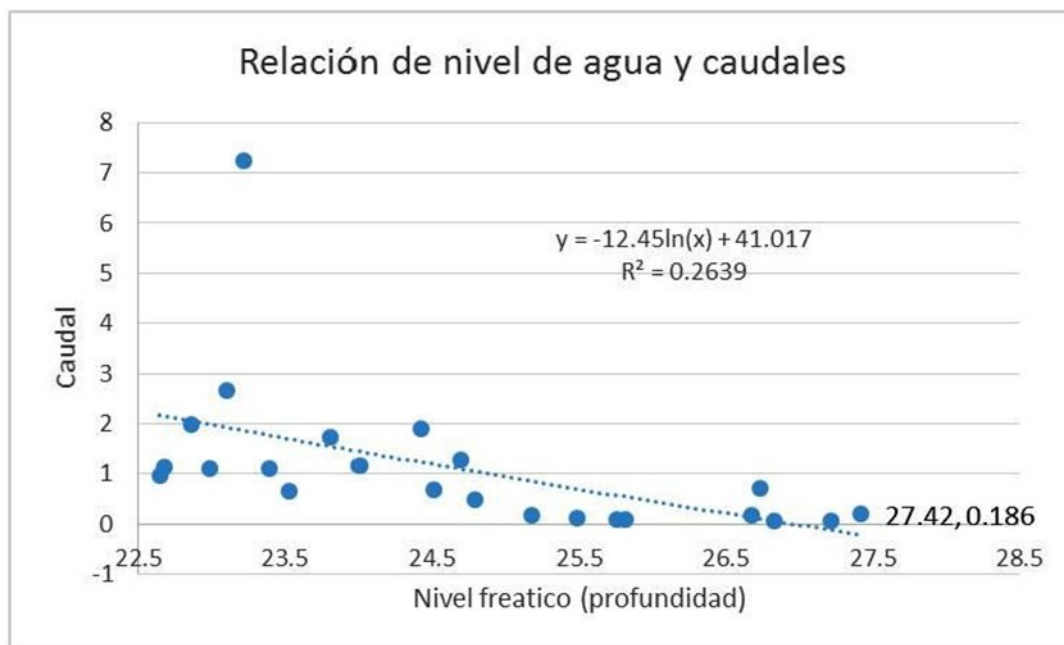


Figura 13. Relación entre el nivel del agua de la capa freática (m) y el caudal (m3/s) del río Cega (estación piezométrica de Cabezuelas).

Las masas de agua subterránea subyacentes se caracterizaron como en mal estado en el año 2009, tanto en su horizonte superior como inferior, en el informe de 2013 titulado “INFORME ARTÍCULO 5. CARACTERÍSTICAS DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA, ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD HUMANA Y ANÁLISIS ECONÓMICO DE USOS DEL AGUA” de la Confederación Hidrográfica del Duero.

2.4. Las comunidades de peces

Desde un criterio ictiológico, la cuenca del Cega está incluida en la región *Cuenca del Duero*, subregión *Tramo Alto del Duero* (Doadrio et al. 2011), que se caracterizan por la presencia de poblaciones de *Achondrostoma arcasii*, que se diferencian en el gen citocromo b en más de un 5% de las poblaciones de *Achondrostoma arcasii* del Esla, así como por la ausencia de *Achondrostoma salmantinum*, *Squalius alburnoides* y *Cobitis paludica*.

Uno de los objetivos prioritarios de la ZEC - ES4180070 - *Riberas del Río Cega* es la conservación de las poblaciones de peces (ANEXO I). Para conocer las especies ictícolas que habitan disponemos datos históricos, junto con los de los muestreos actuales del Servicio de Caza y Pesca de la Comunidad de Castilla y León y de la Confederación Hidrográfica del Duero. A partir de ellos podemos presentar el Catálogo de especies del ZEC mencionado:

- Trucha común (*Salmo trutta*)
- Bermejuela (*Achondrostoma arcasii*)
- Gobio (*Gobio lozanoi*)
- Bordallo (*Squalius carolitertii*)
- Boga o Bogarda (*Pseudochondrostoma duriense*)
- Barbo (*Luciobarbus bocagei*)
- Tenca (*Tinca tinca*)
- Lamprehuela (*Cobitis calderoni*)

De estas ocho especies, la lamprehuela (figura 21) y el barbo (figura 15) han desaparecido del ZEC en la actualidad (quizás hay presencia de barbo cerca de la desembocadura del Cega), y la boga es muy esporádica y sólo se encuentra la altura de Cuéllar. En este sentido, la comunidad íctica del río Cega se compone principalmente de tres especies autóctonas: *Achondrostoma arcasii* (bermejuela), *Squalius carolitertii* (bordallo) y *Salmo trutta* (trucha común). La boga del Duero (*Pseudochondrostoma duriense*) aparece irregularmente en los inventarios recientes, lo que se achaca a que presenta poblaciones muy pequeñas y localizadas. Las dos únicas especie alóctonas de la cuenca del Cega son *Gobio lozanoi* (gobio), que ha sido introducida desde la cuenca del Ebro, y *Tinca tinca* (tenca) –ésta última en muy poca cantidad, en el tramo aguas debajo de Cuéllar. El gobio parece estar remontando el río en su distribución, apareciendo ya también en la cabecera, dónde anteriormente estaba ausente. Por otra parte, la cada vez más anecdótica e irregular presencia de boga del Duero en los muestreos ictiológicos es sintomática de la pérdida de condiciones del hábitat, esencialmente por la pérdida de caudal –necesario para esta especie reófila-, en particular en los meses de primavera y verano.

A pesar de la situación precaria de sus poblaciones, la comunidad íctica del Cega está formada principalmente por especies autóctonas, lo que le confiere un gran interés desde el punto de vista de la conservación, y la recuperación de las poblaciones de boga debería ser una prioridad, ya que se trata de una especie en franca regresión. La reintroducción del barbo y la lamprehuela así mismo debe ser un objetivo básico. Sus principales problemas de conservación en la cuenca del Cega son los numerosos obstáculos (azudes) que impiden sus migraciones reproductoras, la contaminación

tanto por vertidos urbanos y agrícolas, como contaminación difusa por fertilizantes, pesticidas y purines; la derivación y la extracción de agua para fines agrícolas que secan tramos bajos del cauce principal y afluentes. De modo general, el estado de conservación de la ictiofauna española de agua dulce es muy mala. Hasta 57 de las 61 especies de peces continentales autóctonas que viven en la Península Ibérica deberían ser incluidas en alguna categoría de amenaza (Doadrio et al. 2011), contando la cuenca del Cega hasta con 5 especies vulnerables.

En España, teniendo en cuenta que el número de especies autóctonas es 61, la ictiofauna exótica constituye el 45% de la ictiofauna autóctona y el 55% si consideramos sólo las especies estrictamente fluviales. Por lo tanto España ocupa el quinto país de Europa con mayor número de especies exóticas, sólo superado por Francia, Italia, Rusia y República Checa (Copp et al., 2005). Pero en proporción al número de especies, somos el tercer país después de Francia e Italia.

Por otra parte, la ictiofauna exótica fluvial se compone de 28 especies introducidas (el 55% de todas las especies presentes en la península), muchas de ellas de carácter invasor y altamente lesivo para las poblaciones autóctonas. Esta circunstancia, unida a que casi todas las especies endémicas son de distribución muy restringida y a que la cuenca del Cega está aún libre de muchas de estas especies invasoras, hace de esta cuenca una zona de gran interés para conservar la comunidad íctica por su alto nivel –aún– de integridad.

Es, cuanto menos, llamativo que la Confederación Hidrográfica del Duero considere que la evolución del estado ecológico de las masas de agua afectadas como moderada a buena toda vez que la propia información de la Confederación apunta a un deterioro de la comunidad íctica, si bien esto se puede entender al no considerar el elemento “ictiofauna” en sus evaluaciones.

La **trucha** es abundante en los tramos de montaña del Cega (figura 14), pero sus poblaciones son importantes también en los tramos medios, y se está extendiendo a los tramos bajos. Las truchas se caracterizan por ser activas nadadoras en contra de la corriente y por sus costumbres depredadoras tanto en el fondo, entre dos aguas, como en superficie. Esta es una especie de gran plasticidad ecológica, pues vive en arroyos, ríos, lagos y rías variando su talla, forma, color y costumbres según el hábitat que ocupa. Pero en cualquier caso exige siempre aguas frías y bien oxigenadas, siendo la especie típica de los ríos y arroyos de montaña, en cuyos tramos más altos es con frecuencia la única especie piscícola existente.

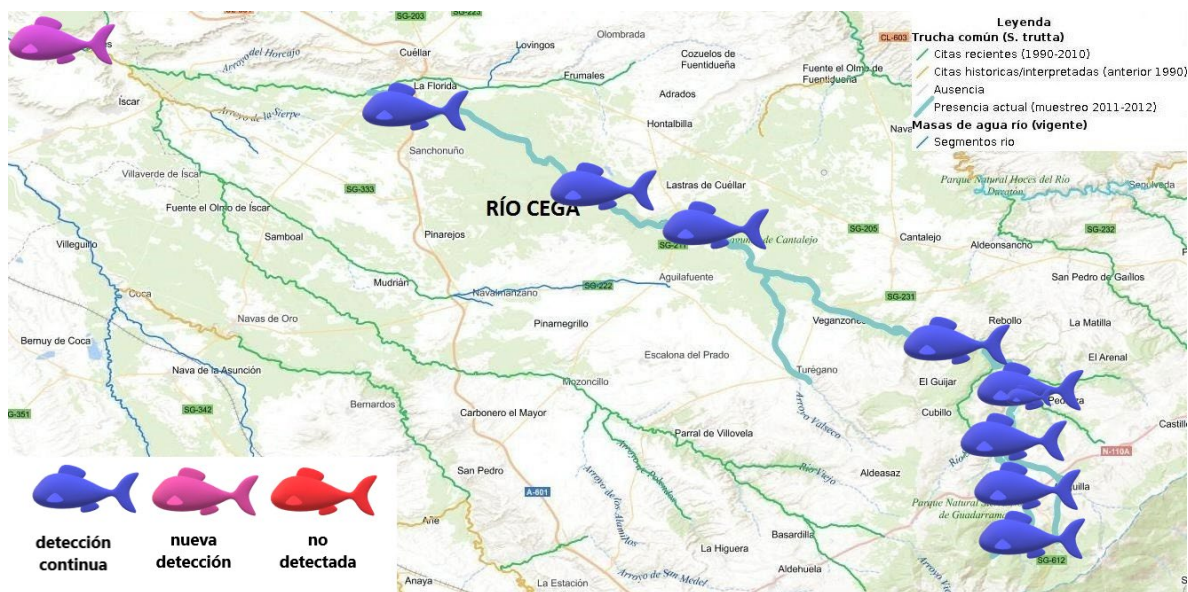


Figura 14. Distribución actual (azul), reciente (verde) y pasada (amarillo) de la **trucha común** (*Salmo trutta*) según el portal <http://www.mirame.chduero.es>. Los símbolos corresponden a los resultados de los últimos muestreos realizados por la Junta de Castilla y León (año 2018).

Los ciprínidos constituyen la familia más importante de peces de agua dulce, por el gran número de especies que incluyen y por el tamaño de muchas de sus poblaciones. Viven en todo tipo de hábitats aunque predominan en los tramos medios y bajos de los ríos. Su reproducción tiene lugar en primavera y en verano, generalmente entre vegetación sumergida. En la época de celo muchas especies presentan una coloración vistosa y son frecuentes en los machos las verrugas nupciales en la cabeza.

La península ibérica es rica en ciprínidos, estando representadas en España 30 especies de las cuales 26 son endémicas ibéricas y 3 endémicas ibero-francesas. El tramo del río Cega del ZEC se habitan barbos, bermejuelas, bordallos, gobios, bogas y tencas. El **barbo común**, es un endemismo ibérico de las cuencas atlánticas de la Península entre los ríos Tajo y Limia. Es la especie que alcanza mayor tamaño, por lo que es la mas exigente en cuanto a caudales circulantes, por lo que ha desaparecido de casi todo el río Cega (figura 15).

posición ínfera adaptada a tomar el alimento del fondo del río, que en el caso de la boga presenta su labio inferior de naturaleza córnea cortante para "segar" las algas que crecen sobre las piedras de las cuales se alimentan. Los híbridos de bermejuela con la boga del Duero son frecuentes donde son simpátricas (Doadrio et al. 2011, Elvira et al. 1990), lo que no descarta su existencia en el río Cega.

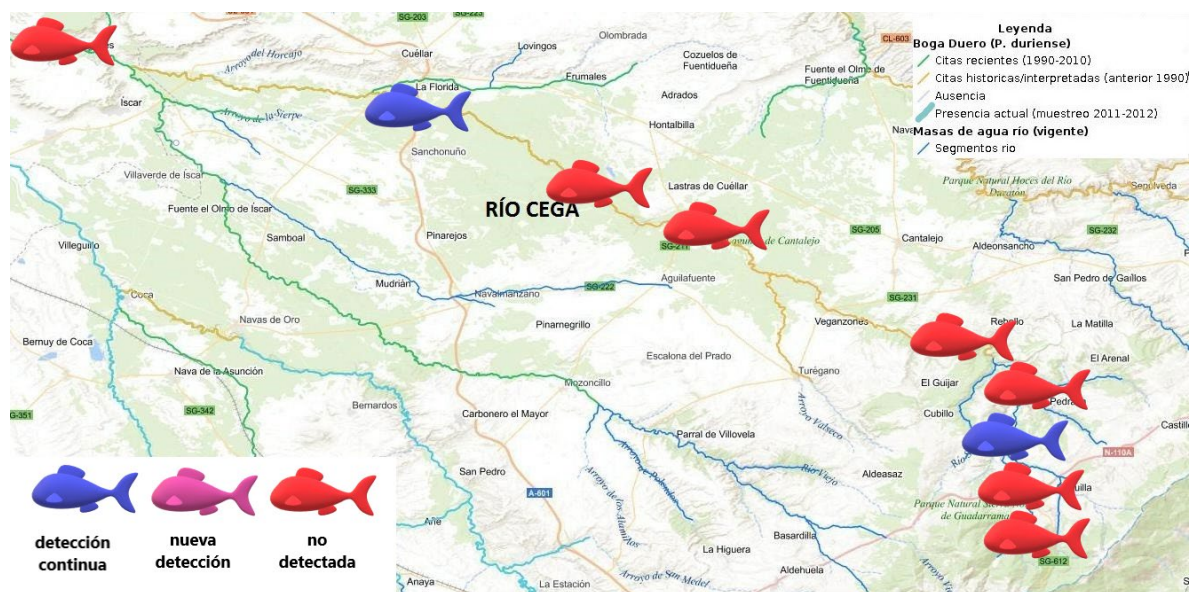


Figura 17. Distribución actual (azul), reciente (verde) y pasada (amarillo) de la boga del Duero (*Pseudochondrostoma duriense*) según el portal <http://www.mirame.chduero.es>. Los símbolos corresponden a los resultados de los últimos muestreos realizados por la Junta de Castilla y León (año 2018).

Las especies del género *Squalius* son de tamaño pequeño a mediano, y todas ellas son principalmente depredadoras del macrobentos. Habitan en los tramos medios y bajos de los ríos, aunque algunas especies son típicas de en los tramos medio-altos. El **bordallo** (distribuido por las cuencas del Duero, Lérez en Galicia, y Alberche en el Tago) en el Cega es escaso en el tramo de ZEC (figura 18). Es otro depredador de macroinvertebrados que caza invertebrados en deriva en la columna de agua, compitiendo en este sentido con la trucha en aguas más templadas.

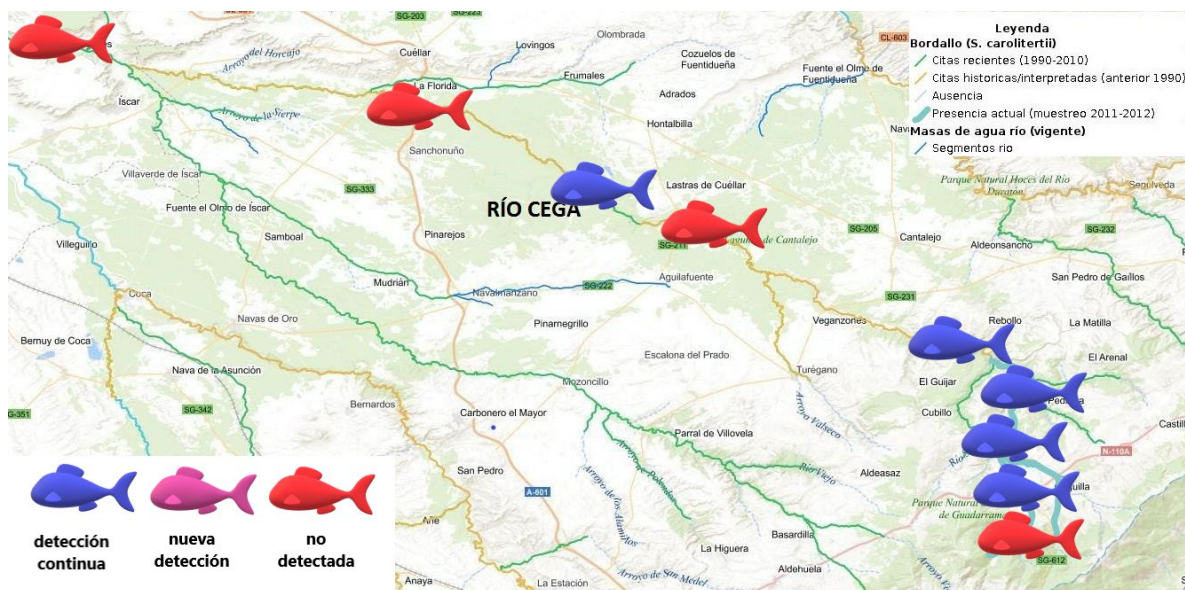
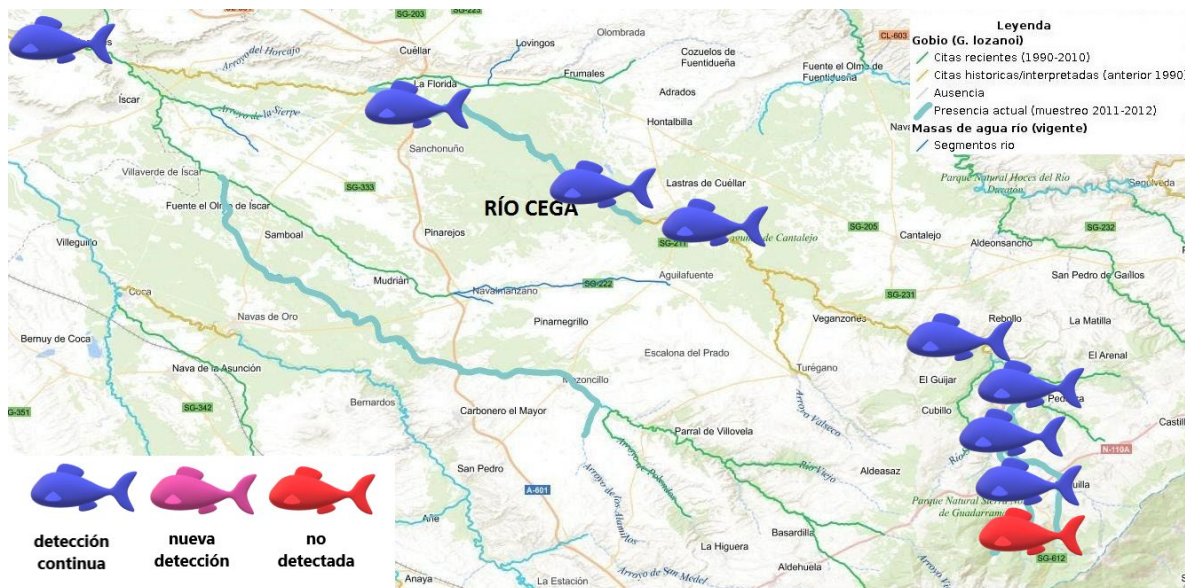


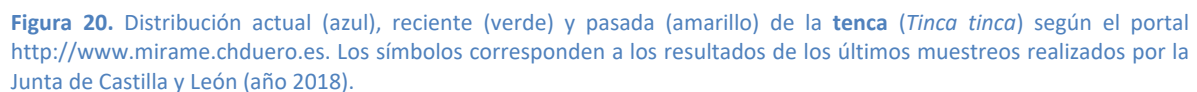
Figura 18. Distribución actual (azul), reciente (verde) y pasada (amarillo) del **bordallo** (*Squalius carolitertii*) según el portal <http://www.mirame.chduero.es>. Los símbolos corresponden a los resultados de los últimos muestreos realizados por la Junta de Castilla y León (año 2018).

El gobio es otro endemismo ibero-francés, no estando muy clara su distribución original en la Península aunque se cree que son las cuencas del Ebro y Bidasoa. Sus poblaciones son muy abundantes en el tramo del ZEC (figura 19).

La tenca es también una especie de aguas estancadas, con una importante proporción de invertebrados en su dieta. Esta especie es objeto de crianza para su explotación en charcas y balsas de abrevado de ganado (como en Carbonero El Mayor, por ejemplo), y frecuente repoblación, por lo que su distribución en el Cega es ocasional (figura 20).



La familia de los cobítidos, a la que pertenece la lamprehuela la forman pequeños peces delgados y alargados que habitan los fondos de los ríos, alimentándose de macroinvertebrados bentónicos. Precisan aguas muy bien oxigenadas, y tienen carácter endémico. La **lamprehuela** vive en las cuencas de los ríos Ebro, Duero, cabeceras de los ríos Jarama y Lozoya en la cuenca del Tajo, y en la cabecera del río Sil. En el tramo del ZEC ha desaparecido (figura 21), y desconocemos las causas de ello.



23

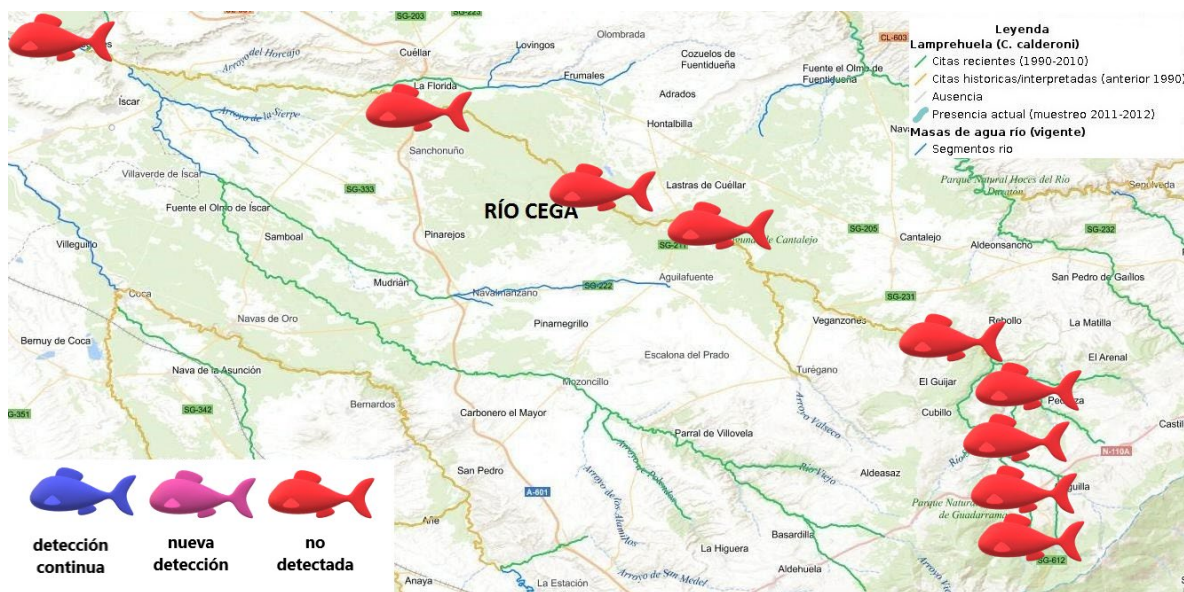


Figura 21. Distribución actual (azul), reciente (verde) y pasada (amarillo) de la lamprehuela (*Cobitis calderoni*) según el portal <http://www.mirame.chduero.es>. Los símbolos corresponden a los resultados de los últimos muestreos realizados por la Junta de Castilla y León (año 2018).

2.5. El hábitat fluvial y de ribera

El río Cega a lo largo del ZEC tiene un cauce que está encajonado en todo su recorrido hasta su confluencia en el río Duero (figura 3), bien en las atravesando las llanuras de pinares (Pegueras, Propios de Cuellar, Pelayo en Segovia; y Tamarizos, Carrasquilla y El Negral en Valladolid) y de tierras agrícolas (Mojados), o bien confinado entre las colinas de Los Hornillos y de La Ibienda en su comienzo, o bien en los páramos de El Pico, Picalpollo y de Chivateras, a la altura de Megeces. Este cauce confinado en laderas de fuerte pendiente junto con la presencia de un bosque de ribera formado por chopos, alisos, fresnos y sauces de porte alto originan un hábitat umbrío y fresco. Las temperaturas del agua se mantienen frías en verano gracias a los continuos afloramientos de aguas subterráneas de los taludes que encajonan el río, y es por ello que la trucha habita en todo el Cega.

El dinamismo geomorfológico del cauce queda constreñido en el plano horizontal por su mencionado encajonamiento. Sólo le queda, pues, el plano vertical para disipar su energía hidráulica y estructurar el cauce en una alternancia de rápidos, pozas y tablas que constituyen el hábitat de peces y macroinvertebrados. Para ello erosiona orillas y arrastra arenas, gravas y cantos rodados que deposita en los rápidos, muy frecuentes en el inicio del ZEC cuando la pendiente es fuerte y más dispersos en los tramos bajos. Con frecuencia, en este proceso de incisión el cauce llega a alcanzar la roca madre que le detiene. El río Cega se aprovecha también y especialmente de los abundantes árboles que crecen en sus orillas para su trabajo geomorfológico. Una vez tumbados por la corriente, sus raíces y sus troncos atravesados diagonalmente al cauce, sirven de azudes que originan pozas aguas arriba, rápidos a un lado y mas abajo bancos de gravas al otro lado.

En definitiva, la estructura del hábitat fluvial del río permite una diversidad de condiciones hidráulicas tanto de velocidad de las aguas como de calados y por ello es capaz albergar tanto especies loticas como lenticas, siempre y cuando circulen caudales suficientes. La estructura del hábitat también permite suministrar refugio en forma de encueves, vegetación de orillas, raíces y pozas profundas.

Sin embargo, el lecho del cauce no es del todo adecuado para tener una gran productividad biológica, ya que el sustrato que lo cubre tiene en ocasiones una granulometría fina con abundancia de arenas y gravillas que pueden colmar el medio intersticial; por otra parte los afloramientos rocosos son un mal sustrato para alojar macrobentos, y para el desove de los peces.

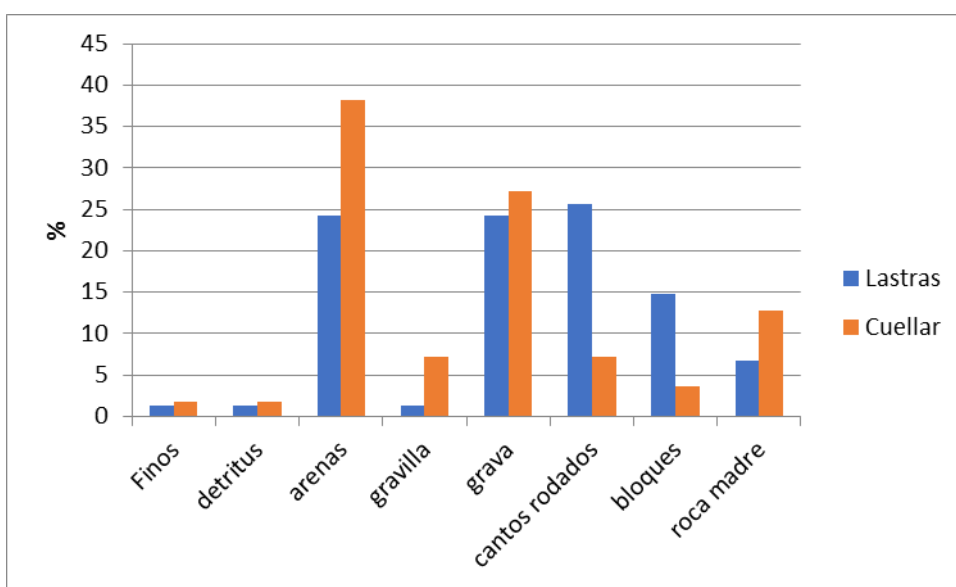


Figura 22.- Composición del sustrato del río Cega en su tramos alto (Lastras de Cuellar) y medio (Cuellar)

En la figura 22 se expone la composición del sustrato del Cauce del río Cega, en el comienzo del ZEC (Lastras) y en el tramo de la Senda delos Pescadores (Cuellar). Observamos como el hábitat es mucho mas favorable en el tramo alto con predominio de cantos rodados y bloques, que en el tramo de Cuellar donde hay mas finos y predominan las arenas y gravillas. Según descendemos por el Cega la componente de arenas se hace totalmente predominante, especialmente después de la desembocadura del río Pirón. Cuando el lecho está formado predominantemente por arenas, el hábitat fluvial es malo para los macroinvertebrados y para la freza por su inestabilidad.

Podemos concluir que el hábitat fluvial del Cega tiene características diferentes en su discurrir por el ZEC. En el comienzo las condiciones son óptimas asociadas a un tramo de mayor pendiente, y gradualmente van empeorando aguas abajo. Este primer tramo debería ser capaz de albergar toda la comunidad nativa de peces, pues es capaz de cumplimentar todos sus requerimientos, tanto para su reproducción, refugio y especialmente su alimentación. Efectivamente los nichos tróficos podrían estar potencialmente cubiertos, así es el caso de:

- Las especies que se alimentan de macroinvertebrados en la columna de agua, como la trucha y el bordallo.
- Las que se alimentan de macroinvertebrados del fondo, como la colmilleja y los barbos juveniles.
- Los detritívoros que se aprovechan de hojas y ramillos del bosque de ribera como la bermejuela.
- Los raspadores del perifiton que crece abundante en cantos rodados y bloques del fondo como las bogas.
- Los ictiófagos como los adultos de trucha y barbo

Según descendemos aguas abajo los cantos rodados y bloques, que sirven de soporte al perifiton y es la base alimenticia de la boga, se reducen hasta desaparecer en el tramo bajo. Esto nos explica en parte la ausencia de esta especie. En los tramos bajos donde el sustrato es principalmente arenas, las poblaciones de macrobentos tienen poblaciones escasas y ocupan hábitat básicamente lentic, por lo que las especies piscícolas que basan su alimentación en ellas (colmilleja, barbos juveniles, bordallo) tienen una más difícil supervivencia.

2.6. Presiones y conectividad

El estado ecológico del ecosistema fluvial del río Cega y en especial las comunidades piscícolas están viéndose afectadas por actividades humanas entre las que destacamos la agricultura, la ganadería y la producción hidroeléctrica. Dichas presiones ya han sido citadas en el Plan básico de gestión y conservación del Espacio Protegido Red Natura 2000 ZEC - ES4180070 - Riberas del Río Cega (ANEXO I). Dichas actividades ejercen presiones en el funcionamiento fluvial que son las causas directas de su alteración. Entre ellas destacamos la extracción de agua, bien directamente del cauce, o bien, indirectamente por extracción de aguas subterráneas; la presencia de barreras (azudes y presas) en el cauce que fragmentan las poblaciones al impedir los movimientos migratorios de los peces; la eutrofización de las aguas por aumento de nutrientes (nitratos y fosfatos) y contaminación por pesticidas.



Foto 1. Ejemplo de tomas de agua directa en el río Cega (senda pescadores, Cuellar).

2.6.1 Extracciones de Aguas

En la figura 22 se expone la distribución de las tomas de agua directas en los ríos de la cuenca del Cega según el inventario de la Confederación Hidrográfica del Duero. En el cauce principal tenemos citadas 24 que oficialmente tienen concesión por 14,66 hm³/año (excluyendo hidroeléctrica) y teniendo en cuenta que había 4 sin figurar la cuantía de su concesión. El río Pirón tiene otras tantas tomas de agua con una cuantía similar. El problema de todas estas abstracciones de agua directa del cauce es que se realizan en verano precisamente cuando los caudales circulantes son más escasos y por tanto más críticos para las poblaciones de peces. Además, no nos consta que exista ningún control eficaz sobre las cuantías de agua que se extrae, por lo que ante una demanda creciente riego estimamos que esta presión es muy impactante.

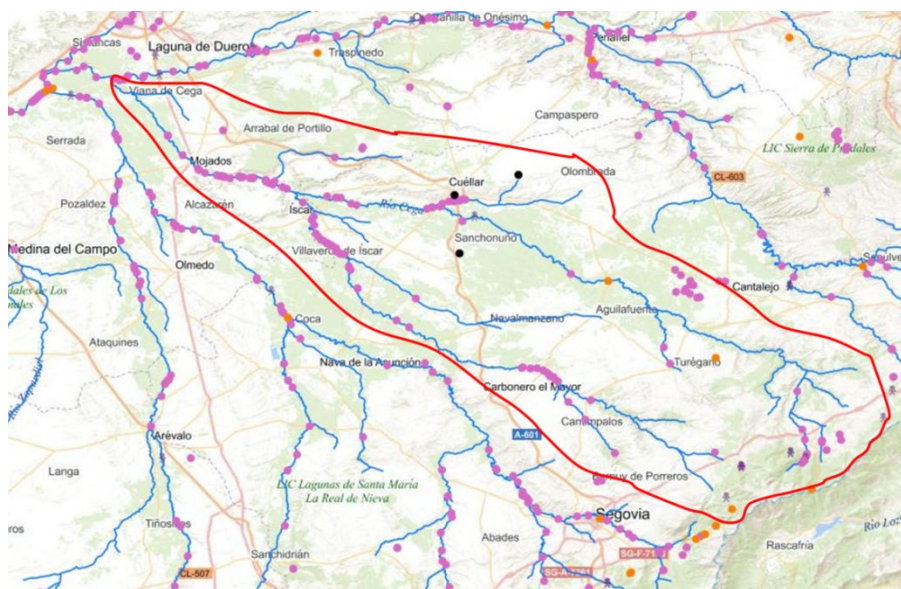


Figura 23. Extracciones de aguas superficiales en la Cuenca del Cega (datos de Confederación Hidrográfica del Duero <http://www.mirame.chduero.es>).

Las extracciones de aguas subterráneas se distribuyen por toda la cuenca en una gran densidad (figura 24), con excepción de los tramos de la Sierra de Guadarrama y la zona de pinares entre Lastras de Cuellar y Sanchónuño. Una vez más se trata de una presión que se ejerce principalmente en verano y cuyo control es difícil de ejercer. Al ser los acuíferos bombeados someros y los materiales arenosos y muy permeables la repercusión de estas abstracciones en las aguas circulantes es inmediata y el impacto grande. La propia Confederación Hidrográfica del Duero (Confederación Hidrográfica del Duero 2013) reconoce que la notable acumulación de extracciones en la masa de Los Arenales (código de masa de agua 400045) supera ampliamente los valores de recarga anual masas y compromete seriamente la conservación de los acuíferos (figura 25).

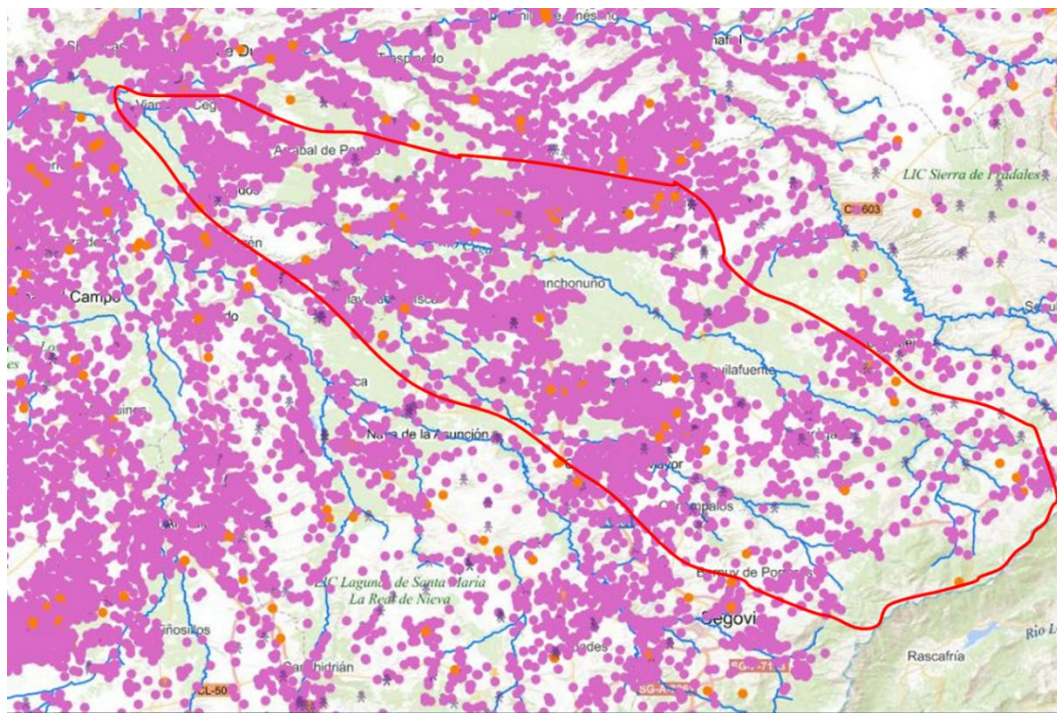


Figura 24. Extracciones de aguas subterráneas (datos de Confederación Hidrográfica del Duero <http://www.mirame.chduero.es>).

Por tanto, teniendo en cuenta todo lo anterior y el hecho que ya el cauce bajo del río Pirón se seca todos los años en la mayoría de su tramo bajo, podemos estimar su gran afección al sistema fluvial.

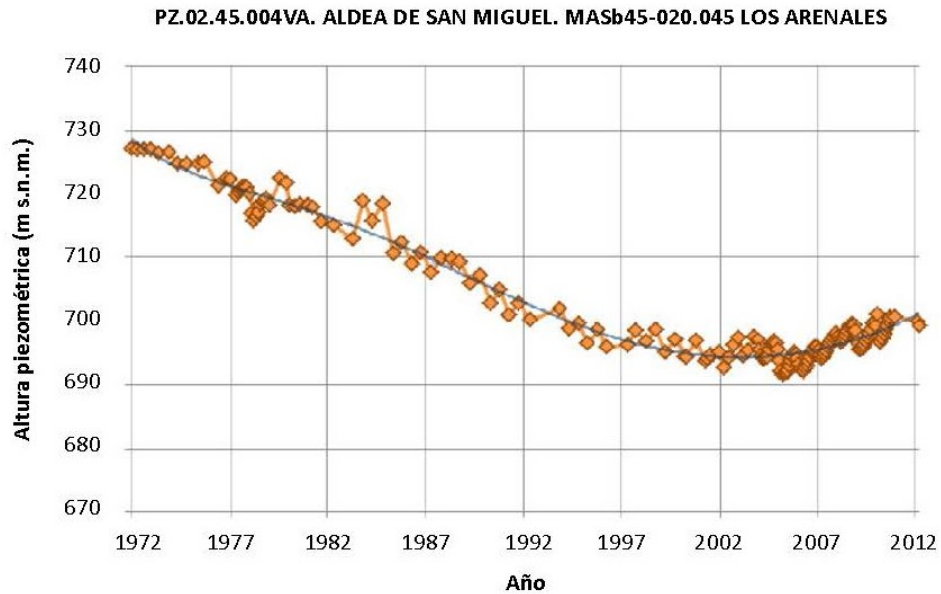


Figura 25. Evolución del nivel piezométrico en Aldea de San Miguel (provincia de Valladolid), en la parte baja de la cuenca del río Cega (extraído de Confederación Hidrográfica del Duero 2013).

2.6.2 Conectividad longitudinal

En la figura 26 se expone la distribución de las barreras (presas y azudes según el inventario de la Confederación Hidrográfica del Duero) que interrumpen la continuidad del sistema fluvial, fragmentando las poblaciones de peces y dificultando sus migraciones. Se trata de 15 barreras en el cauce principal desde la zona de montaña hasta casi su desembocadura. El Pirón sólo tiene 16 siendo mucho más corto. Además existen 13 barreras más en los afluentes pequeños. Rincón et al. (2016) han estudiado la estrategia más eficaz para mitigar esta fragmentación de las poblaciones piscícolas en la cuenca del río Cega que favorece su desaparición.

2.6.1 Conectividad lateral

La extracción de caudal también afecta a la conectividad lateral del río con su ribera: la reducción de la cantidad de agua circulante redundaría en una disminución del nivel freático en la ribera. No debe olvidarse la obligada conservación de la ZEC ES4180070 “Riberas de Cega”, 6 km aguas abajo del punto de detracción de caudales: a medida que la humedad freática disminuya, las especies ribereñas más sensibles irán perdiendo hábitat apto y se ampliarán las posibilidades para las especies más plásticas (Bejarano et al. 2011, Martínez-Fernández et al. 2018). Estas circunstancias pueden comprometer la viabilidad de cobertura de vegetación de las riberas en su estado actual y, en consecuencia, la preservación de los valores por los que se declara dicha ZEC (tampoco hay que olvidar que existe más presión sobre el acuífero por causa de las numerosas extracciones mediante pozos y directamente del cauce –legales o ilegales-).

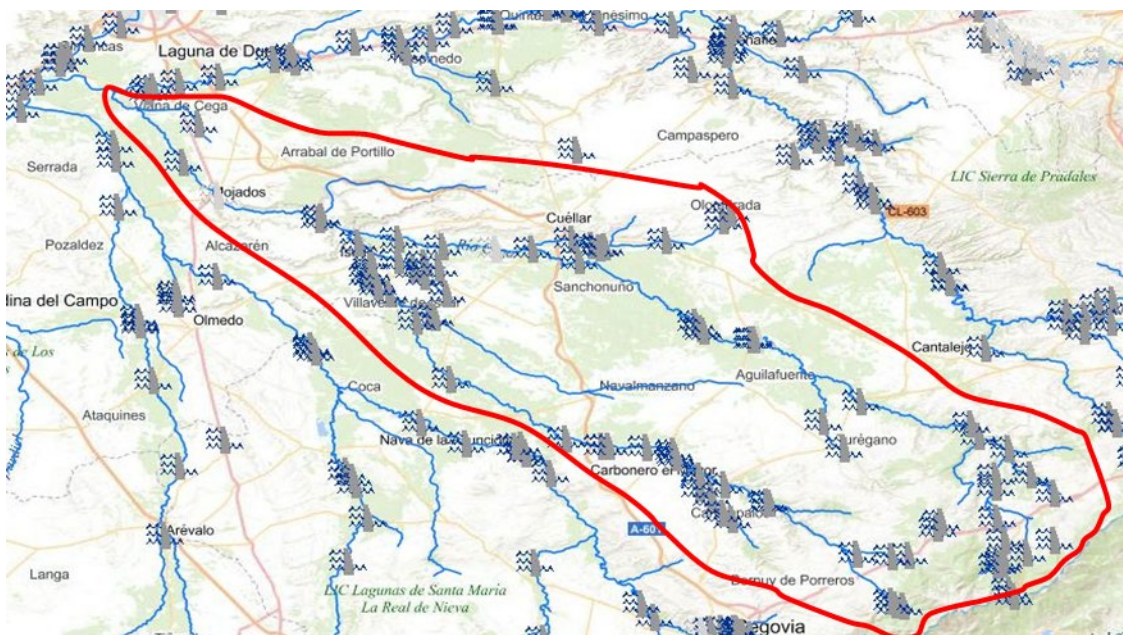


Figura 26. Presas y azudes (datos de Confederación Hidrográfica del Duero <http://www.mirame.chduero.es>).

2.6.2 Calidad del agua

El río Cega tiene su origen en la Sierra de Guadarrama, lo que hace que sus aguas tengan una mineralización muy ligera al atravesar zonas graníticas. A medida que el río se interna en las zonas geológicas del Secundario y Terciario, las aguas se van cargando de sales haciéndose progresivamente más carbonatadas y sulfatadas.

Los niveles de los sólidos en suspensión pueden alcanzar valores muy altos, seguramente debido a un proceso erosivo natural de la cuenca y a la existencia de vertidos. Su concentración en el agua supera, con frecuencia, los límites tolerables por los peces. Los sólidos en suspensión cambian las características físicas del agua ocasionando problemas en los peces (abrasión de piel y branquias), disminuyen el número de refugios y alteran las áreas de freza al sedimentarse.

También se han encontrado en las analíticas valores altos de amonio que pueden deberse a vertidos urbanos y a explotaciones ganaderas. También son habituales los valores que superan los umbrales fisiológicos tolerables. En la figura 27 vemos la importancia de la carga orgánica, nitrógeno y fósforo que reciben las aguas superficiales de los ríos segovianos.

Los vertidos que reciben los ríos de la cuenca son básicamente urbanos, según el inventario de la Comisaria de Aguas de la CHD. Existen escasos vertidos industriales o agropecuarios, si bien hemos podido detectar la existencia de algunos colectores que emitían aguas residuales de granjas, posiblemente de modo furtivo. Las industrias extractivas poseen sistemas de depuración específicos para las aguas.

En la actualidad la calidad de las aguas no es mala aunque existe un riesgo latente, inherente a la abundante ganadería intensiva existente en la cuenca y al presumible uso intensivo de fertilizantes en los regadíos.

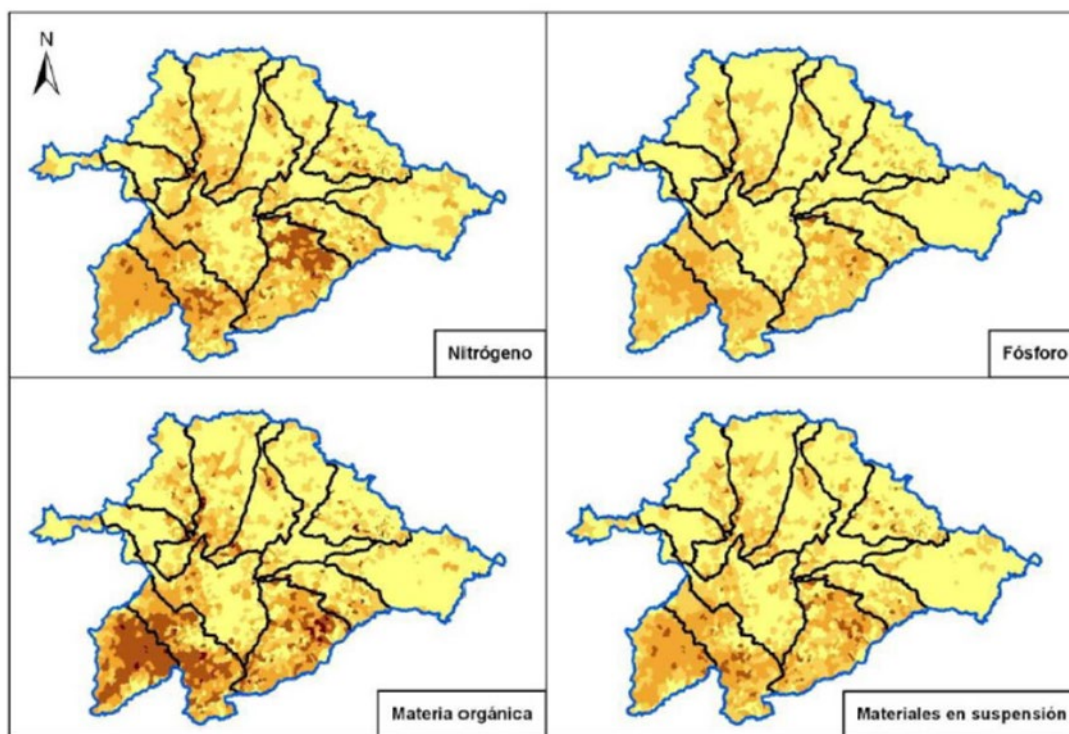


Figura 27. Carga contaminante por municipio en las aguas superficiales (extraído de Confederación Hidrográfica del Duero 2013).

El problema ganadero

Dentro de la Demarcación del Duero, las cargas contaminantes procedentes del ganado son especialmente relevantes en la zona que nos ocupa, debido al gran tamaño de la cabaña de porcino. La carga nitrogenada derivada de esta circunstancia es especialmente alta. Ello es debido a la gran demanda de agua que se realiza para consumo de la ganadería, especialmente por su gran estabulación (Figura 28).

De 719.013 UGM (unidad ganadera mayor) de porcino en la cuenca española del Duero en 2009 (poco más de 2 millones de UGM de todas las especies ganaderas), 245.331 UGM correspondían al Sistema de Explotación Cega-Eresma-Adaja (Confederación Hidrográfica del Duero 2013), y la demanda ganadera de agua en este Sistema alcanzaba los 4,43 hm³/año frente a los 151,50 hm³/año de la demanda agrícola. De lo anterior se deduce que, aunque la demanda de recurso por la ganadería está muy lejos de la agrícola, la presión por contaminación de origen pecuario es

potencialmente muy alta. Los Sistemas Acuíferos están también sometidos a otras importantes demandas, que en el caso del S.E. Cega-Eresma-Adaja alcanza los 6,66 hm³/año de demanda industrial de origen subterráneo y 6,68 hm³/año de demanda urbana (datos de 2009, obtenidos de Confederación Hidrográfica del Duero 2013).

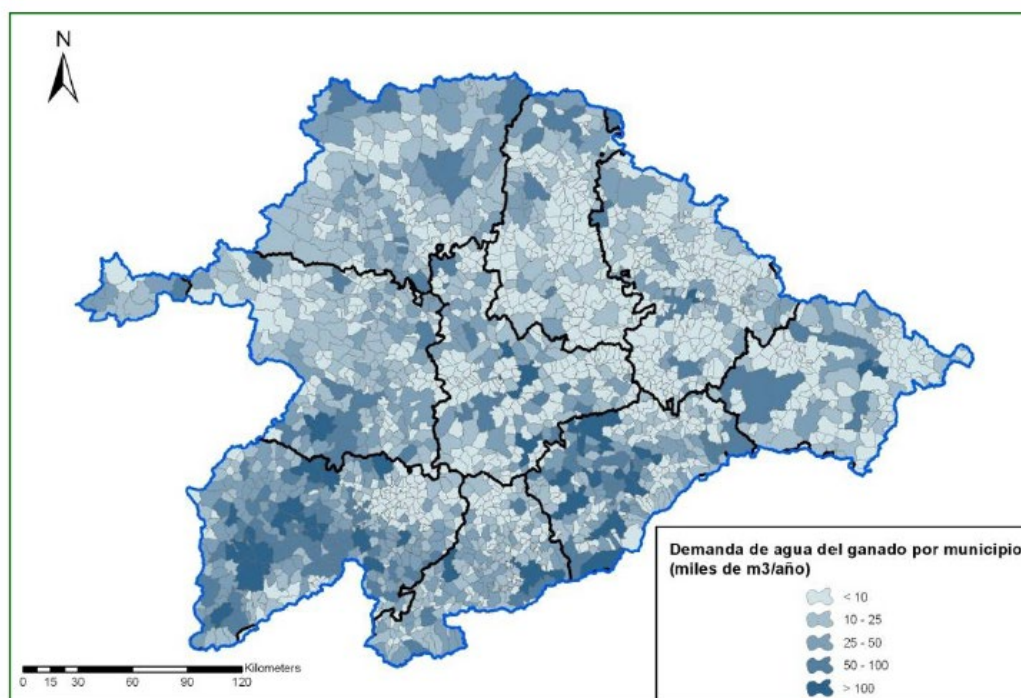


Figura 28. Demanda ganadera de agua por municipio (extraído de Confederación Hidrográfica del Duero 2013).

Efectos de los regadíos sobre la calidad del agua

Los terrenos dedicados al regadío en la cuenca del Cega son extensos y con una clara tendencia a aumentar (figura 29). Estas prácticas agrarias cada vez más intensivas afectan a la calidad de las aguas subterráneas, en especial los bombeos abusivos causan su contaminación por arsénico. Este hecho ya se está produciendo en las aguas de abastecimiento de la Mancomunidad de Municipios Las Lomas (Cuéllar). Una tesis doctoral reciente ha mostrado como “la creciente salinización de las aguas subterráneas del acuífero aluvial causada por procesos naturales de disolución de minerales (yesos y carbonatos, principalmente) y por las prácticas agrícolas (empleo de fertilizantes y sobreexplotación del acuífero), parecen estar provocando la liberación de arseniato por intercambio iónico competitivo” (Carretero 2015).

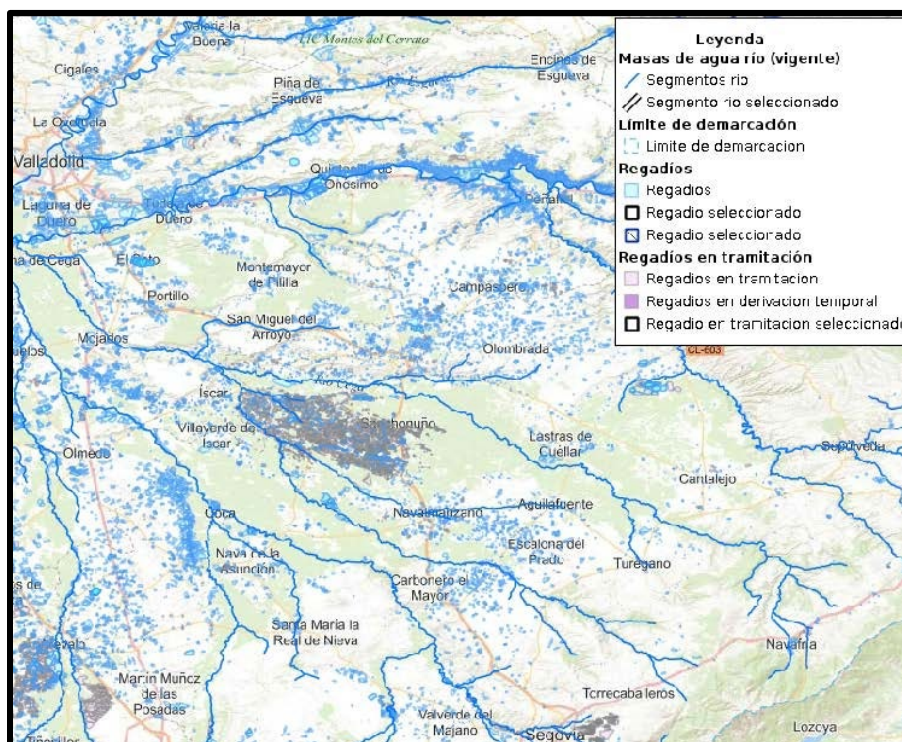


Figura 29. Distribución de la superficie de regadío en la cuenca del Duero (<http://www.mirame.chduero.es>).

Así mismo, el acuífero presenta concentraciones de nitratos superiores a las permitidas para suministro de agua a la población. Las aguas subterráneas del acuífero cuaternario se estarían contaminando con nitratos a consecuencia de las prácticas de regadío intensivas, como se deduce a partir de los propios datos de Red de Control de Calidad de Castilla y León en Cuéllar e Íscar (Junta de Castilla y León 2017).

La contaminación por arsénico y nitratos resulta importante no sólo desde el punto de vista puramente ambiental sino también desde el económico, ya que podría requerirse la inversión de ingentes cantidades de dinero para descontaminar estas aguas o en proporcionar agua a partir de otras fuentes de suministro.

Estado de las masas de agua: Directiva Marco del Agua

Según la clasificación de la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE), el “estado químico” del tramo afectado por este estudio se caracteriza como “bueno” desde el año 2009 (figura 30A). El “estado ecológico” (figura 30B) se ha caracterizado en dicho tramo como “moderado” desde 2009, si bien desde la captación objeto de estudio hasta la confluencia con el Pirón se clasifica como “bueno” en los dos últimos años (2016 y 2017). Como consecuencia, el “estado global” se caracteriza

como “peor que bueno” en todo el periodo salvo los dos años citados en el subtramo del cañón del Cega, que se caracterizan como “buenos”.

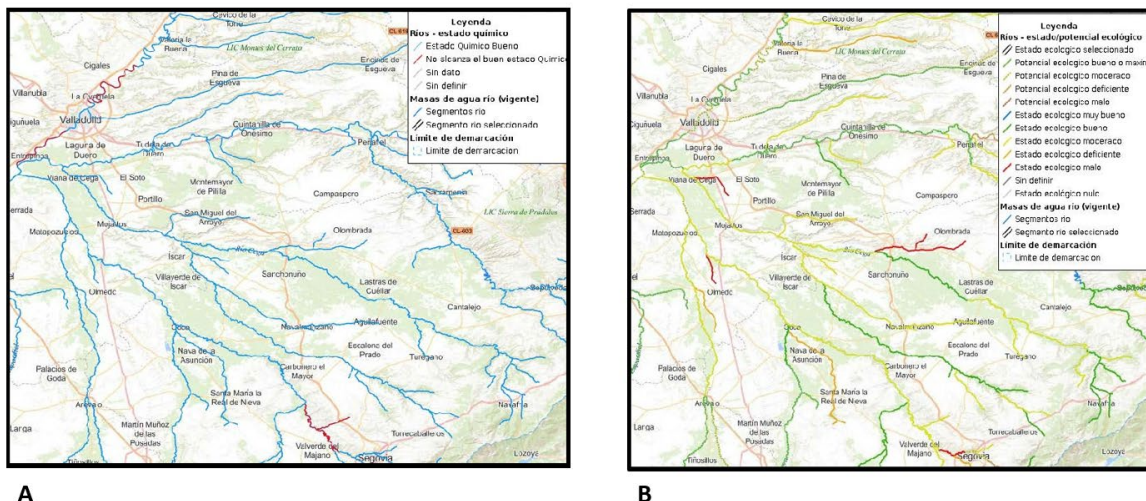


Figura 30.- A) Estado químico de las masas de agua superficiales de tipo río en el año 2017. B) Estado ecológico de las masas de agua superficiales de tipo río. (<http://www.mirame.chduero.es>).

De los parámetros de calidad fisicoquímicos, el limitante de la calidad de las aguas superficiales es el oxígeno disuelto, y el prescriptor que baja la calidad ecológica y global a “moderado” y “peor que bueno” respectivamente en el subtramo superior es el “Índice de Poluosensibilidad Específica” (IPS) (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente 2013).

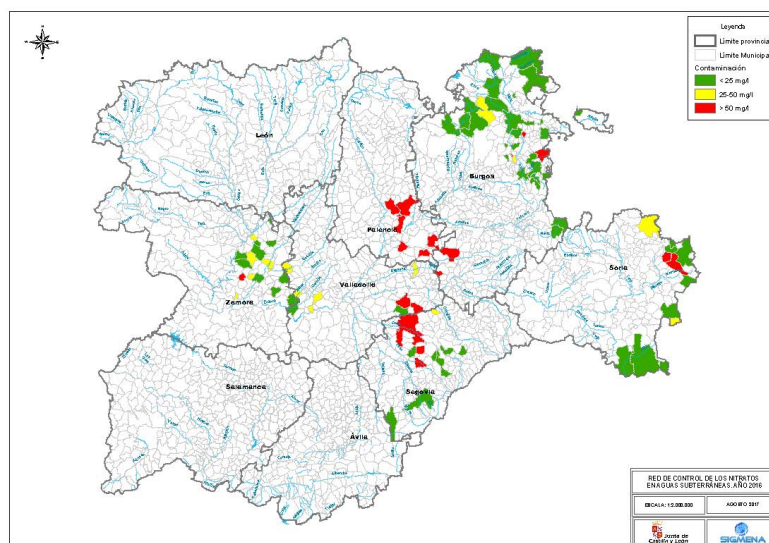


Figura 31.- Red de control de nitratos en aguas subterráneas, año 2016 (Junta de Castilla y León 2017).

Métodos Hidrológicos

Como datos de base para el **método hidrológico** se utilizaron las series de caudales registrados en el aforo nº 16 en Pajares de Pedraza, y las series de caudales mensuales restituidos a régimen natural en ese tramo por el modelo SIMPA (Cedex, 2008), obteniendo para su análisis una serie sintética de caudales diarios de 20 años.

Se han estimado seis valores de indicadores de caudal ecológico, siguiendo los siguientes criterios:

- La definición de percentiles: se ha calculado el percentil 5 y el 15% a partir de la curva de caudales clasificados.
- La definición de variables a partir de las medias móviles de un grupo amplio de días correlativos, en de la serie anual de caudales diarios, dentro de este grupo se han utilizado:
 - El método conocido como QBM, en el que el caudal mínimo ecológico corresponde con el caudal en el que los incrementos relativos de los valores mínimos de dos intervalos consecutivos de medias móviles, es máximo. Se han obtenido dos valores, la media y la mediana de la serie de caudales mínimos.
 - El método desarrollado por Baeza (2000) en su tesis doctoral, el caudal mínimo se obtiene de aquel caudal a partir del cual la curva de la relación caudal-tamaño del intervalo, cambia significativamente de pendiente.
 - El Q25d, la media móvil mínima de 25 días consecutivos.

Los resultados del cálculos de estos indicadores de caudal ecológico se exponen en la tabla ..

Tabla 3. Tabla sintética de caudales según diferentes criterios.

VALORES DE CAUDAL EN m3/s	
Media régimen natural	3,63
CV mensuales natural	0,28
Caudal ecológico cambio de pendiente	0,81
Caudal Q25d	0,43
QBM media	0,47
QBM mediana	0,44
Percentil 5	0,28
Percentil 15	0,58

Método basado en Simulación del Hábitat

Para el método de **Simulación del Hábitat Físico** se seleccionó un tramo del río Cega de 90 m de longitud situado en el término municipal de Lastras de Cuellar (Segovia), aguas arriba del puente que procede de esta localidad en las proximidades de los edificios abandonados del antiguo molino

y de la antigua estación de aforos de Lastras de Cuellar. Las coordenadas UTM aproximadas del centro del tramo topografiado son las siguientes: 403486; 4572044.

La simulación hidráulica se hizo en dos dimensiones mediante el programa 'RIVER 2D' utilizando como especie indicadora la trucha común y sus tres estados de desarrollo (adulto, juvenil y alevín).

A partir de los valores hidráulicos simulados se obtienen diferentes habitabilidades del tramo en función del caudal circulante, esta habitabilidad viene expresada por el valor del HPU (Hábitat Ponderado Útil), la representación de esta variable frente al caudal nos servirá para elegir el caudal ecológico mínimo más adecuado, que será el menor valor de la serie de caudales analizados, que no suponga una pérdida de hábitat significativa en el tramo. Este valor se ha estimado de dos formas:

- Analizando la pendiente de la curva HPU-caudal. Tomando como valor de caudal mínimo ecológico el punto a partir del cual se produce una pérdida muy significativa del hábitat.
- Obteniendo el máximo hábitat posible en la simulación y tomando porcentajes del mismo.

Se han utilizado curvas combinadas generadas asociando las curvas HPU-Q en una sola mediante la combinación de los diferentes estadios considerados. La combinación se ha realizado analizando los estadios de la trucha considerando sus diferentes bioperiodos. Los periodos considerados han sido hidro-periodos (primavera-verano, otoño-invierno). Para generar las curvas se ha dado más peso, al estadio más sensible para asegurar que la curva combinada no compensa las pérdidas de hábitat de dichos estadios, con aquellos estadios más adaptables. Se han generado dos una para periodo húmedo en el que la ponderación de forma general ha sido: **0,6 juveniles + 0,4 adultos**. Y otra para el periodo seco: **0,6 alevines + 0,4 adultos**. Los resultados obtenidos para estos caudales base son los expuestos en la tabla 2.

Tabla 4. Caudales estimados para diferentes estadios vitales de la trucha común y diferentes periodos.

Caudales ecológicos mínimos				Periodo húmedo	Periodo seco
Q por pendiente (m3/s)	1,55			1,30	1,1
	Trucha adulto	Trucha juvenil	Trucha alevín		
Qmax (m3/s)	3,50	2,10	1,55	2,15	2,05
Q 80 % HPUmax	0,75	0,30	0,30	0,50	0,45
Q 50 % HPUmax	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05
Q 30 % HPUmax	0,001	0,001	0,005	0,000	0,005

Regímenes de caudales Ecológicos

Una vez establecido el valor del caudal ecológico mínimo, que se asigna al mes de menor caudal natural, se ha generado un régimen ecológico de caudales con el resto de valores de caudales circulantes para el resto de meses del año. En esta propuesta se ha tratado de imitar los cambios

mensuales de tal forma que conserven el patrón de cambio mensual natural. Como régimen natural se utiliza la serie de caudales medios mensuales restituidos, tomados de la serie SIMPA proporcionada por la Oficina de Planificación de la Confederación del Duero.

Se han generado dos pares de regímenes mensuales, uno de ellos partiendo de los resultados de caudales obtenidos por el método hidrológico, y el otro por el método de Simulación de Hábitat. En cada par, una de las series se ha diseñado para años más secos utilizando en el caso de los métodos hidrológicos el valor mínimo de los seis valores calculados y, otro para años húmedos, utilizando el valor máximo de los seis obtenidos. En todos los casos se ha asignado el valor del caudal mínimo al mes más seco, agosto, y posteriormente se ha sintetizado la serie mensual para el resto de los meses, utilizando la pauta mensual de cambio del régimen natural

Tabla 5. Regímenes de caudales propuestos para cada mes y según diferentes criterios en el estudio de ECOHIDRÁULICA.

	Hidrológicos		Simulación Hábitat	
Caudales en m ³ /s	Q _{máx}	Q _{mín}	Q _{máx}	Q _{mín}
Régimen ecológico	0,81	0,43	1,1	0,75
	R. ecológico Máx.	R. ecológico Mín.	R. ecológico Máx.	R. ecológico Mín.
Octubre	3,06	1,62	2,97	2,27
Noviembre	3,66	1,94	3,48	2,66
Diciembre	3,72	1,97	3,61	2,76
Enero	3,56	1,88	3,43	2,62
Febrero	3,03	1,60	2,70	2,06
Marzo	3,28	1,73	3,15	2,41
Abril	3,34	1,76	3,12	2,39
Mayo	3,78	2,00	3,69	2,82
Junio	2,25	1,19	2,16	1,66
Julio	0,92	0,57	0,96	0,75
Agosto	0,61	0,43	0,61	0,61
Septiembre	1,02	0,61	1,08	0,89

En la tabla 5 y en Figura 34 se exponen los regímenes calculados por ambos métodos para los periodos de años secos y húmedos. El régimen diseñado a partir del método hidrológico, el régimen ecológico máximo se ha calculado partiendo del valor máximo de los resultados obtenidos por métodos hidrológicos y el siguiente tomando el valor mínimo de los obtenidos por este método.

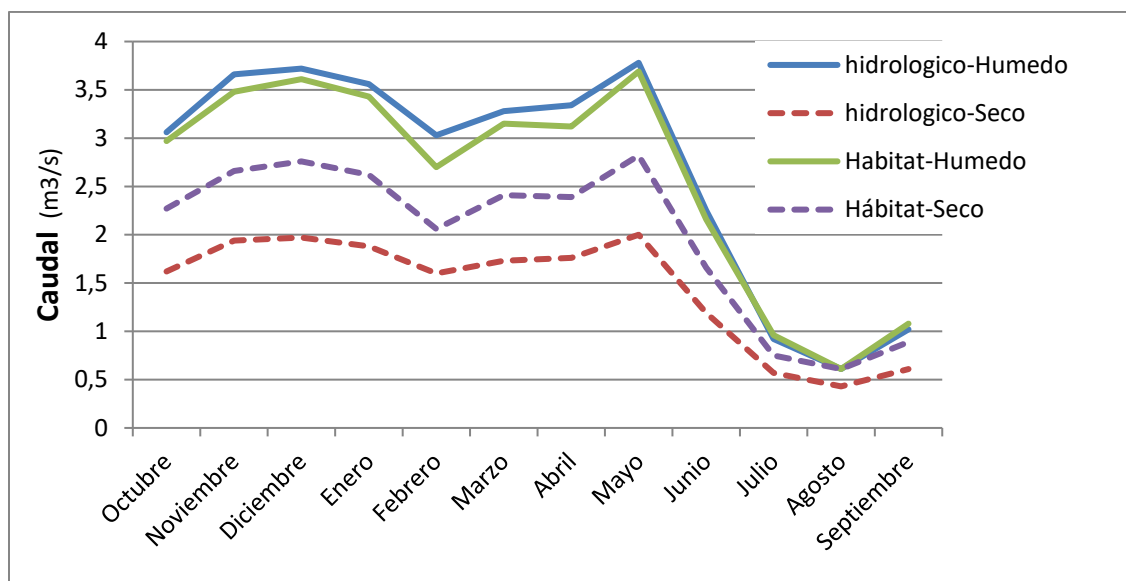


Figura 34. Regímenes Ecológicos propuestos por equipo Ecohidráulica para el río Cega, atendiendo al método de cálculo y periodo de años a que se aplica.

El régimen diseñado a partir del método de Simulación de hábitat, los valores para años húmedos se han calculado partiendo del valor por cambio de pendiente, y para años secos se ha tomado el valor que proporciona el 80% del hábitat del adulto de trucha.

DURERO (2015)

En el estudio realizado por Maldonado y García de Jalón (2015) dentro del Proyecto DUREREO se utilizaron tanto métodos hidrológicos basados en caudales históricos como métodos de simulación del hábitat físico.

Métodos Hidrológicos

Para el río Cega se hizo el mismo análisis hidrológico, con datos foronómicos que datan desde el año 1942 hasta el año 2011, datos obtenidos de la estación de aforo Pajares de Pedraza (Estación de aforo N° 2016

Simulación de Hábitat

Se seleccionó un tramo del río Cega considerando algunas características representativas, en especial con dinámica geomorfológica. Este tramo de aproximadamente de 1 km, se ubica en la provincia de Segovia (coordenadas X: 412301 Y: 4567297), unos 6 km aguas arriba del puente Cega, en la carretera de Lastras de Cuéllar a Aguilafuente. Se seleccionaron transectos a lo largo del tramo en los que se realizó el levantamiento topográfico, cuyos datos fueron enmarcados con los datos obtenidos del modelo digital del terreno, del Instituto Geográfico Nacional. Como especie indicadora se usó la especie *Barbus bocagei*, en sus tres estadios de desarrollo; alevín, juvenil y adulto. Dado que los requerimientos de hábitat son diferentes según estadios, el régimen de caudales se presenta tomando en cuenta cada estadio y su predominancia en las estaciones del año,

para ello se tomó en cuenta el ciclo de desarrollo biológico del barbo; tales como el periodo de reproducción que tiene lugar entre los meses de febrero y junio (DGB, 2007).

Se utilizó una simulación hidráulica sencilla (1D) y para la valoración del hábitat se aplicó el método de simulación de hábitat mediante el software de cálculo de caudales CASIMIR Flow. Método que se basa en el análisis de la cantidad e idoneidad de los hábitats físicos disponibles en los cauces para la especie considerada (Schneider et al., 2010).

Para la evaluación de los caudales propuestos se utiliza la serie temporal de hábitat (STH), que representa la evolución del hábitat en el tiempo, bajo una alternativa determinada. Para ello se halló el WUA (hábitat) para cada régimen ecológico propuesto, tomándose como WUA de referencia el del Qmedio así como el Q min, contrastándose con los obtenidos por el Casimir. Adicionalmente se halla un porcentaje de días de incumplimiento, antes y después de los años en las que se da las alteraciones.

Regímenes de caudales Ecológicos

El análisis de caudales mínimos a lo largo de los años, desde 1942 hasta el 2011, muestra un descenso a lo largo del tiempo, que es más notorio desde el año 1970, año desde el cual la bajada es más acentuada y los caudales se mantienen con valores menores incluso teniendo caudales cerca de cero por varios años en la década de los 80 y después del 2000. En cuanto a los caudales medios se aprecia que existe también un descenso, que en su distribución estacional es mayor en los meses de lluvia. Por ello, se han considerado dos periodos en la evaluación de los parámetros hidrológicos, el primero hasta 1970 que representa las condiciones de referencia (próxima al natural) y el segundo los modificados, principalmente por extracciones para riego (véase Tabla 6).

Tabla 6. Valores promedios en los periodos de antes de 1970 y después de los caudales mínimos, medios y máximos anuales, y los caudales de avenidas para diversos periodos de retorno.

Caudales m ³ /s	Antes	Después
Minimo	0.3	0.1
Medio	3.8	2.9
Maximo	38.5	23.5
T retorno 2	4.00	2.30
T retorno 3	4.50	3.50
T retorno 4	5.00	4.00
T retorno 7	5.50	4.60
T retorno 14	6.00	6.00

En la figura 35, se muestran los caudales medios y los percentiles 25 y 75 (cuartiles inferior y superior) a lo largo de un periodo anual.

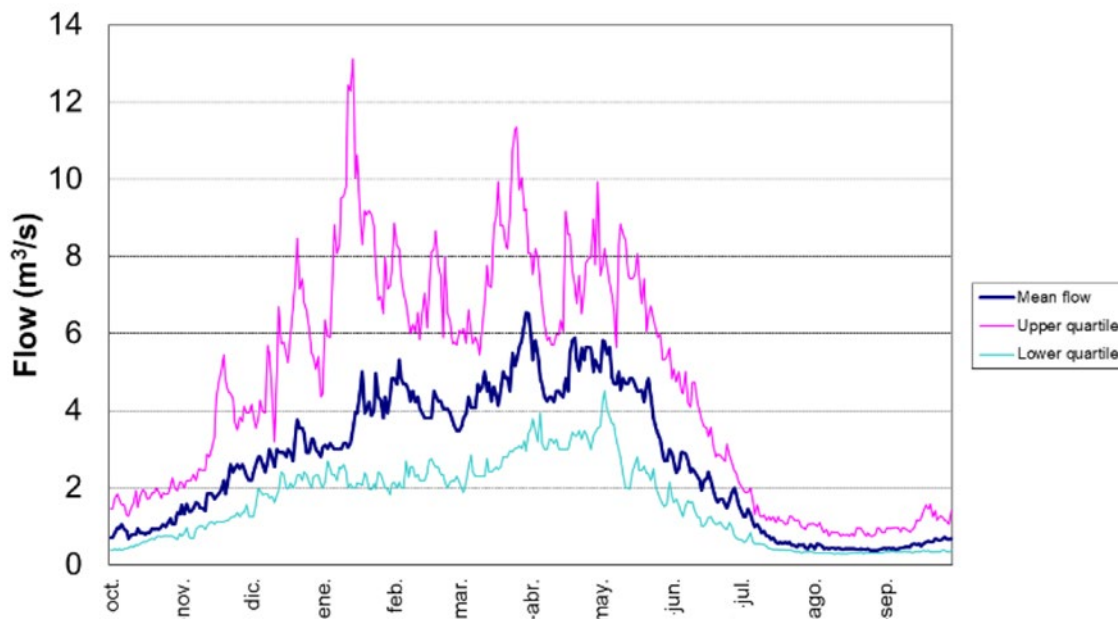


Figura 35. Caudales medios y percentiles 25 y 75 de los regímenes que circularon en el periodo de referencia (1942-70).

Se asume como régimen ecológico por el método hidrológico el caudal P25 (cuartil inferior) en régimen de referencia que representa un 41 % del medio anual.

El método de simulación del hábitat basa su determinación de caudales básicos en la relación Hábitat (WUA) con caudales circulantes, de donde se deduce que para el barbo adulto, el WUA es mayor con caudales que oscilan desde 0,48 a 3,77 m³/s. En el caso del juvenil, halla su mayor WUA a un caudal desde 0,48 a 2,21 m³/s. Mientras que en el caso del alevín, el caudal requerido para que obtenga un WUA adecuado es 0,17 hasta 0,48 m³/s. Es por ello que, en su ciclo biológico, los alevines están presentes en los ríos en la estación de estiaje, época en la cual el caudal es bajo. Teniendo en cuenta los resultados hallados en la modelación hidrológica; el caudal ecológico básico del río Cega es **0,48 m³/s**, lo cual representa el 8% del caudal en régimen natural. Extrapolando dicho porcentaje al régimen natural de caudales obtenemos el correspondiente régimen ecológico de caudales.

En la figura 36 muestran los regímenes de caudales propuestos con ambos métodos y se comparan con los mínimos mensuales medios en el periodo de referencia.

Oc	Nv	Dc	En	Fb	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Sp	m3/s
0.56	1.09	1.94	2.14	2.24	2.62	3.35	2.69	1.21	0.46	0.31	0.33	P25 (42-70)
0.35	0.55	1.15	1.40	1.18	1.45	2.10	1.20	0.50	0.33	0.20	0.25	Qecol Casimir

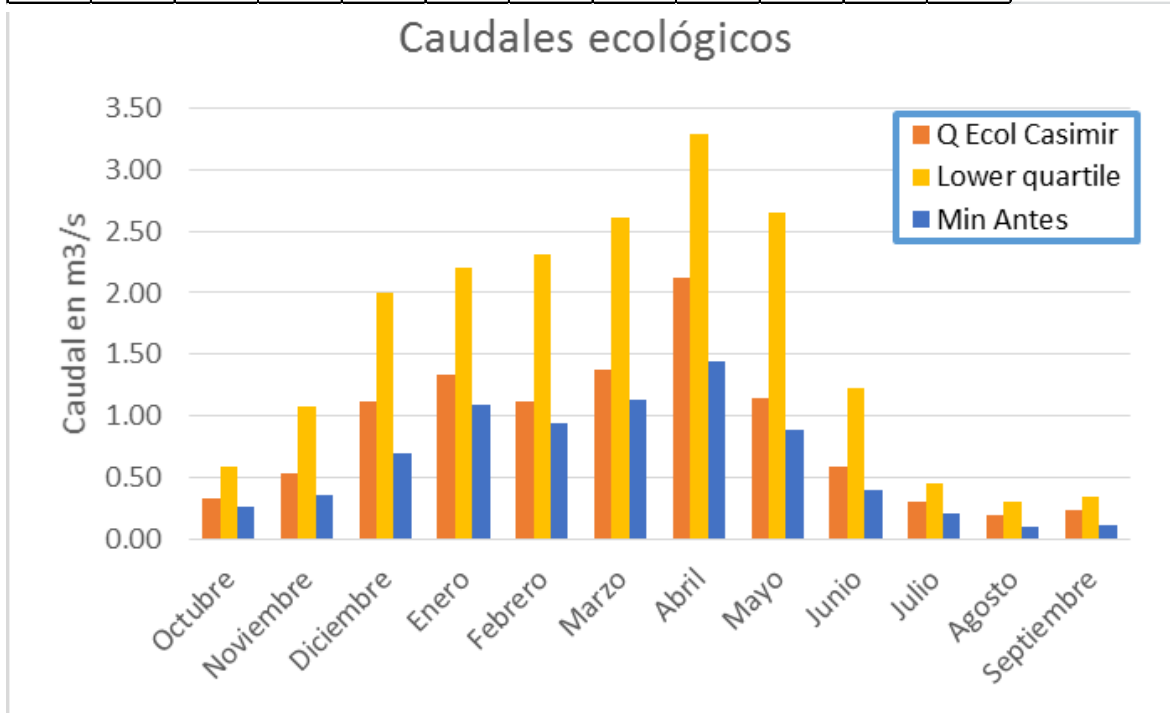


Figura 36. Caudales ecológicos en el río Cega determinados por simulación de hábitat y métodos hidrológicos (DURERO).

EVERIS (2018)

Finalmente, en el estudio de caudales ecológicos realizado por Cebrián y Minalla (2018) se ha elegido un tramo de aproximadamente 100 m de longitud en las coordenadas X: 407655, Y: 4569810 (Huso: 30; Datum: ETRS89), y a una altitud media de 859 m s.n.m.

Para el cálculo de los caudales ecológicos se ha recurrido a la aplicación combinada de las metodologías IFIM y PHABSIM mediante el software SEFA (System for Environmental Flows Analysis).

En las simulaciones de disponibilidad de hábitat (Hábitat Ponderado Útil, HPU) se ha trabajado con las curvas de preferencia de la trucha común, la bermejuela, el barbo común, el bordallo y la boga del Duero.

Como no se han obtenido cambios de curvatura conspicuos en la función HPU-caudal, los autores han determinado el hábitat disponible con un régimen de caudales igual al 85% del percentil 25 del caudal en régimen natural (figura 37). Al respecto hay que decir que el criterio seguido por EVERIS empleó un rango de caudales estrecho (0-2,4 m³/s) justificándolo en que el caudal medio anual de la serie natural empleada es 2,4 m³/s, destacando que se trata de un caudal que tan sólo es excedido el 35,1% del tiempo (EVERIS 2019). Al respecto hay que decir que este rango de caudales se obtiene

de analizar –como los autores explican- la serie anual cuando lo más correcto sería analizar los caudales de periodo propuesto de derivación (noviembre-mayo), periodo en que dichos caudales se superan con mucha mayor frecuencia.

Complementariamente, en dicho estudio, se ha aplicado el programa IAHRIS (Índices de Alteración Hidrológica en Ríos) al régimen de caudales obtenido anteriormente para evaluar otros aspectos de la alteración hidrológica.

La conectividad se ha evaluado por EVERIS mediante análisis del calado y velocidad del agua y su contraste con los requerimientos y capacidad de las diferentes especies ícticas presentes. Se asume que con un calado igual o superior a 0,25 m, una velocidad inferior a 1,25 m/s y una anchura igual o superior a 0,5 metros, se garantiza el paso de cualquier especie piscícola por el río. Hay que aclarar que la velocidad de 1,25 m/s se refiere a la velocidad media de la celda de la sección caracterizada, pero con ese calado y velocidad media y otras mayores se encuentran zonas de la sección próximas al lecho en que la velocidad es perfectamente adecuada para ser superada. Por otra parte, al aplicar el criterio de calado (EVERIS 2019), los autores se refieren, ahora sí, a los caudales medios del periodo de extracciones, lo que resulta inconsistente con lo anteriormente referido para la fijación de caudales mínimos para el barbo adulto en función de la curva HPU-caudal.

En cuanto al criterio para fijar el régimen de caudales mínimos, se ha determinado a partir del cambio significativo de pendiente de la curva HPU-caudal y, si este no se producía, se ha fijado como el 80% del percentil 25 del caudal medio diario en régimen natural, siguiendo la IPH. De entre los valores obtenidos para las diferentes especies se ha seleccionado en caudal más alto (el de la especie y fase más exigente) y éste ha correspondido a la fase adulta del barbo común (tabla 6).

Tabla 7. Caudales ecológicos mínimos obtenidos el estudio de EVERIS para las diferentes especies y estadios a partir de las curvas HPU/Q (extraído de EVERIS 2018).

Curva HPU/Q	Criterio Qecol min	Q ref. m ³ /s
1:- <i>Salmo trutta fario</i> . Adulto	0,8*P25	0,41
2:- <i>Salmo trutta fario</i> . Juvenil	0,8*P25	0,34
3:- <i>Salmo trutta fario</i> . Alevin	0,8*P25	0,33
4:- <i>Salmo trutta fario</i> . Freza.	0,8*P25	0,3
5:- <i>Achondrostoma arcasii</i> todas tallas	0,8*P25	0,39
6:- <i>Luciobarbus bocagei</i> . Alevin	0,8*P25	0,26
7:- <i>Luciobarbus bocagei</i> . Juvenil	CPS	0,34
8:- <i>Luciobarbus bocagei</i>. Adulto	0,8*P25	0,47
9:- <i>Squalius carolitertii</i> . Adulto. Verano-Otoño	Descartada	-
10:- <i>Squalius carolitertii</i> . Adulto. Invierno-Primavera	CPS	0,28
11:- <i>Pseudochondrostoma duriense</i> adulto (Verano-otoño)	CPS	0,28
12:- <i>Pseudochondrostoma duriense</i> adulto (Primavera-invierno)	CPS	0,30

13:- <i>Pseudochondrostoma duriense</i> alevín (Verano-otoño)	Descartada	-
14:- <i>Pseudochondrostoma duriense</i> alevín (Primavera-invierno)	CPS	0,32

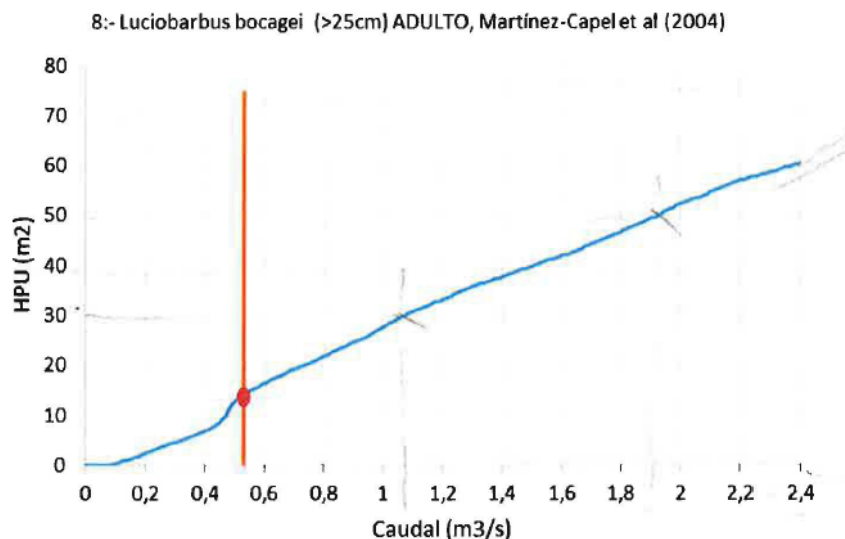


Figura 37. Gráfico HPU/Q para el barbo adulto (extraído de EVERIS 2018).

Tabla 8. Caudales de referencia para el barbo común obtenidos en el estudio de EVERIS (extraído de EVERIS 2018).

Caudales referencia	Valor m³/s
Q máximo asignado	0,53
Q 80% P25	0,47
Q 50% P25	0,40
Q 30% P25	0,28
Q 25% P25	0,25

No obstante, este caudal es insuficiente para asegurar el tránsito de peces (la conectividad) en el tramo estudiado, por lo que se recomienda incrementar el caudal mínimo circulante hasta el caudal mínimo que garantiza el paso de todos los peces.

Para el estudio de los Índices de Alteración Hidrológica se ha utilizado una reconstrucción de las series de caudales de Lastras de Cuéllar a partir de los datos de Pajares de Pedraza. La modelización se ha llevado a cabo bajo las siguientes condiciones:

- Caudal a derivar: 1.370 l/s
- Caudal ecológico mínimo: 953 l/s. Caudal que garantiza la conectividad fluvial a todas las especies presentes en el tramo
- Periodo de captación: noviembre a mayo
- Volumen máximo a derivar en cada año: 14 hm³

Tabla 9. Resultados finales del análisis de alteración hidrológica según IPH (IAHIRIS) (extraído de EVERIS 2018).

ÍNDICE	Valor	Alteración $\geq 50\%$
Magnitud de las aportaciones mensuales	0,80	NO
Variabilidad de las aportaciones anuales	0,88	NO
Estacionalidad de máximos	0,78	NO
Estacionalidad de mínimos	0,91	NO
Magnitud del caudal generador del lecho	0,82	NO
Magnitud de las avenidas habituales	0,98	NO
Duración de avenidas	0,85	NO
Estacionalidad avenidas (eval. mensual)	0 meses (*)	NO (**)
Magnitud de las sequías habituales	0,93	NO
Duración de sequías	1,00	NO
Estacionalidad sequías (eval. mensual)	0 meses (*)	NO (**)

(*) Número de meses al año con IAH mensual $\leq 0,5$

(**) IAH alterado si nº meses ≥ 3

Nº índices con alteración $\geq 50\%$: 0

Los valores de alteración obtenidos son bajos y, globalmente, se clasifican como de nivel I sobre V (muy baja alteración). Así, los autores concluyen que la detracción propuesta no supone una alteración significativa de las condiciones del régimen natural, donde la alteración de las avenidas se puede considerar nula o escasa.

En lo relativo a las afecciones a la red Natura 2000 (en particular, la ZEC Riberas del Cega) los autores aventuran que por lo que suponen los resultados de las simulaciones anteriores, el régimen fluvial no se verá alterado sustancialmente y, en consecuencia, tampoco lo será la vegetación de ribera de dicha ZEC.

Como conclusión, los autores consideran que el régimen de caudales circulantes debe cumplir las siguientes condiciones:

- No realizar extracciones si el caudal circulante es inferior a $0,953 \text{ m}^3/\text{s}$.
- No detraer más de $1,37 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Volumen máximo anual a derivar: 14 hm^3
- Periodo de captación: noviembre a mayo.

3.2. Evaluación de alternativas

Tenemos tres trabajos que utilizan tanto métodos hidrológicos, como de simulación del hábitat. En los métodos hidrológicos se seleccionan diferentes criterios para fijar los caudales ecológicos básicos:

- a) Cambio de pendiente en la serie de medias móviles ($0,81 \text{ m}^3/\text{s}$ -Ecohidráulica)
- b) Promedio de 25 días consecutivos de caudales mínimos ($0,43 \text{ m}^3/\text{s}$ -Ecohidráulica)

c) Caudal percentil 25 en la serie de caudales clasificados ($0,31 \text{ m}^3/\text{s}$ -Durero).

Estos caudales básicos se pueden utilizar para diseñar los caudales ecológicos siguiendo la pauta del régimen natural, bien asignándole al mes de menor caudal natural y proporcionalmente traspasarlo a todos los meses (como se ha hecho en Ecohidráulica), o bien calculando directamente el percentil 25 a todos los caudales aforados en condiciones de referencia (casi naturales).

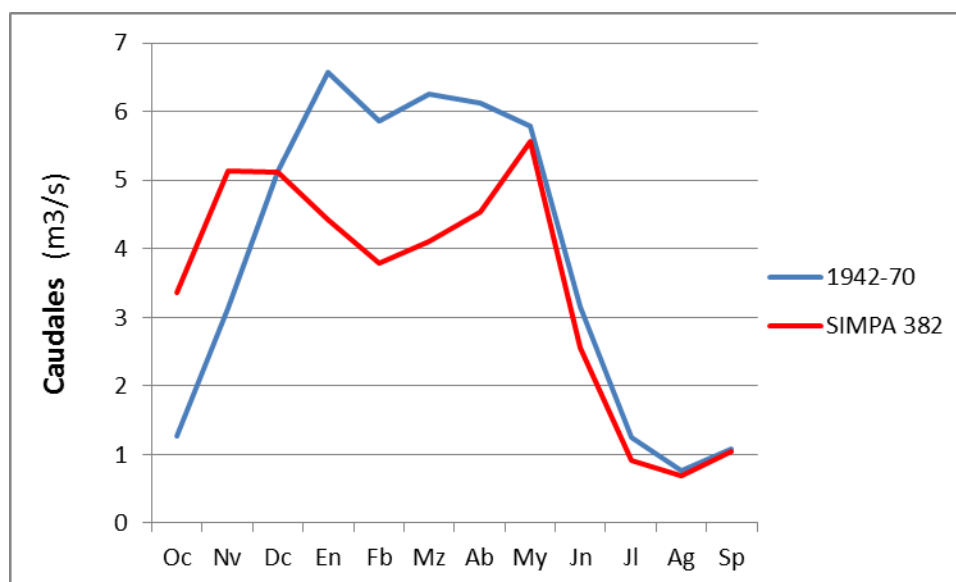


Figura 38. Regímenes naturales de referencia para la masa de agua 382 según el modelo de simulación hidrológica SIMPA, y medias mensuales de los datos de caudales diarios medidos en la estación de aforos de Pajares de Pedraza durante los años 1942 al 1970.

La siguiente pregunta es cuál es el régimen natural del Cega y cuál se debe usar: puede ser el de los caudales utilizados en los planes hidrológicos que provienen de simulación hidrológica realizada por el CEDEX para toda España mediante el modelo SIMPA; o bien los caudales históricos medidos en condiciones de referencia. En la figura 38 se muestran ambos regímenes y realmente uno no entiende por qué no coinciden, pues al fin y al cabo una simulación ha de ajustarse a los datos medidos, cuando la estación de aforos se ubica en la misma masa de agua.

En cuanto a los métodos basados en la simulación del hábitat tenemos diferentes tramos seleccionados:

- Debajo de la estación de aforos de Aguilafuente, en la masa de agua 382, se sitúa el tramo de muestreo de Everis. Se trata de un tramo de muy baja pendiente ($0,0012 \text{ m/m}$) limitado por dos fuertes ángulos “en rodilla” del cauce (figura 39).
- Justo aguas arriba del remanso de la presa de la Ibiensa en la masa de agua 382 se sitúa el tramo de simulación de Ecohidráulica. Se trata de un tramo de una gran pendiente ($0,0137 \text{ m/m}$) con sustrato de cantos rodados.
- El tramo de muestreo realizado en Durero se encuentra mal ubicado en su informe, pues las coordenadas que fijan corresponden al río Adaja (Mojados) y las que figuran en el informe

para el Adaja, corresponden al Cega, efectivamente en la provincia de Segovia, pero no debajo del río Pirón, sino en el término de Lastras de Cuéllar, 6 km aguas arriba del Puente de carretera Lastras a Aguilafuente. Se trata de un tramo originalmente meandriforme (hoy en día rectificados) en un valle abierto de más de 600 m de ancho y con una pendiente menor de 0,0013.

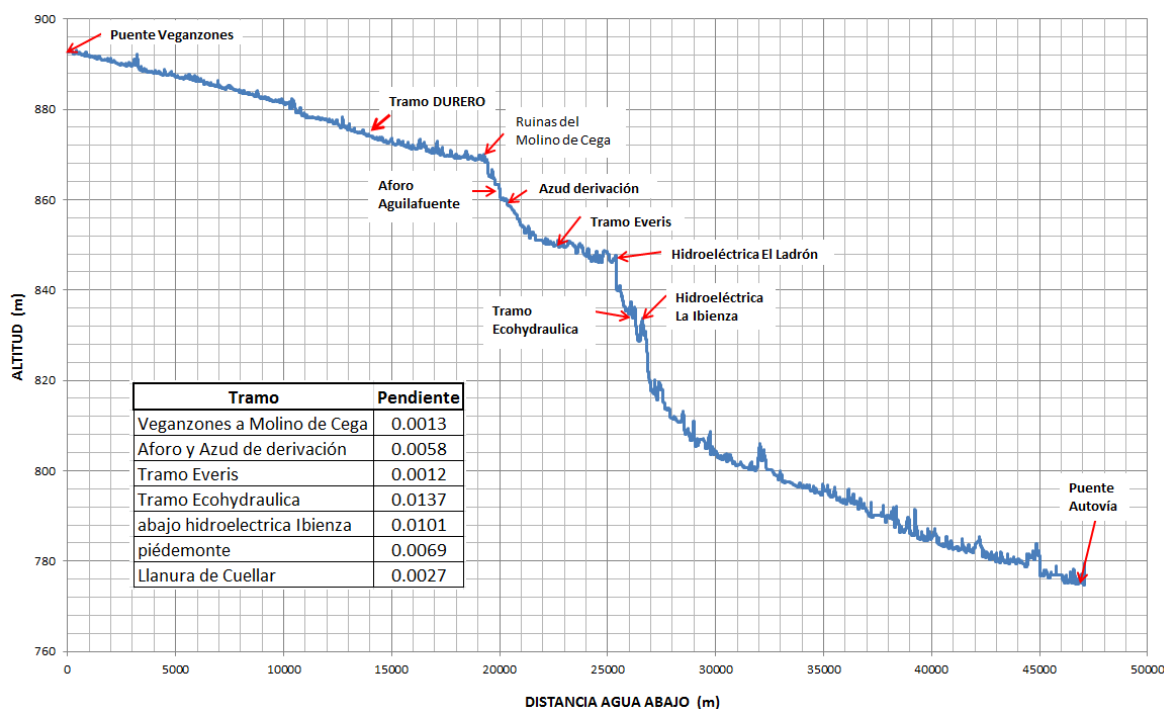


Figura 39. Perfil longitudinal del río Cega en su tramo medio, donde se localizan los tramos de estudio del hábitat y los principales azudes. Cuadro con las pendientes del cauce en sus diversos tramos.

A pesar de la idoneidad –sobre el papel– de los criterios aplicados, en la práctica, la elección del tramo estudiado en el informe de Everis no parece adecuada como se desprende del análisis del perfil longitudinal del río: La estación de muestreo se encuentra en una zona de mayor pendiente que el promedio por lo que sería necesario complementarlo con el estudio de otra estación en un tramo con pendiente típica.

Por otra parte, aplicando a la combinación de los estudios de EVERIS y ECOHIDRÁULICA el criterio de más alto caudal mínimo estimado utilizado por EVERIS, encontramos que el estudio de ECOHIDRÁULICA reporta los valores más altos de entre los mínimos, por lo que resultarían adecuados para ser tenidos en cuenta como caudales mínimos de referencia.

Además, en el estudio de EVERIS las curvas HPU-caudal se truncan en caudales muy bajos que –seguramente– impiden la aparición de cambios de pendiente significativos en las mismas.

La metodología establecida por la IPH para la determinación de los caudales ecológicos se basa en las metodologías IFIM y PHABSIM. Estos métodos se constituyen en herramientas muy útiles pero en su aplicación aún distan de ser un reflejo fiel de la complejidad del río: con frecuencia –como el caso que nos ocupa- se basan en el estudio de pocos tramos o inconvenientemente seleccionados, lo que hace preciso que se debe aplicar el principio de precaución en la fijación del régimen de caudales.

Hemos de decir que los tres casos de fijación de caudales ecológicos mediante la simulación del hábitat físico que hemos analizado, se han hecho aguas arriba y fuera del Espacio Protegido, en tramos muy diferentes entre sí, y geomorfológicamente diferentes de los tramos del espacio protegido. Dos han utilizado utilizando el barbo como especie indicadora y el otro la trucha común. Los tres han utilizado modelizaciones de simulación diferentes, y los tres han simulado tramos fluviales menores de 100 m de longitud. Todo ello nos hace pensar que no representan exactamente las condiciones de hábitat que el Espacio Protegido tiene, ni en composición, estructura ni sustrato.

La metodología de simulación del hábitat tal como propone el IFIM-Phabsim, basada en la evaluación de condiciones de calado/velocidad/sustrato en ‘microhábitats’ (tamaño de celdas uniformes de 1-4 m²) exige que las características del cauce sean similares en el tramo a que se quiere extrapolar. Creemos que este no es el caso, pues las características muestreado en tramos de menos de 100 m no son extrapolables a los 40 km de río de antes de la desembocadura del Pirón y mucho menos a los 50 km aguas abajo hasta la desembocadura del Cega en el Duero.

Entendemos que la modelización del hábitat fluvial en el tramo del Cega en el Espacio Protegido exige métodos más extensivos que se basen en muestreos en todo el recorrido del cauce evaluando, por el contrario, condiciones de mesohábitat (rápidos, remasos, tablas, pozas,..) y sus capacidades de albergar la fauna objetivo de conservación, así como su conectividad longitudinal a diferentes caudales circulantes. Se trata de una metodología en uso en todo el mundo (Meshabsim” (Parasewic, 2007) y ya aplicada en otros ríos españoles (Gortazar et al.2011)

Por todo ello, proponemos inicialmente diseñar unos caudales ecológicos basados en métodos hidrológicos.

3.3. Propuesta de Caudales Ecológicos

El objetivo de esta propuesta de Caudales Ecológicos es conservar las especies y los hábitats por los que fue declarado el ZEC - ES4180070 - Riberas del Río Cega, con especial atención a la conservación de las poblaciones de peces (entre ellos lamprehuela, bermejuela, boga del Duero y trucha).

La situación de las comunidades fluviales en el río Cega se ha degradado en las dos últimas décadas (hasta llegar a la desaparición de la boga en toda su cuenca; y la fragmentación de las poblaciones

de bermejuela y colmilleja) como consecuencia a que hay largos tramos del río Cega y del Pirón que se secan en verano en muchos años. Hemos visto como los registros históricos de caudales circulantes por el ríos Cega han ido disminuyendo paulatinamente, pero es a partir de la los 70 cuando las caídas son más marcadas. Los caudales medios y máximos caen entorno a un 30 % desde las décadas 1940-70 a 1971-2013; mientras que los caudales mínimos anuales y el percentil 10 descienden un 80%. La escasez de caudales es especialmente crítica para la fauna acuática en las épocas estivales, pues es cuando es más activa en su alimentación y movimiento, y por tanto más susceptible por la falta de espacio acuático y de la pérdida de calidad del agua (mayor calentamiento y mayor concentración de nutrientes y de condiciones anóxicas).

La respuesta de las comunidades de peces a la degradación del hábitat no siempre es inmediata (como sería el caso de una contaminación), especialmente cuando se trata de una degradación hidromorfológica esta respuesta se retrasa en el tiempo. Primero disminuye el tamaño de las poblaciones, después su área de distribución se reduce poco a poco, hasta empezar a fragmentarse y las subpoblaciones que resultan son más frágiles y empiezan a extinguirse, hasta que al final la especie desaparece en todo el Cega. En estas últimas etapas es la situación en que se encuentra la ictiofauna del Cega.

Por tanto, la propuesta de Caudales Ecológicos que necesita el río Cega no tiene por objetivo conservar la ictiofauna que existe en la actualidad en el río, sino mejorar el hábitat acuático para que sea capaz de albergar las especies, que el **Plan Básico de Gestión y Conservación del Espacio Protegido ZEC - ES4180070 - Riberas del Río Cega** establece en sus prioridades de conservación. Dicho Plan considera esencial a escala local la conservación, entre otras, las especies acuáticas:

- 1355 - *Lutra lutra*
- 5296 - *Pseudochondrostoma duriense*
- 5303 - *Cobitis calderoni*
- 6155 - *Achondrostoma arcasii*

Puesto que son elementos clave y representan valores esenciales asociados a las Comunidades del cauce principal del río Cega.

La conservación de estas especies en el río Cega depende de la capacidad del sistema fluvial para cumplir con los requerimientos de hábitat (tanto físico como biológico) de estas especies. La nutria (*Lutra lutra*) necesita alimento, básicamente poblaciones de peces y cangrejos (no importa las especies) en densidades suficientes, y refugio (madrigueras y descansaderos), pero es capaz de desplazarse grandes distancias a lo largo del cauce para satisfacer sus requerimientos (Chanin 1985). Por ello, las poblaciones de nutria del Cega no están amenazadas directamente pues no dependen tanto de los caudales circulantes por el río.

Por el contrario, la boga (*Pseudochondrostoma duriense*) tiene unos requerimientos mucho más exigentes en el medio reófilo y cuya distribución en el Cega es discontinua y escasa. La boga tiene una boca ínfera con el labio inferior recto y corneo, y se alimenta principalmente raspando el perifiton y los macroinvertebrados que en él viven (Sánchez-Hernández y Cobo 2011). Necesita por

tanto un sustrato duro (roca, cantos rodados, o gravas), o macrofitas sobre los que crece el perifiton; además que estén en zonas de corriente. El río Cega en sus tramos medios y bajos tiene un sustrato en el que predominan las arenas, gravillas y limos, por lo que los hábitats que necesita la boga son escasos y representan 'hot spots' para su conservación. La boga en invierno es poco activa y con frecuencia se encueva en grupos, su metabolismo se activa especialmente en verano cuando requiere caudales que generen calados suficientes en estos rápidos con perifiton. En primavera, la boga busca también sustratos en condiciones lólicas para su reproducción, por lo que es de esperar la existencia de migraciones de freza, en especial para los tramos de mayor pendiente del Cega medio en el tramo de Lastras de Cuellar (figura 39). Estas migraciones demandan conectividad longitudinal en todo el cauce del Cega desde la desembocadura hasta el tramo de Lastras de Cuellar.

Los requerimientos de hábitat físico de la colmilleja (*Cobitis calderoni*) no son muy exigentes hidráulicamente, pues se trata de una especie bentónica que se alimenta de macroinvertebrados del fondo y que tiene un tamaño muy pequeño (raramente llegan a 10 cm de largo). Sin embargo, dado que los fondos arenosos son muy inestables también es muy escaso su alimento macroinvertebrados, que tenderá a ser abundante en sustratos de mayores granulometrías.

La bermejuela (*Achondrostoma arcasii*) es una especie de tamaño pequeño y de alimentación detritívora, por lo que en las frecuentes orillas cubiertas de vegetación del Cega encuentra la base de su alimento. Por tanto, no es una especie condicionada por los caudales circulantes por el cauce.

Si además consideramos los requerimientos de hábitat de la trucha común (*Salmo trutta*), tendríamos añadido la consideración de temperaturas frías a sus necesidades hidráulicas. Especialmente en verano, las temperaturas del agua no deben de subir de 21 °C (Elliott y Elliott 2010) o de 18,7 °C durante 7 días seguidos (Santiago et al. 2016) para mantener estas poblaciones trucheras que llegan hasta la altura de Cuellar. Su freza es en invierno y necesitarán tener conexión por el cauce hasta los rápidos de Lastras de Cuellar donde pueden encontrar gravas para su desove. Los requerimientos de caudales para el hábitat hidráulico, tanto de la trucha como del barbo, son los mayores (especialmente el calado en rápidos) debido a que alcanzan las mayores tallas dentro de la comunidad de peces.

En definitiva, la envolvente de todos estos requerimientos de hábitat físico y su distribución estacional nos definen los regímenes de caudales que deben circular por el cauce del río Cega si queremos conservar sus comunidades piscícolas autóctonas. Ya hemos dicho que la correcta metodología de simulación del hábitat físico para asumir todos estos requisitos sería un análisis de los mesohábitats en todo el espacio protegido, en diferentes épocas y con diferentes caudales circulantes.

Debido a que la correcta aplicación de la metodología del 'Mesohabsim' queda fuera de los objetivos de este informe, realizaremos una propuesta de regímenes ecológicos de caudales en base a los caudales históricos que sostenían las comunidades piscícolas de referencia.

Caracterización de caudales ecológicos con base hidrológica

La definición de los caudales ecológicos nos basamos en los caudales históricos que circularon por el río Cega. Para ello, contamos con la serie completa de caudales en la estación de los datos de 'Pajares de Pedraza' (930 m altitud) desde 1942 hasta la actualidad (ver tabla 1) que queda mas arriba del ámbito de estudio. Las siguientes estaciones de aforos se ubican justo antes de la entrada en el Espacio Protegido, 'Lastras de Cuellar' y 'Aguilafuente' se sitúan aproximadamente a 850 m de altitud y son equivalentes entre si ya que la primera que empieza en 2004 termina en 2012 y es sustituida por la segunda en 2013. Pese a que su cuenca vertiente duplica a la de Pajares, representan a todo el tramo de Cega desde la entrada en el Espacio Protegido hasta confluencia con el río Pirón.

Desde dicha confluencia hasta el final del Cega y del Espacio Protegido, disponemos de la estación de Aforos de 'Megeces' con registros desde el 2013 hasta la actualidad. Esta estación recibe una cuenca vertiente de 2250 km² y se sitúa a 720 m de altitud (tabla 1).

Vamos a utilizar los caudales que circularon entre 1940-1970 como referencia de las condiciones naturales, asumiendo que los grandes impactos y especialmente las extracciones de agua significativas vinieron después. Para ello proyectaremos los datos del aforo de 'Pajares de Pedraza' a dos series diferentes: 1) a Aguilafuente-Lastras de Cuellar y 2) a Megeces. Esta proyección la podemos realizar mediante regresiones entre los aforos diarios coincidentes en el tiempo: del 2004 has el 2015 en la primera serie; y entre 2013 y 2015 en la segunda. Con las series obtenidas obtenemos las condiciones de referencia sin considerar los efectos del cambio climático. Por tanto, deberemos reducir estas series de caudales de referencia en una proporción a la estimación en la disminución de las precipitaciones durante las últimas décadas. Alternativamente, podemos utilizar las regresiones mensuales entre los valores de caudales estimados por el modelo de simulación hidrológica del SIMPA para las correspondientes masas de agua del río Cega, que ya asumen los cambios climáticos. Es decir, la relación entre los caudales naturales mensuales calculados por el SIMPA de la masa de agua 383 (donde se ubica la estación de aforos de Lastras de Cuellar) respecto a los de la masa 382 (donde se sitúa la de Pajares de Pedraza); y la relación entre los caudales naturales SIMPA de la masa de agua 392 (donde se ubica la estación de aforos de Megeces) respecto a los de la masa 382.

La fijación de unos caudales ecológicos es una tarea que responde a la pregunta: ¿Cuánta agua podemos quitar al río sin que se perturbe su funcionamiento natural y conserve sus especies autóctonas? Podemos quitarle el 20 %? O quizás, el 40% y siga conservando sus propiedades básicas? La respuesta empieza ser dudosa y exigirá trabajos descriptivos y experimentales del ecosistema formado por el río Cega, si hablamos quitarle el 50 o el 60 % de su agua. Pero no hace falta ser ningún experto limnólogo para saber que si extraemos el 80 o el 90 % del agua que circula por el río, degradamos tanto a los hábitats fluviales, que las especies nativas mas sensibles desaparecerán.

En este informe, hemos preferido fijar la frecuencia de días al año que el caudal mantiene valores naturales, asumiendo que los restantes días circulan caudales menores, y posteriormente calcular

el agua que se puede extraer. La razón de basarnos en frecuencias diarias es que la resiliencia de las comunidades y la resistencia de las especies responde más a los días de stress más que a la cantidad absoluta de agua que pierden. Por tanto, una vez estimados caudales naturales en régimen diario que corresponden a cada tramo de río, vamos a reducir estos caudales a diferentes percentiles 15, 25 y 35. El primero resulta claramente insuficiente pero es el máximo que contempla la instrucción de planificación, y los dos siguientes para analizar su posible compatibilidad ecológica.

Hemos de observar, que al tratarse de unas masas de agua que están incluidos en Espacio Protegido, y así queda contemplado en los Planes Hidrológicos sucesivos del Duero, se pueden fijar caudales ecológicos mas restrictivos si afectan a especies amenazadas y protegidas como lo contempla el Plan de Gestión y Conservación del Espacio Protegido Red Natura 2000 ZEC - ES4180070. La necesidad e importancia de coordinar la gestión y planificación hidrológica con la de Conservación autonómica se expone en los Anexos III y IV.

Caudales ecológicos en el tramo Lastras de Cuellar a la desembocadura del Pirón

En la figura 40 se representan el régimen natural de caudales proyectado a este tramo (masa de agua 383) correspondiente a la zona más alta del Espacio Protegido. La simulación hidrológica SIMPA predice unos caudales ligeramente mayores (modulo anual de 3,98 m³/s) que la regresión de aforos (módulo de 3,68 m³/s).

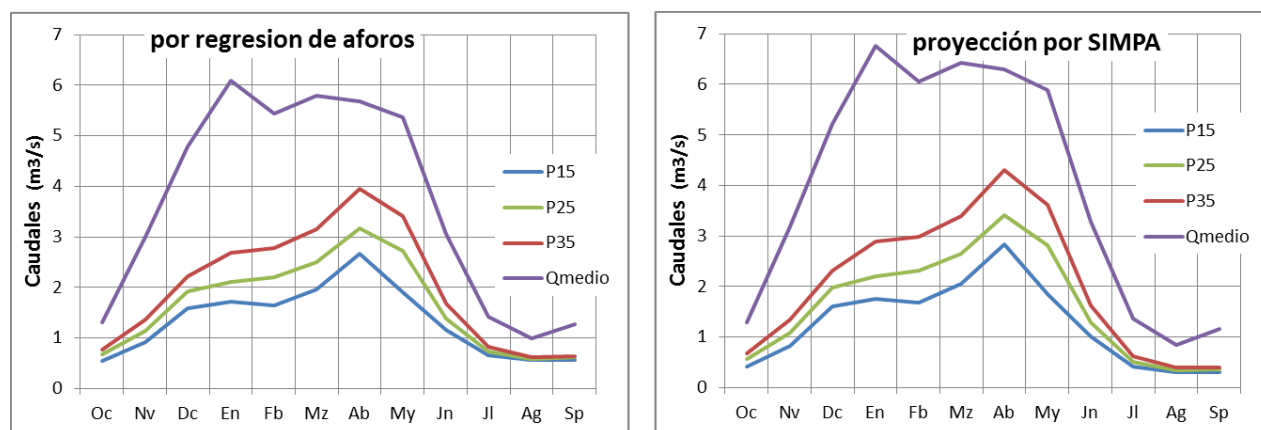


Figura 40. Regímenes de caudales natural y de los percentiles diarios correspondientes al 15, 25 y 35 % en el tramo medio del río Cega

Por el contrario, los regímenes generados por los diferentes percentiles diarios originan unos modulos anuales muy similares por ambos métodos (P15 1,32-1,26 m³/s; P25 1,64 m³/s; P35 2,03 m³/s); y en cambio los valores extremos del régimen difieren: Siendo mayores los máximos (Abril) en los originados por el SIMPA, mientras en los mínimos (Agosto) son mayores en los originados por regresión de aforos.

Como propuesta inicial, proponemos la correspondiente al Percentil 25 originada por la regresión de aforos ya que marca unos caudales de estiaje mayores que son los que hemos visto más críticos.

En la figura 41 se presenta el régimen ecológico de caudales propuesto (Qecol25) en términos de medias mensuales basado en el régimen de los percentiles 25% del régimen natural.

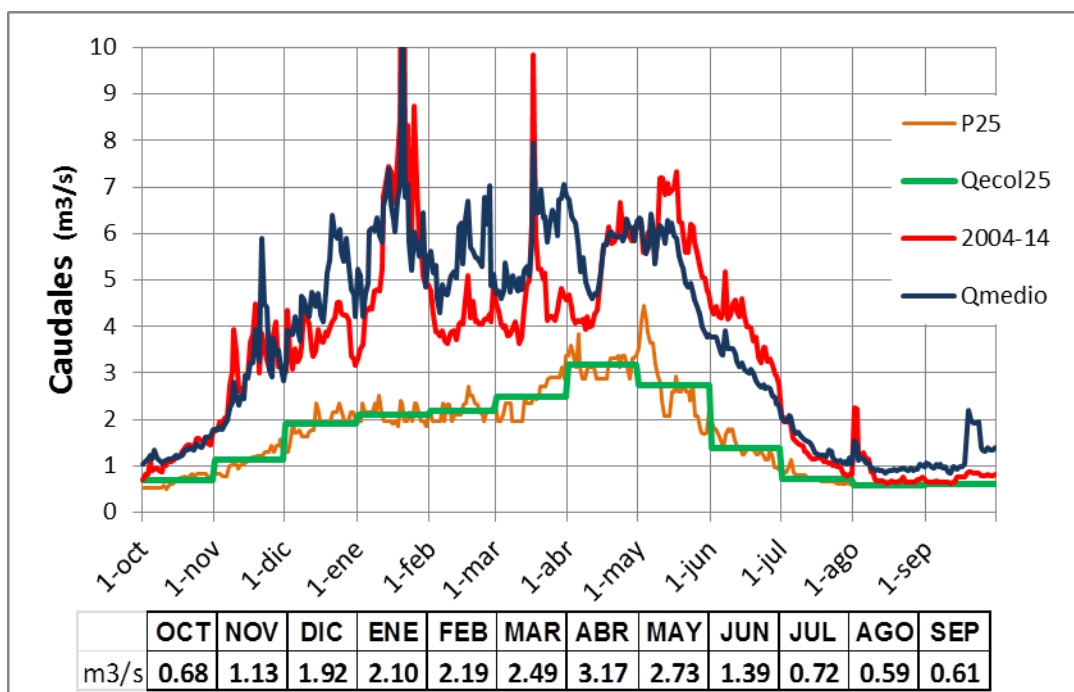


Figura 41. Régimen de caudales ecológicos propuesto en términos de medias mensuales atendiendo al régimen generado por los P25 naturales. Se muestran también los regímenes de referencia (Qmedio) y los caudales medios que circularon por el Cega (Lastras de Cuellar) en la década 2004-14.

Dicho régimen ecológico tiene un módulo anual de 1,64 m³/s que representa el 44,6 % Régimen natural (Qmedio) como puede verse en dicha figura 41. También se representa el caudal medio diario que ha circularo por el tramo durante 2004 al 2014. Vemos que los caudales circulantes medios en los últimos años han cumplido globalmente con la propuesta de caudales ecológicos, por lo que es un indicador de que su aplicación práctica es verosímil.

En el proceso de análisis y concertación de esta propuesta de Caudal ecológico se propuso una modificación de esta propuesta para facilitar el mayor uso de agua, y que estimamos es ambientalmente aceptable. La modificación propuesta mantiene el percentil 25 para los meses de estiajes (Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre); mientras que para los meses de caudales altos (invierno y comienzo de primavera: Diciembre, Enero, Febrero, Marzo, Abril y Mayo) se utiliza el percentil 20.

El nuevo Régimen Ecológico propuesto (tabla 10), por tanto, es menos exigente en los caudales de invierno, pero mantiene los caudales de estiaje que son los considerados esenciales para el tramo medio y bajo del río Cega.

Tabla 10. Régimen Ecológico propuesto para el tramo medio del Cega, constituido por percentiles 20 y 25 del Régimen de referencia natural, en comparación con la propuesta anterior (Qecol_25).

m3/s	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Qecol_25	0.68	1.13	1.92	2.10	2.19	2.49	3.17	2.73	1.39	0.72	0.59	0.61
Qecol_20_25	0.68	1.13	1.74	1.91	1.96	2.24	2.93	2.25	1.39	0.72	0.59	0.61

En la figura 42 se representa este régimen propuesto en comparación con el régimen de referencia natural, con los caudales que circularon en años recientes (2004-14) y con los percentiles 25 diarios del Natural. Puede observarse la reducción media mensual de los meses de Diciembre a Mayo respecto a los percentiles 25.

Este nuevo régimen ecológico tiene un módulo medio anual de 1.51 m3/s que representa un 41.1% del régimen de referencia natural. Si los comparamos con la propuesta anterior de caudales ecológicos, se redujo de un módulo de 1.64 m3/s (44.6%).

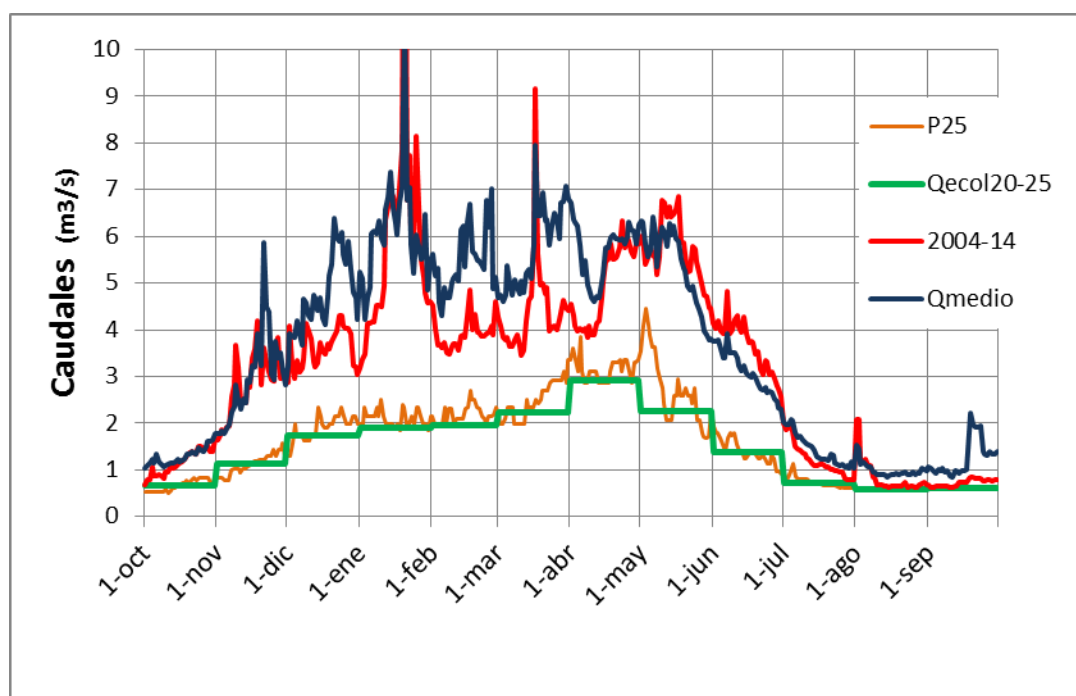


Figura 42. Régimen ecológico modificado en términos mensuales (Qecol_20_25) en comparación con el régimen de referencia natural, con los caudales que circularon en años recientes (2004-14) y con los percentiles 25 diarios del de referencia natural.

Caudales ecológicos en el tramo bajo hasta la desembocadura en el Duero

A partir de la desembocadura del río Pirón los caudales del río Cega aumentan grandemente, pero con una pauta de variación estacional similar a la del tramo de Pajares de Pedraza. Por ello, hemos realizado las mismas proyecciones de los datos de la masa de agua 382 al tramo de Megeces (masa 392) utilizando ambos métodos, los basados en la regresión de caudales aforados (en este caso sólo disponemos de dos años de registros en Megeces 2013 y 2014) y los basados en las estimaciones SIMPA para ambas masas de agua. Los resultados de ambos métodos en términos de regímenes de caudales natural y de los percentiles diarios correspondientes al 15, 25 y 35 % se exponen en la figura 43.

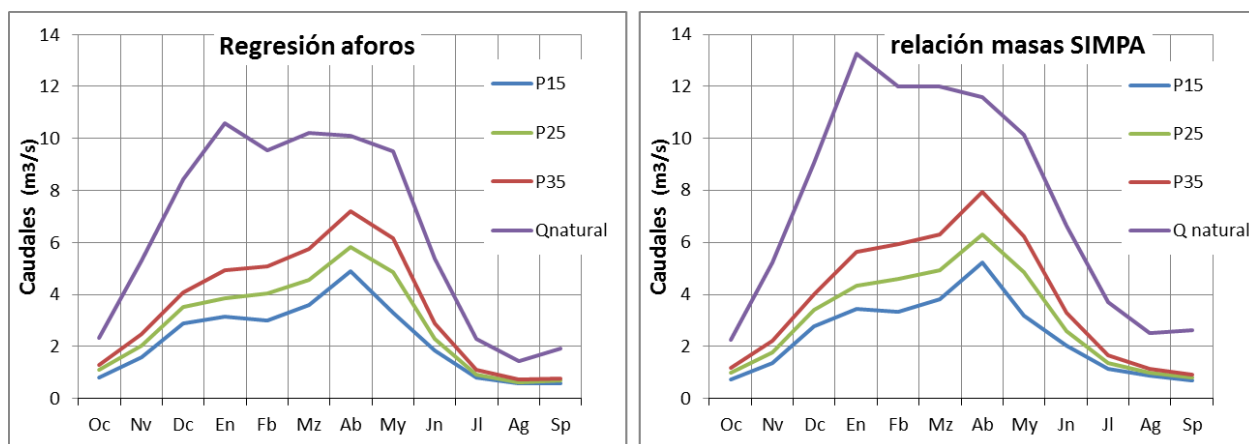


Figura 43. Regímenes de caudales natural y de los percentiles diarios correspondientes al 15, 25 y 35 % en el tramo bajo del río Cega (aguas abajo del río Pirón), calculados por regresión de datos aforados y por simulación SIMPA de masas.

Los resultados en este tramo bajo, muestran siempre valores superiores generados por la simulación hidrológica entre masas que los generados por regresión de aforos. Efectivamente, los módulos anuales del régimen natural de SIMPA representan 7,58 m³/s frente a 6,42 m³/s; en tanto que los percentiles 25% tienen un módulo de 3,08 m³/s frente a 2,86 m³/s, unos máximos mensuales de 6,30 m³/s frente a 5,81 m³/s; mientras que los mínimos mensuales también son superiores (0,80 frente a 0,63 m³/s).

Por ello el régimen de caudales ecológicos lo basamos en la proyección del modelo SIMPA al tramo bajo obtenida para el régimen de percentiles del 25%.

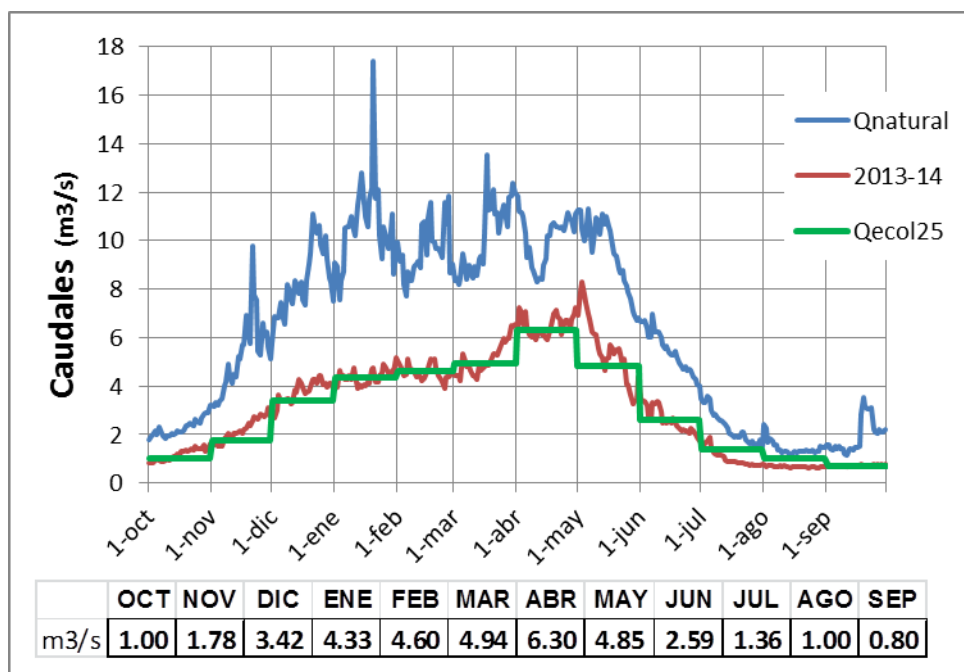


Figura 44. Régimen de caudales ecológicos propuesto en términos de medias mensuales atendiendo al régimen generado por los P25 naturales para el tramo bajo del río Cega. Se muestran también los regímenes de referencia ($Q_{natural}$) y los caudales medios que circularon por el Cega (Megeces) en los años 2013-14.

En la figura 44 se representa este régimen ecológico de caudales en términos de medias mensuales que tiene un módulo anual de 3,80 los que supone un 41% del módulo en régimen natural. También en esa figura 44 se muestran los caudales medios diarios de que se tienen registros recientes en esta masa de agua y si se compara con el régimen ecológico, se puede observar que el incumplimiento es frecuente.

3.4. Plan de Seguimiento

El Programa Operativo de Seguimiento del estado de las masas de agua, que las Demarcaciones de Cuencas Hidrográficas están obligadas a implementar, tiene por objetivo evaluar los cambios que se produzcan en ellas como resultado de los programas de medidas, especialmente a aquellas masas de agua afectadas por presiones antrópicas tales como extracciones de agua y regulaciones de caudales significativas. Además, la Instrucción de Planificación señala que los caudales ecológicos serán objeto de seguimiento específico atendiendo a los siguientes aspectos:

- Eficacia y grado de cumplimiento de los caudales ecológicos implantados.
- Sostenibilidad del aprovechamiento de las aguas subterráneas y su relación con el mantenimiento de los caudales ecológicos.

- c) Evolución y grado de cumplimiento del régimen de crecidas, desde la implantación del régimen de caudales ecológicos.

Este último aspecto no es necesario ser considerado debido a que el río Cega hasta la confluencia con el río Pirón no está regulado por ningún embalse.

El seguimiento de la eficacia de los caudales ecológicos en las masas de agua que forman parte del río Cega evalúa la recuperación o conservación de su buen estado ecológico y se realizará mediante los muestreos periódicos de los elementos biológicos y fisicoquímicos que se integran en el Programa Operativo. En los tramos protegidos, como es el caso de algunas de estas masas, se podrán diseñar muestreos específicos.

El seguimiento del grado de cumplimiento de los caudales ecológicos corresponde a los Organismos de Cuenca que han de vigilar su cumplimiento en las estaciones de aforo integradas en redes de control que reúnan condiciones adecuadas para este fin. En el caso del río Cega disponemos en este momento de las estaciones de aforo de Aguilafuente (2517) y Megeces (2518), y la del río Pirón en Villavela (2057). Adicionalmente, los organismos de cuenca podrán valorar el cumplimiento de los regímenes de caudales ecológicos mediante campañas de aforo específicas u otros procedimientos. En nuestro caso propondríamos otros dos puntos de seguimiento con aforos sólo en estiajes (caudales críticos para los peces del Cega) en Cuellar y en Viana de Cega.

En cuanto al sostenimiento de los caudales ecológicos y el aprovechamiento de las aguas subterráneas plantea una dificultad añadida, especialmente durante los meses de estiaje debido a su obvia interconexión. En este informe hemos fijado unos caudales mínimos de estiaje, cuyo soporte está en que las descargas de los acuíferos al río. Se trata de conocer cuál es el nivel del acuífero que permite mantener los caudales ecológicos especialmente en el tramo bajo del Cega. Responder a este enigma hidrogeológico escapa al objetivo de este informe, y debe ser objeto de una investigación a realizar por especialistas. Por tanto, una vez conocidos estos umbrales en los acuíferos, el seguimiento de los caudales de estiaje estaría basado en la monitorización tanto de los niveles del acuífero como de los caudales superficiales.

3.5. Perspectivas en la Gestión del ZEC 'Riberas del Río Cega'

Hemos visto la estructura y funcionamiento del río Cega, su problemática y los regímenes de caudales ecológicos que necesita para su conservación. A la hora de su implementación en este espacio protegido es necesario avanzar en la cooperación entre la administración del agua y la administración ambiental. Los objetivos concretos y los criterios para la Conservación y Gestión de espacios protegidos deben ser establecidos en sus respectivos planes o instrumentos de gestión (Ley 42/2007, artículo 45.1.a). Por este motivo el registro de espacios protegidos de la Red Natura 2000 –Directiva Hábitat 92/43/CEE y la Directiva de Aves 79/409/CEE y el registro de las zonas protegidas en el dominio público hidráulico de la DMA (anexo IV, 1. v) deben ser coordinados entre sí (ver ANEXO 2). Las competencias en este caso recaen sobre las comunidades autónomas. No

obstante, en los Planes Hidrológicos de Cuenca se deberían identificar y aplicar el objetivo más riguroso de este proceso paralelo (DMA, artículo 4.2.).

En el Anexo 3 se exponen los criterios para comprobar la integración de la Red Natura 2000 en los Planes de Cuenca desarrollado por FNCA. En nuestro caso, analizaremos si el Plan Hidrológico de la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero (2015-2021) integra los requerimientos ecológicos y los valores de la ZEC ‘Riberas del Cega’, así como su diagnóstico territorial y funcional las correspondientes medidas para garantizar su estado de conservación favorable.

Para ello responderemos a las correspondientes preguntas del Anexo 3:

1. ¿Incluye los espacios Red Natura 2000 en los planes de cuenca?:

Efectivamente, la Memoria del Plan Hidrológico en su apartado 5 Identificación de Zonas protegidas contempla las “zonas de protección de hábitat o especies” y en el subapartado 5.8 las enumera incluyendo todos los hábitats y especies correspondientes. En el Anejo 3 del Plan Hidrológico se desarrolla 3.7 Zonas de Protección de hábitat o especies (pgnas 48-79) explicitando las especies protegidas, los hábitats considerados por la Comunidad de Castilla y León. En la página 54 menciona los Planes básicos de gestión y conservación de los Espacios Protegidos y de los Valores Red Natura 2000 de Castilla y León y dice explícitamente:

Se tendrán en consideración los nuevos límites que establezcan las CC.AA. dentro de los trabajos de realización de los Planes de Gestión de los Espacios RN2000 y de los valores (especies y hábitats) asociados, siempre y cuando sean aprobados con anterioridad a la aprobación de la revisión del Plan Hidrológico.

En la página 63 se menciona explícitamente la ZEC ES4180070 Riberas del río Cega

2. ¿Identifica correctamente las relaciones con el agua de los hábitats y las especies para incorporar la Red Natura 2000 que dependen del agua?:

En el plan de cuenca debe explicarse claramente en el mismo capítulo del apartado anterior y/o su correspondiente anexo, cómo se ha incorporado al plan la Red Natura 2000 que depende del agua (véase ¿Cómo identificar la dependencia del agua de los espacios Red Natura 2000? para conocer el proceso, y ¿Cómo identificar las aves que dependen de los ecosistemas acuáticos? para el caso de las aves).

El Anejo 3 Espacios Protegidos, en la página 51 cita especies piscícolas por las cuales (5303 *Cobitis calderoni* Lamprehuela, *Pseudochondrostoma polylepis* Boga del Duero; 6155 *Achondrostoma arcasii* Bermejuela) que se incluyen como motivo de conservación en el ZEC ES4180070 Riberas del río Cega.

Y en su página 63, cita **5200049 ES4180070 Riberas del río Cega** con sus Hábitats relacionados con medio acuático 3260, 91E0*, 91B0, 92A0, 6420; y especies: *Pseudochondrostoma polylepis*; *Rutilus lemmingii*; *Achondrostoma arcasii*; *Discoglossus galganoi*, *Galemys pyrenaicus* y *Lutra lutra*

3. ¿Identifica correctamente las masas de agua que pertenecen a cada uno de los espacios Red Natura 2000 que dependen del agua?

El Anejo 3 Espacio Protegidos del Plan Hidrológico del Duero, en su página 63 asigna al espacio ZEC **5200049 ES4180070 Riberas del río Cega** las masas de agua: superficiales 383, 385,392 y las subterráneas 400039, 400043, 400045, 400067; con una extensión en el Dominio Público Hidráulico de 4,56 km².

4. ¿Analiza la realidad de cada espacio perteneciente a la Red Natura 2000 y recogido en el Registro de Zonas Protegidas (Estado de Conservación, Objetivos, Medidas y Seguimiento)?

No exactamente, pues en realidad no hace ninguna diferencia con otras masas de agua. Por tanto, no considera “requerimientos adicionales” para esta zona protegida.

El Plan Hidrológico en cuanto al estado de conservación, en titulado **Resumen de los sistemas de explotación Cega-Eresma-Adaja y Bajo Duero**, en su página 47 para masas de agua 382 y 383 fija contrariamente unos ‘Objetivos menos rigurosos’. Por otra parte, evalúa el Estado hidromorfológico moderado sin ninguna justificación (¡entendemos que la geomorfología y su interacción con el bosque de ribera son indicadores de un estado excelente!).

En cuanto a medidas, dicho Resumen habla de la construcción de una senda en el río Cega de Boecillo a Viana (pg 45). El Anejo 3 Espacio Protegidos de Plan Hidrológico del Duero, en su página 63 señala: ‘que ha sido aprobado recientemente el Plan Director para la Implantación y Gestión de la Red Natura 2000 en Castilla y León, mediante Acuerdo 15/2015, de 19 de marzo, de la Junta de Castilla y León.’

Los caudales ecológicos se podrían considerar medidas para la restauración del río Cega, pero no se incluyen en el Programa de medidas del Plan Hidrológico. Se incluyen en un Documento aparte, **Anejo 4 Caudales Ecológicos**, en su página 38, asignados a las respectivas masas de agua del río Cega. Se trata de unos valores ridículamente pequeños, como puede observarse en la comparativa de la figura 45 con los caudales ecológicos propuestos en este informe. Representan un orden de magnitud menos (entre 10,7-11,2 %).

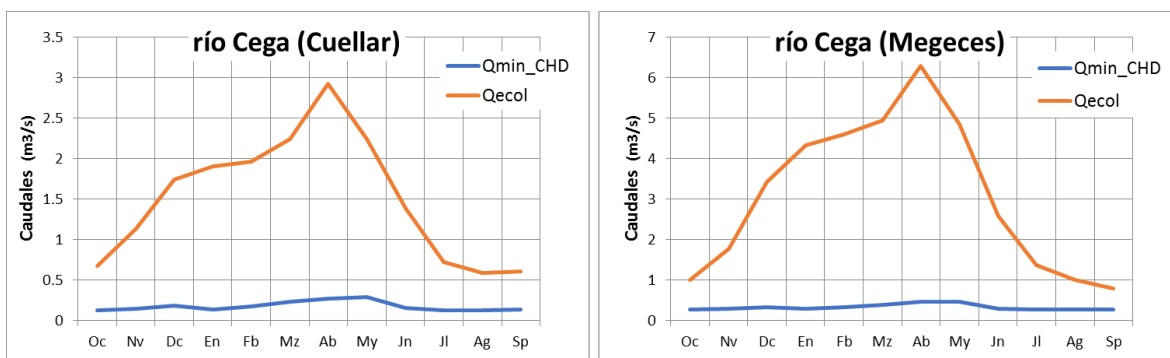


Figura 45.- Comparación de los caudales ecológicos propuestos en este informe en relación a los fijados por el Plan Hidrológico de la Demarcación del Duero para las masas de agua 382 (Cuellar) y 392 (Megeces).

Atendiendo al hecho que dicho Anejo 3 de Espacios Protegidos, en su página 54, dice textualmente ‘Se tendrán en consideración los nuevos límites que establezcan las CC.AA. dentro de los trabajos de realización de los Planes de Gestión de los Espacios RN2000 y de los valores (especies y hábitats) asociados, siempre y cuando sean aprobados con anterioridad a la aprobación de la revisión del Plan Hidrológico’, podemos ser optimistas en la incorporación de unos caudales ecológicos compatibles con la conservación de los valores del ZEC.

5. ¿Se justifican adecuadamente las excepciones establecidas para los objetivos ambientales de masas de agua vinculada a la Red Natura 2000?

De momento, no existen excepciones contempladas en el presente Plan Hidrológico, aunque hay que reconocer que el **Plan básico de gestión y conservación del Espacio Protegido Red Natura 2000 ZEC - ES4180070 - Riberas del Río Cega**, es bastante laxo y concreta poco las medidas que propone, que, aunque son numerosas no tienen ningún desarrollo. En nuestro caso incluso se propone la implementación de caudales ecológicos, pero no se determinan.

Concluimos pues, esperanzados en la resolución de los problemas del río Cega a su paso por la ZEC Riberas del Río Cega, puesto que una vez asumidos los requerimientos de hábitat y las medidas necesarias para que se respeten los caudales ecológicos propuestos, por la Junta de Castilla y León, e incorporados al correspondiente Plan básico de gestión y conservación de este espacio protegido, la siguiente fase de Planificación Hidrológica 2022-2018, actualmente en diseño, ciertamente los asumirá.

4. Referencias

- Arismendi, I., Safeeq, M., Johnson, S. L., Dunham, J. B. y Haggerty, R. (2012). Increasing synchrony of high temperature and low flow in western North American streams: double trouble for coldwater biota? *Hydrobiologia*, 712(1), 61–70. <https://doi.org/10.1007/s10750-012-1327-2>
- Baeza, D. y J. Gortázar 2010 ESTUDIOS TÉCNICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS EN EL RÍO CEGA. Ecohidraulica SL. Madrid.
- Bejarano, M.D., Nilsson, C., González Del Tánago, M. y Marchamalo, M. (2011), Responses of riparian trees and shrubs to flow regulation along a boreal stream in northern Sweden. *Freshwater Biology*, 56: 853-866. doi:[10.1111/j.1365-2427.2010.02531.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2010.02531.x)
- Brunet, M., Jones, P. D., Sigró, J., Saladié, O., Aguilar, E., Moberg, A., ... López, D. (2007). Temporal and spatial temperature variability and change over Spain during 1850–2005. *Journal of Geophysical Research*, 112(D12), D12117. <https://doi.org/10.1029/2006JD008249>
- Carlson, A. K., Taylor, W. W., Schlee, K. M., Zorn, T. G. y Infante, D. M. (2015). Projected impacts of climate change on stream salmonids with implications for resilience-based management. *Ecology of Freshwater Fish*, 26(2), 190-204. <https://doi.org/10.1111/eff.12267>
- Cebrián, M. y R. Minaya 2018 Estudio de caudales ecológicos, conectividad fluvial y alteración hidrológica en el río Cega (Segovia) Estudio de factores que inciden en el ZEC Riberas del río Cega. Everis Ingeniería. Madrid.
- Chanin, P.R.F. (1985). *The natural history of otters*. Croom Helm, London.
- Chen, G., Fang, X. y Fan, H. (2016). Estimating hourly water temperatures in rivers using modified sine and sinusoidal wave functions. *Journal of Hydrologic Engineering*, 05016023. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0001414](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0001414)
- Chessman, B. C. (2009). Climatic changes and 13-year trends in stream macroinvertebrate assemblages in New South Wales, Australia. *Global Change Biology*, 15(11), 2791–2802. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01840.x>
- Confederación Hidrográfica del Duero (2013). *Plan Hidrológico de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero-2015. Informe artículo 5. Características de la demarcación hidrográfica, estudio de impacto ambiental de la actividad humana y análisis económico de usos del agua*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, C.H.D., Valladolid. <http://www.chduero.es/Inicio/Planificaci%C3%B3n/Planhidrol%C3%B3gico20162021Vigente/Tramitaci%C3%B3n/InformeArt5DirectivaMarcodelagua/tabid/602/Default.aspx>

DeWeber, J. T. y Wagner, T. (2015). Predicting brook trout occurrence in stream reaches throughout their native range in the Eastern United States. *Transactions of the American Fisheries Society*, 144(1), 11–24. <https://doi.org/10.1080/00028487.2014.963256>

Elliott, J. M. y Elliott, J. A. (2010). Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, Brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change, *Journal of Fish Biology*, 77, 1793–1817, <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02762.x>

Doadrio, I., Perea, S., Garzón-Heydt, P., y González, J.L.. (2011). *Ictiofauna continental española. Bases para su seguimiento*. DG Medio Natural y Política Forestal. MARM. 616 pp. Madrid.

Elvira, B., Rincón, P.A. y Velasco, J.C. (1990). *Chondrostoma polylepis* Steindachner x *Rutilus lemmingii* (Steindachner) (Osteichthyes, Cyprinidae), a new natural hybrid from the Duero River basin, Spain. *Journal of Fish Biology*, 37, 745-754

EVERIS (2019). *Estudio de caudales ecológicos, conectividad fluvial y alteración hidrológica en el río Cega (Segovia). Aclaración de dudas e información complementaria*. Informe realizado para el Instituto Tecnológico Agrario. Junta de Castilla y León.

González-Hidalgo, J. C., Brunetti, M. y De Luis, M. (2011) A new tool for monthly precipitation analysis in Spain: MOPREDAS database (monthly precipitation trends December 1945-November 2005). *INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY*. 31 (5), 715-731.

Gortázar, Javier, Piotr Parasiewicz, Carlos Alonso-González, Diego García de Jalón 2011 PHYSICAL HABITAT ASSESSMENT IN THE RIVER TAJUÑA (SPAIN) BY MEANS OF THE MESOHABSIM APPROACH. *Limnetica*. 30 (2) 379-392

Hughes, L. (2000). Biological consequences of global warming: is the signal already. *Trends in Ecology & Evolution*, 15(2), 56–61. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01764-4](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01764-4)

Iglesias, A., Mougou, R., Moneo, M. y Quiroga, S. (2007). Towards adaptation of agriculture to climate change in the Mediterranean. *Water Resources Management*, 21(5), 775-788. <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9111-6>

Iglesias, A., Garrote, L., Flores, F. y Moneo, M. (2007). Challenges to manage the risk of water scarcity and climate change in the Mediterranean. *Regional Environmental Change*, 11(Suppl.1), 159-166. <https://doi.org/10.1007/s10113-010-0187-4>

Instituto Geológico y Minero de España 2015 Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. Dirección General del Agua. Madrid. 58 pgs.

IPCC. (2007). Climate change 2007: The physical science basis. Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (S. Solomon, D. Qin,

M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, ... H. L. Miller, Eds.). Cambridge, UK, and New York: Cambridge University Press.

IPCC. (2013). Climate change 2013: The physical science basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, ... P. M. Midgley, Eds.). Cambridge, UK, and New York: Cambridge University Press.

Junta de Castilla y León (2017). Informe de seguimiento de la contaminación de las aguas por nitratos de origen agrícola y ganadero. Valladolid.

Kaushal, S. S., Likens, G. E., Jaworski, N. A., Pace, M. L., Sides, A. M., Seekell, D., ... Wingate, R. L. (2010). Rising stream and river temperatures in the United States. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8(9), 461–466. <https://doi.org/10.1890/090037>

Maldonado, I. y D. García de Jalón (2015). Development of Environmental Flow Regime as WS&D Indicators (Spanish pilot case). Deliverable 4. DURERO European Project.

Martínez-Fernández, V., Van Oorschot, M., De Smit, J., González del Tánago, M., y Buijse, A. D. (2018). Modelling feedbacks between geomorphological and riparian vegetation responses under climate change in a Mediterranean context. *Earth Surf. Process. Landforms*, 43: 1825– 1835. <https://doi.org/10.1002/esp.4356>.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013). Protocolo de Cálculo del Índice de Polusensibilidad Específica. Código: IPS-2013. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Secretaría General Técnica: Madrid.

Moatar, F. y Gailhard, J. (2006). Water temperature behaviour in the River Loire since 1976 and 1981. *Comptes Rendus Geosciences*, 338(5), 319–328. <http://dx.doi.org/10.1016/j.crte.2006.02.011>

Orr, H. G., Simpson, G. L., des Clers, S., Watts, G., Hughes, M., Hannaford, J., ... Evans, R. (2015). Detecting changing river temperatures in England and Wales. *Hydrological Processes*, 29, 752–766. <https://doi.org/10.1002/hyp.10181>

Parasiewicz, P. (2007). The MesoHABSIM model revisited. *River Research and Applications*, 23(8), 893–903.

Parmesan, C. (2006). Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37(1), 637–669. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100>

Pekarova, P., Halmova, D., Miklanek, P., Onderka, M., Pekar, J. y Skoda, P. (2008). Is the water temperature of the Danube River at Bratislava, Slovakia, rising? *Journal of Hydrometeorology*, 9(5), 1115–1122. <http://dx.doi.org/10.1175/2008JHM948.1>

Rincón, G., J. Solana-Gutiérrez, C. Alonso, S. Saura & D. García de Jalón (2017) Longitudinal connectivity loss in a riverine network: accounting for the likelihood of upstream and downstream movement across dams. *Aquatic Sciences*. 79(3), 573-585. DOI. [10.1007/s00027-017-0518-3](https://doi.org/10.1007/s00027-017-0518-3).

Sánchez-Hernández, J., y Cobo, F. (2011). Summer food resource partitioning between four sympatric fish species in Central Spain (River Tormes). *Folia Zoologica*, 60(3), 189–202. <https://doi.org/10.25225/fozo.v60.i3.a3.2011>

Santiago, J. M., García de Jalón, D., Alonso, C., Solana, J., Ribalaygua, J., Pórtoles, J., y Monjo, R. (2016) Brown trout thermal niche and climate change: expected changes in the distribution of cold-water fish in central Spain, *Ecohydrology*, 9, 514–528, <https://doi.org/10.1002/eco.1653>

Santiago, J. M., Muñoz-Mas, R., Solana-Gutiérrez, J., García de Jalón, D., Alonso, C., Martínez-Capel, F., ... Ribalaygua, J. (2017). Waning habitats due to climate change: the effects of changes in streamflow and temperature at the rear edge of the distribution of a cold-water fish. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21(8), 4073-4101. <https://doi.org/10.5194/hess-21-4073-2017>

Schneider, M., Noack, M., Gebler, T. y Kopecki, L. (2010). Handbook for the habitat simulation model CASIMIR. Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart.

Urso, C. D., Arias, S. y Cubero, J. (2002). Estudio de viabilidad de recarga artificial del acuífero que alimenta la laguna del señor, en la comarca del Carracillo, Segovia, España. *Estudios Geológicos*, 58(1-2), 3-10. <https://doi.org/10.3989/egeol.02581-2107>

van Vliet, M. T. H., Ludwig, F., Zwolsman, J. J. G., Weedon, G. P. y Kabat, P. (2011). Global river temperatures and sensitivity to atmospheric warming and changes in river flow. *Water Resources Research*, 47(2), W02544. <https://doi.org/10.1029/2010WR009198>

van Vliet, Michelle T.H., Franssen, W. H. P., Yearsley, J. R., Ludwig, F., Haddeland, I., Lettenmaier, D. P. y Kabat, P. (2013). Global river discharge and water temperature under climate change. *Global Environmental Change*, 23(2), 450–464. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.11.002>

Wade, A. J. (2006). Monitoring and modelling the impacts of global change on European freshwater ecosystems. *Science of The Total Environment*, 365(1–3), 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.02.054>

Webb, B.W. (1996). Trends in stream and river temperature. *Hydrological Processes*, 10, 205–226. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1085\(199602\)10:2<205::AID-HYP358>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1085(199602)10:2<205::AID-HYP358>3.0.CO;2-1)

Webb, B.W. y Nobilis, F. (2007). Long-term changes in river temperature and the influence of climatic and hydrological factors. *Hydrological Sciences Journal*, 52(1), 74–85. <https://doi.org/10.1623/hysj.52.1.74>

Williams, J. E., Isaak, D. J., Imhof, J., Hendrickson, D. A. y McMillan, J. R. (2015). Cold-water fishes and climate change in North America. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09505-1>

Woodward, G., Perkins, D. M. y Brown, L. E. (2010). Climate change and freshwater ecosystems: impacts across multiple levels of organization. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1549), 2093–2106. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0055>.

ANEXO I

Plan básico de gestión y conservación del Espacio Protegido Red Natura 2000 ZEC - ES4180070 - Riberas del Río Cega

PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN EN EL ESPACIO PROTEGIDO

Dentro de los hábitats y especies de interés comunitario existen diferencias en cuanto a su estatus de conservación y a sus necesidades de gestión. El análisis de los diferentes hábitats y especies ha permitido establecer distintas categorías de valor de conservación para las especies y hábitats (ver planes básicos de gestión y de conservación de los valores considerados esenciales en el EPRN2000), así como identificar los espacios protegidos más relevantes para su conservación, lo que hace posible focalizar los recursos y esfuerzos de conservación en los valores más destacados, mejorando la eficacia y la eficiencia en la gestión.

Valores RN2000 cuya conservación a escala local es considerada esencial

1355 - *Lutra lutra* 3

5296 - *Pseudochondrostoma duriense* 2

5303 - *Cobitis calderoni* 2

6155 - *Achondrostoma arcasii* 2

Elementos clave y valores esenciales asociados a EC1 Comunidades del cauce principal, el bosque de ribera y los sotos y herbazales

1355 - *Lutra lutra*

5296 - *Pseudochondrostoma duriense*

5303 - *Cobitis calderoni*

6155 - *Achondrostoma arcasii*

Presiones

No obstante, existen una serie de presiones y amenazas que es necesario analizar para incluir directrices y medidas en los instrumentos de gestión: **creciente demanda de usos consuntivos del agua, pérdida de calidad de las aguas**, fundamentalmente en el tramo más próximo a la desembocadura, **ocupación de la llanura de inundación** en los tres núcleos urbanos colindantes y compartimentación del cauce debido a la existencia de 7 azudes, algunos de ellos en desuso.

La demanda de usos consuntivos del agua está muy relacionada con la gran cantidad de regadíos existentes en la cuenca del Río Cega, algunos en las proximidades del Espacio. La demanda de agua para dichos regadíos se produce tanto de las aguas superficiales como de las aguas del acuífero (Unidad Hidrogeológica de Los Arenales), cuyos niveles freáticos han ido descendiendo en las últimas décadas. La sobreexplotación del acuífero tiene influencia en los caudales circulante de los cursos ubicados sobre él, ya que los mismos, en virtud de los flujos verticales del agua entre acuífero-cauce, pasan de recibir agua del acuífero cuando éste no se encuentra sobreexplotado (ríos ganadores) a perderla a favor del mismo en la situación opuesta (ríos perdedores).

La pérdida de calidad de las aguas está relacionada con las prácticas agroganaderas (uso de fertilizantes, insecticidas, vertido de purines en terrenos próximos a la red hidrológica, etc.) y con los vertidos de aguas residuales (el Espacio tiene tres núcleos colindantes al cauce y una gran cantidad en el entorno inmediato que vierten las aguas residuales en el propio cauce del Cega o en cursos de agua tributarios). A esta pérdida de calidad también influye la existencia de 7 azudes, que al compartimentar el cauce, con el consiguiente “tableado” de la lámina de agua, favorecen los fenómenos de eutrofización, más aún teniendo en cuenta que se trata de un río con gran variación de caudales circulantes.

La existencia de tres núcleos de población colindantes con el cauce ha supuesto la ocupación de parte de la llanura de inundación por viviendas y equipamientos urbanos, que se ven afectados en los episodios de avenida, cuyos efectos se ven acrecentados debidos a la disminución de la capacidad de laminación natural de las avenidas por ocupación del espacio del río y por la introducción de obstáculos artificiales. Como consecuencia de ello, existe una creciente demanda por parte de la población de infraestructuras de regulación (embalses), así como dispositivos en los márgenes del cauce (escolleras, muros, etc.); soluciones que afectarían muy negativamente al mantenimiento de la naturalidad del sistema fluvial.

Los siete azudes existentes, además de favorecer la eutrofización de las aguas, al carecer de dispositivos que permitan la franqueabilidad, afectan a determinadas especies de fauna asociada al río al dificultar su remonte.

MEDIDAS

6155 –*Achondrostoma arcasii*

5296–*Pseudochondrostoma duriense*

5303 –*Cobitis calderoni*

Objetivo de conservación: Asegurar la viabilidad de la especie en la ZEC, manteniendo unas condiciones del hábitat adecuadas y una tendencia poblacional y del área de distribución de la especie estable o en aumento.

054. Medidas para el mantenimiento de los ecosistemas fluviales en tramos medios-bajos

La dinámica natural de los cauces es una variable importante para el funcionamiento de los ríos mediterráneos y que permite a los peces

evolucionados en este ámbito geográfico sacar ventaja ecológica frente a especies introducidas, por lo que se fomentará el mantenimiento

de la funcionalidad longitudinal y transversal de los cauces, y su dinámica natural (rápidos-pozas) junto con un hidroperiodo natural de

crecidas y fuertes estiajes.

057. Control de caudales ecológicos en sistemas fluviales

Se vigilará el régimen hidrológico del río, especialmente durante la época de máximo estiaje, con especial atención a los usos consuntivos

de los acuíferos asociados y a las detracciones de caudal del propio río y afluentes de manera que se procure mantener un caudal

ecológico apropiado para las especies de ciprínidos autóctonos.

085. Actuaciones específicas para la mejora del hábitat de la fauna piscícola

Las actuaciones fundamentales deben asegurar la correcta conectividad longitudinal y transversal de los cauces para favorecer la

dispersión y las migraciones de las especies. Para ello se promoverá la eliminación total o parcial de azudes o presas en desuso que limiten

tales movimientos de la ictiofauna, así como la adecuación de la franqueabilidad de azudes y presas mediante la construcción y/o

mantenimiento de escalas piscícolas adecuadas a las características de la ictiofauna del curso fluvial.

119. Control de introducciones y erradicación de especies exóticas invasoras en ecosistemas fluviales y zonas húmedas.

La gestión preventiva resulta fundamental para evitar la introducción y propagación de especies alóctonas invasoras, en especial de

especies depredadoras o competidoras de los ciprínidos autóctonos como los peces alóctonos piscívoros y alburnos. En las áreas con

riesgo de introducción o expansión se procurará establecer seguimientos periódicos de manera que se pueda actuar tempranamente ante

la constatación de la presencia de especies alóctonas invasoras. Siempre que se considere viable se promoverá la erradicación o el control de densidades de las especies de peces alóctonas piscívoras.

128. Medidas para minimizar el impacto de la pesca deportiva en las especies piscícolas

Se promoverá la compatibilización de la pesca deportiva con la conservación de los pequeños ciprínidos autóctonos de bajo interés para los pescadores. La compatibilización de ambos intereses pasa por establecer localmente vedados temporales en época de freza, así como vedados integrales en los tramos con poblaciones más significativas de ciprínidos autóctonos.

140. Control de la calidad de las aguas

Resulta preciso establecer sistemas de control de la calidad de las aguas que prevengan ante posibles procesos de contaminación y sirvan para mejorar la calidad del agua en los cauces como garantía de conservación para las comunidades de peces autóctonos. Para ello se considera prioritario, la realización de tareas de vigilancia ante posibles vertidos ilegales tanto de origen industrial, urbano o agropecuario, así como promover la corrección de puntos de vertido y el mantenimiento de las infraestructuras de depuración de las aguas. En esta línea de trabajo sería relevante fomentar la restauración de riberas autóctonas mediante técnicas de restauración hidrológico-forestal en zonas especialmente degradadas.

160. Monitorización y vigilancia del estado de conservación de los valores Red Natura 2000

Se considera importante el establecimiento de un sistema de monitorización que permita conocer las tendencias del tamaño de las poblaciones de la bermejuela y la lamprehuela y de su área de distribución en el Espacio, así como valorar cualitativamente la tendencia de la calidad del hábitat para la especie y de la incidencia de las presiones y amenazas que puedan afectar a sus poblaciones en el Espacio.

ANEXO II

La planificación hidrológica y las zonas protegidas (Guía Nueva Cultura del Agua)

Roberto González y David Howell

La Directiva Marco del Agua (DMA) es la herramienta más potente que se ha creado en el marco de la Unión Europea para la protección de las aguas continentales, de transición, costeras y subterráneas. De esta manera, la DMA se convierte en el principal instrumento para la conservación de los ecosistemas acuáticos.

La Directiva establece un vínculo claro y directo con el resto de directivas europeas que tengan por objeto la protección de aguas superficiales o subterráneas o la conservación de los hábitats y las especies relacionadas con este recurso. Ya que establece como Registro de Zonas Protegidas, las zonas incluidas en algunas de estas directivas (DMA, artículo 6.1.).

Dentro de este Registro se encuentran, por ejemplo: las zonas designadas para la captación de agua destinada al consumo humano, para la protección de especies acuáticas significativas desde un punto de vista económico, zonas de uso recreativo, zonas sensibles a los nutrientes, de tratamiento de aguas residuales y los espacios incluidos en la Red Natura 2000 (designados para la protección de hábitats y especies).

La protección de estas Zonas Protegidas del Registro juega un importante papel por su contribución al mantenimiento de la biodiversidad y a la protección de las aguas, protección frente a situaciones extremas, capacidad de almacenamiento de aguas, recarga de acuíferos, purificación y tratamiento natural de las aguas, recursos económicos y pesqueros, etc.-

Las Directivas de Hábitat y Aves (Red Natura 2000) no establecen objetivos concretos con criterios estandarizados de Conservación y Gestión, y éstos deben ser establecidos en los planes o instrumentos de gestión de sus zonas protegidas (Ley 42/2007, artículo 45.1.a). Por este motivo el registro de espacios protegidos de la Red Natura 2000 –Directiva Hábitat 92/43/CEE y la Directiva de Aves 79/409/CEE y de la DMA (anexo IV, 1. v) no han sido coordinados. Las competencias en este caso recaen sobre las comunidades autónomas. No obstante, en los Planes Hidrológicos de Cuenca deben identificar y aplicar el objetivo más riguroso de este proceso paralelo (DMA, artículo 4.2.). La figura 45 adjunta muestra el esquema que se debe seguir para la determinación del objetivo más riguroso para masas de agua que se encuentran en espacios protegidos de la Red Natura 2000 que dependen del agua.

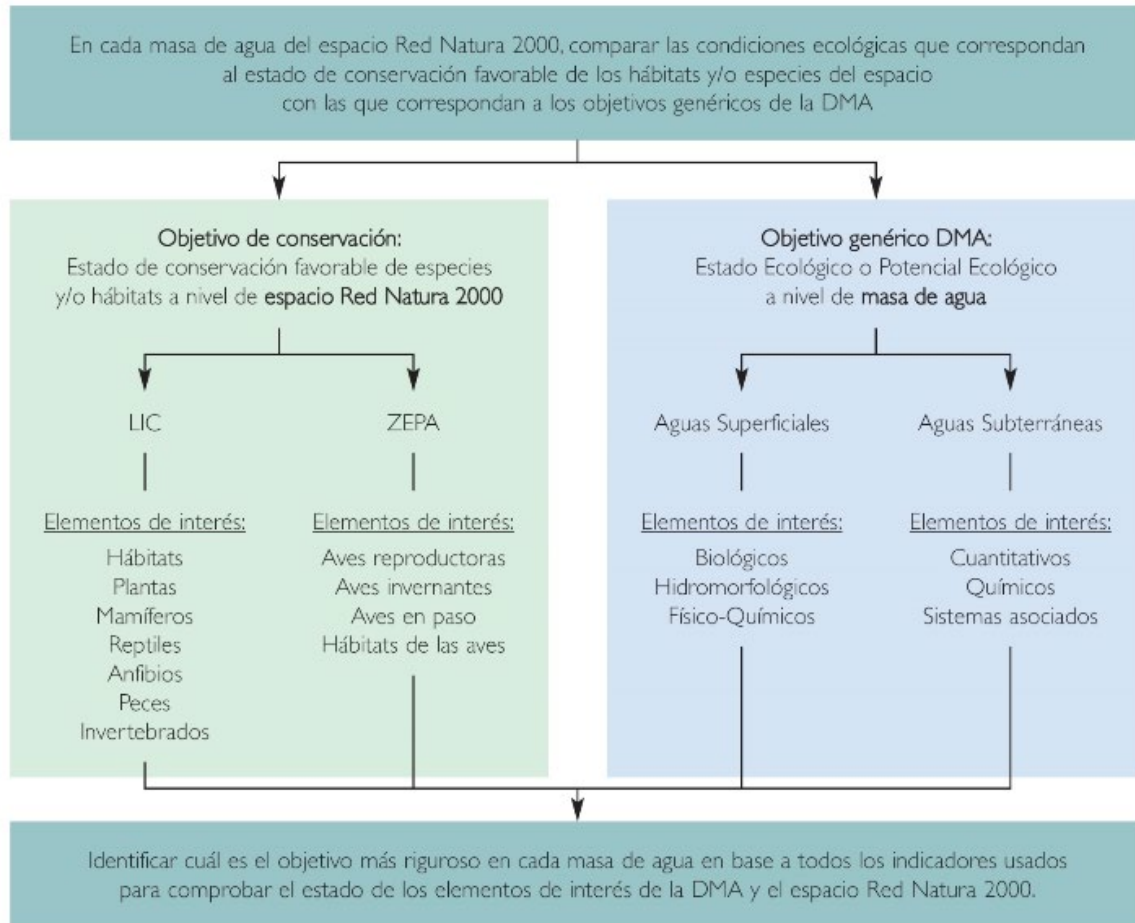


Figura 46.- Propuesta de esquema a seguir para la determinación del objetivo más riguroso para masas de agua que se encuentran en espacios protegidos de la Red Natura 2000.

Este último aspecto es determinante, ya que a través de los nuevos Planes Hidrológicos de Cuenca, la DMA introduce entre sus obligaciones, además del uso eficiente de los recursos hídricos y el cumplimiento de objetivos ambientales de manera general para los ecosistemas acuáticos, el cumplimiento de los objetivos de conservación de las ZEPA y los LIC que dependan del agua.

Todo esto conlleva a que uno de los mayores retos a los que se enfrentan las políticas de conservación de la naturaleza en España (necesariamente para los espacios de la Red Natura2000) sea la aplicación definitiva y consensuada de nuevos y exigentes criterios ecológicos en la gestión del agua, acordes con las exigencias de las normativas europeas. Especialmente en las Zonas Protegidas correspondientes a la Red Natura 2000 donde el mantenimiento o la mejora del estado de sus aguas reviertan positivamente en el estado de conservación del espacio.

ANEXO III

¿Cómo evaluar la integración de la Red Natura 2000 en los Planes de Cuenca?

Fundación Nueva Cultura del Agua (FNCA)

Una vez vista e identificada la relación existente entre la Red Natura 2000 y los planes de cuenca, así como su respaldo legal, a continuación se explica, de forma sintética y por pasos, cómo llevar a cabo un análisis para conocer si realmente el plan de cuenca que queremos revisar cumpliría con lo exigido por la legislación sobre la integración de la Red Natura 2000. La secuencia sería la siguiente:

1. ¿Incluye los espacios Red Natura 2000 en los planes de cuenca?:

El plan de cuenca debe incluir un capítulo específico sobre “identificación y mapas de zonas protegidas”, y en concreto un sub-apartado de “zonas de protección de hábitat o especies”

También debe incluir la información más detallada en un anexo sobre “Zonas Protegidas” y como ya se ha indicado, de las “zonas de protección de hábitat o especies” o “espacios de la Red Natura 2000”.

2. ¿Identifica correctamente las relaciones con el agua de los hábitats y las especies para incorporar la Red Natura 2000 que dependen del agua?:

En el plan de cuenca debe explicarse claramente en el mismo capítulo del apartado anterior y/o su correspondiente anexo, cómo se ha incorporado al plan la Red Natura 2000 que depende del agua (véase ¿Cómo identificar la dependencia del agua de los espacios Red Natura 2000? para conocer el proceso, y ¿Cómo identificar las aves que dependen de los ecosistemas acuáticos? para el caso de las aves).

Por ejemplo, en el caso de las ZEPA hay que confirmar si en el Registro de las ZEPA se incluyen todas aquellas con presencia de aves en las que su estado de conservación dependa de los ecosistemas acuáticos (véase ¿Cómo identificar las aves que dependen de los ecosistemas acuáticos?). Para ello el plan de cuenca debe incluir una identificación de las aves ligadas al agua del espacio, sean del Anexo I de la Directiva Aves presentes en la ZEPA y/o las especies migradoras con presencia regular. Puesto que, serán las especies que verán mejoradas sus poblaciones, y con ello el mantenimiento o mejora del estado de conservación del espacio protegido. Estas especies se deben buscar en las fichas correspondientes a cada espacio Red Natura 2000 donde se recoge toda la información asociada a cada espacio protegido.

3. ¿Identifica correctamente las masas de agua que pertenecen a cada uno de los espacios Red Natura 2000 que dependen del agua? (p. ej. masas ríos, lagos, transición, costeros...):

Es necesario detectar si en el Plan Hidrológico de Cuenca se han identificado todas las masas de agua importantes para las aves, ya que la masa de agua es la unidad de actuación para establecer los objetivos medioambientales, según el artículo 4.1.c) de la Directiva Marco del Agua, y no los espacios protegidos.

Para ello, el plan de cuenca en su capítulo y/o anexo de “Zonas Protegidas”, debe incluir un análisis de identificación a nivel de masas de agua de la importancia de cada una de ellas para cada espacios de la Red Natura 2000. Para un mismo espacio Red Natura 2000 pueden existir diferentes masas de agua y viceversa, pudiéndose dar casos en los que el mantenimiento o la mejora del estado de las aguas de alguna de las masas no sea motivo de protección de alguno de los hábitats y/o las especies ligadas a los ecosistemas acuáticos.

Esto entonces significaría incluir una tabla donde se cruce el espacio Red Natura 2000 con las masas de agua pertenecientes a ese espacio, una vez se hayan identificado las especies y/o hábitats que dependen del agua.

Además, deberá identificarse cualquier pequeño elemento de agua superficial (que no se reconozca como masa de agua) que este vinculado (directa o indirectamente) con una masa de agua y ser reconocido, en su caso, como parte de la Zona Protegida.

4. ¿Analiza la realidad de cada espacio perteneciente a la Red Natura 2000 y recogido en el Registro de Zonas Protegidas (Estado de Conservación, Objetivos, Medidas y Seguimiento)?

Estado de conservación:

El plan de cuenca en su capítulo sobre el “Estado de las masas de agua”, “Objetivos medioambientales” y/o sus anexo correspondientes, debe identificar las amenazas y el estado de conservación para cada Zona Protegida (en el caso que nos ocupa de la Red Natura 2000) en base a las especies y/o hábitats que dependen del agua, para establecer objetivos y medidas que correspondan con dicha situación.

Objetivos:

El plan de cuenca debe reflejar claramente en su capítulo y/o anexo sobre “Objetivos medioambientales” (concretamente en sus sub-apartados de “objetivos de carácter general” y en el de “requerimientos adicionales de las zonas protegidas”), que son objetivos del plan los objetivos de los espacios Red Natura 2000, y así una vez publicados los planes de gestión de estos espacios, los objetivos identificados en estos (en los que pueda influir el mantenimiento o la mejora del estado de las aguas) pasarán a ser objetivos directos del plan de cuenca.

Medidas:

El plan de cuenca debe incluir explícitamente en su capítulo y/o anexo sobre “Programa de medidas”, como ‘medidas básicas’ y como requisitos mínimos, las medidas exigidas en las Directivas de hábitats y aves para los espacios de la Red Natura que se hayan identificado. Además para toda la Red Natura 2000 que depende del agua debe presentarse un seguimiento. Para el seguimiento, todas las autoridades competentes deben aprovechar al máximo las sinergias actuales entre los diferentes programas de seguimiento: DMA, planes de espacios y/o especies, de humedales, nuevos trabajos publicados (VVAA, 2009) etc.

5. ¿Se justifican adecuadamente las excepciones establecidas para los objetivos ambientales de masas de agua vinculada a la Red Natura 2000?

El plan de cuenca debe incluir en su capítulo y/o anexo de “Objetivos ambientales” y concretamente en los subapartados de ‘plazos’ y ‘justificación de exenciones’ una justificación adecuada sobre los motivos por los que se excepcionen los objetivos medioambientales de la Directiva Marco del Agua, especialmente en los casos en los que afecte a los objetivos de las Zonas Protegidas con las que esté vinculada la masa de agua (ZEPA y LIC en este caso), asegurándose que cumplen los requisitos establecidos por las normativas por las cuales se declararon.