

CONSECUENCIAS BIOGEOGRÁFICAS DE LAS INFRAESTRUCTURAS HIDROELÉCTRICAS DEL RÍO NANSÁ (CANTABRIA)

Virginia Carracedo Martín y Juan Carlos García Codron

Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio.
Universidad de Cantabria

RESUMEN

El río Nansa es uno de los más transformados de España por las infraestructuras destinadas a la producción hidroeléctrica. Éstas han fragmentado el corredor fluvial y alterado gravemente el régimen causando la desaparición de especies valiosas en gran parte del río. Sin embargo estas mismas intervenciones han resultado favorables a otros «valores naturales», como el bosque de ribera, que son hoy objetivo prioritario para la conservación. En el presente trabajo se analizan las consecuencias biogeográficas, aparentemente contradictorias, de la transformación del Nansa y su relación con la evolución de la morfología del lecho. Se destacan la extraordinaria recuperación del bosque de ribera, favorecida por el estrechamiento del lecho y la desaparición de las grandes avenidas, y la pérdida de continuidad del corredor fluvial que sufre una significativa pérdida de calidad alrededor de cada embalse pero recupera valores positivos a medida que aumenta la distancia a las presas.

Palabras clave: efectos de los embalses, corredor fluvial, bosque de ribera, Nansa, Cantabria, salmón.

ABSTRACT

The Nansa is one of the most transformed rivers in Spain as a result of the creation of hydroelectric power infrastructures. These have fragmented the river corridor and seriously disrupted the system, causing the disappearance of significant species in much of the River. However, these same interventions have been favourable to other «natural values» such

Fecha de recepción: junio 2010.

Fecha de aceptación: octubre 2011.

as riparian forest, which are now a priority for conservation. In this paper we analyze the apparently contradictory biogeographical consequences of these changes and their relation to the evolution of riverbed morphology. We highlight the remarkable recovery of riparian forest, favoured by the narrowing of the channel, the disappearance of the largest floods, and the discontinuity of the river corridor, which undergoes a significant loss of quality around each reservoir but regains it as the distance from the dams increases.

Key words: effects of reservoirs, river corridor, riparian forest, Nansa, Cantabria, Atlantic salmon.

I. INTRODUCCIÓN. EL RÍO NANSA: PROBLEMÁTICA Y VALOR AMBIENTAL

La cuenca del río Nansa se sitúa en el occidente de Cantabria. Está limitada por vigorosos relieves que en su cabecera superan los 2000 metros de altitud aunque su superficie es de tan solo 430 km² por lo que el río, que vierte al Cantábrico tras un recorrido bastante rectilíneo de apenas 56 km, presenta una fuerte pendiente y los rasgos característicos de un curso de montaña prácticamente hasta su desembocadura.

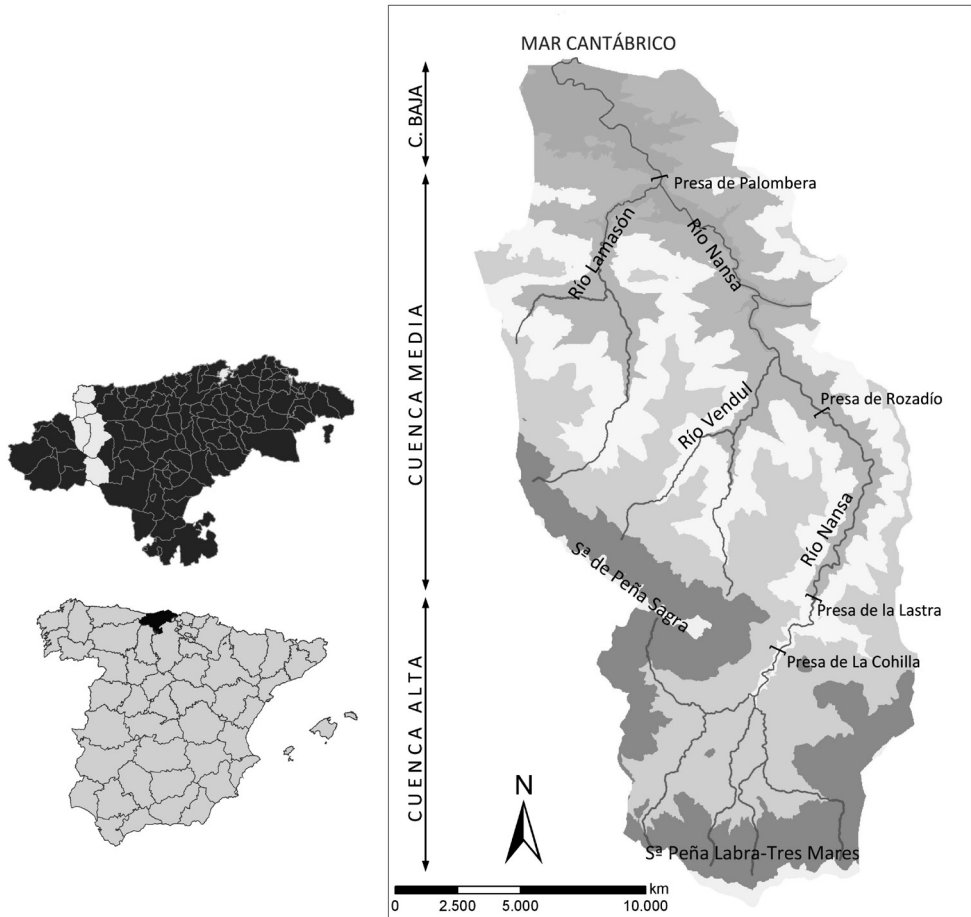
A pesar de que el conjunto del valle está muy encajado, los sucesivos tramos que lo conforman aparecen bien diferenciados por lo cual permiten identificar tres grandes sectores atendiendo a criterios hidromorfológicos, biogeográficos y humanos:

a. Cuenca Alta. Se corresponde con la zona de cabecera e incluye todo el Valle de Polaciones, el embalse de La Cohilla y el estrecho de Bejo. Está parcialmente limitada por los macizos de Cordel-Tres Mares-Peña Labra y Peña Sagra que dan lugar a desniveles relativos superiores a 1600 metros en distancias muy cortas. Pese a ello, el valle de Polaciones conforma una cubeta de fondo relativamente suave en la que confluyen de forma aproximadamente radial los arroyos que drenan el agua de las cumbres circundantes. Los cursos son semipermanentes aunque muy irregulares y sus lechos, ocupados por cantos y bloques, están parcialmente colonizados por vegetación riparia e higrófila y sus aguas son ligeramente ácidas y poco mineralizadas como corresponde a un área fría de sustrato silíceo.

El tramo final, aguas abajo de la presa de la Cohilla, se corresponde con el estrecho de Bejo, profunda hoz excavada a través de los conglomerados silíceos de Peña Sagra. El cauce, de difícil acceso y normalmente seco como consecuencia de las detracciones realizadas en la mencionada presa, está ocupado por grandes bloques o aparece directamente labrado sobre la roca madre. En este sector, las fuertes pendientes y el carácter rocoso de las márgenes dificultan la existencia del bosque de ribera si bien los emplazamientos más favorables aparecen ocupados por arbolado.

b. Cuenca Media. Corresponde al sector comprendido entre los embalses de La Lastra, localizado inmediatamente aguas abajo del estrecho de Bejo, y el de Palombera. En este tramo, de unos 20 km de longitud, el valle tiene un perfil en V bastante encajado aunque el modelado diferencial sobre los distintos tipos de sustrato y la confluencia de los principales afluentes, Vendul, Quivierda y Lamasón, originan ensanchamientos que hacen posible la existencia de algunas exiguas vegas fluviales. En general, el lecho está ocupado por depósitos gruesos (bloques y cantos) si bien en los lugares más favorables aparecen también

Figura 1
LOCALIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO NANSÁ Y SITUACIÓN DE LAS PRESAS



Fuente: elaboración propia.

fracciones más finas. La alternancia de sustratos calizos con otros silíceos hace que las aguas se vayan enriqueciendo en bases y existe un bosque de ribera prácticamente ininterrumpido.

c. Cuenca Baja. Aguas abajo de la presa de Palombera el valle y el cauce se ensanchan, la velocidad de la corriente se reduce, existen abundantes remansos así como algunas islas, el lecho está ocupado por depósitos que van desde los cantos hasta los limos y se han originado llanuras aluviales de diversa entidad. Estos factores, unidos a una mayor benignidad climática, permiten un incremento de la biomasa y de la biodiversidad y han propiciado la existencia de bosques de ribera maduros y de gran interés para la conservación.

Uno de los mayores problemas de la puesta en servicio de estas infraestructuras es que han supuesto la ruptura de la continuidad del corredor y sus tributarios, haciendo que algunas

de estas obras resulten infranqueables para determinadas especies, hechos que se han visto agravados por el mantenimiento de un modelo muy agresivo de gestión del agua (captaciones abusivas, incumplimiento del caudal ecológico...) y que se plasma en importantes impactos ambientales y continuos conflictos con la población.

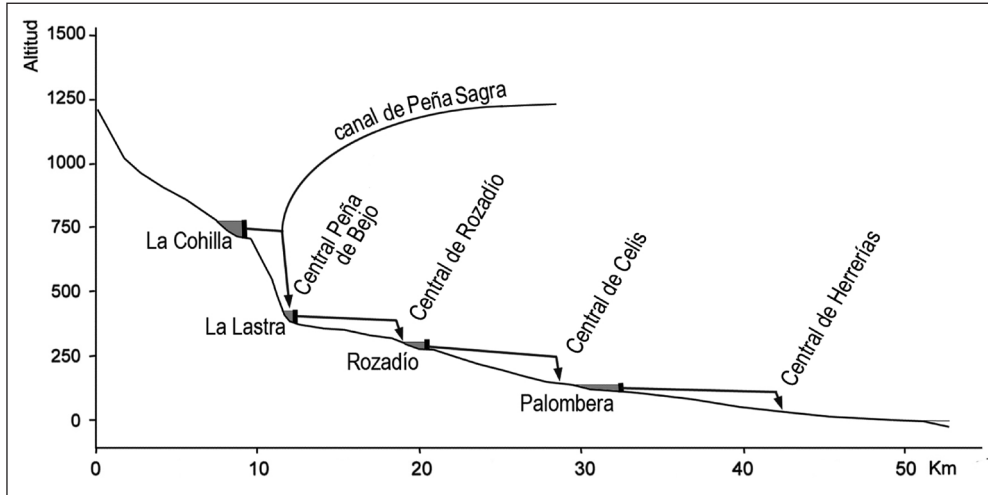
Desde la puesta en servicio de las presas y los canales de derivación asociados (años 1950- 1953) el régimen del Nansa se encuentra absolutamente alterado por el aprovechamiento hidroeléctrico lo que, en la práctica, se traduce en una fuerte pérdida de caudal y en un desplazamiento estacional de los periodos de aguas altas y bajas con la casi total desaparición de las crecidas naturales, drásticamente laminadas por los embalses y detracciones, y que han sido sustituidas por las pequeñas avenidas que causan los desembalses.

Los canales se han construido a altitudes comprendidas entre 1000 y 800 metros recorriendo los montes de cabecera lo que les permite capturar el agua de los arroyos prácticamente desde su nacimiento. En el colector principal, el Nansa, la reducción del caudal es máxima al pie de cada una de las presas dado que en ellas la mayor parte del agua es derivada a las conducciones con las que se alimentan las centrales. Sin embargo, aguas abajo a medida que nos alejamos de estas infraestructuras, el río recupera caudal gracias a los aportes de los arroyos y el efecto de las detracciones se atenúa progresivamente. No hay datos que permitan comparar los caudales actuales con los naturales teóricos y por tanto no es posible conocer con precisión el valor de las detracciones. No obstante, es revelador el hecho de que la capacidad de los canales de derivación que nacen en el Azud de Celis (Rozadío) y en la presa de Palombera sea respectivamente de 7,5 y 15 m³/s cuando los caudales medios «naturales» calculados para esos mismos lugares son 4,26 y 9,04 m³/s (V.V.A.A., 2005).

Paradójicamente, y pese a la fuerte alteración que ha sufrido el río, el corredor fluvial del Nansa es hoy uno de los de mayor calidad ambiental de la región y de los más importantes para la conservación al contener un excelente bosque de ribera que incluye o se prolonga a través de varios hábitats prioritarios (alisedas, brezales de *Erica ciliaris* y *Erica tetralix*, prados secos semi-naturales...) y albergar, o haberlo hecho hasta época reciente, numerosas especies catalogadas de flora y fauna tales como salmón (*Salmo salar*), lamprea (*Petromyzon marinus*), nutria (*Lutra lutra*), desmán ibérico (*Galemys pyrenaicus*) o cangrejo de río (*Austropotamobius pallipes*) entre otras. Estas circunstancias han justificado la inclusión del corredor en la Red Natura 2000 como «LIC del Río Nansa» sumándose a los demás espacios naturales protegidos existentes tanto en las áreas de montaña como en el litoral de esta misma comarca (Lucio y Espinosa, 2003).

Por otra parte, y desde el punto de vista socioeconómico, el valle del Nansa es una de las áreas más deprimidas de Cantabria lo que está dando pie a importantes iniciativas de desarrollo basadas en la promoción y puesta en valor de los recursos locales, destacándose siempre en éstas la importancia del río y del patrimonio natural asociado como eje vertebrador, identitario y patrimonial del valle. Consideramos que las propuestas de ordenación y gestión que se deriven de este contexto deben priorizar la conservación de los valores existentes para lo cual es imprescindible un buen conocimiento de la dinámica reciente del entorno fluvial y de los efectos ambientales, aparentemente contradictorios, del manejo del río. Estas consideraciones son las que han justificado la realización del presente estudio (V.V.A.A., 2008).

Figura 2
 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PERFIL LONGITUDINAL DEL NANSA Y DE SU SISTEMA DE CANALES Y EMBALSES



Fuente: Elaboración propia.

II. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo del presente trabajo es detectar y valorar las consecuencias biogeográficas de la utilización hidroeléctrica del Nansa y establecer la relación existente entre la situación de las especies y los valores naturales más significativos del corredor fluvial con el tipo de manejo que está sufriendo el río.

El punto de partida es un exhaustivo informe realizado en el marco del proyecto Patrimonio y Territorio para la Fundación Marcelino Botín (V.V.A.A., 2008) en el que se analizó en detalle la problemática ambiental del Valle del Nansa. La información obtenida para el mismo permitió realizar un pormenorizado reconocimiento del corredor fluvial y bosquejar una primera propuesta de zonificación del bosque de ribera (Carracedo y G. Codron, 2009). El trabajo de campo realizado con posterioridad ha permitido completar los datos iniciales sobre la composición y distribución de las especies vegetales y los macroinvertebrados acuáticos que, a su vez, han posibilitado establecer índices de calidad mediante muestreos sistemáticos en puntos seleccionados por su carácter representativo¹.

La calidad del bosque de ribera se ha estimado en el tramo comprendido entre la presa de La Lastra y el límite del término de Herrerías mediante el índice QBR (Munné y otros, 1998

¹ El análisis de la vegetación, el cálculo del índice de calidad y los muestreos de macroinvertebrados se han realizado en los puntos definidos por la siguientes coordenadas geográficas: Presa de La Lastra: 43°9'2,65"N-4°22'31,8"W; 43°9'3,77"N; 4°22'31,44"W; 43° 9' 11,72"N; 4°22'33,03"W; 43°11'3,33"N; 4°21'17,35"W. Presa de Rozadío: 43°13'32,48"N; 4°23'9,11"W; 43°13'33,26"N; 4°23'12,91"W; 43°13'41,1"N; 4°23'30,72"W; 43°14'33,58"N; 4°24'19,15"W. Presa de Palombera: 43°17'48,66"N; 4°27'17,35"W; 43°17'51,27"N; 4°27'16,83"W; 43°18'02,05"N; 4°27'29,37"W; 43°20'16,91"N- 4°30'21,28"W.

y Agència Catalana de l'Aigua, 2006), que facilita las comparaciones por haber sido utilizado en el conjunto de los ríos de la región (V.V.A.A., 2005). El sector previo, comprendido entre las presas de La Cohilla y de La Lastra, no ha sido incluido por su difícil acceso y menor interés al coincidir con un largo desfiladero rocoso prácticamente desprovisto de vegetación.

En el caso de los macroinvertebrados, se han realizado dos inventarios, uno durante el otoño de 2009 y otro en la primavera de 2010, siguiendo el protocolo propuesto por Centro de Información Medio Ambiental dependiente de la Consejería de Medio Ambiente de Cantabria en el Proyecto Ríos, para el seguimiento del estado de salud de los ríos de la región (información en <http://www.proyectorioscantabria.com/site/>). Ambos muestreos, si bien no son comparables entre sí, nos han servido para confirmar la disminución de los efectos de las barreras a medida que nos alejamos de ellas para lo cual se han realizado inventarios bajo presa, a 50 m, a 500 m y a 10 km. Sin embargo, es de suponer que los desembalses provoquen fuertes variaciones en las poblaciones de macroinvertebrados, algo que no ha sido abordado en este trabajo, por lo que los datos que se ofrecen sólo se deben utilizar a modo orientativo.

III. CONSECUENCIAS BIOGEOGRÁFICAS DE LAS ACTUACIONES EN EL NANSA

1. Fragmentación del corredor fluvial

El efecto con consecuencias biogeográficas más obvio de la implantación de los embalses es la fragmentación del corredor fluvial ya que las presas y azudes constituyen barreras que algunas especies son incapaces de franquear por sus propios medios. Habitualmente el grupo más severamente afectado es el de la ictiofauna y, en especial, los peces diadromos, que se desplazan entre el mar y los ríos, como el salmón, el reo, la anguila o la lamprea (respectivamente *Salmo salar*, *S. trutta*, *Anguilla anguilla*, *Petromyzon marinus*) y potamodromos (*S. trutta*) que migran a través del río en alguna de las etapas de su ciclo vital y cuyos efectivos suelen verse muy afectados por la creación de obstáculos y alteración de sus hábitats (García de Jalón y otros, 1992, Almodovar y Nicola, 1999). Los tres primeros abundaron en todo el curso bajo y medio del Nansa y fueron objeto de un intenso aprovechamiento económico y deportivo: en el siglo XIX la trucha existía en toda la cuenca, incluso en los arroyos de cabecera, la anguila remontaba el río hasta Tudanca y el salmón se capturaba hasta la altura de Cosío (Madoz, 1845-50, reeditado en 1984), distribución aproximada que, de acuerdo con numerosos testimonios, debió mantenerse hasta el momento de la construcción de las presas, en los años centrales del siglo pasado.

Sin embargo, en la actualidad, todas estas especies han desaparecido, o lo han hecho sus poblaciones naturales, aguas arriba de la presa de Palombera, la más próxima al mar. Merece destacarse al respecto que en su momento se construyó una escala salmonera para permitir a los peces superar este primer obstáculo pero resultó inutilizable por su mal diseño y la entrada fue cerrada. Tras ese primer intento fallido no se ha vuelta a hacer nada para permitir el paso de los peces pese a que la presión de la opinión pública y de las propias instituciones autonómicas ha sido constante y que las alternativas, en apariencia, son viables. (AEMS, 2001; Serdio y otros, 2002). En cuanto a la lamprea, no se han encontrado evidencias de su presencia pese a que la especie aparece siempre mencionada en la documentación oficial

Figuras 3 y 4

LAS PRESAS SON OBSTÁCULOS QUE FRAGMENTAN EL CORREDOR FLUVIAL Y QUE NUMEROSAS ESPECIES SON INCAPACES DE ATRAVESAR. LA DE LA COHILLA (IZQ.), QUE SUPERA 100 M. DE ALTURA, INTRODUCE UNA FRONTERA BIOGEOGRÁFICA NETA ENTRE LA CABECERA (POLACIONES) Y EL VALLE MEDIO DEL NANSA, Y LA DE PALOMBERA, LA MÁS CERCANA A LA DESEMBOCADURA DEL RÍO, TIENE UNA ESCALA FUERA DE SERVICIO Y OCUPADA POR VEGETACIÓN (DCHA.)



Fuente: Juan Carlos García Codron y Virginia Carracedo Martín.

(Lucio y Espinosa, s.f.). En caso de existir, debe limitarse al estuario o tramo inferior del río, lejos de la influencia directa de los embalses.

Otro grupo de animales muy perjudicado por el efecto barrera de las presas es el de los mamíferos acuáticos tales como la nutria (*Lutra lutra*), presente en toda la cuenca, y el desmán ibérico (*Galemys pyrenaicus*) citado en algunos de sus sectores más altos. La información disponible sobre la distribución de estas especies es muy deficiente aunque todo parece indicar que la primera de ellas existe hoy a lo largo de todo el río tras un periodo de presencia dudosa en gran parte del mismo (García Codron, 1998).

No se han documentado consecuencias del efecto barrera de los embalses en otros grupos biológicos (cangrejo de río, moluscos, pequeños anfibios...) aunque, de acuerdo con la información disponible sobre otros ríos de todo el mundo, podría ser significativo en algunos casos (Reynolds, 1998).

2. Pérdida de caudal

La captura del agua de los arroyos y las extracciones destinadas a alimentar los canales que se realizan en los embalses han causado una drástica reducción del caudal en el cauce

principal del Nansa. No se dispone de cifras que permitan cuantificar el porcentaje de agua detraída en cada tramo del valle pero es fácil observar in situ que el mayor impacto se produce en el primer kilómetro aguas abajo de cada presa y es más acusado al pie de las situadas en la cabecera, donde el río es más pequeño e irregular, que en las que se encuentran más cerca de la desembocadura, donde basta un pequeño porcentaje del caudal para mantener el lecho inundado y una cierta apariencia de «normalidad».

De este modo, desde la cabecera hacia el mar, las detracciones y la «regulación» practicadas en la presa de La Cohilla hacen que el cauce permanezca prácticamente seco a lo largo de todo el estrecho de Bejo y hasta el embalse de La Lastra durante la mayor parte del tiempo. Aguas abajo de esta segunda presa es habitual que el lecho se reduzca a un pequeño canal hasta pasado el núcleo de Tudanca aunque, en las temporadas más secas, no es raro que el río apenas lleve agua a lo largo de la mayor parte de su curso medio. A partir de aquí y hasta la costa, la existencia de múltiples arroyos laterales que aportan agua al curso principal enmascaran en gran medida la reducción del caudal sufrida por las detracciones y producen una falsa apariencia de normalidad en el río.

La aparición de los lagos artificiales y de estos tramos frecuentemente privados de agua contribuye a reforzar el efecto barrera de los embalses generando ecosistemas lénticos a costa de los lóticos preexistentes y reduciendo con ello la superficie de los hábitats y de las áreas de freza de las especies acuáticas más exigentes.

Por otra parte, la fuerte disminución del caudal circulante y la retención de sedimentos y materia orgánica en los embalses influyen significativamente en las características físico-químicas del agua propiciando alteraciones que pueden ser relevantes para los organismos que dependen del río. Aunque la calidad de las aguas del Nansa es en general aceptable en todo su recorrido y los embalses tienen carácter mesotrófico, se han detectado modificaciones significativas en parámetros como el pH, temperatura, oxígeno disuelto, sólidos en suspensión y carga de nutrientes imputables al efecto de los embalses o a la disminución de los caudales y pérdida consiguiente de capacidad de autodepuración (V.V.A.A., 2005 y V.V.A.A., 2008).

Las repercusiones biogeográficas directas de los hechos anteriores no han sido objeto de estudio en el Nansa aunque, de acuerdo con los resultados obtenidos en otros ríos de España y del resto del mundo, podrían resultar determinantes tanto para la fauna como la vegetación acuática y riparia (Camargo y García de Jalón, 1990; Hart y Finelli, 1999; Angilletta y otros, 2009).

3. Alteración del régimen y de la morfología del lecho fluvial

Pese a todo lo anterior, los impactos más aparentes en el medio biótico de la utilización hidroeléctrica del río revisten mayor complejidad y son consecuencia indirecta de la modificación del régimen, y con él, de la morfología del lecho fluvial. Los embalses introducen rupturas en el perfil longitudinal del río y actúan como trampas de sedimentos favoreciendo la deposición aguas arriba de la presa e incrementando la incisión y estrechamiento aguas abajo (García Ruiz y López Bermúdez, 2009). Al mismo tiempo, la regulación del régimen y las detracciones conllevan una reducción tanto de la frecuencia como de la magnitud de las grandes crecidas, las de mayor capacidad morfo genética, y mantienen al río en una situación

parecida a la de «aguas bajas» interrumpida de tiempo en tiempo por pequeñas avenidas repentinas y «estacionales» generadas por los desembalses.

Con el tiempo, las circunstancias anteriores acaban generando alteraciones significativas en la evolución del cauce y de las riberas que, si bien pueden considerarse «de detalle» en relación con la morfología del conjunto de la cuenca, resultan determinantes para la distribución de las especies y comunidades acuáticas o ribereñas (Hart y Finelli, 1999; Graf, 2006; Mannes y otros, 2008) y cuyos efectos pueden hacerse sentir durante bastantes décadas antes dar lugar a un nuevo equilibrio (Gilvear, 2004).

La irregularidad natural del río desempeña un papel esencial para el mantenimiento de una buena diversidad de ambientes: las pequeñas crecidas estacionales movilizan sedimentos finos y materia orgánica, «mantienen limpios» los bloques y superficies rocosas de las que dependen el perifiton y numerosos invertebrados y favorecen la productividad de los ecosistemas béticos, la existencia de áreas adecuadas para la reproducción de los peces y la instalación de plantas pioneras en las orillas. Sin embargo, las grandes crecidas, de frecuencia decenal o secular, inundan los lechos mayores y terrazas inferiores afectando a formaciones riparias maduras. Capaces de tronchar o arrancar árboles viejos y de modificar el trazado del lecho, generan discontinuidades en el bosque favoreciendo su renovación y la existencia en él de distintos estadios sucesionales. Además, los restos de raíces y troncos que quedan acumulados en el lecho permanente tras una gran inundación dan lugar a microhábitats de gran calidad para numerosas especies (Poff y otros, 1997). Las crecidas son uno de los principales motores de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas fluviales y contribuyen tanto a la diversidad como a la conectividad entre biotopos (Ward y Stanford, 2001). Su desaparición en los ríos más artificializados se considera un factor de empobrecimiento que se intenta mitigar mediante crecidas controladas u otro tipo de actuaciones en algunos lugares de especial valor (Mannes y otros, 2008).

En el Nansa esta dinámica natural ha quedado totalmente perturbada: la localización de las áreas de erosión y acumulación ha cambiado, el lecho permanente se ha estrechado en la mayor parte de su recorrido y se ha encajado en algunos sectores mientras que el lecho de inundación, libre del efecto de las mayores crecidas, ha quedado invadido por una densa vegetación.

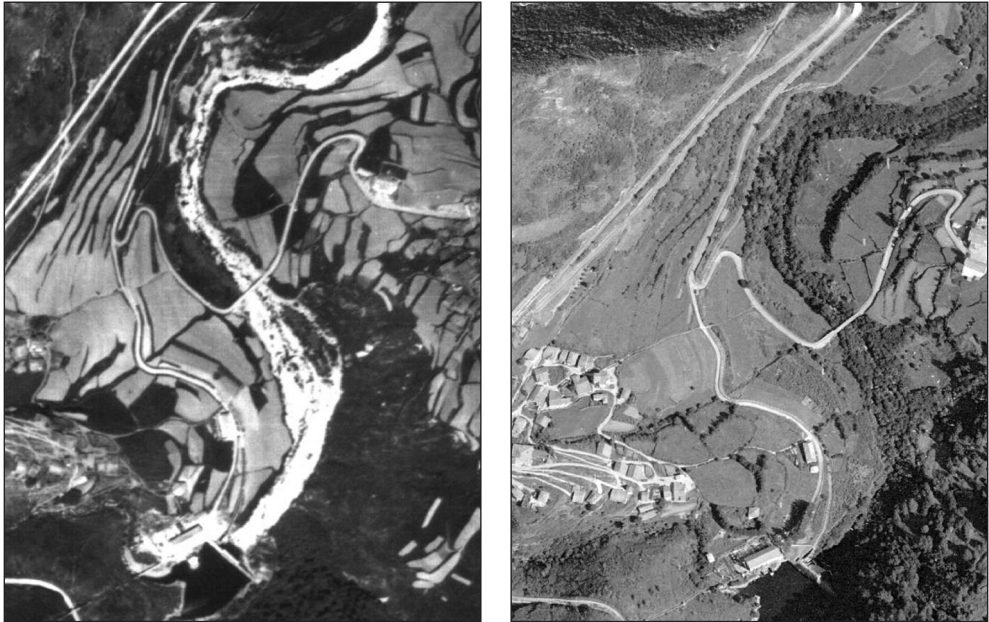
El resultado más patente de esta evolución es el sorprendente desarrollo que ha experimentado el bosque de ribera tras la construcción de los embalses.

El desarrollo del bosque de ribera está condicionado por el encajamiento del cauce y por la existencia o no de un lecho de inundación suficientemente diferenciado de él. De ahí que en muchos tramos del valle del Nansa lo que denominamos «bosque de ribera» se reduzca en realidad a una estrecha franja de vegetación higrófila que da paso rápidamente a comunidades climatófilas (con las que, a veces, se confunde).

En el curso alto, por encima del primer embalse, el bosque de ribera es estrecho y relativamente pobre en especies aunque está bien desarrollado y llega a formar un dosel continuo sobre bastantes de los arroyos de cabecera. Incluye varios tipos de salcedas (*Salix capraea*, *S. eleagnos*, *S. atrocinerea* o algunos de sus híbridos) con un acompañamiento de *Alnus glutinosa*, *Betula celtiberica*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur* u otros.

Figuras 5 y 6

ASPECTO DEL NANSAGUAS ABAJO DEL EMBALSE DE LA LASTRA EN 1953 Y EN LA ACTUALIDAD. OBSÉRVESE EL ESPECTACULAR DESARROLLO RECIENTE DEL BOSQUE DE RIBERA



Fuente: Fotografía del vuelo catastral a escala 1:15.000 de 1953 y ortofotograma de 2005.

En el tramo medio el bosque se diversifica y adquiere mayor anchura a medida que también lo hace el lecho de inundación. Dependiendo tanto del sustrato y morfología del valle como del grado de madurez de la formación aparecen distintos tipos de bosques que se combinan entre sí formando masas de límites imprecisos. Los más representativos son los siguientes:

- Alisedas mesotróficas con *Acer campestre*, *A. pseudoplatanus*, *Betula alba*, *Fraxinus excelsior*, *Q. robur*, *S. atrocinerea* y *S. eleagnos*.
- Salcedas negras (*S. atrocinerea*) con *Alnus glutinosa*, *Betula alba*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Fraxinus excelsior*, *S. eleagnos* y *Sambucus nigra*.
- Mimbreras de *S. eleagnos* y *S. purpurea* con *Cornus sanguinea*, *Crataegus mongyna*, *S. atrocinerea* y *Sambucus nigra*.

Por fin, en los cursos bajo y medio-bajo el bosque, maduro y bien desarrollado, adquiere caracteres más termófilos a la vez que puede ensancharse bastante gracias a la existencia de verdaderas llanuras de inundación. Las formaciones más características de este sector son

- Alisedas mesotróficas termófilas con presencia de *Fraxinus excelsior*, *Laurus nobilis*, *Quercus ilex*, *Q. robur*, *Smilax aspera*, *Tilia cordata*, *Ulmus minor*.
- Salcedas blancas (*S. alba*) con *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Populus nigra*, *Q. robur*, *S. atrocinerea*, *S. eleagnos*, *Tilia cordata*, *Ulmus minor*.

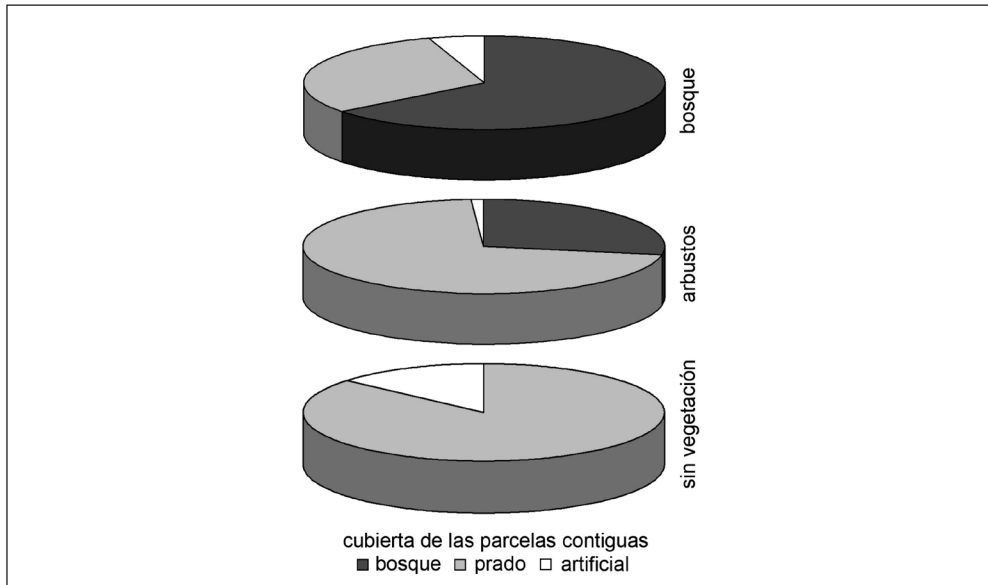
Estos bosques, similares a los del resto de la región cantábrica (Lara y otros, 2004), se imbrican y forman una banda prácticamente continua cuyas únicas interrupciones significativas coinciden con algunos pueblos, con los sectores más estrechos de los desfiladeros y con los embalses y sus entornos inmediatos.

Sin embargo, el desarrollo y continuidad del corredor ripario descrito más arriba es un hecho reciente y la confrontación de las imágenes ortofotográficas actuales con las excelentes fotografías a escala 1:15.000 obtenidas en un vuelo catastral realizado en 1953, justo tras la puesta en servicio de los embalses, demuestra que el bosque de ribera ha conocido una extraordinaria expansión a lo largo del último medio siglo en el valle del Nansa.

Tal como ya se ha descrito en un trabajo anterior (Carracedo y G. Codron, 2009), en 1953 el bosque de ribera aparecía muy fragmentado formando pequeñas manchas discontinuas y debió estar dominado por arbustos (probablemente sauces aunque la fuente no permite una mayor precisión). Su degradación era máxima en las proximidades de los núcleos donde los prados o tierras de labor llegaban hasta la misma orilla del río (a veces limitadas por un seto o cierre vegetal). De este modo, la mayor parte del lecho y de sus márgenes estaban descubiertos y prácticamente desprovistos de vegetación.

En la actualidad, en cambio, la vegetación riparia forma una banda prácticamente continua, incluso en la proximidad de los núcleos, y está generalmente dominada por especies arbóreas o arborescentes. Los prados quedan separados del río por una franja de espesa vegetación y las copas de los árboles recubren gran parte de la anchura de los lechos fluviales (o incluso la totalidad de los mismos).

Figura 7
RELACIÓN ENTRE EL TIPO DE VEGETACIÓN DE LAS MÁRGENES DEL RÍO Y LA CUBIERTA DE LAS PARCELAS CONTIGUAS. EL BOSQUE DE RIBERA ES MÁS FRECUENTE EN LAS ÁREAS DE USO MENOS INTENSIVO



Fuente: Elaboración propia.

La recuperación de la superficie ocupada por bosque de ribera así como su tendencia hacia una estructura más compleja son fenómenos generalizados a escala regional que no hubieran sido posibles sin una disminución de la presión humana. De hecho es más frecuente que el bosque aparezca bien desarrollado cuando el río cruza zonas sin uso humano que cuando el corredor atraviesa áreas artificializadas o de prados lo que parece demostrar que, aún hoy, las actividades agrarias constituyen un factor limitante a su expansión.

Sin embargo, la recuperación ha sido particularmente fuerte en el Nansa que, por otra parte, presenta una serie de rasgos originales que no pueden explicarse si no es en relación con las consecuencias geomorfológicas del manejo hidroeléctrico del río. Prueba de ello es la aparición de una serie de pautas en la distribución de las características de la vegetación (pero también de los invertebrados acuáticos o de otros indicadores), que se repiten aguas abajo de cada embalse pese a las inevitables diferencias impuestas por la diversidad del medio y de las propias presas. La relación de dicha distribución con los sectores de incisión, acumulación o cambios en las márgenes y trazado del cauce, demuestra de manera inequívoca la interrelación existente entre la nueva dinámica fluvial, la evolución morfológica del lecho y de las márgenes y el desarrollo de la vegetación.

IV. ZONACIÓN MORFOLÓGICA Y BIOGEOGRÁFICA INDUCIDA POR LOS EMBALSES

La puesta en servicio del sistema hidroeléctrico del Nansa ha modificado la distribución e incidencia de los procesos de modelado fluvial transformando rápidamente las características del lecho y de sus márgenes y acarreado consecuencias biogeográficas muy significativas. La repetición de unas mismas pautas aguas abajo de cada presa, tanto geomorfológicas como biogeográficas, permite diferenciar una serie de tramos, perfectamente definidos pese a los inevitables matices introducidos por las particularidades de cada sector de la cuenca (litología, pendientes, sustrato, altitud etc), y similares a los que se han descrito en otras cuencas del mundo (Merritt y Cooper, 2000).

Las citadas pautas implican la aparición de diferencias sustanciales en la calidad, estructura, madurez y composición tanto del bosque de ribera como de los ecosistemas acuáticos y riparios presentes en los sucesivos tramos del río. Estos tramos, que se van sucediendo de forma cíclica desde la primera de las presas, la de La Cohilla, hasta bastantes kilómetros aguas abajo de la última, la de Palombera, muy cerca ya de la desembocadura en el Cantábrico, son los siguientes:

1. Pie de presa: zona de sobreexcavación

El primer sector se localiza inmediatamente al pie de cada presa y tiene hasta 50-60 metros de longitud. Es la zona donde el agua de los desembalses libera la mayor parte de su energía siendo entonces capaz de arrastrar cualquier tipo de material suelto y produciendo una sobreexcavación en el lecho rocoso. Ello ha dado lugar a grandes pozas permanentemente ocupadas por agua, en marcado contraste con el resto del lecho que puede permanecer semiseco durante gran parte del año.

En el caso de las mayores presas, La Cohilla y Palombera, donde los desembalses son más violentos, las orillas han quedado desprovistas de suelo y de materiales sueltos y la

escasa vegetación capaz de sobrevivir en este entorno tiene un carácter pionero y fisurícola (aún tratándose de especies que en otras condiciones no reúnen necesariamente dichos atributos). Las plantas observadas son casi siempre pies jóvenes y de pequeñas dimensiones ya que no suelen sobrevivir a los desembalses más importantes.

La mayoría de las especies observadas en este sector son habituales en los entornos ribereños cercanos destacando *Alnus glutinosa*, *Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior*, *Hypericum androsaemum*, *Salix atrocinerea*, *S. caprea* y *S. eleagnos*.

En el embalse de la Cohilla los desembalses se producen a través de un aliviadero situado a cierta distancia de la presa y que desemboca a media ladera por lo que el agua, que descarga lo esencial de su energía antes de alcanzar el cauce, no ha producido una sobreexcavación visible del mismo. Sin embargo, se observan los efectos de un desplazamiento del material suelto no permaneciendo in situ más que los mayores bloques (que en algunos casos llegan a alcanzar una decena de metros de arista). Hasta este punto, el Nansa, que se reduce a un hilillo de agua procedente de pequeñas filtraciones, aparece prácticamente seco y sumido en la sombra y ha sido parcialmente colonizado por *Betula*, *Corylus* y comunidades de megaforbias.

En estos tramos de pie de presa y sobreexcavación la vegetación es escasa y no forma un verdadero bosque por lo que el índice QBR, que se basa en las características de éste último, no es el más adecuado para valorar la calidad de la vegetación riparia. Sin embargo, se ha utilizado con objeto de poder mantener un criterio único de evaluación, arrojando valores de calidad del bosque que van de «pésimo» (Rozadío y Palombera) a «intermedio» (La Lastra).

La identificación y valoración de los macroinvertebrados localizados en estas zonas corrobora los datos anteriores y muestra que la calidad es mala en Rozadío y Palombera, en donde predominan gasterópodos, oligoquetos, dípteros (quironómidos y simúlidos), coleópteros y hemípteros (zapateros), y algo mejor en La Lastra, en donde también se han encontrado efemerópteros, plecópteros y tricópteros.

2. Zona de acumulación y encajamiento

Aguas abajo de la zona anterior, y a una distancia de la presa comprendida entre 50 y 120 metros, se produce la acumulación de los bloques y cantos arrastrados por los desembalses. Aunque la fuerza del agua durante dichos episodios es aún muy grande en este sector (de lo que dan fe los troncos retorcidos o partidos de los árboles más expuestos y el gran tamaño de los bloques movilizados), ya no es suficiente para seguir desplazando estos materiales que quedan acumulados formando un depósito heterométrico que recubre la mayor parte del cauce en una longitud de varias decenas de metros. El depósito está compuesto por bloques rocosos irregulares de dimensiones métricas aunque también aparecen restos de la obra (ladrillos, bloques de hormigón...) y algunos cantos aprisionados entre los bloques mientras que los materiales más finos son escasos y ocupan los intersticios o lugares especialmente protegidos entre las rocas. No existe auténtico suelo.

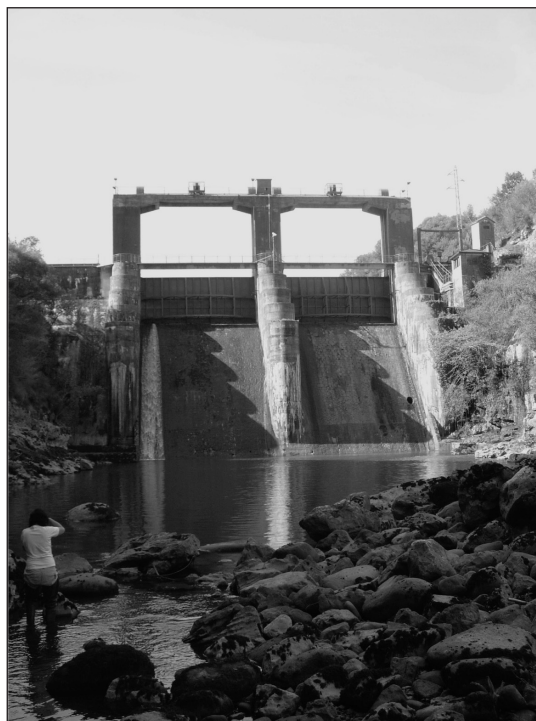
El lecho permanente se ciñe a una de las márgenes contorneando el depósito de bloques. Es muy estrecho y muestra evidencias de una tendencia al encajamiento. El agua circula con rapidez y, allí donde el espesor de los depósitos es menor, ha hecho aflorar la roca madre que aparece pulida y con las diaclasas trabajadas por la erosión.

En estos lugares no existe verdadero bosque de ribera. No obstante, tanto las márgenes como el depósito aparecen recubiertas por una vegetación muy mezclada en la que se encuentran plantas típicamente riparias junto a otras oportunistas o propias de ambientes humanizados junto a abundante musgo. Predominan los individuos jóvenes y de escasas dimensiones pero también aparecen algunos arbustos y árboles maduros en cuyos troncos se pueden observar daños de diversa consideración producidos por los desembalses y evidencias de sumersiones esporádicas. Entre las especies observadas destacan *Acer campestre*, *Alnus glutinosa*, *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior*, *Crataegus monogyna*, *Humulus lupulus*, *Hypericum androsaemum*, *Laurus nobilis*, *Platanus hybrida*, *Prunus avium*, *Robinia pseudoacacia*, *Rubus* sp., *Sambucus nigra*, *Salix atrocinerea*, *S. caprea*, *S. eleagnos*, *Ulmus minor*.

Bajo la presa de Rozadío esta zona de depósito aparece peor definida como consecuencia de dos factores: la escasa altura de salto, y, por tanto, limitada fuerza de los desembalses, y la existencia, aguas abajo, de rápidos y un pequeño salto que aceleran la corriente dificultando la acumulación de sedimentos.

Figura 8

AL PIE DE LAS PRESAS SE LOCALIZAN UNA ZONA DE SOBREEXCAVACIÓN, QUE DA LUGAR A UNA POZA PERMANENTEMENTE INUNDADA, Y UN ÁREA DE ACUMULACIÓN DE LOS MATERIALES MOVILIZADOS POR LOS DESEMBALSES. EN ELLAS NO EXISTE BOSQUE DE RIBERA YA QUE ÉSTOS IMPIDEN LA EXISTENCIA DE SUELOS Y EL NORMAL DESARROLLO DE LA VEGETACIÓN



Fuente: Juan Carlos García Codron.

En la zona de acumulación y encajamiento la determinación de los valores de calidad del bosque de ribera han proporcionado resultados que van de «malo» (Palombera) a «intermedio» (Rozadío y La Lastra).

En este tramo los macroinvertebrados muestran una calidad intermedia-baja, abundando los dípteros quironómidos y simúlidos junto a efemerópteros baétidos, pero también aparecen plecópteros y tricópteros, que son indicadores de mejor calidad.

3. Zona de máxima influencia: estrechamiento del cauce

Situado en los 300 a 500 metros siguientes, es un tramo que acusa intensamente las consecuencias de las alteraciones hidrológicas. El lecho menor aparece muy menguado por la escasez o incluso ausencia de caudal durante gran parte del año y se reduce a un estrecho canal (más importante, lógicamente, bajo las presas situadas más cerca de la desembocadura). En cambio, el resto del antiguo lecho, que conoce inundaciones esporádicas producidas por los desembalses pero que ha dejado de sufrir las grandes avenidas propias del

Figura 9

LA DESAPARICIÓN DE LAS GRANDES AVENIDAS Y EL ESTRECHAMIENTO DEL LECHO MENOR HA FAVORECIDO QUE GRAN PARTE DEL ANTIGUO LECHO DE INUNDACIÓN HAYA SIDO COLONIZADO POR EL BOSQUE



Fuente: Juan Carlos García Codron.

régimen natural, ha sido totalmente colonizado por la vegetación. El sustrato es irregular y está dominado por bloques y grandes cantos aunque también existen acumulaciones de finos en lugares que se mantienen encharcados durante la mayor parte del tiempo, como tramos de paleocauces o concavidades del terreno, contribuyendo a generar una cierta diversidad de microambientes.

Esta es la zona en la que se registra una mayor expansión de la vegetación ya que el bosque se ha beneficiado de la reducción de caudal y consiguiente liberación de gran parte del antiguo cauce que, de este modo, ha sido rápidamente colonizado. Se localiza aquí un bosque de ribera denso y muy rico en especies con un predominio de taxones arbustivos o subarbóreos pero donde también abundan herbáceas y enredaderas. Las plantas más abundantes son varios tipos de sauces arbustivos, tales como *S. atrocinerea*, *S. eleagnos* o *S. caprea* aunque también se encuentran *Acer campestre*, *Alnus glutinosa*, *Betula alba*, *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior*, *Laurus nobilis*, *Platanus hybrida*, *Populus nigra*, *Rubus*, sp. y *S. alba*.

En esta zona el índice QBR, calculado a unos 500 metros de las presas, nos habla de un bosque de calidad «buena» o «muy buena» (Rozadío).

El resultado proporcionado por el análisis con invertebrados, muestra una predominancia de indicadores de calidad intermedia-mala en La Lastra (efemerópteros baétidos y dípteros simúlidos) y en Palomera (gasterópodos y ancúlidos), frente Rozadío donde los tricópteros, buenos indicadores, han sido los mejor representados.

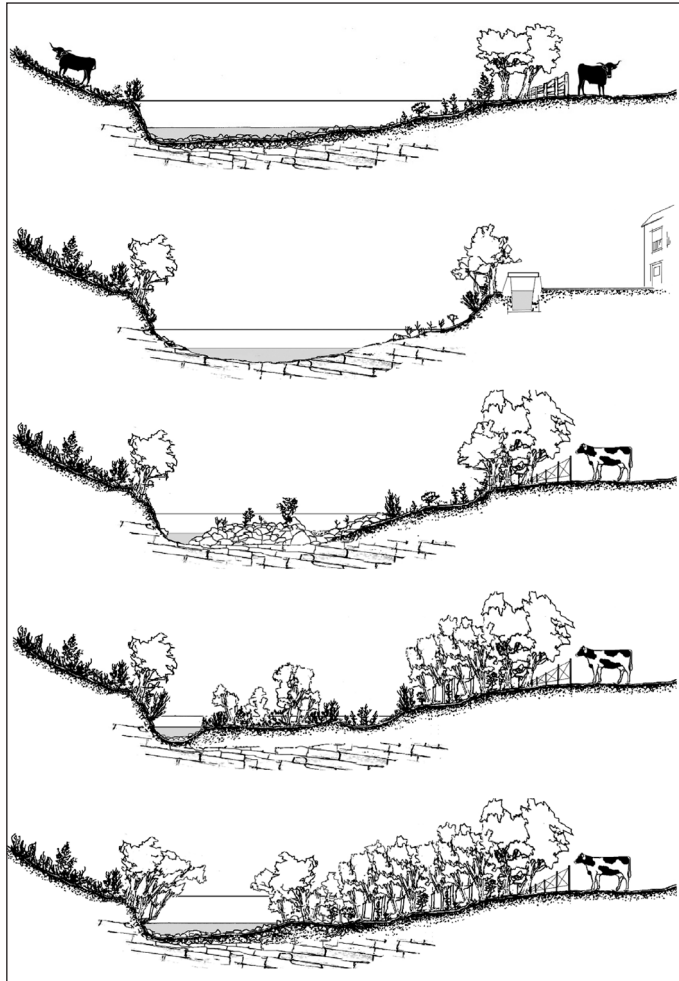
4. Zona de influencia atenuada

Al aumentar la distancia a la presa las transformaciones inducidas por ella son cada vez más difíciles de percibir a primera vista. El río va recuperando su carácter permanente gracias a los continuos rezumes del suelo y a los aportes de los arroyos y los lechos menor y mayor aparecen bien diferenciados recuperando el primero anchura a costa del segundo. En algunos sitios aflora la roca aunque lo más habitual es que el lecho esté recubierto de bloques y cantos existiendo además lugares de corriente tranquila en los que se deposita fracción fina. El escaso caudal junto a la desaparición de las grandes crecidas naturales y la progresiva pérdida de fuerza de las causadas por los desembalses hacen del Nansa en estos sectores un río poco estresante para el bosque de ribera que puede alcanzar un grado de madurez y desarrollo diferente al que se daría en un río en régimen natural aunque a costa de perder diversidad estructural.

Entre las especies características de los tramos más altos se encuentran *Alnus glutinosa*, *Betula alba*, *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Euonymus europaeus*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus spinosa*, *Rosa* sp., *Rubus* sp., *S. atrocinerea*, *S. eleagnos*, *S. caprea* y *Sambucus nigra*. En el curso medio desaparecen el abedul, el haya y *S. caprea* pero en cambio se incorporan *Acer campestre*, *Castanea sativa*, *Erica vagans*, *Genista hispánica*, *Populus nigra*, *Quercus robur*, *Rhamnus alaternus* y *Salix alba*. Por fin, en el curso bajo aparecen también *Laurus nobilis*, *Ligustrum ovalifolium*, *Platanus hybrida*, *Quercus ilex*, *Robinia pseudoacacia*, *Tilia cordata* y *Ulmus glabra* (V.V.A.A., 2005).

Figura 10

REPRESENTACIÓN IDEALIZADA DE LOS PERFILES TRANSVERSALES DEL RÍO. SUCESIVAMENTE, DE ARRIBA HACIA ABAJO, SITUACIÓN ANTES DE LAS INTERVENCIONES HUMANAS, A PIE DE PRESA, EN LA ZONA DE ACUMULACIÓN Y ENCAJAMIENTO, EN LA ZONA DE MÁXIMA INFLUENCIA Y EN LA DE INFLUENCIA ATENUADA



Fuente: Elaboración propia.

El índice de calidad del bosque de ribera proporciona valores que corresponden a los niveles «bueno» o «muy bueno» (La Lastra) aunque las diferencias detectadas dependen más de factores humanos externos al río (carreteras, usos del suelo...) que de la dinámica estrictamente fluvial.

En cuanto a los macroinvertebrados, la calidad no ha resultado mucho mejor que en los tramos anteriores en La Lastra y Palombera, apareciendo abundantes dípteros simúlidos, gammáridos, ancílididos, aunque sí que lo ha sido mejor en Rozadío donde han aparecido

abundantes efemerópteros y algunos menos tricópteros, que son mejores indicadores que los anteriores.

5. Embalses

Por último, en los tramos ocupados por los embalses, los ambientes asociados al lecho y a las riberas originales han desaparecido sustituidos por otros nuevos con características propias no estrictamente fluviales y que por esa razón no han sido analizados en detalle en el marco de este trabajo.

En el caso de los embalses en los que se producen fluctuaciones significativas del nivel del agua (La Cohilla y Palombera), la franja situada inmediatamente por debajo de la cota máxima, afectada por las alternancias sumersión-emersión y recubierta por acumulaciones de limos anóxicas y que forman encostramientos al secarse, carece de vegetación permanente. Por su pobreza biológica, esta franja constituye una frontera neta tanto en un sentido transversal (entre el medio acuático y el terrestre), como en el longitudinal (aguas arriba- aguas abajo).

Sin embargo, en las colas de los embalses las acumulaciones de finos aportados por el río forman pequeños deltas semisumergidos inestables y de muy rápida evolución. Todos ellos han sido ocupados por saucedas prácticamente monoespecíficas que, rápidamente, enlazan aguas arriba con el verdadero bosque de ribera. Presentes en los cuatro embalses, sólo han logrado adquirir un carácter semiforestal en el de Palombera.

V. SÍNTESIS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El trabajo realizado demuestra que la utilización hidroeléctrica del Nansa ha originado importantes alteraciones ambientales en el río.

La causa directa más evidente de las mismas son las sucesivas rupturas de continuidad del corredor fluvial por el efecto combinado de las presas y de la drástica reducción de caudal producida las detracciones que se realizan en ellas y que dejan amplios sectores del cauce totalmente seco durante gran parte del año.

Los peces diádromos, que alternan los medios marinos y fluviales a lo largo de su vida y que necesitan para ello remontar o descender el río, son los más afectados por el efecto barrera de los embalses y de los tramos desecados. Habituales a lo largo de gran parte del Nansa y de sus afluentes hasta la construcción de las presas, han desaparecido o se mantienen artificialmente desde entonces aguas arriba del primer obstáculo. En el caso del salmón, el más emblemático y vulnerable de los peces cantábricos, la extinción es prácticamente inevitable en las circunstancias actuales al haber desaparecido casi todos los frezaderos.

Existen indicios de que la aparición de ambientes lénticos asociados a los embalses y tramos de escaso caudal ha influido en la composición de la ictiofauna y de los anfibios (observándose, por ejemplo, grandes concentraciones de batracios en algunos sectores) aunque no ha sido posible valorar objetivamente este extremo.

Las demás especies de fauna acuática y riparia (aves, mustélidos, quirópteros...) parecen haberse acomodado a las nuevas circunstancias sin excesivos problemas y la información manejada sobre su distribución actual no permite probar la existencia de alteraciones significativas relacionadas con los embalses.

Los macroinvertebrados no muestran una mejor calidad mejor a medida que los efectos de las presas disminuyen si bien es verdad que el número de estos, tanto de tipos como de cantidad, aumenta a medida que nos alejamos de ellas. Sin embargo, parece que su variabilidad está mucho más relacionada con el régimen artificial de los caudales.

Por otra parte, la modificación del régimen y de la hidrodinámica fluvial ha producido cambios relevantes en la morfología del cauce y de sus orillas determinando la recuperación del bosque de ribera e influyendo en su composición.

La recuperación del bosque de ribera se verifica en numerosos ríos de la región gracias a su pérdida de interés como fuente de recursos para la economía rural (varas, leña, ramoneo...), a la reducción de la presión agraria en las parcelas contiguas y a su progresiva protección en el marco de la ordenación del territorio y de los espacios naturales.

En el caso del Nansa, sin embargo, el fenómeno presenta un buen número de peculiaridades que sólo pueden explicarse teniendo en cuenta la transformación experimentada por el río (destacando el ensanchamiento del lecho de inundación a costa del permanente lo que favorece la extensión del bosque). Sin embargo, los embalses interrumpen una y otra vez la continuidad del corredor fluvial que pierde bruscamente calidad alrededor de cada uno de ellos pero la va recuperando aguas abajo a medida que las consecuencias de las presas y detracciones se van atenuando. De este modo, el manejo que se hace del agua tiene efectos contrapuestos interrumpiendo la continuidad del bosque y empobreciéndolo junto a las grandes infraestructuras pero favoreciendo en cambio su desarrollo en el resto del valle.

En paralelo, la calidad del agua y de los ecosistemas asociados, valorada mediante índices e indicadores convencionales, refleja fielmente estas alternancias aunque, en el caso del agua, los problemas parecen estar más asociados a la pérdida de caudal y, por tanto, de capacidad para absorber la contaminación agraria y de los vertidos de los pueblos que al efecto de los propios embalses, que generan impactos menos importantes en términos relativos. Por esta razón, la calidad es peor en el curso medio y alto que en el bajo, donde el caudal circulante es mayor.

CUADRO DE SÍNTESIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL BOSQUE BAJO DE CADA PRESA: ÍNDICE QBR, ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN Y EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE ARBOLADA DESDE 1953

	La Lastra			Rozadío			Palombera		
	QBR	Estr.	Evol	QBR	Estr.	Evol	QBR	Estr.	Evol
Pie de presa	·	·	+	--	-	·	--	--	·
Zona acumulación	·	·	·	·	+	+	-	-	+
Máxima influencia	+	+	++	++	++	+	+	+	·
Influenc.atenuada	++	++	++	+	++	++	+	++	++

- : pésima (QBR), predom. roca desnuda (estructura), fuerte disminución (evolución)
- : mala (QBR), herbáceas y algún arbusto (estructura), disminución (evolución)
- : intermedia (QBR), predominio de arbustos (estructura), estabilidad (evolución)
- + : buena (QBR), árboles y arbustos (estructura), aumento significativo (evolución)
- ++: muy buena (QBR), predominio de árboles (estructura), fuerte aumento (evolución)

Todo lo anterior justifica la necesidad de integrar estas cuestiones en la futura gestión de este espacio que, de acuerdo con la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y la Biodiversidad de Cantabria está destinado a convertirse en espacio protegido y deberá contar con sus correspondientes planes de gestión. La visión maniquea de un medio «natural» contrapuesto a otros supuestos «entornos artificiales» y continuamente amenazado por cualquier tipo de actuación humana es excesivamente reduccionista imponiéndose la necesidad de planteamientos más holísticos que integren la compleja trama de interacciones que se producen entre las esferas natural y social del medio geográfico. En este contexto, las actuaciones que se propongan para reducir el impacto negativo de las intervenciones humanas deben asumir que buena parte de los valores «naturales» que justifican la protección del corredor fluvial tienen mucho que ver con esas mismas intervenciones humanas, hoy inadmisibles, cuya minimización constituye una prioridad ineludible.

BIBLIOGRAFÍA

- AEMS- Ríos con vida (2001): *Estudio hidrobiológico de caudales de mantenimiento del Río Nansa (Cantabria)*. El Tiemblo, Ávila, 74 pp. Disponible en http://riosconvida.es/pdfs/SINTESIS%20ESTUDIO%20AEMS%20NANSA_022006.pdf.
- AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA (2006): *Protocolo HIDRI. Protocolo para la valoración de la calidad HIDromorfológica de los Ríos*.
- ALMODOVAR, A., NICOLA, GRACIELA G. (1999): «Effects of a small hydropower station upon brown trout *Salmo trutta* L. in the river Hoz Seca (Tagus basin, Spain) one year after regulation». *Regulated Rivers: Research and Management*, 15, 477-484.
- ANGILLETTA, M.J. jr., STEEL, E. A., BARTZ, K.K., KINGSOLVER, J.G., SCHEURELL, M., BECKMAN, B. R., CROZIER, L. G. (2009): «Big dams and salmon evolution: changes in thermal regimes and their potential evolutionary consequences». *Evolutionary Applications*, 286-299.
- ARMITAGE, P.D. (2009). «A quantitative study of the invertebrate fauna of the River Tees below Cow Green Reservoir». *Freshwater Biology*, 6, 3, 229-240.
- CAMARGO, J.A. y GARCIA DE JALÓN, D. (1990). «The downstream impacts of the Burgomillodo reservoir, Spain». *Regulated Rivers: Research and Management*, 5, 4, 305-317.
- CARRACEDO, V., GARCÍA CODRON, J.C. (2009): «*Bosque de ribera e intervención humana en el valle del Nansa (Cantabria)*». Málaga, V Congreso Nacional de Biogeografía, (en prensa).
- GARCÍA CODRON, J. C., (Dir.) (1998): «Evolución y situación actual de la nutria en Cantabria». En *Trabajo de Investigación sobre la fauna silvestre cántabra*. Consejería de Ganadería, Agricultura y Pesca del Gobierno de Cantabria- Universidad de Cantabria (inédito).
- GARCÍA DE JALÓN, D., GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M., CASADO, C. (1992): «Ecology of regulated streams in Spain: an overview». *Limnética*, 8, 161-166.
- GARCÍA RUIZ, J.M. y LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (2009): *La erosión del suelo en España*. Zaragoza, Sociedad Española de Geomorfología, 441 pp.

- GILVEAR, D.J. (2004): «Patterns of channel adjustment to impoundment of the upper river Spey, Scotland (1942-2000)». *River Research and Applications*, 20, 151-165.
- GRAF, W. L. (2006): «Downstream hydrologic and geomorphic effects of large dams on American rivers». *Geomorphology*, 79, 336-360.
- HART, D. y FINELLI, Ch.M. (1999): «Physical-biological coupling in streams: the pervasive effects of flow on benthic organisms». *Annual Review of Ecology and Systematics*, 30, 363-395.
- LARA, F., GARILLETI, R., CALLEJA, J.A. (2004): *La vegetación de ribera de la mitad norte española*. Madrid, CEDEX- Ministerios de Fomento y Medio Ambiente.
- LUCIO, A.J., ESPINOSA, J. (2003): *Red Natura 2000. Cantabria*. Santander, Dirección General de Montes y Conservación de la Naturaleza, Gobierno de Cantabria.
- MADOZ, P. (1984): *Diccionario geográfico-estadístico-histórico*. Santander. Valladolid, Ámbito y Santander, ESTVDIO, 327 p. Facsímil del Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de Ultramar, Madrid, 1845-1850.
- MANNES, S., ROBINSON, Ch.-T., UEHLINGER, U., SCHEURER, T., ORTLEPP, J., MÜRLE, U., MOLINARI, P. (2008): «Les effets écologiques d'un programme de restauration hydrologique d'une rivière artificialisée». *Revue de géographie alpine*, Dossiers, 96/1, 113-124.
- MERRITT, D.M. y COOPER, D.J. (2000): «Riparian vegetation and channel change in response to river regulation: A comparative study of regulated and unregulated streams in the Green River Basin, USA». *Regulated Rivers*, 16, 6, 543-564.
- MUNNÉ, A., SOLÁ, C. y PRAT, N. (1998): «QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera». *Tecnología del Agua*, 175, 20-37.
- OSA MARINA, C. de la (1999): *Memoria, años 1996-1999*. Cosío, Sociedad para la Recuperación y Defensa del Río Nansa y Afluentes, 99 pp.
- POFF, N.L., ALLAN, J. D., BAIN, M.B., KARR, J.R., PRESTEGAARD, K.L., RICHTER, B., SPARKS, R., STROMBERG, J. (1997): «The natural flow regime: a new paradigm for riverine conservation and restoration». *BioScience*, 47, 769-784.
- REYNOLDS, J.D. (1998): *Conservation management of the white-clawed crayfish, Austropotamobius pallipes*. Part 1. Irish Wildlife Manuals, No. 1. Dublin, Department of Arts, Heritage, Gaeltacht and the Islands.
- SERDIO, A., GARCÍA DE LEÁNIZ, C., CONSUEGRA, S. (2002): «Estrategia de recuperación del Río Nansa como hábitat salmonero». En Serdio, García de Leániz y Consuegra, edits.: *El salmón, joya de nuestros ríos*. Gobierno de Cantabria, Santander.
- V.V.A.A. (2005): *Plan de investigación integral para la caracterización y diagnóstico ambiental de los sistemas acuáticos de Cantabria*. Universidad de Cantabria- Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria, Empresa de Residuos de Cantabria (inédito).
- V.V.A.A., 2008. *Propuesta de valoración del Patrimonio Territorial del Valle del Nansa*. Programa Patrimonio y Territorio. Fundación Marcelino Botín, Santander (informe inédito).
- WARD, J.V., STANFORD, J.A. (2001): «Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation». *Regulated Rivers: Research and Management*, 11, 1, 105-119.

