

ESTRATEGIA NACIONAL DE RESTAURACIÓN DE RÍOS

Ministerio de Medio Ambiente

Subdirección General de Gestión Integrada del Dominio Público Hidráulico

Universidad Politécnica de Madrid

E.T.S. Ingenieros de Montes

MESAS DE TRABAJO

Coordinación General: Marta González del Tánago

LAS ALTERACIONES GEOMORFOLÓGICAS DE LOS RÍOS

Coordinación y Redacción del documento:

Alfredo Ollero Ojeda. Universidad de Zaragoza.

Rafael Romeo García. Comisario de Aguas de la cuenca del Ebro.

Participantes:

Daniel Ballarín Ferrer. Mastergeo y Universidad de Zaragoza.

Germán Bastida Colomina. Fundación Nueva Cultura del Agua.

José Bellosta Zapata. Ayuntamiento de Zaragoza.

Ana M. Camarasa Belmonte. Universidad de Valencia.

Josu Elso Huarte. Gestión Ambiental Viveros y Repoblaciones de Navarra.

Evelyn García Burgos. Agència Catalana de l'Aigua.

Lluís X. Godé Lanao. Agència Catalana de l'Aigua.

Antonio F. Herrera Grao. Mediodes.

Carlos Ibero Solana. Atecma.

Vicente Juan Jueas. Alcalde de Fraga.

Juan Pedro Martín Vide. Universitat Politècnica de Catalunya.

Daniel Mora Mur. Mastergeo y Universidad de Zaragoza.

Bárbara Mora Navarro. Universidad Politécnica de Madrid.

Miguel Sánchez Fabre. Universidad de Zaragoza.

Madrid, Julio de 2007

PARTE PRIMERA: FUNDAMENTOS

1. Introducción.....	1
2. Sistemas fluviales y dinámica fluvial	7
3. Dinámica hidrogeomorfológica y restauración fluvial	31

PARTE SEGUNDA: PROBLEMÁTICA

4. Alteraciones geomorfológicas en cauces	36
4.1. Por desnaturalización hidrológica	38
4.2. Por limitación de los flujos sedimentarios	44
4.3. Por reducción en la funcionalidad de la llanura de inundación	49
4.4. Por actuaciones directas sobre la forma del cauce	54
4.5. Por actuaciones directas sobre el fondo del lecho y la dinámica longitudinal	57
4.6. Por actuaciones directas sobre las márgenes y la dinámica lateral	60
4.7. Por deterioro de las riberas	63
4.8. Conclusión	67
5. Canalizaciones y defensas	70
6. Dragados y extracciones	83
7. Inercias	95

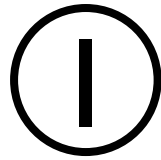
PARTE TERCERA: SOLUCIONES

8. Objetivos y condicionantes	115
9. Recuperar un “Territorio Fluvial”	127
10. Otras propuestas de restauración	144
10.1. Propuestas para la recuperación de caudales sólidos	146
10.2. Propuestas para la recuperación de procesos y formas fluviales	157

PARTE CUARTA: DEBATE Y CONCLUSIONES

11. Claves de actuación	182
12. Propuesta de ejemplos de demostración	202
13. Conclusiones	224

Referencias



FUNDAMENTOS



Barranco Guarga de Cájol, en Sobrarbe (A.Ollero)

I. INTRODUCCIÓN

(1) Los ríos son sistemas naturales enormemente dinámicos y complejos. Su principal función es el transporte de agua, sedimentos, nutrientes y seres vivos, pero además conforman corredores de gran valor ecológico, paisajístico, bioclimático y territorial, que enlazan montañas y tierras bajas. Por tanto, la red fluvial constituye un elemento clave en la dinámica ambiental y en la planificación territorial. Transportan agua, ese bien extraordinario, y es agua que se ve fluir, que se siente y se escucha, que cambia continuamente, en el tiempo y en el espacio. Por ello son los ríos protagonistas allá por donde circulan. De ahí su carácter único, singular, inigualable, dominando un espacio estrecho y alargado con personalidad propia, una franja de territorio muy valiosa y, por tanto, también muy apetecible. Porque ríos y valles cuentan con una enorme capacidad estructurante y articuladora del territorio, lo cual ha ido siempre en beneficio del ser humano, pero también implica una excesiva presión desde éste.

(2) En España contamos con ríos espléndidos, con paisajes fluviales únicos en Europa, que constituyen un patrimonio natural rico y diverso, de un valor enorme que no hemos sabido apreciar en su justa medida. Los ríos son un patrimonio público, de interés general, de enorme valor social, elementos intuitivos de comunicación, de valores simbólicos y

culturales, por todo lo cual debería ser un patrimonio natural, escénico y cultural protegido. No olvidemos tampoco los valores bioclimáticos de los ríos, su papel en la confortabilidad humana.

(3) Estos sistemas naturales en equilibrio dinámico están ajustándose permanentemente, en el espacio y en el tiempo, a las fluctuaciones de los caudales líquidos y sólidos, lo que se traduce en movilidad lateral y vertical (Werritty, 1997). Esta movilidad es un mecanismo de regulación y es también el motor de una dinámica ecológica intensa, garante de la riqueza y diversidad de estos sistemas naturales (Malavoi *et al.*, 1998). Diversas actividades humanas tienen alta capacidad de modificación del funcionamiento hidrológico y de la dinámica fluvial. El desconocimiento de la dinámica natural de los sistemas fluviales, de los cauces y de las riberas, ha acarreado en las últimas décadas graves consecuencias ambientales.

(4) Mantener este equilibrio dinámico resulta especialmente relevante en el caso de sistemas de circulación efímera (ramblas y barrancos mediterráneos), donde los procesos sedimentarios y geomórficos están ajustados a episodios poco frecuentes de alta magnitud. En ocasiones, largos períodos sin circulación hídrica llevan a percibir un cauce de rambla como un espacio ajeno a la actividad fluvial, donde los patrones de gestión o bien simplemente no existen, o bien obedecen a directrices de ordenación territorial incompatibles con la compleja dinámica hidrogeomorfológica de las ramblas.

(5) En efecto, precisamente el funcionamiento dinámico de ríos y ramblas, su actividad continua, eso que los hace valiosísimos como sistemas naturales, es lo que dificulta su gestión y ha llevado a obras de contención o de fijación enormemente impactantes en los ecosistemas fluviales y en la propia dinámica hidromorfológica. En las últimas décadas se ha maltratado a los ríos, aumentando su deterioro ambiental y sus riesgos, y al mismo tiempo han sido olvidados en buena medida. Se ha olvidado un uso fundamental e irrenunciable del agua: circular por la red fluvial, transportar sedimentos y nutrientes, inundar llanos de inundación, abastecer al mar, renovar ambientes acuáticos y ribereños, crear y mantener corredores ribereños que, si fueran continuos y estuvieran bien conservados, serían las grandes autopistas ecológicas del territorio, entretejiendo conexiones entre todos los espacios naturales.

(6) Ya no es suficiente con conservar lo que nos queda, ya es necesario restaurar. Pero, ¿cómo lo hacemos?, ¿cómo responderán nuestros ríos?, ¿es demasiado tarde para algunos problemas? Son sistemas naturales tan complejos que, a pesar de su rápido dinamismo, tardarán en responder a estos interrogantes. Creemos que la dinámica fluvial es la clave para

la búsqueda de soluciones, que restaurando la dinámica fluvial puede lograrse la restauración de todo lo demás.

2. SISTEMAS FLUVIALES Y DINÁMICA FLUVIAL

(7) Integrado en los ciclos del agua, de la materia sólida y biogeoquímicos, el sistema fluvial es un complejo mecanismo hidrológico, geomorfológico y ecológico de movilización o conducción superficial de las aguas continentales, acompañadas de los materiales que transportan (sedimentos, solutos, contaminantes, nutrientes, seres vivos) en la dirección de la pendiente hasta que son vertidas en los océanos. Cuenta con una enorme capacidad de transporte de masa y energía. Los fluviales son sistemas abiertos, enormemente dinámicos en el espacio y en el tiempo y considerablemente complejos, de manera que las interrelaciones entre elementos son innumerables.

(8) Esta complejidad y dinámica de los sistemas fluviales determina la presencia de una gran heterogeneidad de hábitats, que además son muy variables en el tiempo. La heterogeneidad del medio físico condiciona la biodiversidad y productividad de los ecosistemas fluviales, siendo un factor fundamental para las poblaciones de peces y macroinvertebrados, la vegetación de ribera, la presencia de macrófitas, la acumulación de materia orgánica, etc. La vegetación de ribera participa además en esta estructuración de los hábitats, contribuyendo a la diversificación del espacio físico y creando unas condiciones hidráulicas más heterogéneas. Así, la hidrología, la geomorfología y la vegetación riparia determinan conjuntamente la diversidad de los hábitats acuáticos y ribereños.

(9) El sistema fluvial se estructura en cuencas hidrográficas y en una red de drenaje compuesta por un sistema jerarquizado de cursos fluviales, desde pequeños surcos hasta ríos, que confluyen unos en otros hasta configurar el colector principal de la cuenca. Cada uno de estos cursos fluviales cuenta con una corriente natural fluctuante en el tiempo, a veces esporádica o espasmódica, de agua y materiales sólidos que circula por un cauce con orillas bien definidas. En muchos cursos de circulación efímera la red de drenaje aún no está del todo organizada, por lo que es frecuente encontrarnos con zonas arreicas o de drenaje deficiente, que en la actualidad están aún articulando sus elementos de drenaje dentro de la cuenca fluvial.

(10) En efecto, el cauce menor o canal fluvial es un elemento geomorfológico que se encarga del transporte del caudal hídrico y sólido del sistema fluvial, de manera que su forma y dimensión están supeditadas a su función. Simple o múltiple, rectilíneo, meandriforme, trenzado o anastomosado, presenta cierto encajamiento que permite su delimitación. Sus

caracteres (sección, profundidad, número de brazos, morfología de lecho y orillas, etc.) han sido conformados como respuesta de la interacción entre las condiciones geomorfológicas del terreno concreto por el que circula (litología, pendiente, etc.) y las características del flujo (cantidad, variación, régimen, procesos extremos, caudal sólido, etc.). Algunos cauces son rocosos, labrados directamente en sustrato litológico, pero son más frecuentes los cauces aluviales, contruidos sobre los propios sedimentos transportados.

(11) La morfología y dimensiones del cauce son modeladas y ajustadas por sobrantes energéticos que la corriente ya no invierte en transportar. Básicamente se puede considerar que el caudal geomórfico más efectivo es el de cauce menor lleno (*bankfull* en la literatura internacional), sin disipación por desbordamiento, ya que es el proceso de máxima velocidad y energía de la corriente. Son las crecidas ordinarias, por tanto, las que presentan una alta eficacia geomorfológica, y los cauces ajustan su forma para poder conducirlos entre sus orillas. En el caso de ramblas mediterráneas, Brakenridge (1988) habla de sistemas fluviales dominados por sucesos extraordinarios, con una “configuración activa”, por oposición a la “configuración estable” de zonas húmedas. En estos sistemas los procesos controlan a las formas en episodios de gran magnitud, mientras que las formas controlan los procesos cuando la magnitud de los episodios es baja (Graf, 1988).

(12) El perfil longitudinal es la pendiente que describe el cauce en su recorrido descendente desde su origen hacia su nivel de base, en forma de curva de concavidad hacia arriba. Es un perfil móvil, siempre provisional, como los factores que lo controlan. Lo podemos entender también como un mecanismo automático que regula el transporte y da unidad y continuidad a todo el sistema. Su proceso de regularización es una tendencia continua consistente en la reducción de las pendientes fuertes por erosión lineal y regresiva y en los procesos de sedimentación sobre las débiles. Esa tendencia a lograr un perfil de equilibrio o curva regularizada que aseguraría la mejor eficiencia de transporte, se ve interrumpida continuamente por la irregularidad del caudal y los aportes laterales, así como por actuaciones humanas, en especial infraestructuras transversales.

(13) En todos los cauces, sean rocosos o aluviales, el perfil longitudinal se resuelve en una sucesión continua de rápidos y remansos, es decir, de puntos de incremento y de decremento de la pendiente local. En cursos altos de fuerte pendiente los puntos de incremento son saltos o cascadas y los de decremento pozas a su pie (sucesión *step-pool*). En cursos medios y bajos de escasa pendiente los puntos de incremento son pequeños umbrales o resaltes (afloramiento del sustrato, acumulación aluvial, algún tronco cruzado..., generalmente transversales o diagonales al curso), mientras las pozas son alargadas y poco profundas (sucesión *riffle-pool* en la bibliografía internacional). En los resaltes la corriente

gana velocidad y el flujo puede romperse, agitarse, volverse turbulento, en facies lítica. En las pozas la corriente circula a escasa velocidad, en facies léntica.

(14) Esta formación de rápidos y remansos tiene especial interés para el funcionamiento biológico de los ríos, ya que favorece la diversidad de hábitats y de organismos acuáticos. La velocidad del agua es una de las variables que controlan la presencia de numerosas especies acuáticas. Por ejemplo, muchos invertebrados dependen de ciertos rangos de velocidades para alimentarse o para respirar. Los rápidos y remansos proporcionan estas velocidades necesarias, teniendo normalmente los rápidos una biodiversidad de macroinvertebrados mayor, con abundante presencia de plecópteros y tricópteros y efemerópteros. Los remansos, en cambio, son utilizados, debido a su mayor profundidad, por los individuos mayores, y como refugio y zona de descanso de numerosas especies piscícolas (Elsó & Giller, 2001). Por otra parte, los procesos de formación de rápidos y remansos dan lugar a que los sedimentos del fondo queden ordenados según su tamaño, de modo que éstos son más gruesos en los rápidos, y se encuentran mejor clasificados que en los remansos, donde se depositan los finos. Por lo tanto, los rápidos constituyen medios muy porosos y limpios de finos que dan lugar a aguas oxigenadas, creando frezaderos para los peces y microhábitats muy específicos para los macroinvertebrados.

(15) Los cauces aluviales cuentan con depósitos o barras de sedimentos, cubiertas o no habitualmente por la corriente hídrica, que pueden ser laterales, longitudinales u oblicuas en función de su posición. Normalmente se alargan en el sentido de la corriente, concluyendo aguas abajo en forma de punta de flecha. Los materiales de mayor tamaño suelen encontrarse en la porción apical o de aguas arriba de la barra, existiendo una gradación progresiva hacia materiales más finos hacia el sector distal o de aguas abajo. Esta gradación granulométrica puede ser alterada por obstáculos como madera muerta o vegetación natural. Las barras de meandro tienen forma de media luna en la orilla convexa de la curva. Un lóbulo de meandro puede contar con varias barras adosadas sucesivas, constituidas por una elevación, el auténtico depósito de gravas suavemente elevado desde el lecho, y pequeñas depresiones situadas entre los depósitos.

(16) Las especies pioneras de ribera están adaptadas a los procesos de erosión y sedimentación que tienen lugar en los ríos, ya que tienen semillas que se dispersan fácilmente y germinan con rapidez, siendo además su crecimiento en altura y de las raíces rápido. Estas especies necesitan para su establecimiento suelos húmedos y desnudos, que aparecen con la formación de zonas de depósito de sedimentos. De este modo, la presencia de barras de sedimentos, donde la falta de competencia junto con un nivel freático elevado y sedimentos

recientemente depositados permiten la germinación de las semillas, es esencial para la colonización de la vegetación.

(17) Un caso particular de este proceso de deposición y posterior colonización por las especies de ribera es el de la formación de islas. Dependiendo del grado de desarrollo de la vegetación sobre el depósito y de la intensidad de arrastre y frecuencia con que se producen las avenidas durante el periodo de formación de la isla, esta será de vida efímera e inestable o acabará por estabilizarse como una estructura permanente. En el primer caso, representan estructuras importantes para el desarrollo de las comunidades vegetales colonizadoras de graveras (3250 y 3270) y de vegetación acuática (3150), presentes en la Directiva Hábitats (92/43). Las islas permanentes albergan otros hábitats, generalmente correspondientes a sucesiones más maduras, que también están presentes en la Directiva como las saucedas y choperas mediterráneas (hábitat 92A0) o los tamarizales (92D0). En ambos casos, estos hábitats presentan un mayor grado de protección frente a la agresión humana, de los ramoneadores, etc debido a su aislamiento, lo que les confiere un alto valor ecológico. Además, son importantes zonas de cría para mamíferos semiacuáticos (como el visón europeo), anidamiento (como el martinete) o frezaderos para peces en sus orillas, por lo que es necesaria su protección.

(18) En las barras sedimentarias del cauce son de grano más grueso las capas superficiales que las profundas. Este acorazamiento se explica por transporte selectivo, ya que en aguas medias y altas sólo el material fino es barrido, movilizado por la corriente, quedando el grueso entrelazado en superficie, formando un pavimento que sólo crecidas mayores pueden remover. Una situación extrema de acorazamiento se da al pie de muchas presas, donde se forman auténticos pavimentos de grandes bloques, a modo de “lecho fósil”.

(19) La llanura de inundación o cauce mayor es una forma de relieve construida por la corriente fluvial en su régimen de crecidas, de topografía básicamente llana, casi siempre ligeramente cóncava, aunque en cursos bajos puede ser levemente convexa si el cauce menor se ha elevado en sus propios sedimentos, quedando enmarcado por diques naturales. Durante las avenidas la llanura de inundación se convierte en recinto de disipación de energía de las aguas desbordadas y de almacenamiento de caudal a lo largo del proceso, efecto laminador que repercute en la reducción del caudal-punta aguas abajo, con el consiguiente aplanamiento del hidrograma. También constituyen un recinto de decantación, responsable del crecimiento vertical de los depósitos y de la fertilidad del terreno aluvial, de los materiales finos que la corriente transportaba en suspensión. La inundación recarga el acuífero aluvial que se encuentra bajo la llanura. De ahí que un sistema fluvial con crecidas y

una llanura de inundación que pueda inundarse garanticen un nivel freático elevado y con ello la supervivencia de los ecosistemas de ribera.

(20) Dentro de la llanura de inundación puede diferenciarse el corredor ribereño, espacio que incluye el cauce menor y las riberas y cuyo límite externo viene a estar marcado por la propia movilidad lateral del cauce, englobando los paleocauces más recientes. Cuenta con una altísima diversidad biogeoquímica, física y biológica y con un microclima especial de mayor humedad y menor amplitud térmica que puede contrastar notablemente con el exterior. Su papel como corredor ecológico es fundamental para la dispersión y migración de especies. Las riberas son un mosaico de terrenos definidos por el tipo de sedimento, su altitud relativa respecto al cauce y al freático y su edad o estado sucesional. Son ecotonos o ricos ecosistemas transitorios entre el ecosistema acuático de la corriente fluvial y el ecosistema terrestre externo del fondo del valle. El terreno de ribera, llano pero irregular, labrado por las aguas de desbordamiento, está directamente influenciado por el flujo subterráneo, por lo que se considera un humedal (Montes, 1997). La dinámica del cauce puede provocar la escisión de brazos abandonados, paleocauces que pueden mantener durante décadas una lámina de agua y vegetación asociada.

(21) En el caso de ramblas, junto a las llanuras de inundación, adquieren gran protagonismo como zonas inundables y, en consecuencia de gran actividad geomorfológica, las denominadas formas de transición (conos, abanicos, piedemontes), que constituyen auténticos almacenes de sedimentos y modificadores de las crecidas. Dentro de la llanura de inundación, la propia dinámica torrencial crea a menudo tramos de geometría convexa, donde son muy importantes los *yazoos*, o canales secundarios que drenan las vaguadas laterales de dichas llanuras.

(22) De acuerdo con los conceptos de *flood pulse* (Junk *et al.*, 1989) y *flow pulse* (Tockner *et al.*, 2000), las pulsaciones, ritmos o fluctuaciones de caudal regulan los intercambios ecológicos entre las distintas unidades acuáticas y terrestres del hidrosistema fluvial y, por tanto, son fundamentales para la supervivencia de los corredores ribereños. Esta es la base de la conectividad ecológica lateral o transversal, completando o complementando las relaciones longitudinales o de continuidad. Así, las crecidas y aguas altas incrementan la dinámica de todas las interacciones, ya que conectan el cauce principal con los brazos muertos y con el corredor ribereño, recuperándose esas conexiones cortadas en aguas bajas. Este funcionamiento por pulsaciones de los ecosistemas fluviales y ribereños debe ser tenido en cuenta en la gestión hídrica de ríos regulados, encontrándose en la base de los caudales ambientales, que deberían incluir “crecidas ecológicas”.

(23) En efecto, las crecidas remodelan el paisaje, creando nuevos hábitats que dan lugar a una heterogeneidad física a distintas escalas espaciales, tan importante para mantener la biodiversidad de los corredores fluviales. Además, las crecidas conectan el río con la llanura de inundación, incrementando la productividad de la misma, al recargar los niveles freáticos y permitir un intercambio de biota, sedimentos, materia orgánica y nutrientes. Este intercambio favorece la regeneración de la vegetación riparia, así como la entrada de alimento para los organismos acuáticos y el acceso de los peces a zonas de reproducción.

(24) Dentro del sistema natural se habla de dinámica fluvial en referencia a los complejos procesos activos y metamorfosis de los sistemas fluviales (migraciones y cambios de trazado de cauces, orillas erosionadas o con depósitos sedimentarios, etc.), tanto en su componente espacial (longitudinalmente a lo largo del eje fluvial, así como transversal y vertical) como en su evolución temporal. Un río vivo es dinámico espacial y temporalmente, porque en cada momento su paisaje es una expresión del funcionamiento y de la historia del sistema, de su cuenca, de todos sus procesos climáticos, hidrológicos, geomorfológicos y ecológicos.

(25) El motor de la dinámica fluvial es el caudal, tanto líquido como sólido. Las crecidas son los grandes procesos dinamizadores del sistema, siendo capaces de modificar el paisaje, la geomorfología y la ecología fluviales en un solo día mucho más que varias décadas de funcionamiento hidrológico normal. Así pues, las crecidas son episodios absolutamente necesarios para el sistema. Sin crecidas la dinámica se reduce por debajo de los umbrales mínimos que garantizan las interacciones entre los elementos del sistema, con lo que éste deja de funcionar como tal y compromete con ello la supervivencia de todos los ecosistemas integrados en él.

(26) En la práctica la dinámica fluvial se resuelve en la combinación y el enfrentamiento de procesos de erosión, transporte y sedimentación. Sobre un mismo espacio o sector fluvial y a lo largo del tiempo pueden registrarse, por lo que respecta a la dinámica longitudinal y vertical, procesos de incisión o de acreción. La incisión es el encajamiento por combinación de erosión lineal y remontante en el fondo del lecho fluvial. La acreción o colmatación es la tendencia al crecimiento o elevación del cauce menor, debido al predominio de la deposición sobre la erosión. De forma natural todos los cursos de agua suelen contar con sectores en los que predomina uno u otro proceso, tal como se expuso al hablar del perfil longitudinal. Diversas acciones antrópicas pueden invertir o acelerar estas tendencias. Acreción e incisión repercuten en procesos secundarios de dinámica vertical y longitudinal, como la migración de barras y la migración de resaltes y pozas.

(27) Por lo que respecta a la dinámica lateral o transversal, el balance erosión-sedimentación se manifiesta en las orillas o en las barras centrales del cauce, resultando procesos variados, complejos y a veces combinados: meandrización (incremento de la sinuosidad), ampliación de curvaturas (incremento de la amplitud de onda), migración de meandro aguas abajo, acortamiento de curvaturas por atajo en canal de crecida o por corta de cuello de meandro, trenzamiento o subdivisión en brazos, simplificación o reducción a un cauce único, irregularización de márgenes sin tendencia clara, estrechamiento del cauce, ensanchamiento del mismo, cambios de lugar de confluencias e incluso avulsiones o cambios de trazado radicales a lo largo de un trecho de la llanura de inundación, etc. De forma más simple también pueden catalogarse todas y cada una de las orillas de un cauce como erosivas o en retroceso o bien sedimentarias o en avance, de acuerdo con sus procesos y tendencias dominantes.

(28) El resultado de todos estos procesos es una gran variedad en la morfología en planta de los cauces. Esta diversidad geomorfológica es clave en el sistema fluvial, ya que es la respuesta al funcionamiento de la cuenca y a su vez origen de la diversidad biológica. Cada sistema fluvial, sin romper su unidad como sistema ni su continuidad longitudinal, está constituido por una sucesión de discontinuidades o cambios de morfología o estilo fluvial. Aunque todos están interconectados por el continuo fluvial, cada uno de estos tramos tiene un funcionamiento hidrogeomorfológico diferente, singular, y requerirá también medidas diferenciadas en su gestión o restauración. Los tipos básicos de morfología del cauce o estilo fluvial (Díaz y Ollero, 2005) son los rectos, sinuosos, meandriformes, trenzados y anastomosados, existiendo también tipos de transición. Además de en su recorrido longitudinal, pueden registrarse cambios de tipología en el tiempo, por causas naturales o antrópicas.

(29) Los cauces de mayor dinámica son generalmente los que se ubican en valles abiertos sobre un sustrato litológico blando. Estos cauces de llanura se caracterizan fundamentalmente por la clara diferenciación hidrogeomorfológica entre cauce menor y llanura de inundación, así como por el dominio de la erosión lateral sobre la lineal. Suelen ser cauces meandriformes o trenzados, o bien de transición entre ambos.

(30) La dinámica fluvial es la clave no sólo del funcionamiento, sino también del valor ecológico, paisajístico y ambiental de los sistemas fluviales. Si se quiere conservar un río como ecosistema y como corredor ambiental en el territorio se debe proteger ante todo su dinámica hidrogeomorfológica, porque ésta es la que va a garantizar la protección de todos y cada uno de los elementos del sistema y sus relaciones. Es la dinámica fluvial la que garantiza que haya un corredor ribereño, más complejo y diverso cuanto más activos sean los

procesos, y también asegura que las biocenosis acuáticas y ribereñas se asienten, se desarrollen y se desplacen. Para contar con ríos vivos, para conservar sus biocenosis, hay que proteger su dinámica (Ollero, 2003). Numerosos científicos han demostrado que la diversidad de la vegetación de ribera está favorecida por la migración del cauce fluvial y el rejuvenecimiento de los hábitats del llano de inundación (Margalef, 1978; Pautou et Wuillot, 1989; Sterling, 1990; Marston *et al.*, 1995; Bornette *et al.*, 1998; Buijse *et al.*, 2002). Como señalan Malavoi *et al.* (1998), toda reactivación de la dinámica fluvial en un sector de un sistema fluvial antiguamente móvil pero actualmente estabilizado, se traduce en un plazo muy corto en una reactivación de la dinámica ecológica y, por tanto, en un incremento de la biodiversidad y de la calidad de los ecosistemas acuáticos y ribereños. Cualquier merma o eliminación de la dinámica fluvial genera los efectos inversos, es decir, pérdida de biodiversidad y de calidad en los ecosistemas.

3. DINÁMICA HIDROGEOMORFOLÓGICA Y RESTAURACIÓN FLUVIAL

(31) Para el funcionamiento adecuado de un sistema fluvial es, por tanto, condición clave la conservación de su dinámica natural. Sólo los ríos que mantienen esa dinámica pueden funcionar correctamente como sistemas, es decir, cumplir sus funciones en la naturaleza. Un río sin impactos antrópicos no necesita nada para contar con una dinámica natural activa, ya la tiene sin ninguna duda. Por tanto, si se pretende restaurar un sistema fluvial es preciso recuperar su dinámica natural activa, y para ello hay una serie de requisitos o condicionantes imprescindibles:

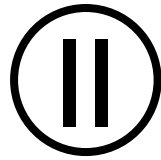
- Caudales naturales, con fluctuaciones estacionales y procesos extremos.
- Crecidas, auténticos motores de dinámica y de conectividad transversal.
- Sedimentos que puedan movilizarse, generados tanto en la cuenca como en las propias vertientes con las que choca el cauce y en las propias orillas del mismo.
- Ausencia de defensas e infraestructuras que pudieran encorsetar al cauce o dificultar los procesos de erosión, transporte y sedimentación y las relaciones ecológicas.
- Presencia de vegetación natural complejamente estructurada que ejerza sus diversas funciones de filtro y controle la dinámica.
- Contar con un espacio fluvial suficiente, continuo de arriba abajo para mantener las dinámicas naturales longitudinales y verticales y lo suficientemente ancho para cumplir la dinámica lateral y la conectividad.
- Contar con el tiempo necesario para que tengan lugar los procesos naturales, un tiempo que no habría que forzar con procedimientos humanos de aceleración ni de ralentización.

(32) La restauración de un sistema muy dinámico como el fluvial no puede lograr una réplica perfecta de la condición inicial, sino que debe tratar de restablecer la estructura y función, tomando como referencia las condiciones dinámicas más parecidas a las que corresponderían si no hubiera sido afectado por una perturbación antrópica. Si queremos que la restauración fluvial sea sostenible hay que actuar sobre las causas (los impactos) mucho más que sobre los efectos. Como señala González del Tánago (2004), hay que centrarse en la recuperación de los procesos naturales de los cauces y riberas, con el fin de lograr el equilibrio geomorfológico y recobrar su funcionamiento como ecosistemas.

(33) Los mejores restauradores de su dinámica natural son los propios sistemas fluviales. Los ríos tienen una tendencia a reconstruir su geomorfología, a autocorregirse, a readaptarse a los factores físicos, siempre que se eliminen los elementos antrópicos que los perturban (Williams, 2001). Es lo que se puede llamar resiliencia fluvial. En consecuencia, es factible y aconsejable dar un salto cualitativo en el tratamiento de los ríos, abandonando “la tecnología puede fijarlo” para llegar al “trabajando con el río en lugar de contra él” e incluso al “dejar al río hacer el trabajo” (Downs & Gregory, 2004), como se explicará más adelante.

(34) La restauración debe contemplar el sistema fluvial como fase de un proceso, como componente dinámico de un paisaje en continua evolución, no como una entidad estable y definitiva (Downs & Gregory, 2004).

(35) En resumen, consideramos que la restauración fluvial debe ser ante todo una restauración de la dinámica del sistema fluvial, integrando a los ríos en su evolución natural, conduciéndolos a la geomorfología propia de sus funciones y de los condicionantes de cuenca, recuperando el funcionamiento hidrogeomorfológico activo y complejo, garantizando así su sostenibilidad en el futuro.



PROBLEMÁTICA



Río Aragón en Astún (A.Ollero)



Río Arba de Luesia en Ejea de los Caballeros (A.Ollero)

4. ALTERACIONES GEOMORFOLÓGICAS EN CAUCES

(36) Cuando hay algo que debemos restaurar lo primero que tenemos que preguntarnos es ¿cómo hemos podido llegar hasta esta situación? Los ríos y corredores ribereños son, para muchos autores, los espacios más dañados y amenazados del planeta (Tockner & Stanford, 2002). Los grandes ríos alpinos fueron “domesticados” en el siglo XIX y primera mitad del XX (Petts *et al.*, 1989; Plachter, 1998), quedando menos del 10% de los cauces en estado natural, reducidos a cabeceras y cursos altos (Martinet & Dubost, 1992). Todos los impactos sobre el sistema fluvial, sean directos sobre el cauce o indirectos sobre cuencas y vertientes o diferidos en el tiempo, cuentan con respuesta en el funcionamiento hidrológico y geomorfológico del sistema y en sus propias morfologías de cauce y riberas. Los cursos de agua han jugado siempre un importante papel en el desarrollo de las actividades humanas. Son arterias vitales que han ido soportando usos crecientes, cada vez más traumáticos, frente a los que el sistema fluvial se ha ido adaptando, pero también ha incrementado su fragilidad, superándose en ocasiones umbrales desde los que es imposible la recuperación. La evolución geomorfológica de los cauces responde a reajustes frente a las perturbaciones de los procesos y funciones del sistema, siendo clave entre ellos la alteración de los flujos sedimentarios (Cosandey, dir., 2003). El impacto de las obras hidráulicas y de ciertas actividades económicas es hoy muy bien conocido, al menos a escala local. Pero a escala de

cuenca las causas y los efectos se imbrican en cadenas complejas muy difíciles de desenredar. En su estudio hay que asentar nuevos principios de gestión racional y sostenible.

(37) Las alteraciones geomorfológicas en cauces tienen lugar tanto en los procesos como en las formas y responden tanto a impactos directos en el cauce como a presiones indirectas sobre la cuenca o el sistema fluvial aguas arriba:

- Numerosas alteraciones geomorfológicas tienen lugar a raíz de alteraciones hidrológicas (volumen, régimen y procesos extremos) en la cuenca o en el propio curso aguas arriba (apartado 4.1).
- Otro conjunto de alteraciones geomorfológicas procede de la alteración en los caudales sólidos o flujos sedimentarios (apartado 4.2).
- El papel hidrogeomorfológico de las llanuras de inundación es alterado por infraestructuras y usos del suelo que modifican su funcionalidad (apartado 4.3).
- Existen abundantes alteraciones de la geomorfología del trazado en planta del curso fluvial por acciones directas sobre los cauces (apartado 4.4).
- Se registran con frecuencia alteraciones en los procesos geomorfológicos longitudinales, a raíz de rupturas de continuidad en el sistema y de actuaciones directas sobre el fondo del lecho (apartado 4.5).
- Hay también abundantísimas alteraciones geomorfológicas de las márgenes del cauce y de los procesos laterales, generalmente por impactos directos (apartado 4.6).
- El deterioro de la continuidad, anchura, estructura, naturalidad y conectividad del corredor ribereño produce también efectos negativos sobre la geomorfología del cauce (apartado 4.7).

4.1. Por desnaturalización hidrológica

(38) Mientras la cantidad de caudal circulante, su distribución temporal y sus procesos extremos respondan a la dinámica natural, el sistema fluvial cumplirá perfectamente su función de transporte hidrológico y contará con procesos geomorfológicos y con morfologías acordes con ese funcionamiento. Sin embargo, las modificaciones en el funcionamiento hidrológico del sistema fluvial, causadas por embalses, derivaciones, vertidos, detracciones, retornos, trasvases, cambios de usos del suelo y procesos de urbanización de la cuenca, incendios, repoblaciones..., alteran todos los procesos geomorfológicos aguas abajo de las mismas. Al modificarse el caudal cambia la potencia y competencia de la corriente y con ello se modifican los procesos de erosión, transporte y sedimentación, adaptándose a la nueva situación la morfología y las dimensiones tanto del cauce (del fondo del lecho, de las márgenes, de las barras sedimentarias...) como de las riberas.

(39) Dynesius & Nilsson (1994) evaluaron que al menos un 71% de los ríos europeos y norteamericanos estaban drásticamente afectados por embalses, trasvases o importantes derivaciones de agua. En mayor o menor medida todos los sistemas fluviales asisten a algunas de estas alteraciones. Solo en casos de urbanización o incendios en la cuenca y de vertidos o recepción de trasvases la alteración conlleva incrementos en el volumen de caudal y en su torrencialidad que pueden aumentar o excitar la dinámica geomorfológica. Pero en la mayor parte de los casos las modificaciones antrópicas generan reducción de caudal y, con ello, decremento de la dinámica, reducción de la actividad en las márgenes erosivas, reducción de la capacidad de movilización y transporte del caudal sólido y alteraciones en la granulometría de los materiales depositados y en su ubicación en el cauce o sus márgenes.

(40) Los casos más extremos corresponden a los “cortocircuitos” hidroeléctricos al pie de algunos embalses y minicentrales, en los que quedan prácticamente en seco tramos fluviales que pierden totalmente su dinámica geomorfológica, convirtiéndose en cauces fosilizados, incapaces de movilizar los sedimentos. La escasa corriente circulante, concentrada en el centro del canal, incidirá en el lecho mientras carece de capacidad para la dinámica lateral. El resultado será el descenso del freático y con ello la desaparición de la ribera, que queda colgada y expuesta a la colonización de especies climáticas ajenas a la vegetación ripícola. Sólo crecidas o desembalses pueden paliar en parte esta problemática.

(41) Muy generalizados en España, los embalses son los principales artífices de estas alteraciones hidrológicas, sobre todo por tres efectos: a) reducen caudales por derivaciones y por incremento de la evaporación desde su vaso, b) modifican el régimen hidrológico aguas abajo regularizándolo (laminan las aguas altas y reducen también los estiajes) y c) reducen el número de crecidas, especialmente las ordinarias. Como consecuencia, aguas abajo de los embalses encontramos alteraciones geomorfológicas muy marcadas (Brandt, 2000). Una de ellas es la fuerte incisión lineal en el primer tramo al pie de presa, acompañada de acorazamiento. Igualmente originan tendencias a la incisión lineal en largos sectores más abajo, por efecto de la merma de caudal hídrico y consiguientemente también sólido (“aguas limpias”), lo cual lleva también a un descenso del freático. Un resultado de la reducción del número y caudal punta de las crecidas aguas abajo de los embalses es el rápido desarrollo de una vegetación de ribera madura, en muchos ríos que no contarían con ella en condiciones naturales. Es madura pero se ve obligada a aproximarse progresivamente hasta asentarse en la misma orilla del cauce menor y en las islas y barras, debido al mencionado descenso del freático. Todos estos procesos suelen llevar a cambios de estilo geomorfológico fluvial, siendo clara la tendencia a la simplificación del cauce, que en zonas de piedemonte pasa de trezado a cauce único con cierto encajamiento y sinuosidad, tal como ha ocurrido en la mayoría de los cursos alpinos, pirenaicos e ibéricos. A estos efectos geomorfológicos de los

embalses hay que añadir otros como la pérdida de patrimonio fluvial (tramos que dejan de ser río para convertirse en un lago de grandes fluctuaciones) o la ruptura del continuo fluvial, desconexión que origina también graves problemas ecológicos.

(42) Un ejemplo paradigmático es el del tramo del Cinca al pie de la presa de El Grado y hasta la confluencia del Ésera (Ollero *et al.*, 2001). Ha sufrido la transformación brusca y radical del sistema y del paisaje, ruptura del continuo fluvial, retención de sedimentos, modificaciones del régimen hídrico, del régimen térmico y de la calidad del agua, reajustes geomorfológicos y transformaciones de hábitats y, consecuentemente, impactos sobre la fauna y la vegetación acuáticas y ribereñas. El caudal hídrico está totalmente alterado, llegando incluso a desaparecer en algunos momentos y en algunos sectores. Se registra una “fosilización” de los sedimentos preexistentes, que no se renuevan, y una estabilización de los procesos. La estabilización de los distintos canales trenzados ha traído consigo el logro de un canal único por el que en aguas bajas fluye toda la corriente. Esta situación provoca la incisión lineal de este canal elegido, que se encaja cada vez más en los sedimentos del cauce y conduce al descenso del nivel freático, al mismo tiempo que el caudal hídrico deja de renovar o limpiar periódicamente los terrenos laterales del corredor ribereño. El curso se ha ido convirtiendo en una rambla encajada en gravas cada vez más compactadas y las orillas en un cascajal con vegetación adaptada a la aridez, sin especies de ribera.

(43) Es evidente, por todo lo expuesto, que un embalse es la mayor fuente de efectos negativos en la geomorfología fluvial. Además, los efectos de los embalses son casi imposibles de restaurar. Dado que los embalses van a seguir existiendo y son pocas las presas que por desuso podrían ser eliminadas en el futuro, uno de los mayores retos de la restauración fluvial consiste en mejorar en la medida de lo posible el funcionamiento dinámico del sistema aguas abajo de estas infraestructuras.

4.2. Por limitación de los flujos sedimentarios

(44) El caudal sólido debería llegar a cada sector funcional del sistema fluvial sin retención alguna de origen antrópico, y el sistema debería ejercer sin problemas su función prioritaria de movilización y transporte de esos sedimentos. Sin embargo, en muchos ríos hay marcados déficit sedimentarios derivados de la presencia de presas aguas arriba o en los afluentes, o bien de la presencia de obstáculos laterales que desconectan el sistema fluvial de las vertientes e impiden los aportes sólidos desde éstas. También suele haber obstáculos locales en el propio cauce que originan dificultades en la movilización del flujo sedimentario. La retención de sedimentos en los embalses presenta consecuencias negativas aguas abajo, tanto en el propio sistema fluvial como en deltas y playas.

(45) Determinados cambios o procesos evolutivos en los usos del suelo de la cuenca vertiente provocan, además de modificaciones hidrológicas ya reseñadas en el apartado 4.1, alteraciones en el flujo sedimentario. En las últimas décadas el éxodo rural en las áreas de montaña ha llevado a la recuperación del bosque y a la regularización de muchas laderas, que emiten muchos menos sedimentos que en el pasado. Está siendo un proceso lento pero continuo que contribuye también en una medida importante al déficit sedimentario que sufren los cauces.

(46) El déficit en los flujos sedimentarios origina cambios en los estilos fluviales (Sear & Newson, 2003), siendo responsable de tendencias como la desaparición de los cauces trenzados y su sustitución por cauces únicos, tendencias en las que colabora también el déficit hídrico, como se ha expuesto en el apartado anterior. En ríos sinuosos y meandriiformes el déficit de sedimentos provoca también incisión, pero acompañada de incremento de la sinuosidad, que se explica principalmente por la colonización y maduración vegetal de las márgenes convexas o lóbulos de meandro. Así, las barras de sedimentos no son ya movilizadas, sino que al ser cubiertos por el soto crecen superficialmente y contribuyen a conducir el flujo contra las márgenes cóncavas incrementando su erosión.

(47) Además de los efectos de los grandes embalses, las pequeñas presas o azudes y otros obstáculos menores en el cauce pueden ir reteniendo sedimentos o dificultando su movilidad. La pérdida hidráulica de pendiente provoca que se depositen materiales gruesos y también finos, como queda evidenciado en procesos como el cubrimiento de cantos por una pátina de finos. La aparición de especies helófitas (carrizos, aneas...) en el cauce puede alertarnos de la presencia de obstáculos ocultos en el cauce.

(48) En cuencas de montaña hay abundantes presas de sedimentos, generalmente colmatadas con rapidez, pero que contribuyen también a generar déficit sedimentarios en los cauces. Se ubican en pequeños torrentes y barrancos, afluentes de los ríos principales, alterando los procesos geomorfológicos de los primeros y reduciendo el aporte de sedimentos a los segundos. Tampoco hay que olvidar que una parte de los sedimentos que llegan a los cauces proceden de las vertientes directas del valle, e incluso a veces de escarpes de terraza propios. Es frecuente que la vertiente está desconectada del cauce, por ejemplo por una vía de comunicación. Este caso de desconexión resulta muy habitual en las cuencas bajas de las ramblas mediterráneas, donde la morfología del cauce se desdibuja, a costa de perder profundidad y de ensancharse considerablemente. En estos casos la ocupación del territorio fluvial se intensifica, los márgenes fluviales se desconectan de los *talwegs* y se desestabilizan las orillas.

4.3. Por reducción en la funcionalidad de la llanura de inundación

(49) En muy pocos ríos de llanura el cauce mayor o llano de inundación puede ejercer sin restricción antrópica sus funciones hidrogeomorfológicas de disipación de energía en crecida, laminación de caudales-punta por desbordamiento y decantación de sedimentos. En la mayor parte de los casos la llanura de inundación cuenta con defensas longitudinales (diques o motas) que restringen esas funciones naturales. Cuanto más continuas sean estas defensas y más próximas se encuentren al cauce menor, más restringen la inundación. Esa es su función como infraestructuras, la salvaguardia de los bienes expuestos, ya que la ocupación humana de los espacios inundables origina estas situaciones de riesgo. Ahora bien, toda reducción de la funcionalidad natural de la llanura de inundación incrementa la peligrosidad del sistema fluvial aguas abajo o en la margen opuesta.

(50) En ocasiones las motas (*natural levee*) son naturales. Constituyen una estructura sedimentaria construida por el río, cuya erosión parcial permite transferir, a través de roturas (*crevasses*) y deltas de derrame, los excesos de agua y sedimentos a la llanura adyacente. En estos casos, es la propia dinámica geomorfológica la encargada de disipar la energía y redistribuir los sedimentos entre las vaguadas laterales. Debe evitarse cualquier reconstrucción artificial de la mota natural en los puntos de ruptura. Contrariamente a los diques artificiales, que pretenden defender un punto concreto, las motas naturales van cambiando su configuración en función de la dinámica geomorfológica de la llanura.

(51) Las llanuras de inundación también cuentan con obstáculos (defensas, vías de comunicación elevadas, edificios, acequias...) generalmente transversales al cauce menor, que alteran los procesos hidrogeomorfológicos de desbordamiento e inundación y los flujos de crecida. Igualmente puede haber en el espacio inundable determinados usos del suelo sobreelevados e impermeabilizados (terrenos de cultivo recrecidos hasta la cota de los diques, urbanizaciones, edificaciones, aparcamientos...) que también reducen esa funcionalidad natural de laminación de la inundación. Otra posibilidad más extrema es que la llanura de inundación haya quedado colgada muy encima del cauce menor, por dragados o canalización, perdiendo así totalmente su función.

(52) Las consecuencias geomorfológicas de estas pérdidas de funcionalidad son muy variadas. La más relevante es la aceleración de procesos en el espacio no protegido, es decir, en el que mantiene la funcionalidad durante el evento de crecida e inundación, básicamente el cauce menor y la franja ribereña más próxima. Al reducirse el desbordamiento, la corriente en avenida circula con mayor energía, incrementando los procesos de erosión lineal y lateral

en dicho cauce menor. En la fase de laminación o descenso de caudal se produce en el cauce mayor sedimentación, tanto de gruesos como de finos, ya que la decantación sobre la llanura de inundación ha sido imposibilitada al evitarse el desbordamiento. En consecuencia, hay modificaciones en forma, granulometría y distribución de los depósitos sedimentarios tanto en el lecho como en las márgenes. En la llanura de inundación protegida, sin embargo, no se habrán dado procesos geomorfológicos, por lo que se mantendrá la superficie intacta y, al no haber decantación, no habrá tenido lugar la acreción natural del llano ni su fertilización edáfica. En los puntos en los que haya cedido la defensa rompiéndose se originarán fuertes socavaciones por entrada brusca de agua en la llanura de inundación, así como pequeños abanicos de sedimentos bastante caóticos. Este tipo de procesos puede registrarse también aguas abajo allí donde la corriente alcance un sector no defendido. La inundación será allí mayor, los procesos se acelerarán y pueden originarse importantes flujos de aguas desbordadas de elevada actividad geomorfológica.

(53) En efecto, el funcionamiento de las motas o diques longitudinales en los procesos de crecida suele presentar notables deficiencias que agravan la problemática o la conducen hacia espacios no defendidos o hacia aguas abajo. Son frecuentes las filtraciones y roturas en los diques, así como las dificultades para que las aguas retornen al cauce en la fase de laminación. En diferentes crecidas recientes, como significativamente en la del Ebro de febrero de 2003, se ha observado que la continuidad de las motas y su excesiva proximidad entre ambas orillas ha sido responsable de una mayor recarga del acuífero aluvial, produciéndose inundaciones más tempranas e importantes desde el freático en sectores de la llanura de inundación alejados del cauce menor y teóricamente protegidos por las motas. Así, pese a las numerosas defensas, el 81% de la superficie total de la llanura de inundación el Ebro aragonés fue cubierta por las aguas, en una crecida no muy importante entre las extraordinarias, de 12 años de periodo de retorno (Ollero *et al.*, 2004). Es necesario cambiar los sistemas de defensa frente a la inundación, al menos en ámbitos no urbanos.

4.4. Por actuaciones directas sobre la forma del cauce

(54) La morfología del cauce es un indicador de naturalidad de toda la cuenca vertiente. Algunos procesos de cambio en esa forma y trazado del cauce pueden responder a causas antrópicas tanto directas (rectificaciones del cauce) como indirectas (regulación, deforestación, etc.). Han sido y son muy frecuentes por estas causas las tendencias a la simplificación de cauces complejos como los trenzados o anastomosados. La pérdida de naturalidad en el trazado de un cauce es una pérdida de patrimonio natural y de geodiversidad, poniéndose en peligro la dinámica fluvial y el buen estado ecológico. Muchas veces es difícil saber qué morfología en planta debería corresponder a un cauce si se hubiera

mantenido natural, inalterado, si sus caracteres y dimensiones fueran acordes con las características de la cuenca y del valle y con el funcionamiento natural del sistema. Hay muy abundante bibliografía internacional –por ejemplo, Liébault & Piégay (2002), Haltiner & Beeman (2003) o Surian & Rinaldi (2003)– sobre procesos paulatinos de estrechamiento e incisión en cauces como consecuencia de acciones humanas directas e indirectas.

(55) Los cambios en la morfología fluvial procedentes de cambios en la cuenca, generalmente lentos y progresivos, ya los hemos reseñado al hacer referencia a los déficit de caudal hídrico (ver 4.1) y sólido (ver 4.2). En el presente apartado nos centramos en las actuaciones directas que transforman los cauces, es decir, cambios de trazado artificiales y actividades humanas e infraestructuras que de forma brusca y rápida alteran la morfología en planta de los mismos. Pueden ser actuaciones drásticas, como desvíos, cortas, relleno de cauces abandonados, simplificación de brazos, o más modestas, como retranqueo de márgenes o pequeñas rectificaciones. En algunos casos pueden ser cambios antiguos que el sistema fluvial ha sido capaz de renaturalizar por sí mismo parcialmente.

(56) Al alterar la forma del cauce con una actuación de ingeniería se modifican todos los procesos geomorfológicos en el tramo afectado y también aguas abajo. Generalmente se tiende a reducir la complejidad natural del trazado, transformando el cauce en un canal de desagüe. Ello implica incremento de la pendiente y de los procesos de incisión lineal en el fondo del lecho. Los sedimentos se evacúan con mayor facilidad aguas abajo por el centro del canal, pero pueden quedar colgados depósitos laterales. Pueden registrarse cambios importantes en la ubicación de la sucesión de resaltes y pozas. Si con estas canalizaciones se cortan meandros, éstos quedarán generalmente desconectados del nuevo cauce, registrándose también cambios notables en los procesos de inundación. Se profundizará sobre estos aspectos en el apartado 5.

4.5. Por actuaciones directas sobre el fondo del lecho y la dinámica longitudinal

(57) Un cauce natural cuenta con procesos hidrogeomorfológicos longitudinales y verticales funcionales, acordes con las características de la cuenca y del valle, del sustrato, de la pendiente y del funcionamiento hidrológico. Sin embargo, casi todos los sistemas fluviales cuentan con infraestructuras transversales al cauce (presas, azudes, puentes, vados y otros obstáculos menores) que rompen la continuidad del mismo, alterando su dinámica longitudinal y con ello la topografía del fondo del lecho, la sucesión de resaltes y remansos, la granulometría-morfometría de los materiales, los procesos geomorfológicos locales, los patrones de colonización vegetal, etc. A esta problemática hay que añadir, por sus efectos en los mismos elementos y procesos, la originada por los dragados, extracciones, solados o

limpiezas de vegetación en el propio cauce menor. Su incidencia es muy importante en la dinámica vertical, alterando los procesos naturales de acreción e incisión y originando generalmente importantes problemas de incisión.

(58) Del efecto barrera de las presas y su alteración del funcionamiento geomorfológico aguas abajo ya se ha hablado en los apartados 4.1 y 4.2. Pero aunque no alteraran en absoluto los caudales hídricos y sólidos, su sola construcción ya supone una ruptura de pendiente, del perfil longitudinal del río, que origina alteraciones tanto en los procesos, favoreciendo la incisión al pie de presa, como también en las formas. Tal ocurre, por ejemplo, en ríos meandriformes de llanura que desarrollan al pie de sus azudes tramos trenzados, al dividirse el cauce en varios brazos estrechos que la corriente, al incrementarse la velocidad, excava, dejando las islas de gravas cada vez más elevadas (Ollero, 1996). Las represas suponen también el remanso del flujo y el ensanchamiento del cauce aguas arriba, facilitándose el desbordamiento en momentos de crecida. Los puentes y vados generan consecuencias en la dinámica fluvial similares aunque menos marcadas. Numerosos puentes antiguos originan efectos presa al taponarse en crecida. En general, cuanto más pequeños sean los vanos de un puente más alteraciones geomorfológicas se van a originar: remanso aguas arriba, incisión bajo los arcos y aguas abajo de los mismos, sedimentación aguas abajo de cada pilar.

(59) Entre las actuaciones directas sobre el fondo del lecho, las de consecuencias geomorfológicas más graves son los dragados, las limpiezas de vegetación que los acompañan en ocasiones y las extracciones de áridos. Se analizarán de forma conjunta en el apartado 6. Por lo que respecta a los solados o artificialización del fondo del lecho, suelen ser muy puntuales y de poca longitud (estaciones de aforo, por ejemplo). Alteran totalmente la secuencia resaltes-pozas y los mecanismos de transporte por rodamiento y saltación, aceleran la velocidad del flujo y suelen favorecer donde concluyen aguas abajo la formación de un escalón erosivo.

4.6. Por actuaciones directas sobre las márgenes y la dinámica lateral

(60) Un cauce natural cuenta con orillas naturales y puede movilizarse lateralmente, siempre que cuente con energía para ello y salvo que el sustrato rocoso se lo impida. Los cauces canalizados o que cuentan con defensas que protegen sus márgenes erosivos encuentran sin embargo encorsetada su dinámica lateral. Ese es el objetivo de canalizaciones y defensas de margen: estabilizar el cauce para poder utilizar sus orillas. Además de estas actuaciones predestinadas a tal fin, edificios, vías de comunicación, acequias y otras infraestructuras adosadas a las márgenes impiden también esta dinámica. En ocasiones también puede haber

elementos no naturales menores, como escombros, o intervenciones que modifican la morfología original de la orilla, alterándose también con ello los procesos geomorfológicos laterales.

(61) Tradicionalmente se ha considerado la erosión de márgenes un riesgo y un problema en los amplios corredores aluviales, siempre como aspecto negativo aunque no hubiera bienes humanos amenazados. Ello se debe a que erosión es sinónimo de pérdida de terreno, y no se tiene en cuenta que lo que se pierde se gana en otro lugar (Piégay *et al.*, 1997). Recientemente se están reconsiderando estas ideas tradicionales, debido al carácter insostenible de muchas protecciones de margen, a los problemas de incisión que provocan, a sus importantes costes económicos y, por fin, a que se comienza a atender a los científicos que demuestran el papel positivo de la erosión de márgenes en la dinámica del sistema, en los ecosistemas, en el aporte de sedimentos y, en suma, en la auto-restauración de los cauces (Bravard *et al.*, 1999). Así, surge la reivindicación de un corredor fluvial ancho y erosionable, lo que llamaremos más adelante Territorio Fluvial, para el cual recientemente Piégay *et al.* (2005) proponen el concepto de “*erodible river corridor*”.

(62) En general, el constreñimiento de la dinámica lateral provoca incrementos en la longitudinal y vertical, con efectos de incisión. La fijación o estabilización de un cauce dinámico es una pérdida enorme de patrimonio natural. Se profundizará en el análisis de estos efectos en el apartado 5.

4.7. Por deterioro de las riberas

(63) El papel hidrogeomorfológico principal de la vegetación de ribera es la de filtro de los procesos fluviales, disminuyendo la velocidad de la corriente, favoreciendo la sedimentación diferencial y reforzando y estabilizando las orillas. Un corredor ribereño natural, continuo, ancho, bien estructurado en orlas y estratos y bien interconectado con el cauce y entre sus diferentes bandas o ambientes, ejerce una función de control fundamental en el sistema fluvial en su conjunto y en todos sus procesos geomorfológicos. De ahí que todo deterioro de las riberas –por reducción superficial, por ruptura de su continuidad, por obstáculos, infraestructuras lineales o defensas que la desconectan, por talas o introducción de especies alóctonas...– se traduzca en alteraciones del funcionamiento geomorfológico del sistema.

(64) En general, la dinámica geomorfológica se acrecienta si se deteriora la vegetación ribereña. Las aguas desbordadas penetran con mayor facilidad abriendo canales de crecida y generando depósitos de material grueso y escarpes dentro de los propios sotos. Si no hay vegetación los materiales finos se sedimentan con mayor dificultad, incrementándose la

turbidez de la corriente. Se aceleran los procesos de erosión en las orillas. El deterioro vegetal puede favorecer que troncos y ramas se incorporen a la corriente e intervengan en los procesos de sedimentación.

(65) El mejor desarrollo potencial de una ribera en superficie y madurez es un parámetro difícil de estimar. Muchos de nuestros ríos carecían de vegetación de ribera cuando funcionaban de forma natural. El deterioro de la ribera por acciones humanas es negativo para el sistema, ya que es un impacto, pero esto no implica que haya que superarlo revegetando. Hay que buscar el equilibrio entre la mejora o renaturalización del cauce y la de la ribera. Quizás la dinamización del primero implique el empobrecimiento de la segunda, por lo que habrá que tener muy clara cuál es la prioridad. En muchas regiones y sistemas fluviales se ha asistido a un importante deterioro en la vegetación de ribera, en la estructura de los ecosistemas ribereños y en su diversidad biológica. Hay que buscar medidas para recuperar esas masas y para evitar que penetren especies alóctonas.

(66) De entre los diferentes impactos sobre las riberas que pueden provocar alteraciones geomorfológicas los más graves son las defensas que interrumpen las relaciones transversales y desconectan la ribera respecto del cauce menor. Su análisis nos lleva también al apartado 5.

4.8. Conclusión

(67) De lo expuesto hasta aquí se deduce que cualquier intervención en el sistema fluvial genera una serie de reacciones en cadena, más allá de la acción puntual, que deben ser tenidas en cuenta. Las actuaciones humanas que generan mayores alteraciones geomorfológicas en el sistema fluvial son: a) los embalses, b) cualquier cambio antrópico en la cuenca, c) las canalizaciones y defensas y d) los dragados y extracciones de áridos.

(68) Los efectos de los embalses se prolongan aguas abajo a lo largo de todo el sistema fluvial y se manifiestan de forma progresiva en el tiempo, del mismo modo que los efectos indirectos de tantos tipos de cambios antrópicos en las cuencas. Por ello, son efectos difíciles de restaurar, ya que requerirían ante todo cambios en los sistemas de gestión del agua y en la ordenación del territorio de amplios sectores.

(69) Los efectos de las actuaciones directas en el cauce (canalizaciones, defensas, dragados, extracciones) son muy intensos localmente, con importantes repercusiones también aguas abajo que se manifiestan en el tiempo con bastante celeridad. Por la localización del impacto,

y por ser más viable su eliminación que la de un embalse, son efectos a priori más fáciles de restaurar. Vamos a profundizar en esta problemática a continuación.

5. CANALIZACIONES Y DEFENSAS

(70) Podríamos englobar todos estos tipos de intervenciones directas en los cauces fluviales bajo el término de encauzamientos, tal como propone Martín Vide (2002). La idea de separarlos en dos grupos deriva de mostrar su diferente intensidad en los efectos, entendiendo como canalización la actuación drástica, que transforma totalmente, o casi, el cauce en canal, y como defensa, en general, la actuación que acompaña al cauce sin encorsetarlo totalmente (Brookes, 1988). Frente a la canalización, raramente justificable y asociada a la urbanización o a la domesticación total de un río que molesta, la defensa suele ser una actuación urgente que trata de resolver una problemática concreta de riesgo, por lo que puede justificarse en algunos casos por su utilidad como salvaguardia. En suma, la función fundamental de estas actuaciones es la protección del medio humano frente a la dinámica fluvial y sus procesos extremos. Sin embargo, cada vez se reconoce con mayor claridad la escasa efectividad y el carácter contraproducente de muchas de ellas. Así, en el propio borrador de la próxima directiva europea de evaluación y gestión de riesgos de inundación se señala lo siguiente: “Las estrategias tradicionales de gestión de los riesgos de inundación – la mayoría de ellas centradas en la construcción de infraestructuras para la protección inmediata de las personas, las propiedades y los bienes– no han logrado garantizar la seguridad prevista”. En efecto, una medida puntual puede acabar generando un desequilibrio general del sistema. Incluso, desde el punto de vista del riesgo, la defensa de un punto concreto puede cambiar los patrones de inundación y generar riesgo en otro punto que, hasta ese momento, no presentaba problemas (con lo que ello implica en relación a la falta de percepción del riesgo por parte de la población expuesta).

(71) Las canalizaciones totales de cursos fluviales suelen llevarse a cabo en tramos cortos y generalmente en ámbitos urbanos. En España hay numerosos ejemplos, siendo más frecuentes en pequeños cursos de agua, de tamaño manejable, ya que el coste económico de estas actuaciones es considerable. Sus efectos en el funcionamiento natural del sistema fluvial y en su dinámica geomorfológica son muy negativos. Los canales diseñados resuelven la evacuación del caudal líquido, pero técnicamente no son efectivos para el transporte sólido, alterándolo considerablemente. Habría que evaluar en cada caso, por otro lado, si ha sido efectiva su realización y si es justificable el coste económico de la obra en relación con el de los daños que ha tratado de evitar o el valor de los bienes que protege. En espacios urbanos, donde hay población en riesgo y parece una actuación más necesaria, habría que preguntarse también en cada caso si la canalización total responde sólo a la solución del problema de

riesgo o también a las necesidades de urbanización y al propio gusto social por los canales estables e integrados en la malla urbana, con el aspecto de una calle en la que el tránsito hidrológico es solo uno de los usos.

(72) Sin embargo, los efectos bioclimáticos de las canalizaciones urbanas son también negativos, reduciendo considerablemente el confort humano. El frescor, la humedad, el sombreado que aportan unas riberas naturales desaparecen en cuanto se ejecuta la canalización y urbanización de las márgenes.

(73) En menor medida que las canalizaciones totales, pero con efectos visuales y geomorfológicos parecidos, las defensas de margen también constriñen los procesos y formas de los cauces. Nos referimos fundamentalmente a los generalizados escollerados (foto 1), que se han extendido prolíficamente por todos los cauces españoles. Antiguamente se prefería la escollera artificial, de bloques cúbicos de hormigón, a veces reforzada con vertidos de escombros. La mejora de los transportes hizo retomar a partir de los años setenta el empleo de la escollera natural, más útil por trabarse mejor unas piedras con otras. Además de aislada, la escollera suele emplearse como basamento de otras obras de contención o como refuerzo de diques en los tramos en que éstos se aproximan a la margen. Es un sistema resistente y fácilmente adaptable a la topografía de la orilla. Sin embargo, la actual profusión de escolleras en nuestros cauces está uniformando los paisajes fluviales, ofreciendo una imagen artificial a la que, por frecuente, nos estamos tristemente acostumbrando. Bastida (2000) denuncia claramente y con acierto los excesos de intervención en nuestros cauces, la irreversibilidad de los sistemas adoptados.



Foto 1: Escollera en ambas márgenes, protegiendo en la convexa (sedimentaria) un rodal de cañas, en el río Huerva (J.Bellosta)

(74) Podríamos citar abundantes ejemplos, como los encauzamientos ejecutados en diversas ramblas turolenses en relación con la construcción de la Autovía Mudéjar, o la retirada de materiales del fondo y acumulación en sus márgenes en el barranco de Celadas o la enorme remoción de sedimentos en el del Cerezo (ambos afluentes del Alfambra).

(75) En Catalunya podemos destacar los siguientes ejemplos relevantes con alteraciones geomorfológicas en cauces:

- La Riera de las Arenas en el tramo urbano de Terrassa ha sufrido una fuerte incisión del lecho por pérdida de espacio fluvial, a lo que se suma un perfil longitudinal con elevada pendiente. Esta alteración se ha pretendido gestionar mediante la instalación de traviesas que eviten mayor incisión, con lo que la artificialización del lecho se ha sumado a los muros de hormigón que protegen el cauce de aguas altas.
- El riu Sec, subcuenca del Besòs, en Cerdanyola presenta una elevada pendiente y cuenta con superficie de cuenca importante y régimen hidrológico artificial, ya que circulan caudales provenientes de otras cuencas que, una vez saneados, se vierten al río. Está canalizado entre muros de hormigón para el cauce de aguas altas y con escollera hormigonada para el cauce de aguas bajas. En crecidas, los caudales punta producen importantes problemas de erosión por ineficacia en el drenaje del agua entre el sistema terraza-márgenes con la escollera hormigonada.



Foto 2: Tramo canalizado del riu Sec a su paso por Cerdanyola (E.García Burgos)

- En el río Llobregat, tramo Martorell-desembocadura, la instalación de infraestructuras de comunicación y asentamientos industriales y urbanos, entre otros, en el espacio fluvial han restringido este espacio a un cauce de aguas bajas entre unas motas que delimitan el cauce de aguas altas. En este sentido, el tipo geomorfológico del Llobregat

debería ser meandriforme, pero actualmente y como consecuencia de todos los procesos de alteración se está generando una tendencia al tipo trenzado con desequilibrios importantes en el balance de sedimentos. A estos procesos de alteración se suma el paso de servicios en las terrazas fluviales, como oleoductos, colectores de saneamiento, colectores de salmorras, tubos de impulsión de agua reutilizada, etc., que limita cualquier iniciativa de restauración morfológica dadas las servidumbres y las constantes intervenciones para el mantenimiento de estos servicios



Foto 3: Vista general del tramo afectado por la Línea de Alta Velocidad en el Baix Llobregat
(Consell Comarcal del Baix Llobregat)

(76) De menor relevancia en la geomorfología del cauce menor pero notables efectos en el llano de inundación, las motas o diques longitudinales insumergibles se emplean para evitar el desbordamiento y la inundación, conteniendo los caudales de crecida. Constituye el sistema de defensa más antiguo. Suelen presentar un perfil transversal trapezoidal, con alturas que oscilan entre los 1,5 y 4 metros y anchuras de coronación entre 2 y 5 metros, de manera que en muchos casos son aprovechadas como camino, mientras en otros llevan adosadas acequias. Suelen ser de tierra compactada, que puede estar recubierta por gravas, gaviones o placas de hormigón en superficie. Su mayor problema es su estado de compactación, en ocasiones deficiente por el exceso de gravas empleadas en su construcción. El incorrecto diseño del perfil, con taludes excesivamente inclinados o muy poco pendientes, es otro de los defectos habituales en las motas construidas por particulares, y tiene como consecuencia en muchos casos la rápida aparición de brechas o cárcavas.

(77) Tanto las canalizaciones totales como los tramos de cauce defendidos producen generalmente efectos de incisión en el lecho, por el incremento de energía que propician y las dificultades para liberar esa energía mediante erosión lateral. Es el caso, por ejemplo, de

la canalización del bajo Arga (fotos 4, 5 y 6), construida en los años 80, con el agravante de la corta de varios meandros y, con ello, de un notable incremento de la pendiente (Jimeno, 1996). En la actualidad esos meandros albergan los últimos sotos de esa zona, aunque su desconexión con la dinámica del cauce principal hace que su estado de conservación se deteriore por momentos. La incisión lineal del canal junto con la sedimentación de finos en los meandros cortados (provenientes de los regadíos circundantes) ha provocado una diferencia de cota entre el cauce del canal y el de los meandros que hace muy difícil su reconexión. El canal es dragado periódicamente lo que acentúa la incisión del cauce y aborta cualquier proceso de naturalización del canal.



Foto 4: Parte del tramo bajo del río Arga antes de su canalización (año 1982)



Foto 5: El mismo tramo tras la canalización (año 1992)



Foto 6: Bajo Arga canalizado (A.Ollero)

(78) Un ejemplo de canalización de pequeñas dimensiones lo encontramos en el río Urrobi a su paso por Zandueta (Navarra). Las aguas del río se filtran al subsuelo en este punto dejando el lecho seco durante los meses de estiaje. Esas aguas vuelven a aflorar aguas abajo. Para abastecer de agua a un centro de rehabilitación de toxicómanos se decidió encauzar la corriente construyendo una solera de hormigón sobre el cauce, evitando así su filtrado al subsuelo (foto 7). Durante el siguiente invierno se produjeron problemas de erosión en el extremo aguas abajo de la solera, por lo que se decidió continuar con la solera unos metros más. Ahora si, en esta ocasión se construyeron unos deflectores para reducir la velocidad del agua (foto 8). Es necesario indicar que este río se encuentra incluido en la Red Natura 2000 en Navarra, lo cual no supuso ningún problema a la hora de ejecutar la actuación.



Foto 7: Primera fase de la canalización del río Urrobi en Zandueta



Foto 8: Segunda fase de la canalización del Urrobi en Zanduetta, con deflectores para reducir la velocidad del agua

(79) En tramos fluviales con tendencia a la acreción o colmatación, se ha observado que esta tendencia suele acentuarse al ser constreñidos por las defensas, ya que la corriente tiende a sedimentar y se ve forzada a hacerlo en menor espacio, elevándose el cauce. Es lo que sucede, por ejemplo, en Biescas, donde el río Gállego pierde bruscamente pendiente tras haber atravesado las Sierras Interiores pirenaicas. En el tramo urbano ha dominado siempre con claridad la acreción sedimentaria, hasta tal punto que las calles aledañas están a cota más baja que el cauce, protegidas por muros. Desde que las defensas se reforzaron y prolongaron aguas abajo, a mediados del siglo XX, el crecimiento de los sedimentos entre ellas ha sido más rápido, quedando el cauce más alto también que la huerta en el tramo defendido. Recientemente se han ejecutado dragados que han desnaturalizado el cauce (foto 9). El caso del río Ara en Broto es similar (foto 10, de Julio Soler hace un siglo).



Foto 9: Biescas (A.Ollero)



Foto 10: Broto (J.Soler)

(80) Los efectos de una canalización son muy difíciles de restaurar, tanto en el propio tramo, aunque la canalización se destruyera, como aguas abajo, donde pueden prolongarse los efectos de la colmatación sedimentaria o la incisión, según el caso, y donde pueden aparecer incluso pozos de sobreexcavación en el extremo final de la obra. Por lo que respecta a las defensas de margen discontinuas, en especial referencia a las que se ubican en orillas cóncavas de meandros alternos, suelen ser responsables de efectos de sobreinundación en la orilla opuesta o en el sector inmediato aguas abajo, aumentando la velocidad de la corriente al contar generalmente con menor rugosidad que la orilla natural. Estos procesos pueden implicar que se sobreeleve con sedimentos la orilla convexa, lo cual contribuye a la incisión. Ahora bien, frente a las canalizaciones o encauzamientos más drásticos, la alternancia de defensas, que podría parecer un parcheado poco efectivo, no hace sino acompañar al flujo típico de los meandros, sin crear líneas contrarias al mismo. En este sentido, podemos hablar de cierta “sostenibilidad” geomorfológica. Además, estas defensas no impiden las cortas, por lo que algo de dinámica puede pervivir. El problema se acrecienta en cauces meandriformes libres cuando el cauce se encorseta más y no se defiende solo la orilla erosiva.

(81) Cuando el curso fluvial es estrecho y manejable no es difícil canalizarlo o hasta entubarlo. Hay que llamar la atención sobre muchos pequeños cauces que se han convertido en desagües de regadío, como por ejemplo muchas ramblas de la cuenca del Ebro, contando con caudal casi permanente (cuando en condiciones naturales éste sería efímero) y grandes cantidades de nutrientes y contaminantes que han hecho crecer vegetación en su interior, alterando la morfología y dinámica del cauce. En ocasiones se han canalizado por completo, o entubado, o han sido convertidos en acequia, habiéndose perdido por tanto un importante patrimonio fluvial. En estos y otros casos de pequeños cauces, al ser canalizados se ha incrementado su insolación, lo cual ha contribuido también a la explosión vegetativa. Hay casos con importantes procesos de eutrofización que deterioran la calidad del agua, perjudicando a los ríos en los que desembocan.

(82) La principal diferencia entre canalizaciones y defensas y entre los efectos que puedan originar estriba, en suma, en si hay o no cambio de trazado. Si hay modificación, provoca unas variaciones de distancia, pendiente, sección y morfología del lecho que acarrearán consecuencias en numerosos procesos, tanto en el tramo como aguas arriba y aguas abajo. Difícilmente pueden justificarse en el futuro actuaciones de ese tipo. Se imponen, como mínimo, detallados estudios previos del comportamiento del río y su posible reacción (Ollero, 1996; Martín Vide, 2002).

6. DRAGADOS Y EXTRACCIONES

(83) El dragado supone la excavación en el propio lecho fluvial o en depósitos de grava laterales, así como eliminación de islas en el cauce, incluyendo la limpieza de la vegetación que las ha colonizado, todo ello con el fin de lograr mayor capacidad de desagüe. También se recortan superficies de gravas suavizando curvaturas. Así, el dragado es un sistema de defensa contrario a los habituales (motas, escolleras), ya que mientras aquéllos producían un estrechamiento del río, el dragado trata de ensanchar o profundizar el cauce menor para compensar esos efectos contrarios. De hecho, muchos dragados colaboran con las obras habituales, o pueden emplearse para abrir canales o provocar cortas.

(84) El dragado debe considerarse siempre una medida temporal, de manera que si se hace de forma regular o sistemática no puede extraerse más de lo que aporta el río en sedimentos (Martín Vide, 2002). De hecho, un problema habitual en los dragados es la rapidez con que pueden llenarse de nuevo de acarreos las zonas dragadas, a raíz de cualquier crecida, lo cual ha originado en varias ocasiones nuevos proyectos modificados para volver a dragar. Sobre sectores con inevitable desarrollo de islas, como los pies de presas y azudes, suelen efectuarse dragados cada cierto tiempo que comportan principalmente la limpieza de la vegetación y extracciones poco voluminosas de gravas que no causen problemas en la cimentación de la presa.

(85) En ríos de cierta anchura el dragado se realiza desde el agua, con medios mecánicos (retroexcavadoras, excavadoras bivalvas y excavadoras de cadena de cangilones) o con bombas de succión hidráulica (Martín Vide, 2002).

(86) Los materiales resultantes de los procesos de dragado, especialmente gravas, son generalmente empleados en el refuerzo de las márgenes. A veces no es así, y constituye un problema dónde transportar el material extraído, por su coste en transporte y ocupación de vertedero. Una gestión sostenible del material dragado implicaría mantenerlo dentro del propio sistema fluvial, permitiendo que el río lo movilice, favoreciendo que se acumule en zonas que estén sufriendo problemas de incisión, y no contribuyendo, por tanto, a generar un déficit sedimentario.

(87) Prácticamente todo el cauce del río Ega en Navarra fue dragado provocando su encajamiento. Una de las actuaciones recientes es la que se muestra en las fotografías, donde el Ega se dragó en Legaria, colocándose una escollera para paralizar la divagación del cauce (fotos 11 y 12). El objetivo era ganar espacio para la plantación de chopos.

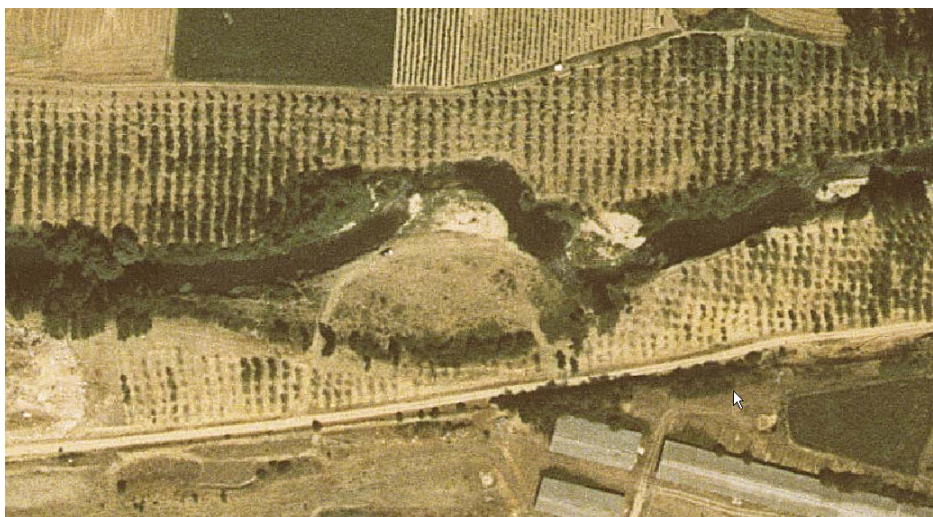


Foto 11: Río Ega a su paso por Legaria en el año 2000



Foto 12: Río Ega a su paso por Legaria en el año 2005

(88) El dragado de islas como medida preventiva de las inundaciones es otra actuación común en nuestros ríos. Aguas arriba y abajo del puente de Tudela, en el río Ebro, se desarrollaron dos islas (superficie aproximada de 570 m^2 y 2.300 m^2) que presentaban la estructura típica de las que se forman aguas abajo de los puentes y presas de los ríos mediterráneos: un mosaico de especies colonizadoras de gravas que van evolucionando con el tiempo hasta crear un estrato arbóreo bien desarrollado, hasta el punto de constituirse en un hábitat de interés comunitario (92A0). El desarrollo de la vegetación, junto al aislamiento que ofrecía la isla, hizo que ésta fuera utilizada de forma regular por especies de interés como la nutria, visón europeo o martinete. Pero en el año 2004 la isla fue dragada como medida de prevención de las inundaciones en Tudela (foto 15). En la comparación de las ortofotos tomadas en los años 1997 y 2003 (fotos 13 y 14), puede observarse que la evolución del tamaño de estas islas fue prácticamente nulo, lo que resulta especialmente importante si se tiene en cuenta que en el año 2003 hubo avenidas de volumen considerable.



Foto 13: Las islas en julio de 1997



Foto 14: Las islas mantienen el mismo tamaño y forma 6 años después (2003).



Foto 15: Las islas han sido ya dragadas en la ortofoto de 2005

(89) La extracción de áridos es una actividad de minería a cielo abierto que origina efectos geomorfológicos similares a los del dragado (Kondolf, 1997; Kondolf *et al.*, 2002). El uso de las gravas del río como fuente de materiales para la construcción es tradicional, llegando a su máxima expresión en los años setenta y ochenta. Las orillas convexas de muchos meandros vieron alterados sus depósitos sedimentarios por intensas labores de extracción. En el Ebro medio se encontraron restos de extracciones, en uso o abandonadas, en más de un 80% de los lóbulos de meandro (Ollero, 1996). No obstante, se observa desde los años 90 una tendencia a trasladar estas actuaciones desde el terreno inundable a los escarpes de la terraza superior, se fueron denegando permisos e incluso se ha prohibido la actividad en diferentes cursos.

(90) Aunque las extracciones actuales se registran en enclaves concretos y cada vez más escasos, las dimensiones locales de estas actividades extractivas pueden ser incluso mayores que las del dragado, por ser más intensivas que aquél. Además, en muchos ríos se siguen registrando efectos geomorfológicos aun cuando ya hace una o dos décadas que concluyó la actividad. Es lo que ocurre, por ejemplo, en el bajo Cinca, donde se han detectado problemas de estabilidad en el puente bajo del casco urbano de Fraga por la erosión remontante derivada de viejas extracciones aguas abajo. También en el bajo Gállego, dentro del término municipal de Zaragoza, las extracciones de los años setenta y ochenta han provocado una incisión progresiva que en algunos puntos ha alcanzado los 7 m (Martín Vide y Ferrer, 2005), aunque se está ralentizando el proceso en los últimos años (figura 1 y fotos 16 y 17). El tramo bajo del río Tordera presenta un grado de incisión del lecho importante (Molina *et al.*, 2004), que se aprecia en la socavación de pilas de diversos puentes, así como en los pozos que han quedado colgados a modo de chimeneas, existiendo una desconexión importante de las terrazas fluviales y el lecho. Esta incisión se debe en gran medida a la enorme extracción de áridos realizada en los tramos medio y bajo.

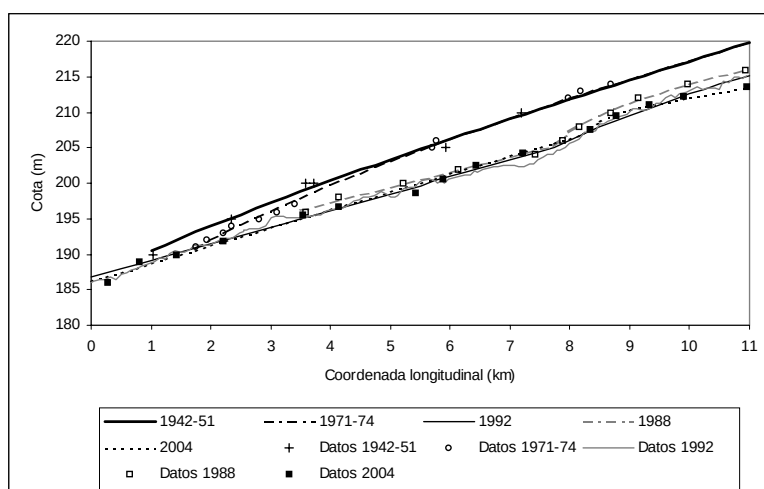


Figura 1. Incisión lineal en el bajo Gállego, tramo de Montaña (Martín Vide y Ferrer, 2005)



Foto 16: Incisión en el bajo Gállego (J.Bellosta)



Foto 17: Incisión en el bajo Gállego (J.Bellosta)

(91) En los proyectos recientes de extracciones se contempla la obligatoriedad de realizar posteriormente a la actuación una restauración del sector afectado. Sin embargo, las extracciones abusivas son numerosas, siendo frecuente que se extraigan mayores volúmenes que los concedidos y que luego no se realice la labor restauradora, o que ésta sea muy precaria. Otro problema habitual es la existencia de extracciones furtivas, sin permiso, como las descubiertas recientemente en el Cinca medio (foto 18).



Foto 18. Extracciones furtivas en el Cinca aguas abajo de Monzón (A.Serrano)



Foto 19: Meandro del Guarga en 2004



Foto 20: Extracción en el mismo meandro en 2006

(92) El primer gran problema de dragados y extracciones de áridos es el hecho de que incrementan la problemática general de déficit sedimentario originada principalmente por los embalses. Igualmente relevantes son las repercusiones geomorfológicas en el cauce y en el espacio inundable. Los dragados modifican totalmente las condiciones del cauce, la fauna es dañada gravemente con las remociones de gravas y en todos los casos van unidos a la destrucción de islas y masas de vegetación a veces extensas. En el caso de extracciones en la llanura de inundación, resultan depresiones que alteran el paisaje y provocan riesgos de contaminación del acuífero. Dichas depresiones pueden convertirse en la causa inicial de cortas y otras modificaciones menores del cauce, incluyendo variaciones en los procesos de erosión y sedimentación (García Anquela *et al.*, 1984).

(93) Como ejemplo de alteración geomorfológica que afectó a la fauna, podemos señalar un dragado efectuado en el río Aragón a su paso por Marcilla (paraje de Sotocontiendas) en Octubre de 2003 (Foto 21). En ese mismo punto del río se había realizado un muestreo piscícola en el verano de 2003 donde se constató, entre otras, la presencia de especies autóctonas como madrilla (*Chondrostoma miegii*) y barbo de Graells (*Barbus graellsii*), ambas incluidas en el anexo II de la directiva Hábitats92/43/CEE, chipa (*Phoxinus phoxinus*) y lamprehuela (*Cobitis calderoni*), catalogadas al igual que el barbo de Graells como “De Interés Especial” en el Registro de la Fauna Silvestre de Navarra (Orden Foral 0209/1995). La lamprehuela además aparece como “Vulnerable” en el Libro Rojo de los Vertebrados Españoles y como “En Peligro de Extinción” en la última lista de la UICN. Esta actuación se complementó con la construcción de una escollera en el mismo lugar y fechas, en el talud donde nidificaba una colonia de avión zapador (*Riparia riparia*), especie catalogada como “Vulnerable” en el Catálogo de Especies Amenazadas de Navarra (Decreto Foral 563/1995) y como “De Interés Especial” en el Catálogo Nacional de especies amenazadas (Real Decreto 439/1990, actualización de junio de 2000). Esta escollera protege exclusivamente una chopera (Foto 22).



Foto 21: Dragado del río Aragón en Sotocontiendas (Marcilla)



Foto 22: Escollera en el río Aragón en Sotocontiendas (Marcilla)

(94) Como medidas de gestión del cauce, dragados y extracciones son en general poco útiles, ya que deben ser realizados con mucho cuidado para no romper el equilibrio del sistema fluvial. Dragar un tramo con problemas de acreción es inútil, porque si no se actúa sobre las causas remotas en el sistema de esa acreción, el río mantendrá su tendencia y llenará de sedimentos enseguida la zona dragada. Dragar un tramo que tiende a la incisión es muy contraproducente, ya que se romperá aún más el equilibrio acelerándose la incisión y provocando también erosión remontante, es decir, retrotrayendo aguas arriba la incisión.

7. INERCIAS

(95) El deterioro de los ríos españoles no se debe sólo a impactos directos e indirectos en sus cauces y cuencas. Existen también una serie de inercias en la propia concepción de los ríos y de su gestión que, lejos de solucionar sus problemas ambientales, los anquilosan o los agravan. Si pretendemos restaurar nuestros ríos hemos de vencer también estas inercias, o toda labor será inútil.

(96) La principal inercia se debe al hecho de que cualquier problema relacionado con la red fluvial se ha resuelto y se sigue resolviendo en España con actuaciones de ingeniería, con soluciones estructurales. Además, las evaluaciones de impacto ambiental de estas obras hidráulicas, cuando se hacen, se tienen en cuenta solo como obstáculos a salvar para terminar haciendo las obras. El desconocimiento de los valores y funciones ambientales ha llevado con estas obras a un proceso sin precedentes de degradación de nuestros ríos, riberas y humedales. La concepción de los ríos sólo como canales que transportan agua ha llevado a minimizar enormemente o a olvidar totalmente que además del líquido circulan sedimentos y nutrientes. Así, se han provocado rupturas en el ciclo sólido del agua y en los ciclos ecológicos y no ha existido preocupación por solventarlas. Aunque los avances frente

a estas inercias y herencias en las últimas décadas han sido escasos, se ha ido asistiendo a un progresivo cambio de mentalidad en muchos técnicos y gestores, consolidado recientemente con la entrada en vigor de la Directiva 2000/60/CE (Bastida, 2006b). Es un cambio de sentido necesario tanto para romper con las inercias como para cumplir con las nuevas exigencias ambientales europeas.

(97) La citada inercia de las soluciones estructurales está asociada y amparada por una anticuada cultura ambiental muy enraizada en el conjunto de la sociedad que hace equivaler progreso a actuaciones de obra civil. Los sistemas fluviales –ríos, torrentes, barrancos, ramblas...– siguen siendo en la mayor parte de las mentes de nuestra sociedad obstáculos que impone la naturaleza y que hay que salvar con medios ingenieriles. En consecuencia, es práctica habitual buscar soluciones duras para cualquier problemática. Como ejemplo de desconocimiento en el pasado, en numerosos proyectos de obras de defensa en el Ebro a mediados del siglo XX (Ollero, 1992) los autores tildaban de “caprichoso” el comportamiento meandriforme del río, capricho que había que atajar sin tener en cuenta ningún fundamento de dinámica fluvial. Las soluciones, por tanto, nunca acompañaban a la dinámica ralentizándola, sino que chocaban frontalmente con ella.

(98) El anquilosamiento en estas inercias ha provocado un marcado retraso respecto a otros países en cuanto a la corrección y restauración de los problemas fluviales. También ha provocado un incremento de la falsa sensación de seguridad que hace olvidar o menospreciar a la población las situaciones de riesgo en que vive. También va unida a lo que Ayala (2002) llamaba acertadamente “paternalismo hidráulico del Estado-Providencia”, que implica la inexistencia de una cultura de auto-responsabilización ante el riesgo, debido a que hay un “automatismo de compensación del riesgo”.

(99) Hay también deficiencias legales que afectan a los ríos, como por ejemplo la indefinición del Dominio Público Hidráulico en cauces dinámicos, la complejidad del reparto de competencias entre las distintas administraciones, la planificación independiente de cada municipio, de manera excesivamente geométrica y sin estudios específicamente fluviales, etc. Todo ello ha llevado a invasiones del espacio fluvial que, teóricamente ilegales, se han terminado por consolidar legalmente.

(100) Con base en esa indefinición legal, se han permitido desde la administración esas invasiones e incluso se han apoyado económicamente con la construcción de defensas o la subvención de cultivos. Muchos sotos se han sustituido en las últimas décadas por plantaciones de chopos, generalmente en terrenos públicos. Han sido iniciativas muy poco

responsables, que no han dado ejemplo de rigor sino de permisividad, agravando la problemática ambiental.

(101) Ibero *et al.* (1996) señalaban que “ya hay suficiente legislación en España para garantizar una conservación efectiva de las riberas fluviales mucho mejor que la actual, pero estas disposiciones no cumplen su función proteccionista, ya sea por desidia de las administraciones o por falta de capacidad ejecutiva y medios (...). El Dominio Público Hidráulico es, teóricamente, un poderoso instrumento para garantizar de forma universal esta conservación. Sólo el 2% de los espacios ribereños están protegidos”. Una década después podemos decir que bien poco se ha avanzado, ni siquiera en los necesarios deslindes, y muy pocos espacios se han protegido legalmente.

(102) El D.P.H. es mucho más factible de establecer con precisión cuando el cauce está muy definido y es fijo, lo que ha propiciado la realización de obras transformándolo en un canal de desagüe. En este sentido, allí donde se han practicado deslindes no se ha tenido en cuenta las características originales del cauce, sino que se han fijado los límites sobre las defensas existentes, diques longitudinales paralelos al cauce menor, con lo que se restringe el desagüe y se legalizan las ocupaciones del dominio público (Ureña y Ollero, 2000).

(103) Parece que el desconocimiento de la población sobre el riesgo ha sido favorecido o premeditado en muchos casos para favorecer la ocupación de terrenos y la especulación. En la resolución de situaciones de riesgo, con la subvención de la obra de regulación o de defensa se ha caído en una espiral de I) invasión, II) degradación ambiental, III) inundación, IV) construcción de infraestructuras, V) más invasión y especulación, VI) más degradación, VII) inundación más grave, VIII) más infraestructuras de regulación y defensa, y así sucesivamente, tal como puede observarse en la figura 2.

(104) El gravísimo problema actual de la especulación urbanística, que sigue en trepidante aumento en nuestro país, donde el suelo y la propiedad tienen gran valor, y frente al que no se está poniendo ningún tipo de cortapisa desde la gestión del territorio, constituye, en definitiva, la principal fuente de deterioro de nuestros ríos. Mientras no se solucione ese gran problema ambiental y social es prácticamente imposible evitar el proceso de urbanización de ríos y riberas.

(105) Este desarrollo urbano desenfrenado en montañas, valles y costas y este peso casi exclusivo de los poderes económicos en la toma de decisiones se asientan en el viejo principio de que el hombre puede dominar a la naturaleza. Frente a esta falsa seguridad hay que educar desde el principio de precaución, desde la humildad, desde la convivencia

consciente y respetuosa con la peligrosidad natural, siendo necesario un paso atrás si queremos atajar el trepidante incremento de la exposición y del riesgo.

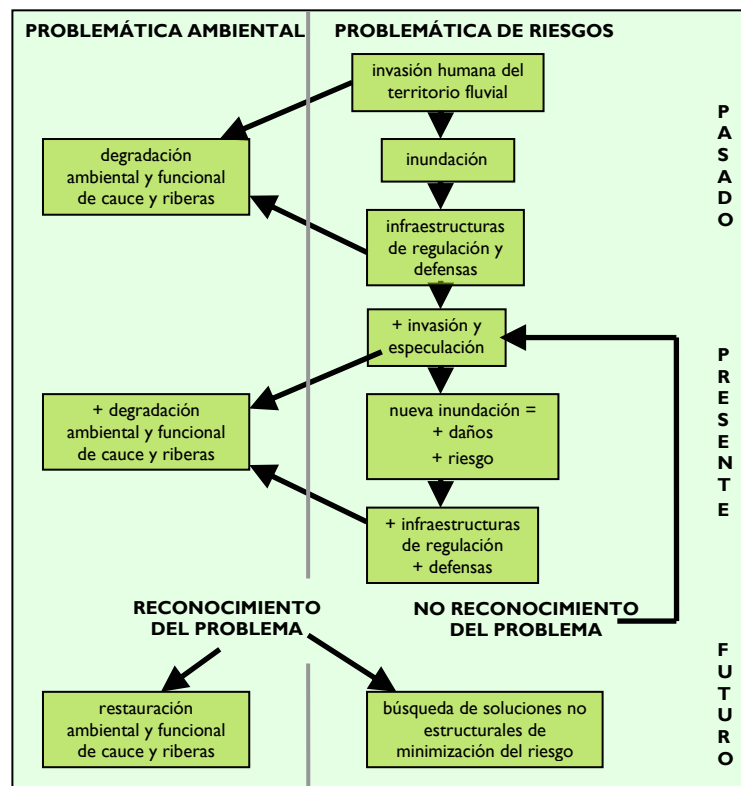


Figura 2. Problemática ambiental y de riesgos asociadas

(106) Otra inercia muy asentada en nuestro país es el carácter casi exclusivamente biológico del conservacionismo. Se han protegido espacios, en ámbitos fluviales y en otros, por sus valores biológicos, por la presencia de una determinada especie o por su biodiversidad, pero no hay una tradición que valore la geología o la geomorfología por sí mismas, de manera que los elementos y procesos abióticos no suelen ser objetivo de protección. Es un planteamiento muy sesgado y pobre, además de muchas veces equivocado, ya que la calidad de los ecosistemas y de los paisajes naturales tiene casi siempre por origen una activa dinámica geomorfológica. Este hecho ha sido muy negativo para los cursos de agua, de manera que sólo algunos sotos o bosques de ribera cuentan con protección, pero no hay ramblas ni cauces trenzados o anastomosados protegidos. Esta inercia, representada también en la propia Directiva 2000/60/CE, que supedita los valores hidromorfológicos a los biológicos en la determinación del estado ecológico, desemboca también en la forma de restaurar y en los objetivos de calidad, dándose siempre mucho mayor valor a la fauna piscícola o a la vegetación que a las dinámicas geomorfológicas.

(107) Una inercia con consecuencias geomorfológicas muy graves son las obras urgentes de reparación tras crecidas. Se realizan sin planificación, muchas veces sin proyecto y casi siempre sin estudio de impacto. Incluyen diversas labores de reparación y refuerzo de defensas y acequias, drenaje de zonas que hayan podido quedar encharcadas, relleno de brechas y socavones, cierre de cauces iniciados... Aunque con ello se elimina cualquier posibilidad de recuperación de la dinámica natural, son acciones lógicas para la reanudación de las actividades económicas. Lo grave son los dragados indiscriminados, efectuados sin ningún cuidado, que acompañan siempre a estas obras, dragados para recuperar o ampliar la sección de desagüe, carentes de un estudio hidráulico previo, que destruyen toda la geomorfología local del cauce. Es práctica muy frecuente, que hemos podido constatar en numerosos cauces, como por ejemplo en el Pirineo aragonés tras las crecidas de julio de 2001 (foto 23), o en los afluentes ibéricos del Ebro tras las de mayo de 2003 (foto 24), y que ha supuesto una enorme pérdida de patrimonio natural, nunca valorada.



Foto 23: Río Sieste (A.Ollero)



Foto 24: Río Manubles (N.Sánchez)

(108) Otro ejemplo de actuaciones de emergencia lo encontramos en distintos barrancos bardeneros afluentes del Ebro tras las tormentas de septiembre de 2004. Durante estas actuaciones se eliminó la vegetación de ribera existente y los barrancos fueron canalizados (fotos 25 y 26), aunque sin ningún tipo de protección en sus orillas (foto 27).



Foto 25: Curso bajo del barranco en 2003



Foto 26: Curso canalizado en 2005



Foto 27: Detalle del mismo barranco tras las obras de emergencia

(109) En ocasiones tras una riada catastrófica no sólo se ejecutan obras urgentes, sino que se desarrollan también alardes de ingeniería innecesarios, como las descomunales obras (foto 28) en el barranco de Arás tras la tragedia del camping Las Nieves. Enorme inversión para proteger un cono en el que no volverá a instalarse ninguna actividad (salvo la carretera) y enormes cantidades de sedimentos que no podrán llegar al Gállego.



Foto 28: Nueva presa de sedimentos en el barranco de Arás (A.Ollero)

(110) Precisamente constituyen otra traumática inercia las escasísimas partidas presupuestarias (cantidades irrisorias en comparación con otros países europeos) que se han ido dedicando a restauración fluvial en España frente a las enormes cantidades para encauzamientos y actuaciones muy impactantes y de escasa utilidad y justificación. Esta inercia se manifiesta, por ejemplo, en la asignación de tan sólo un millón de euros para el Programa de Protección incluido en el presente Plan Nacional de Restauración de Ríos, cantidad mínima en comparación con los 18,3 millones de euros que se invirtieron en 593 actuaciones de “conservación y mejora del DPH” en 1133 km de ríos durante 2005, trabajos que, aunque se integren también en el P.N.R.R., no son restauración, sino limpiezas, desbroces, dragados, reparaciones de defensas y plantaciones, en términos globales considerados como atentados al funcionamiento del río más que como restauración del sistema fluvial.

(111) Una inercia muy marcada se encuentra en la educación, en la información y en la apreciación social de los ríos, que en España cuenta con un grave subdesarrollo cultural. Desde libros de texto hasta medios de comunicación, quizás de forma interesada, son los vehículos de esta inercia que equipara agua con recurso, ríos con canales de agua, infraestructuras con progreso, crecidas con catástrofe (nunca se ven los aspectos positivos de las inundaciones), que hay que limpiar de maleza los cauces, que hay una España húmeda y otra seca, que la montaña produce y el llano consume... Son paradigmas ya trasnochados en otros países europeos, que chocan frontalmente contra los nuevos principios ambientales, pero que aquí encuentran un caldo de cultivo persistente, merced al profundo desconocimiento del funcionamiento de los sistemas fluviales y al profundo desprecio, en general, por sus valores naturales. Con estas ideas caducas se han ido fraguando los gustos populares (y también las solicitudes de los usuarios a las confederaciones), convencionales, equivocados y hasta peligrosos, por cuanto fundamentan situaciones de riesgo. Hablamos del gusto por las orillas defendidas, estables, seguras, y por los cauces limpios, el disgusto por la vegetación excesivamente intrincada y el desprecio por las gravas y por los cauces secos, el convencimiento de que “los ríos están sucios”, la necesidad de urbanizar las riberas desnaturalizándolas, domesticándolas y ajardinándolas, porque sólo así se logra que el público acuda a ellas, cuando el río está sometido, no para apreciarlo como es. Así, tenemos la moda de los parques fluviales, que no son espacios para disfrutar de la vegetación de ribera sino parques convencionales con césped y bancos, junto al río y separados de éste por una escollera.

(112) Las inercias se manifiestan también, por tanto, en las propias iniciativas de restauración o de gestión de la problemática ambiental o de riesgos. Las soluciones se siguen buscando en la ingeniería, no en la ordenación del territorio. Y si se da un paso más, se utiliza la bioingeniería o la revegetación, nunca la restauración hidrogeomorfológica-ecológica integrada. Hay que restaurar de verdad, no lo que hoy se llama en muchos casos restauración, que no es sino defensa o estabilización de los cauces con algo de revegetación. Un ejemplo muy negativo que ha destrozado los cauces de los principales ríos riojanos es lo que se llamó “Recuperación de riberas en el valle del Ebro” (convenio Ministerio de Medio Ambiente y Gobierno de La Rioja), suponiendo brutales dragados que explanaron los cauces del Oja (fotos 29, 30 y 31) o del Cidacos (foto 32) a lo largo de muchos kilómetros, acumulando materiales en las márgenes y colocando en ellos estaquillas de sauce. Lamentablemente este tipo de prácticas siguen ejecutándose en toda España.



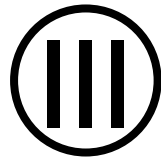
Fotos 29 a 32: Ríos Oja y Cidacos (A.Ollero)

(113) En efecto, aunque en las convocatorias de licitaciones de los diferentes boletines oficiales estatales y autonómicos se han hecho muy frecuentes en los últimos años los proyectos que de forma más o menos directa se denominan como “de restauración fluvial”, ya sea por la ausencia de los suficientes estudios previos integrales, o por la entidad de las actuaciones propuestas, nada tienen que ver la mayoría de ellos con actuaciones de restauración fluvial, sino más bien con obras puntuales encaminadas a solucionar problemas concretos de carácter socioeconómico y que la mayoría de las veces generan intensos impactos ambientales. La fotografía 33 incluye otro claro ejemplo de este tipo de actuaciones. Este proyecto desarrollado en Cádiz se enmarca en el Plan de Protección y Regeneración de Entornos Naturales 2000-2006 denominado “Magia verde”, que desarrolla el área de Medio Ambiente de Diputación y ha contado con la financiación de los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER) y de la propia administración provincial. Requirió una inversión de 1.153.520 euros, consistiendo realmente en una actuación de encauzamiento con técnicas convencionales y de intensos impactos ambientales que en absoluto cubrirán los objetivos de mejora del entorno natural, recuperación y conservación de biodiversidad, etc.



Foto 33: “Restauración Fluvial” en el Arroyo Los Nacimientos, Los Badalejos, Cádiz

(114) Hay que hacer frente a estas inercias aportando nuevas ideas e imaginación. Y respetando y valorando, de una vez por todas, el patrimonio geomorfológico de los cauces. Y contando con la ayuda de los ríos, que son los que mejor hacen el trabajo. De hecho, en varios de los ejemplos citados los ríos han sido capaces de recuperarse de los dragados y de las supuestas restauraciones, porque han tenido la suerte de contar con nuevas crecidas (afortunadamente no “reparadas”) que han reactivado los procesos y han dejado en su sitio las formas geomorfológicas del cauce.



SOLUCIONES



Río Cinqueta, Bal de Chistau (A.Ollero)

8. OBJETIVOS Y CONDICIONANTES

(115) Restaurar no es defender ni estabilizar ni repoblar ni ornamentar. Es permitir que el sistema fluvial funcione como tal y la dinámica hidromorfológica pueda crear terrenos en los que el agua, los sedimentos y la vegetación trabajen. Son ellos y no el hombre los que mejor saben restaurar al río y sus riberas. A priori, los objetivos de un plan de restauración fluvial desde la perspectiva que abordamos en la presente mesa de trabajo son básicamente los siguientes:

- Integrar a los ríos en su evolución natural, conduciéndolos si han sido alterados a la morfología propia de sus funciones y condicionantes de cuenca y garantizando su sostenibilidad en el futuro.
- Mejorar o recuperar el funcionamiento dinámico y complejo de los sistemas fluviales, garantizando así la conservación y mejora de sus funciones, y con ello el buen estado ecológico.
- Mitigar los riesgos asociados a los sistemas fluviales.
- Obtener un espacio fluvial plurifuncional y sostenible.

- Aumentar el aprecio social por los ríos y la responsabilidad colectiva por su conservación.

(116) Sin embargo, el logro de los objetivos citados puede ser un reto difícil y largo en el tiempo, ya que existen numerosos condicionantes que complican esta labor. En un interesante artículo en el que hacen balance de la investigación sobre restauración fluvial en Estados Unidos, Shields *et al.* (2003a) señalan que a pesar de la importancia social que ha adquirido en las últimas dos décadas la restauración en corredores fluviales, cuenta con importantes problemas científicos, técnicos y sociales:

- La propia indefinición y ambigüedad del concepto de restauración.
- La complejidad de los sistemas fluviales, gobernados por variables cambiantes y heterogéneas en el espacio y en el tiempo, además de no escalables.
- La imposibilidad de comprobar a escala humana los resultados de la restauración, teniendo en cuenta que muchos son experimentos no del todo controlados y no reproducibles.
- Por ello, la incertidumbre de que, extrapolando a otros sistemas fluviales las mismas acciones, se llegue a los mismos resultados.
- Hay muchos factores sociales que dificultan la puesta en práctica, de manera que los habitantes afectados ribereños no suelen colaborar con la misma. Hay que tener en cuenta que es difícil convencer de los beneficios socioeconómicos derivados de la restauración ecológica.
- En buena medida se ha optado por actuaciones híbridas entre las propuestas de los ecólogos y expertos ambientales y el pragmatismo de los ingenieros. Ello cuenta con una consecuencia negativa, la inexistencia de actuaciones ecológicamente ambiciosas, es decir, de auténticas restauraciones, y con otro efecto positivo, ya que, aunque despacio, se va avanzando con esa metodología híbrida en proyectos y en actuaciones.

(117) En España muchos de nuestros ríos se encuentran aún hoy abocados a un destino de artificialización. Creemos que antes que un plan de restauración haría falta un plan de gestión con una normativa restrictiva, que debería encontrar cabida en la nueva ley de aguas, que impida más abusos sobre las dinámicas fluviales naturales y que obligue como mínimo al análisis detallado de las consecuencias que cualquier actuación pueda originar, antes de la toma de decisiones. Ante la oportunidad del presente Plan Nacional de Restauración de Ríos, es imprescindible integrar en el mismo, junto a propuestas de restauración y antes que las mismas, medidas de gestión básicas.

(118) El primer paso para abordar proyectos de gestión y de restauración fluvial es comprender la dinámica natural del curso de agua (Ward *et al.*, 2001). La gestión sostenible

de los ríos requiere el esfuerzo individual y colectivo, la comprensión y el respeto del funcionamiento complejo y dinámico de los sistemas fluviales (Downs & Gregory, 2004). Aquí surge un condicionante importante: la restauración deben planificarla expertos y debe ejecutarse bajo su estricta supervisión, pero debe ser asumida y respetada por toda la sociedad. Científicamente se ha avanzado mucho en la comprensión de la multiplicidad de funciones que desempeñan los ríos, así como en diseñar, al menos teóricamente, cómo compatibilizar los usos humanos de los mismos con su recuperación natural. Sin embargo, técnicamente no se ha ensayado lo suficiente en la restauración fluvial y socialmente aún no se valoran estas iniciativas, salvo que ofrezcan un uso recreativo.

(119) Aunque son muy escasos en España, los proyectos que pueden considerarse realmente de restauración los ha habido y en algunos casos han sido iniciativas interesantes. Sin embargo, se adjudicaron a empresas constructoras de cierta envergadura y no se ejecutaron bien en la práctica, en parte por unas muy condicionantes grandes bajas económicas de inicio, en parte por la ausencia de expertos en el desarrollo de ese tipo de actuaciones. En un ejemplo concreto en Palma del Río (Guadalquivir) se ejecutaron tan sólo las escolleras, y no las actuaciones de bioingeniería proyectadas. En suma, en la mayoría de los casos no tiene nada que ver lo que se planifica con lo que al final se hace.

(120) En el proceso científico-técnico de gestión-restauración hay que comprender, evaluar y respetar tres grandes claves: función, espacio y tiempo. Porque la gestión y la restauración fluvial consiste en **devolver a los ríos su función, su territorio y su dinámica**. Y hay que comenzar por preguntarse en qué medida el río cumple con su función en el sistema natural, cuánto se ha alejado de esa función prioritaria, si cuenta con el espacio suficiente para recuperar esa función, en qué momento evolutivo se encuentra, cuáles son sus tendencias, si contamos con tiempo para que se auto-recupere o no, etc.

- La **función** de las cuencas es regular (embalses naturales), la de los ríos transportar (agua, sedimentos, nutrientes, seres vivos), la de las llanuras de inundación es laminar las crecidas. Respetar estas funciones y restaurarlas si es preciso deben ser objetivos de gestión prioritarios. Para estas funciones básicas los ríos necesitan caudales líquidos y sólidos, además de espacio y tiempo.
- El **espacio** de cada río es territorio, y en las últimas décadas se ha invadido, en lo que constituye una enorme fuente de conflictos. Para comprender, ordenar, gestionar y restaurar un curso fluvial hay que tener en cuenta toda su longitud y todas sus bandas, desde la cuenca hasta el lecho menor. Los ríos necesitan espacio para restaurarse a sí mismos. Hay que devolver a los cauces y riberas un territorio, al menos parte del espacio que se les ha ido usurpando. También hay que eliminar o bien alejar del río las defensas que lo constriñen, para que ese territorio pueda ser útil. En el caso de las

ramblas mediterráneas este aspecto resulta especialmente importante, a la vez que desatendido. Esto está condicionado por la falta de circulación hídrica y porque los cauces en las desembocaduras son muy amplios, fértiles y de trazado poco definido (foto 34). Por tanto, la delimitación del territorio fluvial resulta aún más difícil y conflictiva, aunque altamente necesaria, habida cuenta de los cambios bruscos que, en momento de crecida, pueden producirse (dada la dinámica torrencial de estos cursos).

- **El tiempo** es dinámica, resiliencia y sostenibilidad. Hace falta tiempo para los procesos y para la renaturalización de los mismos. El tiempo del río es diferente del nuestro, hemos de saber esperar a que el río integre en su propia dinámica evolutiva las medidas que diseñemos para su mejora. De nuevo cabe resaltar la especificidad de los cursos de circulación efímera, donde el tiempo de morfogénesis activa se reduce considerablemente, habida cuenta de la carencia de circulación hídrica durante la mayor parte del año. En estos casos, es necesario, por tanto, considerar períodos de tiempo mayores para la renaturalización de la cuenca.



Foto 34: Barranc de Carraixet (Camarasa, 1995)

(121) Como señala González del Tánago (2004), teniendo en cuenta la capacidad del propio río para recuperar su forma y estructura, podemos considerar que las intervenciones más importantes, y de mayor repercusión en el ecosistema fluvial a medio y largo plazo, van a ser las relativas a la recuperación del régimen de caudales líquidos y sólidos y a la recuperación del espacio fluvial. Conseguidos ambos elementos, el propio río efectuará las intervenciones antes mencionadas, de forma gratuita y perdurable en el tiempo. Recuperar estos dos elementos clave del río, régimen de caudales y espacio fluvial, debe ser la primera meta a alcanzar en la restauración de los ríos, dedicando a ella todo el esfuerzo e inversiones asignadas a dicha restauración.

(122) El mayor reto es contar con agua que circule y cree, reto cada vez más difícil a causa de los embalses y de los cambios de uso en las cuencas. Hay que añadir, por tanto, un nuevo uso al agua, el uso generador, restaurador. Para ello son, por ejemplo, imprescindibles las crecidas y también el aporte de sedimentos.

(123) Las escalas temporales son fundamentales y todo hay que verlo como fase de un proceso. Actualmente la mayoría de cursos son ordenados como entidades estables y definitivas. No debe ser así, sino que deben ser contemplados como componentes dinámicos de un sistema natural en cambio continuo.

(124) Los resultados de las restauraciones no van a ser efectivos en muchos años. De hecho, es pronto para valorar los resultados de las primeras actuaciones, lo cual impide encontrar ejemplos que constituyan modelos de actuación. No hay pruebas ni experiencia suficiente para saber a ciencia cierta que una determinada estrategia de restauración aplicada a un sistema fluvial vaya a ser adecuada para el nuestro. Hace falta tiempo, para investigar, practicar, equivocarnos y volver a probar.

(125) Sin embargo, de acuerdo con Downs & Gregory (2004), estaríamos ya en la fase de “dejar que el río haga el trabajo”. Una innovación en la restauración consiste en dejar trabajar al río solo, poco a poco, facilitarle que con espacio y tiempo desarrolle su función. Ahora bien, esta es una solución ideal para situaciones de poca alteración, o en ríos muy dinámicos con alta capacidad de recuperación, pero es en la actualidad inviable en ríos regulados, en cursos estables o en tramos muy degradados. Pero siempre que sea posible, hay que dejar que sea el río el que vuelva a crear y destruir, el que pueda volver a buscar su equilibrio dinámico perpetuo, el que sea capaz de reformarse a sí mismo, para lo cual se eliminarán todas las cortapisas e impactos que impedían esa libertad. No sirve ya la restauración de pequeñas manchas de gran valor ecológico, sino la del funcionamiento natural tanto en los cauces como en las llanuras de inundación (Brookes *et al.*, 1996). Quizás sea imposible llegar a ríos perfectos, naturales, pero al menos serán sostenibles en su hidrosistema y sin legado de degradación (Downs & Gregory, 2004). Y quizás sea posible llegar desde restauraciones concretas, locales, a las soluciones globales, teniendo en cuenta además que cada actuación concreta repercutirá en todo el río.

(126) Como ejemplo, y para concluir este apartado, en Estados Unidos se ha ido desarrollando en los últimos años una línea de trabajo en restauración geomorfológica de cauces, el “*natural channel design*”, definido por Rosgen (1996) y muy debatido posteriormente (Skidmore *et al.*, 2001; Shields *et al.*, 2003b; Simon *et al.*, 2005). Rosgen

(2006) expone esta metodología, basada en un conocimiento exhaustivo del río, de manera que los restauradores deben dominar la geomorfología, la hidrología, la ingeniería y la ecología de la fauna piscícola y de la vegetación de ribera. Establece ocho fases secuenciales de trabajo en el diseño de la restauración: I) definición de objetivos específicos de restauración asociados a procesos físicos, biológicos y/o químicos; II) toma de información regional y local sobre caracterización geomorfológica, hidrológica e hidráulica; III) aplicación de un sistema de valoración de la cuenca y del río para determinar su potencialidad, estado actual y naturaleza, magnitud, dirección, duración y consecuencias de los cambios o impactos sufridos; IV) considerar posibilidades de restauración pasiva basadas en cambios de usos del suelo; V) si esa restauración pasiva se estima insuficiente, iniciar el diseño natural del cauce con el testado analítico subsecuente de las relaciones hidráulicas y de transporte sedimentario (competencia y capacidad); VI) selección y diseño de medidas de estabilización o de mejora o de revegetación y de materiales para mantener la dimensión, modelo y perfil del cauce; VII) implementación del diseño propuesto; VIII) diseño de un plan para la efectividad, validación y el seguimiento de la implementación, incluyendo métodos predictivos y concluyendo con un plan de mantenimiento.

9. RECUPERAR UN “TERRITORIO FLUVIAL”

(127) Entendemos que la acción clave para la restauración fluvial, fundamentalmente en ríos de llanura, consiste en recuperar un espacio fluvial, un territorio del río, un espacio lo suficientemente ancho y de límites variables en el tiempo, en el que el río pueda desarrollar sus funciones, erosionar, sedimentar, desbordarse, garantizando así la supervivencia de un corredor ribereño continuo, complejo y diverso. Al mismo tiempo, en ese nuevo espacio se pueden desarrollar todo tipo de actividades humanas compatibles con los objetivos ambientales. Así, Kondolf *et al.* (2003) proponen la conservación o recuperación de una banda fluvial activa, la de mayor eficiencia ecológica, con utilidad como espacio tampón y filtro entre los procesos hidromorfológicos y los intereses humanos del resto de la llanura de inundación, corredor capaz de soportar diversos usos y al mismo tiempo de mantener o lograr una alta biodiversidad. En el borrador de la directiva europea de evaluación y gestión de riesgos de inundación, que se espera aprobar en los próximos meses, se indica que los planes de gestión del riesgo de inundación incluirán medidas que mantengan relación con procesos naturales como el mantenimiento o el restablecimiento de las llanuras aluviales, para devolver en la medida de lo posible el espacio necesario a los ríos y promover un uso del suelo adecuado.

(128) De forma paralela e inseparable al logro de un territorio fluvial, es necesario destensar todo lo posible la enorme presión actual sobre los valles como ejes estructurantes del

territorio, facilitando desde la planificación que nuevas infraestructuras y áreas industriales y urbanas se asienten en otros espacios ajenos a los fondos de valle. No se trata de que los ríos dejen de ser ejes clave del territorio, sino que dejen en la medida de lo posible de ceder espacio a las vías de comunicación y a otros muchos elementos de interés humano. Es ahora otro interés humano que el río estructure el territorio en función de sí mismo y de lo que como tal puede proporcionar, en el marco de la ordenación del territorio.

(129) Se ha tardado en integrar este espacio fluvial que demandamos en los proyectos de restauración. Los principales esfuerzos en la restauración de sistemas fluviales en Europa se han dedicado a la mejora de la calidad del agua y, en segundo término, a la recreación de caracteres morfológicos parecidos a los naturales en cursos previamente alterados por canalizaciones o defensas. La mayoría de dichos proyectos solo aportan soluciones parciales y no integran a la cuenca ni al llano de inundación (Brookes, 1996). Kern (1992, 1994) insistió en la necesidad de que la rehabilitación de cauces incluyera también al llano inundable, fundamentalmente en cursos bajos, donde la inundación de dicho llano es esencial para el desarrollo de los hábitats. Los ecólogos se han ido dando cuenta (Odum, 1979; Junk *et al.*, 1989; Ward, 1989; Bayley, 1991) de que es fundamental la integración de la llanura de inundación con el cauce, ya que si se encuentran separados, por una defensa por ejemplo, se reducen drásticamente la producción, la composición de las comunidades y los intercambios de energía. De ahí la importancia de conservar y proteger la interfase tierra-agua con un ancho ecotono, el corredor ribereño, de manera que en los proyectos de restauración todo ello debería ser integrado (Osborne *et al.*, 1993). Sería necesaria, por tanto, una restauración a gran escala, lo cual incrementa las dificultades, ya que hay muchos más intereses humanos en juego, de ahí que se haya llevado muy poco a la práctica. La propuesta del espacio fluvial está perfectamente diseñada para este objetivo de restauración.

(130) En 1993 proponíamos por primera vez la idea de la recuperación de un espacio fluvial con objetivos de restauración de la dinámica fluvial, mejora ambiental y mitigación de riesgos, con un proyecto de “Parque de Renaturalización de las Riberas y del Cauce Dinámico del Ebro” (Ollero, 1993a) aguas arriba de Zaragoza (figura 3). Se trataba de un tramo de 28 km de cauce, con una superficie total de 2.271 ha, de las que 1.322 ha se encontraban cultivadas, incluyendo 341 ha de plantaciones de chopos. Esta idea para el Ebro fue expuesta en dos reuniones científicas en Avignon (Ollero, 1993b) y Lyon (Ollero, 1993c). En dichas reuniones se pudo constatar que algunos científicos fluviales franceses habían llegado a las mismas conclusiones, es decir, a la necesidad de devolver territorio a los ríos para mantener o recuperar su dinámica y sus ecosistemas y para reducir los niveles de riesgo.

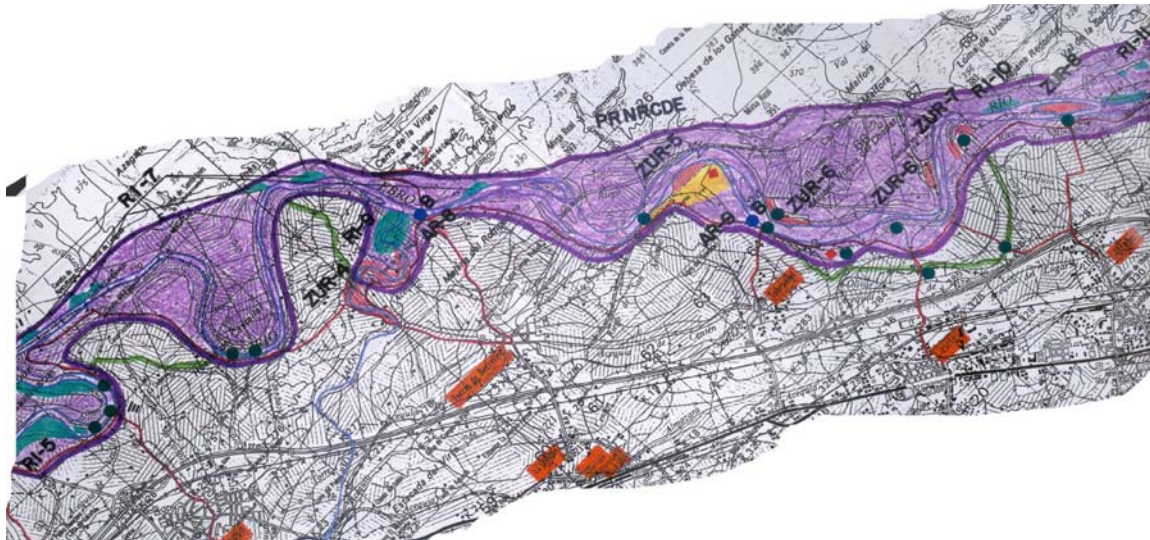


Figura 3. Parque de Renaturalización del Ebro entre Alagón y Utebo (Ollero, 1993a)

(131) Las ideas francesas desembocaron en la figura del Espacio de Libertad Fluvial, desarrollada por el SDAGE Ródano-Mediterráneo-Córcega, definido como “el espacio del cauce mayor dentro del cual el canal fluvial (simple o múltiple) asegura translaciones laterales para permitir una movilización de los sedimentos así como el funcionamiento óptimo de los ecosistemas acuáticos o terrestres” (Piégay *et al.*, 1996a,b; Bazin et Gautier, 1996; Malavoi *et al.*, 1998). La idea surge en Francia principalmente como vía de solución del problema de la incisión fluvial, derivada de siglos de explotación del agua y de los aluviones en numerosos ríos franceses, y causada también por efecto de los embalses y las defensas que constriñen los cauces. La incisión o erosión lineal del fondo del lecho había provocado, a su vez, descensos del nivel freático, desestabilización de puentes y grandes impactos en los ecosistemas acuáticos y ribereños. Con el tiempo, se ha ido sustituyendo Espacio de Libertad por Espacio de Movilidad Fluvial. Los problemas ambientales para los que está más indicada esta solución son las alteraciones hidrogeomorfológicas provocadas por embalses y problemas derivados de la ocupación de terrenos, de la intromisión de infraestructuras longitudinales y transversales en las llanuras de inundación y de actuaciones de defensa.

(132) Los principios de gestión del Espacio de Movilidad francés pueden resumirse, de acuerdo con el documento de Malavoi *et al.* (1998) en los siguientes puntos:

- Ausencia de protección artificial de las orillas (defensas de margen), por lo que los usos del suelo deben ser compatibles con la posible erosión.
- Ausencia de protección frente a inundaciones (diques o motas), por lo que los usos deben ser compatibles con la inundabilidad.
- Ausencia de implantación de graveras y de labores de extracción de áridos
- Puesta en práctica de medidas agroambientales para los cultivos situados dentro del Espacio de Movilidad, con el fin de no contaminar el mismo.

- Conservación o restauración de zonas vegetales ribereñas, incluyendo la reconversión de las plantaciones de chopos a soto.
- Repoblar, si es preciso, para lograr un corredor vegetal continuo.
- Mantenimiento o recreación de las conexiones entre el río y sus anexos (por ejemplo, los galachos).

(133) En el ámbito anglosajón esta idea había sido esbozada en un trabajo de Palmer (1976), y en los últimos años se ha extendido bajo el concepto de “streamway” (Brookes, 1996) o de “inner river zone guideline” (Dept. of Water Resources, 1998), como banda en la que la migración del canal es suficiente para mantener los ecosistemas y la movilidad de sedimentos. En Italia también surgió la propuesta de la “fascia di pertinenza fluviale” (Govi e Turitto, 1994), pero no se ha puesto en práctica. En España retomaron la idea Ureña y Ollero (2000), proponiendo un cambio significativo en la definición administrativa de río y en la planificación de usos del suelo, con más espacio y continuidad y una definición menos permanente, variable a lo largo del tiempo y adaptada a la dinámica de cada tipo de curso fluvial. Apareció el concepto de Espacio de Movilidad por primera vez en un plan de ordenación fluvial en la restauración del impacto de la catástrofe de Aznalcóllar en el río Guadamar (Montes, 2002; Guerrero y Baena, 2002). En Cataluña aparecen en la gestión hídrica y fluvial los conceptos de “Zona Fluvial” y “Sistema Hídrico” (Agència Catalana de l'Aigua, 2002, 2006), muy relacionados con el Espacio de Movilidad. Así, cada estudio de planificación para las diferentes cuencas internas de Catalunya propone la delimitación de 3 figuras en el Espacio Fluvial (Zona Fluvial, Sistema Hídrico y Zona Inundable) (fig. 4) que se han traspuesto en el Reglamento de la Llei d'Urbanisme y que están ya en vigor desde el mes de julio de 2006. En el artículo 6 de este reglamento se especifican los usos admitidos en cada figura.

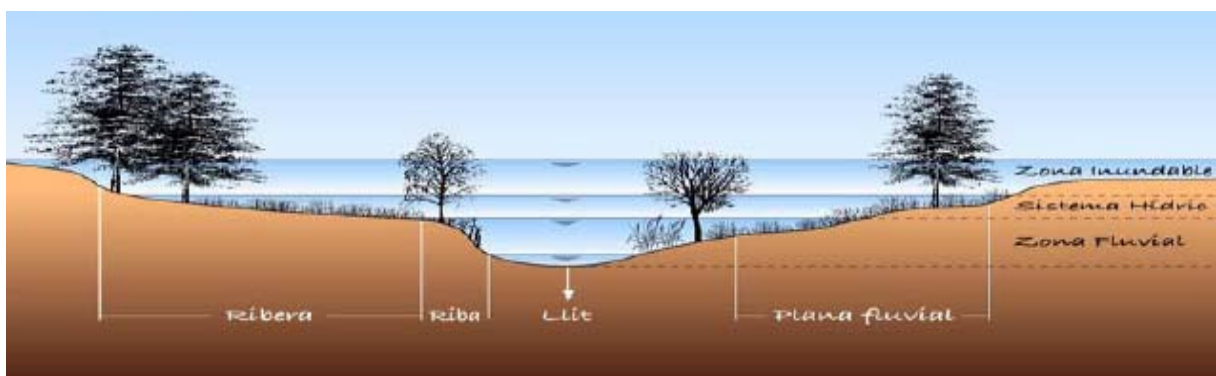


Figura 4: Esquema de la zonificación en la Planificación de Espacios Fluviales (Agència Catalana de l'Aigua)

(134) En los últimos años, en estudios aplicados realizados para los cursos bajos de los ríos Arga y Aragón (Díaz Bea y Ollero, 2002), Cinca medio (Ollero et al., 2001, 2002), bajo Gállego (Ollero y Martín Vide, dirs., 2005) y Ebro medio y bajo Cinca (Ollero et al., 2005), se

ha propuesto la aplicación del Espacio de Movilidad Fluvial y se ha delimitado su anchura aconsejable en cada caso. Salvo diversas iniciativas muy interesantes en marcha en los bajos Arga y Aragón, en el marco del proyecto Life “Gestión Ecosistémica de Ríos con Visión Europeo”, todo lo demás no ha llegado siquiera a fase de proyecto.

(135) En España hay que añadir los problemas legales y normativos que ya hemos esbozado, ya que las características y dinámicas que presentan los espacios fluviales (cauces, corredores ribereños y llanos de inundación), la continuidad longitudinal del río y la estructura transversal del mismo, no aparecen explícitamente consideradas en los planes municipales de ordenación urbana de España, ni en la Ley del Suelo, es decir, no se considera la continuidad longitudinal ni la estructura transversal de los espacios fluviales como bases para la definición del modelo territorial (Ureña y Ollero, 2000). En general, las propuestas urbanísticas y de ordenación hidráulica se han realizado de manera descoordinada, mientras las medidas proteccionistas de los planes de urbanismo no tienen una base científica fluvial. Además no existe un tratamiento globalizador de los espacios que componen los ríos a lo largo de todo su curso (Ascorbe *et al.*, 1999).

(136) El Dominio Público Hidráulico es una figura problemática, además de conceptualmente incompatible con el Espacio de Movilidad Fluvial. En primer lugar, se define por criterios hidrológicos, pero en el caso de cauces especialmente dinámicos, cuyo trazado cambia con facilidad, si se quiere que el deslinde y la definición del D.P.H. tengan cierta continuidad en el tiempo, deberían delimitarse según criterios geomorfológicos. Por otro lado, las zonas de servidumbre y de policía son de dimensiones uniformes y sólo pretenden condicionar los usos del suelo para “asegurar” el desagüe del río. Pero la naturaleza del corredor ribereño, del Espacio de Movilidad y de la llanura de inundación es mucho más compleja que la de mera banda paralela al cauce para el desagüe del agua. Y el cauce no es un elemento fijo sobre el territorio, sino que su ubicación va cambiando a lo largo del tiempo. En suma, con el D.P.H. se pretende aplicar una visión estática de los espacios fluviales que, por el contrario, presentan un alto grado de variación temporal y espacial (Ureña y Ollero, 2000).

(137) Ante esta problemática, se podría ofertar un espacio alternativo al D.P.H., bien para sustituirlo, bien para convivir con él. Es el Espacio de Movilidad Fluvial, pero podríamos pasar a denominarlo Territorio Fluvial (Ollero, 2007), entendiendo que el término “territorio” puede ser más correcto que el de “espacio” en aras de una mayor importancia y efectividad legal en el marco de la ordenación del territorio y la gestión ambiental.

(138) Es un territorio que incluye un corredor ribereño protegido y usos humanos no defendidos, no urbanizables, asegurados o compatibles con la inundación y con la erosión de

márgenes. Incluye como mínimo el cauce menor y el corredor ribereño y debe tener la suficiente anchura y continuidad para lograr los siguientes objetivos, que constituyen su utilidad en la ordenación del territorio:

- Conservar o recuperar la dinámica hidrogeomorfológica, que el río pueda desplazarse lateralmente, erosionar, sedimentar y desbordarse.
- Conservar o recuperar la conectividad hidromorfológica y ecológica entre el cauce menor, el corredor ribereño, las aguas subterráneas, los anexos fluviales y las zonas inundables, permitiendo interacciones transversales y verticales en el sistema.
- Obtener un corredor ribereño continuo que garantice la función ecológica, bioclimática y paisajística del sistema fluvial.
- Cumplir con todo ello con la exigencia del “buen estado ecológico”, tal como propugna la Directiva 2000/60/CE.
- Laminar de forma natural las avenidas reduciendo los caudales punta por el propio desbordamiento dentro del Territorio Fluvial, que se convierte en almacén de ralentización de la onda de crecida, lográndose, por tanto, mitigación del riesgo y ahorro en defensas e indemnizaciones (Blackwell & Maltby, 2006; Ollero & Elso, 2007).
- Lograr una multifuncionalidad dentro del territorio inundable, ya en el Territorio Fluvial se pueden desarrollar también actividades humanas siempre que sean compatibles con la inundación o estén cubiertas con seguros.

(139) Dados sus caracteres, objetivos y condicionantes, el Territorio Fluvial debería estar delimitado por criterios geomorfológicos, ecológicos e históricos, no por criterios exclusivamente hidrológicos como el Dominio Público Hidráulico, y no debería contar con límites permanentes, sino revisados periódicamente, precisamente para adaptarse continuamente a la propia dinámica fluvial (Ureña y Ollero, 2000). En cauces meandriformes, el Territorio Fluvial debería abarcar como mínimo el cinturón de meandros. Es un espacio que viene a coincidir con la ZICG (Zona de Intenso Cambio Geomorfológico) definida por Ayala (2002). En ramblas deberían tenerse en cuenta, además, aquellos espacios que, sin constituir la llanura de inundación propiamente dicha, vehiculan agua y resultan inundables, a causa de la falta de organización de la red de drenaje (zonas arreicas de drenaje deficiente), corredores, paleocauces, abanicos aluviales, vaguadas laterales en llanuras convexas, yazoos...

(140) El establecimiento de este Territorio Fluvial exige, siempre y cuando sea viable, la eliminación de defensas de margen (escolleras que evitan la erosión de las orillas y sujetan el cauce menor impidiendo su dinámica) y el alejamiento de los diques o motas longitudinales que protegen de la inundación hasta ubicarlos, si son necesarios, en los límites de este Territorio Fluvial. Es necesario restringir en él los usos humanos del territorio y muy especialmente nuevas edificaciones.

(141) Para la delimitación del Territorio Fluvial pueden emplearse los siguientes criterios, en su mayor parte emanados de la metodología francesa, pero adaptados a la situación concreta de nuestros ríos:

- Inclusión dentro del Territorio Fluvial de los distintos trazados del cauce en el último siglo, consultando para ello cartografía y fotografías aéreas antiguas.
- Inclusión de toda la extensión del corredor ribereño en 1956-57 (fotografías aéreas del vuelo americano).
- Inclusión de terrenos susceptibles de ser erosionados en las próximas décadas por la propia dinámica del cauce.
- Inclusión de galachos, masas de vegetación ribereña aisladas y otros anexos fluviales desconectados del corredor ribereño.
- Podría también establecerse que quedara dentro del Territorio Fluvial toda la zona inundada por la crecida de 5 años (en ríos grandes) o la de 10 años (en cursos pequeños). En muchas ocasiones, sin embargo, los entornos inundados no coinciden con los estimados por los modelos hidráulicos basados en períodos de recurrencia (Camarasa y Bescós, 2004). Por ello, en caso de duda, debería estudiarse para cada cuenca, el período de recurrencia que coincide con la zona real de inundación habitual, con objeto de determinar un criterio hidráulico más acorde con la realidad geomorfológica.
- Exclusión de los núcleos de población.
- Mayor ensanchamiento del Territorio Fluvial aguas arriba y enfrente de núcleos de población para reducir los niveles o cotas de aguas desbordadas.

(142) Pueden establecerse algunas propuestas generales para la ordenación del Territorio Fluvial, como las siguientes (Ureña y Ollero, 2000):

- Potenciar su uso como área natural o con usos que no dificulten el desplazamiento del cauce y establecer medidas administrativas para potenciar estos usos. En las áreas rurales se podría potenciar la concentración en este espacio de las superficies que, por razones administrativas, deban retirarse del cultivo.
- Establecer que en dichos espacios el organismo de cuenca tuviese derecho de tanteo en compraventas de terrenos. Los terrenos del Territorio Fluvial que fuesen propiedad del organismo de cuenca podrían cederse mediante concesiones administrativas a condición de que su uso fuese compatible con la dinámica fluvial y dando prioridad a propietarios que en otros tramos del río se comprometan a renaturalizar el Territorio Fluvial.
- La creación del Territorio Fluvial podría ser bien acogida por los propietarios afectados si a cambio se establecieran medidas de ecodesarrollo que beneficiaran la

rentabilidad de las huertas tradicionales, con subvenciones, promoción de los productos, denominación de origen de los mismos, descuentos en los cánones de regadío, fomento de actividades alternativas como el turismo fluvial, etc.

- En las áreas urbanas el Territorio Fluvial, más estrecho, debería integrarse en áreas verdes o parques diseñados de manera que se mantuviera en alguna medida la continuidad del corredor fluvial.
- Los planes municipales de uso del suelo deberán definir para las áreas consolidadas por la urbanización los espacios que debe ser recuperados y los que deben ser dejados fuera de ordenación para que con el paso del tiempo puedan reintegrarse a la dinámica fluvial y por tanto al Territorio Fluvial. Deberán también establecer para dicho espacio usos del suelo compatibles con el desplazamiento lateral del cauce.
- Las infraestructuras lineales paralelas al cauce (carreteras, ferrocarril, conducciones, etc.) deberían ubicarse fuera del Territorio Fluvial, al menos en una de las dos riberas. Las infraestructuras transversales deberían diseñarse para que el cauce pueda moverse.
- En este espacio se establecen similares competencias a las que el organismo de cuenca tiene en la zona de servidumbre, pero teniendo en cuenta que los criterios de actuación no deben ser proteger la capacidad de acceso al cauce y de desagüe, sino fundamentalmente el mantenimiento de la dinámica fluvial.
- Habrá que asegurar la continuidad del Territorio Fluvial, estableciendo criterios comunes en la cascada de planes de ordenación territorial, desde los regionales, pasando por los comarcales, hasta los municipales, contando con una cartografía que delimite con precisión estos espacios.
- El Territorio Fluvial debería ser una figura con valor jurídico que obligue a todas las administraciones a aceptarla en su planificación.
- El Territorio Fluvial podrá contar con figuras de protección adicionales similares a las de otros espacios naturales, con el fin de consolidar su papel de corredor ecológico.
- Entre las restricciones en el Territorio Fluvial hay una fundamental, la prohibición de extracciones de áridos, como se estableció para el espacio de Movilidad Fluvial en Francia (decreto de 24 de enero de 2001 del Ministerio de Medio Ambiente).

(143) En conclusión, analizada la dinámica fluvial como valor fundamental de los cursos de agua, parece claro, y ello ha sido suficientemente justificado en las páginas precedentes, que es necesario conservar o recuperar esa dinámica para que los sistemas fluviales funcionen como tales, para que sus biocenosis y biodiversidad mejoren y para que sus situaciones de riesgo sean minimizadas. Y para que la dinámica se mantenga o se recupere el río debe contar con un espacio propio lo más ancho y continuo posible. El logro de ese espacio debería ser, por todas las razones expuestas hasta aquí, la clave para la restauración fluvial en España.

10. OTRAS PROPUESTAS DE RESTAURACIÓN

(144) En el apartado 4 se han explicado las principales alteraciones geomorfológicas. Cada una debe ser objetivo de restauración y a ellas se encaminan las diferentes propuestas:

- Las alteraciones hidrológicas que originan numerosas alteraciones geomorfológicas deben ser paliadas con restauración de caudales (volumen, régimen y procesos extremos). No los tratamos aquí por ser objeto de otra mesa de trabajo.
- Propuestas de restauración de los caudales sólidos o flujos sedimentarios se van a exponer en el apartado 10.1.
- La restauración de la función y papel hidrogeomorfológico de las llanuras de inundación se lograría fundamentalmente con la figura del Territorio Fluvial, ya explicada en el apartado 9.
- Las propuestas de restauración de las alteraciones de procesos (longitudinales, verticales y laterales) y formas (trazado en planta, fondo del lecho, barras de sedimentos, orillas) por acciones directas sobre los cauces se expondrán en el apartado 10.2.
- La restauración de los elementos bióticos del corredor ribereño, de indudable trascendencia en la geomorfología del cauce, pero que se sale en alguna medida de los objetos de trabajo de esta mesa. Además, volvemos a señalar que en muchos casos la revegetación no debería ser una actividad de restauración prioritaria, ya que puede ralentizar excesivamente una dinámica hidrogeomorfológica a la que defendemos como objeto básico de nuestras propuestas.

(145) Aunque como se ha señalado no es tema de esta mesa de trabajo, es necesario exigir caudales generadores o geomórficos para restaurar las alteraciones geomorfológicas de cauces. Es una medida imprescindible. Fundamentalmente hay que contar con crecidas suficientes, tanto en frecuencia como en volumen. Es muy importante aumentar los caudales ambientales en los “cortocircuitos” hidroeléctricos, incluyendo también en esos casos crecidas geomórficas. Hay que fomentar que las centrales hidroeléctricas se ubiquen al pie de las presas, no distanciadas a través de un sistema de canal de derivación y tubería a presión, precisamente para evitar esos negativos “cortocircuitos” fluviales.

10.1. Propuestas para la recuperación de caudales sólidos

(146) Un problema no bien solventado en España hasta el momento es la evacuación de sedimentos desde los embalses, tanto para evitar su aterramiento como para mantener el sistema fluvial aguas abajo. Siendo inviable por su coste y complejidad un *by-pass* en cada embalse para el paso de sedimentos, la única posibilidad es realizar desembalses que incluyan

sedimentos de fondo. Dichos desembalses deben ser lo más numerosos y menos violentos posible, para no causar grandes mortandades de seres vivos acuáticos y para una correcta redistribución de los sedimentos aguas abajo. En muy pocos casos se consigue que los sedimentos gruesos salgan del embalse, por lo que hay que buscar también otras alternativas. Sin embargo, la apertura periódica de los desagües de fondo de los embalses puede ser una medida factible a corto plazo. Los desembalses pueden ser incluidos en los programas de explotación de cada presa.

(147) Los embalses pueden explotarse de manera que se evite en buena parte la sedimentación y en cambio se facilite la circulación del sedimento. Esto sólo es viable en regiones con excedente hídrico, pues para ello hay que dejar pasar los volúmenes de las crecidas que traen la mayor parte del sedimento, o al menos el flujo en la fase ascendente de las crecidas, aún más cargado de sedimento. La idea es que pase sedimento y agua por los desagües de fondo. Por ello, la cota y la capacidad de los desagües determina la viabilidad de esta operación. Otra condición es que los desagües se mantengan operativos (para abrirlos y cerrarlos).

(148) La técnica anterior y la de arrastre controlado se pueden denominar paso del sedimento a través de la presa. El arrastre controlado es la extracción de sedimento ya depositado en el embalse (y quizá consolidado) por la acción erosiva del agua, estando como en el caso anterior el embalse vacío o muy bajo y los desagües de fondo abiertos. Los desagües deben cumplir las mismas condiciones anteriores. El caudal utilizado es el propio del río. La duración de la operación y el caudal determinan la magnitud de la erosión conseguida en el sedimento. En el arrastre controlado se gasta agua, pero además se entrega al río aguas abajo de la presa un caudal con concentración alta de sedimento, lo que puede tener un impacto ambiental. Por ello, la operación se debe poder gobernar (con los desagües) para frenarla o detenerla. Cerrando, embalsando un poco y haciendo entrar a presión el desagüe de fondo disminuye rápidamente la capacidad erosiva de la corriente.

(149) El método de arrastre controlado consigue abrir un cauce por erosión de los depósitos. Las dimensiones de este cauce y los caudales sólidos producidos se pueden estimar con fórmulas empíricas muy imprecisas. Por ello, la experiencia concreta en el lugar de aplicación es más importante que el cálculo. El cauce formado por erosión no alcanza a tener toda la anchura del embalse. Por ello, la “limpieza” que se consigue está limitada a una región del embalse, como si fuera un cauce sumergido. Se dice que los embalses estrechos son favorables para el arrastre precisamente porque la operación significa limpiar una mayor parte de su sedimento. Si la operación de arrastre se hace con regularidad, será especialmente el sedimento más reciente depositado en este cauce el que se evacuará con

facilidad. También son favorables los embalses con pendiente de fondo elevada. Los embalses hiperanuales, es decir cuyo volumen es muy grande en relación al caudal medio del río, son los menos propicios a la operación por el tiempo necesario para volverlos a llenar de agua. La limpieza de sedimento por apertura del desagüe de fondo de una presa con embalse lleno sólo consigue evacuar una cavidad alrededor del desagüe. No debe confundirse de ningún modo con el paso de sedimento.

(150) Una alternativa factible pero costosa económicamente sería el dragado en el extremo de aguas arriba, donde se acumula también el material sólido, de la cola de los vasos de los embalses, transportando esos materiales para su vertido en cauce aguas abajo del embalse, en enclaves con problemas constatados de incisión. Debe ser un dragado selectivo y poco profundo, ejecutado con mucho cuidado, para no deteriorar las valiosas formaciones vegetales que suelen asentarse en esos sectores de cola de embalse. Antes de proceder a estas posibles actuaciones hay que analizar los sedimentos retenidos para comprobar si están contaminados o sufren algún proceso de degradación química. En tales casos no se podrían devolver al río, sino que habría que conducirlos a vertedero.

(151) Habría que eliminar las presas de sedimentos que se construyeron en muchos pequeños cursos de montaña. Su utilidad es poco justificable y puede haber otras alternativas de protección aguas abajo. Todos los sedimentos retenidos deberían reintegrarse a la dinámica fluvial. Habría que comenzar por elaborar un catálogo de presas y otras infraestructuras transversales, sin uso o en condiciones obsoletas, para su demolición, como se está haciendo en otros muchos países avanzados. La demolición debe hacerse por fases y de forma cuidadosa para evitar acumulaciones excesivas de sedimentos que luego no se pueden movilizar. Hay buenos ejemplos en la cuenca del Loira (Francia) y en Navarra.

(152) Habría que facilitar la conexión de las vertientes con los cauces en tramos en los que esté interrumpida, principalmente por vías de comunicación. Para ello habría que establecer nuevos sistemas en ingeniería de taludes de manera que se abran vanos bajo la carretera o pista para la evacuación de agua y sedimentos hacia el río. Habría que dar prioridad a esta medida en zonas de montaña y congostos, donde el aporte de materiales laterales tiene un gran valor en la dinámica fluvial. Además probablemente con estos sistemas se reducirían los riesgos por procesos de ladera en las vías de comunicación afectadas. Así pues, habría que establecer nuevas normas constructivas en vías de comunicación, exigiendo la conexión vertiente-sistema fluvial. De forma inversa, también es necesario que, como ya se viene haciendo recientemente, se incluya en las medidas correctoras de impacto ambiental de nuevas carreteras la instalación de decantadores y trampas que impidan la llegada al río de contaminantes o de materiales no correspondientes a la dinámica natural.

(153) Podrían definirse determinadas zonas del territorio como “productoras de sedimentos”, impidiendo sobre ellas medidas como la repoblación forestal. Serían zonas sin uso humano en cuencas de cauces necesitados de aporte sedimentario por contar, por ejemplo, con embalses aguas arriba. En algunos casos podría incluso talar el bosque, siempre que no fuera natural, para favorecer esta función. Es evidente que habría que estudiar previamente muy bien estas acciones, ya que pueden tener consecuencias no apreciables en un primer momento o bien provocar un desencadenamiento de procesos que superen umbrales de equilibrio, por no hablar de lo conflictivo y hasta contraproducente de una medida así desde la percepción social si no se explica cuidadosa y justificadamente. En cualquier caso, podría comenzarse por elaborar una cartografía de zonas productoras de sedimentos, incluyendo balances de sedimentos en cada cuenca. Igualmente habría que inventariar y cartografiar los tramos de río deficitarios.

(154) La capacidad de laminación lograda con el Territorio Fluvial podría incrementarse si se rebajaran los niveles topográficos de algunos campos de cultivo incluidos en el mismo que han ido siendo recrecidos o sobreelevados por sus propietarios, llevándolos muchas veces hasta la cota de coronación de las motas de defensa. Ejecutando esta medida en terrenos comprados o expropiados que hubieran sido elevados artificialmente se podría obtener suelo fértil y materiales procedentes de la decantación en el llano inundable que podrían ser útiles para iniciativas de agricultura ecológica u otros usos. Una parte de esos materiales, fundamentalmente los de fracción más gruesa, podrían reincorporarse al río para soslayar en parte el déficit de sedimentos transportables derivado de las infraestructuras de aguas arriba. Estas reincorporaciones de sedimentos conviene ejecutarlas en aguas altas para que el río las movilice y reubique con cierta rapidez. Si se hace en aguas bajas y hay una rápida colonización vegetal pueden originarse acumulaciones excesivas, taponamientos y efectos indeseados.

(155) Si se realizan dragados selectivos en puntos del cauce concretos, como se propondrá en el siguiente apartado, los productos de dichos dragados deberían ser integrados siempre en el propio río, o en otro sistema fluvial, en un tramo con déficit sedimentario, y de acuerdo con lo expuesto en el párrafo anterior.

(156) Determinadas obras de defensa de margen limitan la llegada de sedimentos al cauce. Así, los espigones favorecen la sedimentación y las escolleras impiden la erosión y, con ello, retienen sedimentos movilizables, incrementando el déficit en circulación. La eliminación de defensas de este tipo, como se plantea en otros apartados, sería positiva, por tanto, para recuperar caudales sólidos en los cauces.

10.2. Propuestas para la recuperación de procesos y formas fluviales

(157) El mejor agente para ejecutar el trabajo de recuperación de procesos y formas fluviales es el propio río. Para ello se necesitan caudales y espacio, como ya se ha demandado, así como tiempo. También haría falta eliminar los impactos, las acciones alterantes o las infraestructuras que provocaron el desvío desde la situación natural. Así pues, la primera propuesta consiste en retirar los elementos antrópicos causantes de perturbación y dejar que el río trabaje solo en su auto-restauración. Esta es la propuesta básica, pero entendemos que en muchos casos habrá que ayudar al río. Para ello definimos las propuestas siguientes.

(158) Desde los organismos de cuenca y desde toda la sociedad hay que cambiar la inercias y hay que tratar de evitar las actuaciones estructurales (embalses, azudes, defensas, canalizaciones...), salvo que sean estrictamente necesarias. Solo así podremos cumplir con las exigencias de la Directiva Marco de Aguas y de la futura directiva de riesgos de inundación. Y como señala Bastida (2006a), toda propuesta de encauzamiento habría de acompañarse de barreras administrativas y desincentivos técnicos y económicos que garanticen la no ocupación del espacio fluvial. La retirada de defensas debe ser prioritaria respecto de la construcción de nuevos encauzamientos. Y si éstos se acometen por considerarse imprescindibles, habrá que establecer medidas compensatorias en otros tramos e iniciativas de restauración en los sectores fluviales afectados.

(159) En esta línea, habría que exigir en el futuro que todas las actuaciones en cauces que se promuevan cuenten de forma obligatoria con dos estudios o informes, previos a su eventual aprobación. Uno de ellos debe consistir en un análisis coste-beneficio que demuestre si la actuación es económicamente justificable. En el otro deben exponerse con detalle las consecuencias geomorfológicas e hidráulicas que pueda originar la actuación, en la morfología del cauce y en sus procesos, tanto en el tramo afectado como en los demás tramos del sistema fluvial. Es decir, hay que incluir como protocolo obligatorio la redacción de ese informe justificativo de régimen especial de no deterioro, informe que debería ser asumido por el promotor y autorizado por el comisario de cuenca. Hay que establecer unas pautas metodológicas para el desarrollo y la valoración de estos estudios.

(160) En cauces rectilíneos por causa de rectificación antrópica o por efecto de incisión (no por control estructural o fuerte pendiente), habría que reconstruir sinuosidades, aunque sean leves, siendo suficiente provocarlas con pequeños obstáculos (bloques, troncos...), dejando a continuación que el río las vaya ampliando o cortando, tal como le lleve su búsqueda de equilibrio. Si con esta ayuda el río gana en sinuosidad, se incrementará su dinámica lateral, ralentizándose la vertical, con lo que puede resolverse en parte la

problemática de incisión que podía presentar. Para lograr esta propuesta es imprescindible la implantación del territorio fluvial.

(161) En cauces meandriformes libres sería muy importante que el sistema recuperara la capacidad para cortar meandros, ya que ello implica una reactivación de la dinámica geomorfológica y un enriquecimiento en complejidad y biodiversidad del corredor ribereño, gracias al correspondiente brazo abandonado. Con caudales (crecidas) y espacio de movilidad (Territorio Fluvial) no es difícil que un río de esta tipología produzca cortas. En algunos casos también podrían favorecerse, como se hiciera en el pasado (La Alfranca, en el Ebro, por ejemplo), con algún obstáculo que dirigiera a la corriente y con alguna incisión que facilitara su entrada en algún canal de crecida o antiguo cauce que se recuperaría así como brazo activo, bien principal, bien secundario. Estas cortas provocadas o ayudadas pueden constituir un sistema de prevención o defensa, por ejemplo al alejar a la corriente principal de una orilla cóncava donde incidiera con violencia. Evidentemente, es preciso estudiar muy bien los posibles efectos antes de actuar, previendo cómo va a responder el río a corto, medio y largo plazo, tanto aguas arriba, como aguas abajo y en cada margen.

(162) Habría que facilitar la recuperación de trenzamientos o subdivisión en brazos divagantes en cauces actualmente únicos pero en el pasado trenzados. Para ello es necesario aporte extra de sedimentos y mantener el cauce alto, sin tendencia a la incisión. Una vez se garanticen estos extremos, puede favorecerse la subdivisión de la corriente utilizando brazos abandonados y canales de crecida, reactivándose con medidas similares a las del párrafo anterior. Existen ejemplos de actuación, como el del brazo izquierdo de la isla de la Tordera. Lo más complicado de esta medida es el mantenimiento, ya que si continúa el déficit sedimentario en el sistema fluvial habrá que aportar caudal sólido extra con frecuencia.

(163) Es necesario y urgente eliminar los vertidos y rellenos de escombros sobre cauces abandonados para recuperar ambientalmente los mismos. Lo ideal sería alcanzar el freático con la excavación (exceptuando los tramos de ramblas que habitualmente están desconectados del freático), para recuperar la función de humedales de estos cauces, regenerando un ecosistema que puede alcanzar muy alta biodiversidad. A continuación debería dejarse al cauce abandonado en su evolución natural, en su progresiva colmatación, maduración del soto y degradación del mismo hasta su desaparición. Dado que con territorio fluvial y dinámica puede seguir habiendo cortas y galachos, no tenemos por qué proteger los actuales como reliquias, ya que son humedales efímeros.

(164) Habría que catalogar y eliminar o reformar puentes y vados que alteren la morfología fluvial, originando además situaciones de riesgo. Los puentes problemáticos deberían ser

sustituidos por otros de mayor altura sobre el cauce y mayor amplitud de vanos. Los vados deberían ser eliminados en la medida de lo posible, independientemente de su estado y de si son de obra o precarios, siendo sustituidos por puentes si su utilidad lo requiere. Al inventario de presas desmantelables habría que añadir el de vados. En los casos en los que deban mantenerse (ramblas, por ejemplo) habría que tratar de reducir su número, concentrando los pasos en el menor número posible de ellos y señalizando debidamente que se atraviesa un badén inundable y la prohibición de salir del camino y recorrer el cauce.

(165) Muy en relación con el párrafo anterior, habría que prohibir el trazado de pistas y caminos dentro de los cauces, tanto longitudinales como transversales, por cuanto alteran la geomorfología del lecho, además de añadir exposición y vulnerabilidad al riesgo. La prohibición deberá ir acompañada de la restauración de los existentes, removiendo los materiales del lecho compactados y reintegrándolos a la dinámica fluvial.

(166) En tramos no urbanos (salvo en casos concretos que contaran con determinadas infraestructuras o servicios consolidados) deberían eliminarse las canalizaciones, como mínimo sustituyendo el hormigón o la escollera por materiales más blandos y técnicas de bioingeniería. Esta medida habría que aplicarla en primer lugar en tantos pequeños barrancos y ramblas convertidos en desagües, entubados o constreñidos en una estrecha canaleta de cemento. Si es necesario trazar un desagüe por ese valle se construye uno nuevo fuera del cauce y suficientemente alejado para que no sea destruido por procesos de crecida. Pero hay que restaurar estos barrancos y ramblas en su geomorfología natural.

(167) En tramos encauzados que se van a mantener como tales, como por ejemplo muchas canalizaciones urbanas, habría que facilitar el trabajo del río dotando de la mayor irregularidad posible al cauce. Se trataría de generar curvas y trenzamientos en el canal de estiaje, recuperando formas internas como las barras de sedimentos, y reconstruir, incluso manualmente, la morfología alterada de rápidos y remansos, reproduciendo los rápidos con bloques alineados diagonales a la corriente.

(168) Hay que insistir en la necesidad de que todas estas labores de restauración geomorfológica en cauces se realicen con el máximo cuidado, sin maquinaria potente, de la forma más manual posible, en la época del año más adecuada (aguas bajas), pero siempre probando, ensayando, experimentando los efectos, comprobando el comportamiento con aguas más altas, repitiendo si es preciso, cambiando estrategias... Por la misma razón, es imprescindible el seguimiento continuo de las actuaciones, así como el contar con presupuestos de mantenimiento durante varios años, hasta que se compruebe que la solución ha sido efectiva y que el río puede seguir trabajando solo.

(169) Para la problemática cada vez más extendida de los cauces con incisión ya se ha venido exponiendo la necesidad de lograr aportes extra de sedimentos, que pueden provenir de embalses, de la cuenca, de vertientes o del propio cauce. Localmente también se puede, en algunos casos, retocar las orillas que hayan quedado sobreelevadas, colgadas sobre el cauce cada vez más profundo. Se trataría de rebajar con técnicas de dragado algunos decímetros de espesor en los depósitos sedimentarios del corredor ribereño. El suelo y los finos extraídos pueden emplearse en labores de revegetación, o bien devolverse a la ribera. Las gravas deben ser incorporadas al cauce para su movilización, para que vuelvan a jugar en los procesos de formación de barras. Las acumulaciones anárquicas de materiales derivadas de prácticas extractivas abandonadas deberían también reintegrarse al cauce para atajar la problemática de erosión lineal. En la proximidad a núcleos de población es frecuente que en los materiales que se podrían devolver al río se integren grandes cantidades de escombros que habría que llevar a vertedero. La separación de unos y otros y el propio transporte a vertedero pueden incrementar considerablemente el coste económico de estas operaciones.

(170) Los dragados deberían prohibirse salvo casos muy excepcionales. Por ejemplo, podría dragarse selectivamente donde haya alguna acumulación excesiva de materiales sedimentarios a causa de algún obstáculo artificial (puentes, vados, azudes...). Incluso en esos casos hay que tratar de cumplir el principio de nunca dragar más de lo que el río pueda reponer. Es decir, hay que contar con que el dragado debe ser siempre medida temporal, sin más pretensiones, y debe ser ejecutado con muchísimo cuidado, tratando de mantener la morfología del cauce o de reproducir cómo era antes del impacto que lo modificó. En estos casos en los que el dragado constituye una medida necesaria por inviabilidad de otras (como puede ser en el ejemplo de Biescas, del que se habló en el apartado 5), debe, además de ser cuidadoso, lograr la irregularidad propia de las formas fluviales. Es decir, el resultado del dragado no puede ser una superficie uniforme como la pista de aterrizaje de un aeropuerto (lo habitual en los dragados actuales), sino una superficie que reproduzca la sucesión de rápidos y remansos y la morfología de las barras de sedimentos propias del tipo de curso fluvial en el que se realice.

(171) Siempre que sea posible hay que eliminar las defensas de margen, es decir, las que protegen de la erosión, dentro del Espacio de Movilidad Fluvial o Territorio Fluvial. Suponiendo que una orilla cóncava de meandro sea activamente erosionada y se acerque así al límite de ese E.M.F. o Territorio Fluvial habría dos posibilidades:

- preferentemente, que modificáramos ese límite del Territorio Fluvial (ya que es una figura de límites variables, que pueden ser revisados continuamente, a diferencia del D.P.H.) retranqueándolo, ampliando el Espacio de Movilidad para que el río pueda seguir con su dinámica natural.

- en algunos casos concretos, que tratemos de evitar que la erosión avance fuera del Territorio Fluvial y no queramos modificar los límites de éste (por la existencia de un núcleo de población próximo, por ejemplo), para lo cual se trasladarían las defensas de margen al mismo límite del Territorio Fluvial y se enterrarían o integrarían (hablamos de gaviones o bloques de escollera), ocultándolas visualmente pero siendo igual de efectivas, ya que cuando la erosión de la ribera alcanzara el punto defendido se encontraría con el tope establecido.

(172) Las hoy tan extendidas y repetitivas escolleras constituyen un enorme impacto paisajístico en nuestros cauces, ya que, como señala con humor Lachat (2001): “los bloques de roca no crecen naturalmente a orillas de los ríos de llanura”. Pues bien, cada vez encontramos más escolleras y cada vez son de bloques más grandes. Para taparlas no es suficiente con plantar sauces en sus resquicios, como se plantea en ocasiones. Además, esas plantas tienen seriamente comprometido el desarrollo, ya que cuando el grosor del árbol llega a los límites de los resquicios, sufre heridas en el *cambium* que pueden provocar la muerte del ejemplar. Habría que cubrirlas totalmente de tierra vegetal, plantando encima. Evidentemente existe el riesgo de que el río llegue y erosione el cubrimiento, pero puede volver a ejecutarse. El estaquillado con cauces debe realizarse a la vez que se ejecuta la escollera, no a posteriori. Lo que hay que evitar por todos los medios es que la estética de las escolleras se imponga como algo connatural a los ríos, y se está muy cerca de lograrlo.

(173) No proyectar nuevas defensas de margen, salvo en casos excepcionales. Si es necesario estabilizar, hacerlo con vegetación, favoreciendo el crecimiento de ejemplares maduros y también de estratos herbáceos y arbustivos que sujeten el suelo. Emplear técnicas de repoblación, siempre con especies autóctonas, e incluso reubicar en estas orillas ejemplares ya maduros que deban ser retirados de otras, aunque esta segunda posibilidad es de difícil viabilidad, como se expone en el párrafo siguiente. Si aún así hay que proyectar una defensa, no hacerlo sin estudio de impacto ambiental previo y sin minimizar todo lo posible sus efectos geomorfológicos y paisajísticos, cubriéndola u ocultándola, tal como se ha señalado en el párrafo anterior.

(174) Solo en casos muy excepcionales se podría eliminar vegetación madura del cauce, si ésta tiene un origen antrópico (embalses aguas arriba), para recuperar el lecho de gravas propio de su geomorfología fluvial primitiva. Preferentemente se podría mantener a raya el crecimiento de la vegetación arbórea con la suelta de crecidas renovadoras desde los embalses, manteniendo las barras del lecho con escasa colonización, de especies exclusivamente anuales y pioneras. Ahora bien, en numerosos cauces esta vegetación ya se ha instalado y ha adquirido un buen desarrollo, permaneciendo en pie en crecidas

importantes por su flexibilidad y su distribución espacial en línea recta y a favor de la corriente, de forma que ejercen una mínima oposición al tránsito de la avenida (razón ésta por la que no pueden justificarse limpiezas de vegetación para aumentar la capacidad de desagüe). Si ya hay ejemplares maduros creciendo dentro del cauce lo ideal sería extraerlos uno a uno para evitar posibles situaciones de riesgo con troncos y ramajes en puentes si fueran derribados, y trasladarlos a orillas para ser replantados con fines defensivos (párrafo anterior). No obstante, con las técnicas actuales (gran cepellón encofrándolo, retirada por grandes grúas, apertura de camino para el transporte) la retirada de ejemplares maduros para reubicarlos en otro sitio no es viable, es muy cara y causaría impactos en el río. Además, en el caso de que se pudieran transplantar y reubicarlos en las orillas, cualquier riada que se diera en los primeros años los derribaría por el escaso sistema radical que tendrían.

(175) Las motas o diques longitudinales que protegen de la inundación deben ser eliminadas, o bien alejadas de los cauces menores hasta el borde del Territorio Fluvial como mínimo. Además, si se mantienen continuas habrán de abrirse compuertas reversibles en cada tramo para facilitar procesos de inundación y de retorno con fines ecológicos (pulsaciones) y de mitigación del riesgo aguas abajo.

(176) Hay que lograr que todos los anexos fluviales (galachos, sotos alejados del cauce, humedales de la llanura de inundación...) estén permanentemente conectados con el cauce principal, tanto en superficie como por debajo de ésta. Para ello, en los tramos en los que existan estos anexos, que deberán contar con figuras de protección propias, se eliminarán todas las infraestructuras o defensas que los separen. Esta medida fundamental puede no ser necesaria si se aplica con corrección el concepto de Territorio Fluvial. En el caso de canalizaciones que han dejado cauces naturales aislados (como la del bajo Arga, por ejemplo), o se elimina la canalización o habrá que diseñar y ejecutar planes integrales de reconexión que logren la funcionalidad hidrogeomorfológica y ecológica. Hay abundante bibliografía sobre estas estrategias, por ejemplo en F.I.S.R.W.G. (1998), Fischenich & Morrow (2000), Buijse *et al.* (2002) o Rohde *et al.* (2006).

(177) La revegetación del corredor ribereño puede ser una técnica de restauración imprescindible en algunos casos para lograr mejorar la continuidad y conectividad de los ecosistemas. Así, en determinados ríos o sectores, y siempre de acuerdo con las características geomorfológicas que tengan, se podrá primar la consecución de un espacio ribereño denso y maduro frente a un sistema más dinámico y geomorfológicamente activo.

(178) Deberían erradicarse definitivamente los programas de reparación urgente tras crecidas, conformadas por obras de defensa que carecen de proyecto. Sólo si hay zonas urbanas afectadas habría que actuar de forma rápida. De lo contrario, si acontece una crecida que produce modificaciones en el cauce y en las orillas hay que estudiar detalladamente por qué el sistema fluvial ha actuado así, y a continuación, si es necesario implantar algún sistema de seguridad o modificar algún efecto de los procesos acaecidos, se estudiarán igualmente con detenimiento diferentes alternativas y posibilidades de actuación. Deben estimarse qué implicaciones acarrearán estas intervenciones, porque, en ocasiones, una actuación puntual puede cambiar el patrón de riesgo, trasladándolo hacia zonas que nunca antes habían estado expuestas, con los consiguientes problemas de percepción de riesgo por parte de la población y de gestión, por parte de las autoridades. En definitiva, habría que establecer unas normas básicas o directrices para actuaciones de emergencia, evaluar su necesidad y urgencia (qué protegía la defensa), restringir determinadas posibilidades en función del tipo de curso fluvial, optar por la mejor alternativa y plantear correcciones a los impactos previstos.

(179) En la misma línea, no podrá realizarse ninguna actuación de defensa, regulación o restauración en ningún sistema fluvial sin un estudio científico y técnico previo, elaborado por un equipo pluridisciplinar que analice todos y cada uno de los procesos hidrológicos, geomorfológicos y ecológicos que podrían desencadenarse o alterarse.

(180) En cualquier caso, si por algún motivo extremo muy justificado es imprescindible ejecutar un encauzamiento, este deberá ser considerado reversible y ejecutado como tal, en espera de que cambien los condicionantes y pueda ser retirado. Lo ideal sería que a los encauzamientos no se les adjuntaran o incorporaran infraestructuras o servicios (tuberías, gasoductos...) que los convirtieran en absolutamente necesarios o irreversibles. Habría que establecer una normativa que impidiera que actuaciones de defensa se consolidaran a causa de esa asociación de otros servicios.

(181) Cualquier actuación de encauzamiento o de modificación del cauce debería contar con un informe previo de evaluación que observe si es compatible con los preceptos de la Directiva 2000/60/CE y de la futura directiva de inundaciones. No debería ser suficiente con los actuales informes de las administraciones autonómicas y el organismo de cuenca. Incluso habría de crearse en el marco de este Plan una oficina que validara esas posibles actuaciones, permitiéndolas tan sólo en casos muy justificados, y exigiendo correcciones de sus impactos. También es importante la posibilidad de denunciar determinadas actuaciones desde la participación pública, por lo que es necesario un modelo de denuncia para afecciones fluviales.

IV

DEBATE Y CONCLUSIONES



Barranco de Asún, en la Bal de Acumuer (A.Ollero)

II. CLAVES DE ACTUACIÓN

(182) Se constatan numerosas interacciones con otras mesas de trabajo del Plan. Es muy necesaria la coordinación con las mesas de regulación de caudales, de extracciones de áridos, de normativa y legislación, de conservación y de aspectos económicos y financieros. Es una muestra más de la necesaria multidisciplinariedad de la restauración fluvial, fundamentada en la compleja imbricación de factores, procesos y decisiones en los ámbitos hidrológicos, geomorfológicos, ecológicos y humanos (Clarke *et al.*, 2003).

(183) Es fundamental integrar la gestión y restauración de ríos en la ordenación del territorio y en el planeamiento urbanístico. Constituye una de las claves de actuación en el marco del Plan. Es imprescindible que vayan de la mano urbanismo, legislación del suelo, planificación del territorio, medio ambiente, agricultura, gestión forestal y protección civil. También puede asociarse la restauración a la mitigación de riesgos, aportando soluciones a la defensa de espacios urbanos. Todas las administraciones deben participar, por tanto, en el proceso de restauración fluvial.

(184) Es complicado, existiendo una amplia diversidad de ideas, establecer las prioridades de restauración: el funcionamiento del sistema fluvial, la dinámica en sí misma, la estructura y función de los ecosistemas, los seres vivos, la gestión sostenible del riesgo... Es evidente el difícil equilibrio de tratar de mejorar los ríos con acciones que no los estabilicen ni los dinamicen en exceso.

(185) Es fundamental la recuperación de caudales sólidos retenidos y su movilidad, aunque constituye un reto por su dificultad y coste económico. Además, para ello es necesario contar con caudales líquidos, con crecidas que movilicen y con un nivel freático que se mantenga elevado. Son medidas fundamentales pero habrán de ser consensuadas y deberán ser perdurables en el tiempo para evitar que resulten contraproducentes.

(186) Es necesario un territorio fluvial, debatiéndose el concepto en la mesa de trabajo hasta alcanzar el acuerdo de que la denominación más interesante es “**Territorio de Movilidad Fluvial**”, ya que “territorio” es más concreto que “espacio” y se asocia más a la ordenación del ámbito fluvial, y “movilidad” aporta una idea de dinamismo fundamental para romper la visión estática de los ríos predominante en la sociedad, así como una idea de flexibilidad o de carácter no permanente en su delimitación.

(187) Se está de acuerdo en todo lo planteado sobre el territorio fluvial en el capítulo 9, pero en la definición de su anchura surgen las dos cuestiones que se plantean a continuación.

- La inclusión de la superficie inundada por una determinada avenida tipo. Así, la integración del espacio inundable de 5 años en el territorio fluvial puede ser más que suficiente en grandes ríos de llanura (ejemplos del Ebro y bajos Arga, Aragón y Cinca), pero en ríos medianos o pequeños puede optarse por la superficie inundable en crecidas de 10 años de retorno. Especial mención merecen las ramblas mediterráneas, donde los espacios inundables no siempre se corresponden con el concepto hidráulico de período de retorno. En estos casos existen muchas formas (relictas o no), derivadas del propio estado de evolución de la cuenca, que pueden entrar en funcionamiento a partir de un determinado umbral hidrogeomorfológico de crecida. En tales casos debería establecerse, para cada cuenca, qué período de recurrencia coincide con la zona real de inundación que define el territorio fluvial.
- El definir también un territorio “de movilidad” para cursos fluviales que de forma natural no son móviles, bien por sus dimensiones, bien por su encajamiento. Dicha definición se considera también necesaria para garantizar mejor la continuidad. Se plantea entonces la cuestión de qué anchura establecer para ese territorio, considerándose que dicha anchura debe fijarse de forma prioritaria según criterios ecosistémicos, estudiando el potencial de la vegetación de ribera en el tramo, aunque

en caso de duda habrá que establecer una anchura proporcional a la del cauce menor. No se recurrirá, por tanto, a valores apriorísticos exactos como los que se plantean en diversas normativas (15 m en el País Vasco, 20 m en Cataluña, 25 m en el LIC Bajos Aragón y Arga, por ejemplo).

(188) Debatidas estas dos cuestiones, se han aceptado las siguientes ideas:

- Conviene no emplear de forma prioritaria los periodos de retorno como criterio de definición del Territorio de Movilidad Fluvial (T.M.F.). En todo caso, un análisis hidráulico que llevara a cifras de caudal de inundación podría emplearse como argumento de estudio, pero nunca como el único o definitivo, sino que habrá de ser matizado con otros criterios geomorfológicos y ecosistémicos. El estudio de definición deberá ser siempre exhaustivo, no podrá basarse en unos simples cálculos hidráulicos.
- Sí que deben contar también con un T.M.F. los cauces fluviales no móviles, por lo que en todos los cursos fluviales puede y debe definirse un Territorio de Movilidad Fluvial.

(189) En suma, puede definirse el Territorio de Movilidad Fluvial como un territorio del río continuo longitudinalmente y con la suficiente anchura para garantizar la dinámica hidrogeomorfológica y las funciones ecológicas del sistema fluvial, para conservar o mejorar el corredor ribereño y para favorecer los fenómenos de laminación natural de las crecidas por desbordamiento. Es un territorio que se delimita a partir de criterios geomorfológicos, ecosistémicos e hidráulicos, contando con límites precisos pero no permanentes, sino susceptibles de modificación en el tiempo. Es un territorio multifuncional, en el que puede haber usos humanos y propiedad privada, aunque no estén defendidos de las crecidas ni de la dinámica fluvial.

(190) Para la implementación del territorio fluvial hay un problema clave relacionado con la arraigada y legalizada propiedad privada (en el pasado invadir y cultivar era progreso, pero hoy ya no). Hay que analizar fórmulas desde la expropiación (de difícil aceptación social) hasta la compra (en buena medida injusta porque son terrenos que ganaron al río de forma gratuita), pasando por el acuerdo, la compensación o el seguro. Es importante también restringir usos, no indemnizar si se mantienen y son inundados, o bien indemnizarlos en cada inundación a cambio de retirar las defensas. Las posibilidades son diversas y complejas, siendo recomendable entrar en procesos similares a los de los acuerdos de río franceses. Incluso habría que crear juntas de compensación para tratar casos en que algún propietario haya perdido tierras por dinámica fluvial, si se recuperase ésta con la restauración.

(191) Es fundamental frenar el desarrollo urbano en zonas inundables y no consolidar más espacio urbano en el ámbito fluvial, evitando por ejemplo que se legalicen urbanizaciones

periféricas. También hay que restringir las nuevas infraestructuras, redes de servicios, colectores, gasoductos, que en ningún caso deberían circular por los cauces fluviales o junto a ellos, por cuanto consolidan las orillas e impiden la movilidad.

(192) Es necesario diversificar posibilidades de restauración en función de la diversidad de tipologías fluviales y de situaciones previas. Las diferenciaciones más relevantes son las siguientes:

- entre cursos dinámicos y estables
- entre grandes ríos de llanura y pequeños ríos, barrancos o torrentes de montaña
- entre ríos y ramblas
- entre sistemas fluviales regulados y no regulados
- entre actuar sobre tramos concretos o sobre sistemas globales
- entre ríos en buen estado ecológico y cursos muy degradados

(193) Es preciso diferenciar entre restauración y rehabilitación. La primera es lo ideal pero puede ser viable en pocos casos. Es necesario un proceso de decisión en el que se opte por una u otra alternativa, en función de las probabilidades de éxito y del potencial de retorno a la situación intacta previa (Brierley & Fryirs, 2005) que tenga el tramo fluvial en cuestión. Se propone que el Plan cuente con casos en los que se practique auténtica restauración, en ríos poco degradados y no regulados, y con casos en los que se desarrolle rehabilitación, que también puede denominarse “restauración bajo restricciones”, para situaciones de mayor antropización. También sería posible plantear en el Plan para algún caso concreto las dos alternativas, evaluando sus posibilidades de éxito y su coste económico antes de optar por una de ellas.

(194) En este sentido, la situación ideal de la auto-restauración, o dejar trabajar al río en su propia recuperación, se ve factible en pocos casos, tan sólo en situaciones de escasa alteración, coincidentes con las de mayor potencial de restauración pura. Es decir, en situaciones sencillas, en las que sea suficiente con retirar los elementos humanos que impactan y en las que no haya presiones extra, de manera que no requieran prácticamente ningún mantenimiento posterior. Un ejemplo podría ser el caso del río Guarga, del que se habla en el apartado 12. Sin embargo, en la mayor parte de los casos hará falta intervenir con técnicas de rehabilitación y restauración, eso sí, trabajando en el mismo sentido que el río, no contra sus procesos. Y habrá que mantener posteriormente un mecanismo continuo de seguimiento, vigilancia, calibración, control, monitorización y mantenimiento de los procesos generados, comprobando que se mantengan en la línea deseada en función de los objetivos.

(195) En muchos casos, además, habrá que optar por la rehabilitación y por la actuación y mantenimiento continuo precisamente para acelerar los resultados, para que éstos puedan observarse con cierta rapidez respaldando así el éxito del Plan de Restauración. De esta manera, los primeros ejemplos de demostración serán modelos a seguir en el futuro.

(196) La sociedad debe conocer, aceptar y valorar positivamente las actuaciones de restauración y rehabilitación en los ríos. Por ello, es importante actuar de forma técnicamente correcta, pero también visible. Ahora bien, habría que evitar caer en el “efecto inauguración”, no diseñando proyectos llamativos exclusivamente a corto plazo, sino auténticos procesos (Bastida, 2006b) con resultados positivos a corto, medio y largo plazo. En este sentido sería interesante el diseño de programas educativos que ayudaran a la concienciación social del valor de los ríos.

(197) Es necesario que las inversiones en rehabilitación y restauración del Plan no se conduzcan a ámbitos urbanos y, sobre todo, que no terminen financiando parques fluviales, al menos mientras éstos se conciben tal como se hace en la actualidad y tal como se ha denunciado en el capítulo 7.

(198) Del mismo modo, habría que invertir las partidas presupuestarias, incrementando considerablemente las destinadas a restauración y rehabilitación con fines ambientales, y reduciendo en la misma medida las que se dedican de forma generalizada y reiterativa a dragar, limpiar y escollerar bajo el nombre de “conservación y mejora”. Si no se hace así, mientras se ejecuten unos pocos proyectos de restauración se seguirán deteriorando los ríos a mucho mayor ritmo, con numerosos proyectos de elevado impacto geomorfológico que alteran de forma irreversible la dinámica fluvial. En esa espiral cada vez va a ser más difícil el logro de los objetivos.

(199) Es imprescindible y urgente la formación de técnicos en conservación fluvial tanto para el desarrollo de los proyectos de restauración como para su supervisión posterior. Igualmente hay que incrementar la guardería fluvial. En muchos casos el seguimiento e incluso la ejecución de determinados trabajos de restauración pueden desarrollarse desde la participación social, mediante programas de voluntariado. Todo ello hay que asociarlo también a la educación ambiental.

(200) La madera muerta es un elemento del sistema beneficioso para los procesos de restauración y fundamental como soporte de los procesos básicos de descomposición de la materia orgánica, que constituyen a su vez el estrato basal de la productividad ecológica de la ribera y buena parte del río. La madera muerta es, por otra parte, hábitat (o constituye parte

esencial de él) de numerosas especies muy especialistas, muchas de ellas protegidas, independientemente de su valor intrínseco como componentes de la diversidad biológica. Del mismo modo que los sedimentos arrastrados o que los ejemplares vivos que pueden ser arrancados y movilizados durante una crecida, puede contribuir a taponar puentes, incrementando la peligrosidad de los procesos. Pero ello no implica que haya que eliminarla. El problema se encuentra en las infraestructuras mal dimensionadas. Del mismo modo que se insta a la supresión de vados o de azudes fuera de uso, hay que proceder a ir sustituyendo puentes de vanos pequeños por otros que no generen efectos represa. Nunca puede justificarse un procedimiento de limpieza, sea de vegetación viva o de madera muerta, dentro de un Plan de Restauración. Habrá que limitarlas solo a programas de mantenimiento de cauces en casos muy especiales de alto riesgo, labores que no pueden nunca llamarse restauraciones ni financiarse como tales.

(201) De cara a la propuesta de ejemplos de demostración, señalar con claridad que este Plan de Restauración no debe contener ningún caso o ejemplo en el que se planteen nuevas defensas, ni dragados, ni limpiezas de vegetación, ni parques fluviales urbanos. Nada de eso es restauración, ni siquiera rehabilitación. De hecho, ese tipo de acciones en los ríos deberían someterse a un régimen excepcional, restringiéndose a casos excepcionalmente muy problemáticos. Habría que establecer requisitos formales y técnicos muy estrictos para evitar que siga proliferando ese tipo de actuaciones, muchas veces injustificadas.



Fotos 35 y 36: Dos imágenes de la segunda reunión de la mesa de trabajo (A.Herrera)

12. PROPUESTA DE EJEMPLOS DE DEMOSTRACIÓN

(202) Hay casos muy complicados, auténticos retos en la restauración, que corresponden a sectores fluviales muy dañados, afectados por grandes infraestructuras, como por ejemplo el curso bajo del río Llobregat, aguas abajo de Martorell (foto 3). Sería muy interesante como ejemplo de demostración, pero no se incluye entre los ejemplos a tratar por el Plan, ya que cuenta con una línea de actuación ya aprobada.

(203) Otro ejemplo de demostración puede centrarse en el Río Francolí. Un tramo sería aguas abajo del núcleo histórico de Montblanc, con recinto amurallado y puente medieval en zona degradada y alterada morfológicamente con calidad de las aguas en recuperación tras poner en marcha una EDAR. El área cuenta con elevado potencial ambiental, paisajístico y social y las actuaciones están contempladas en la Planificación del Espacio Fluvial de la cuenca (foto 37). Otro tramo de interés es aguas abajo, en La Masó, donde se puede proceder a la recuperación de un antiguo brazo de meandro ahora inactivo, ocupado por usos incompatibles con esa funcionalidad (complejo deportivo) y cruzado por un oleoducto. La toponimia del lugar recuerda la antigua funcionalidad del brazo (el riu Vell). Esta propuesta de actuación está también incluida en la Planificación del Espacio Fluvial del Francolí.



Foto 37: Vista general del tramo degradado morfológicamente del río Francolí en Montblanc
(Mare Nostrum S.L.)

(204) Otra propuesta en Catalunya se centraría en el delta del Tordera, consistiendo en la recuperación de una antigua zona de lagunas litorales y plana de inundación ahora ocupada por un camping y con motas y diques que alteraron morfológicamente la desembocadura. Es otra propuesta incluida en la Planificación del Espacio Fluvial de la Tordera y bien vista por ayuntamientos, Demarcación de Costas y otros.

(205) En el Empordà hay un caso similar anterior, en la desembocadura de la Muga, con alteraciones morfológicas, afección a zona húmeda litoral (Aiguamolls de l'Empordà-Llacuna Vella de la Muga) y ocupación por camping de la antigua zona inundable. También está incluida en la Planificación del Espacio Fluvial de la Muga.

(206) El río Ter en Verges circula entre motas en la zona fluvial (foto 38). Se propone alejar las motas del cauce para que protejan solo núcleos y viales, ganando espacio fluvial y renaturalización de las actuales alteraciones morfológicas.



Foto 38: Mota por la que discurre la pista; a la derecha se localiza la ribera del Ter (Egam S.L.)

(207) Otra propuesta de ejemplo de demostración en la cuenca del Ebro sería la progresiva descanalización del curso bajo del Arga, reconectando los meandros que quedaron cortados con el cauce activo. En una primera fase integrable a corto plazo en este Plan, la Confederación Hidrográfica del Ebro plantea la conexión hidrológica de los meandros en avenidas ordinarias, así como otras actuaciones en los cursos bajos del Arga y del Aragón (figura 5), en concreto en los sectores de El Plantío, Soto Bajo, Santa Eulalia, La Muga, Vallacuera, Sotos Gil y Ramal Hondo, Soto Sardillas, Sotocontiendas y Soto de los Ramales.



Figura 5: Localización de actuaciones propuestas, bajos Arga y Aragón (Conf. Hidrográfica del Ebro)

(208) Hay que destacar como antecedente el “Avance Técnico del Plan de Gestión del LIC Tramos bajos de los ríos Arga y Aragón”. Este documento sienta las bases técnicas para la aprobación de un plan dirigido a la conservación de los hábitats y especies incluidos en la Directiva Hábitats, pero sin olvidar los procesos naturales que posibilitan la conservación de éstos, con el objeto de conseguir la recuperación ecológica de estos tramos de ríos y sus afluentes. Viene a ser la aplicación práctica del concepto de Territorio Fluvial e incluye una delimitación del LIC que coincide con el llano inundable con un periodo de recurrencia de 5 años. En este espacio se propone la eliminación de las motas y escolleras que limitan la dinámica fluvial y se propone una ordenación de los usos del suelo compatible con esa dinámica. Así mismo se propone un régimen de desembalses de los pantanos de cabecera (Yesa e Itoiz) que imiten las avenidas de 5 años; se definen zonas de actuación en las que es necesario realizar acciones de restauración de hábitats; se proponen directrices y normativa aplicable al Territorio Fluvial y mecanismos administrativos por los que llegar a acuerdos con los propietarios que pueden verse implicados en el proceso (Contratos Ambientales). Aunque este Plan no ha sido aprobado todavía, está sirviendo de documento de trabajo para todas las actuaciones que se llevan a cabo en este LIC, incluyendo las ejecutadas bajo el marco del proyecto LIFE-GERVE. Las directrices propuestas en el plan están siendo aplicadas en el conjunto de los espacios fluviales de la Red Natura 2000 en Navarra.

(209) En este sector un ejemplo de demostración ya en ejecución (foto 39) es la eliminación de la mota en la canalización del río Arga en Peralta (Vallacuera). Incluido en el LIC Tramos Bajos de los Ríos Arga y Aragón, la desembocadura del barranco Vallacuera es una de las zonas del río Arga canalizada durante los años 80. El Plan de Gestión del LIC propone la descanalización del río y la recuperación de los hábitats naturales asociados al ecosistema fluvial. Con financiación del proyecto LIFE-GERVE y el Gobierno de Navarra se está procediendo a eliminar la mota de la margen derecha del río, lo que aumentará la periodicidad de la inundación y el desarrollo de una banda de vegetación de ribera en este punto situado aguas arriba de Peralta.



Foto 39: Proceso de eliminación de la mota de Vallacuera

(210) En el meandro de Sotocontiendas (Marcilla) sería factible rebajar la margen izquierda del río Aragón, que fue recrecida y sobreelevada con los materiales extraídos en un importante dragado en el cauce. Con una anchura de unos 30 m, se trata de un terreno sin ningún uso y en el que tampoco prospera la vegetación de ribera. Podría rebajarse (fotos 40 y 41) para aproximarlos al freático y permitir que el río se desborde en aguas altas.

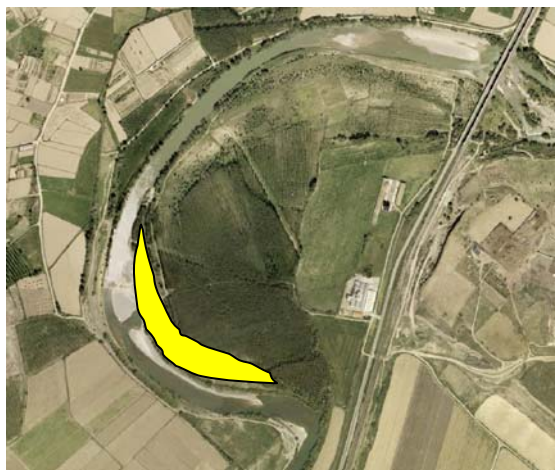


Foto 40: Ubicación de la superficie a rebajar Foto 41: Aspecto de la superficie a rebajar

(211) Aunque no recogido en la propuesta de la C.H.E. (figura 5), aguas arriba en el curso del río Aragón puede plantearse como proyecto de restauración la ampliación del Territorio de Movilidad Fluvial frente al casco urbano de Caparros. La actuación consistiría en la retirada de una mota de 1.300 m de longitud (foto 42) y la eliminación de un pinar muy degradado que, protegido por dicha mota, se encuentra en el espacio fluvial. El retranqueo de esa mota hasta el límite de las huertas y la carretera aumentaría la superficie de laminación de avenidas, disminuyendo el riesgo de inundación en la población. El río podría recuperar sin problemas ese espacio de la margen derecha. En el espacio ganado se podría facilitar la recuperación de la ribera con algunas plantaciones, y pueden crearse también un par de pequeñas balsas beneficiosas para el visón europeo. Se podría ayudar también al río con la instalación de algunos deflectores en la margen opuesta, ganándose también así orilla y ribera en la misma, con lo que se reduciría el riesgo de erosión sobre el núcleo urbano.



Foto 42: La mota a retranquear (A.Ollero)

(212) También en Navarra se ha habilitado una zona de laminación de crecidas en el río Ebro en Tudela. El Soto de Tetones (río Ebro) es un Enclave Natural desde que un acuerdo firmado en los años 80 entre el Gobierno de Navarra y el Ayuntamiento de Tudela acordó la permuta de estos terrenos a cambio del permiso para la construcción de una minicentral en un lugar situado aguas abajo. El acuerdo incluía una cláusula por la que los agricultores podrían seguir plantando arroz en Tetones hasta el año 2003. Al cumplirse el plazo, el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra inició los trabajos de restauración en el Soto de Tetones. Estos han consistido en la eliminación de la mota que defendía los antiguos arrozales de la inundación del río Ebro, las acequias de riego, los bancales de separación de fincas y los caminos de acceso. Además, se ha tapado un drenaje, laboreado todo el terreno para romper la costra impermeable creada para el cultivo de arroz, se han excavado dos balsas y se permite la inundación desde el río de las 100 hectáreas de terreno de antiguos arrozales, aunque existe todavía una pequeña parcela de propiedad privada actualmente ocupada por una plantación de manzanos que debería formar parte de la llanura de inundación y la vegetación de ribera. El proceso se está llevando a cabo en distintas fases dejando pasar un tiempo para estudiar la reacción del sistema. Para futuras actuaciones se está barajando la posibilidad de instalar deflectores en la orilla contraria, estructuras en el cauce que eviten la incisión, etc. Todo ello podría constituir un ejemplo de demostración de este Plan.



Foto 43: Soto Tetones



Foto 44: Zona encharcada al S, favorecida por la eliminación de la mota y los drenajes, a pesar de la sequía de 2006.

(213) Otro río sobre el que se podría actuar es el Ega en Navarra, curso fluvial de dimensiones medias en el que los problemas están bien definidos. Ello permite afrontar su restauración con ciertas garantías de éxito. Los principales problemas diagnosticados en el Foro del Agua, proceso de participación pública recientemente desarrollado en esta cuenca

para la implementación de la Directiva 2000/60/CE, han sido la falta de espacio por la cercanía de las motas al cauce, que provoca una desaparición o desestructuración de la vegetación de ribera, la incisión debido a los numerosos dragados, la concesión de caudales para riego superiores a los realmente existentes, el alto nivel de concienciación entre los ribereños sobre el mal estado del río, etc.

(214) Se propone también incluir la cuenca del Cinca como área objeto de ejemplos de demostración, tratando de combinar la mejora hidrogeomorfológica y ecológica del río con la mayor seguridad del área urbana de Fraga. Aunque a medio y largo plazo habría que proceder a retirar o alejar del río las defensas principales y a establecer un Territorio de Movilidad Fluvial, en la primera fase de este Plan de Restauración la Confederación Hidrográfica del Ebro propone incluir una actuación de eliminación de una mota secundaria a lo largo de 7,35 km en las inmediaciones de Fraga (foto 45 y figura 6). Ello permitirá recuperar 850 hectáreas para el río, en las que se podrá desarrollar la vegetación de ribera en sustitución de las actuales plantaciones de chopos.



Foto 45: Imagen de la mota secundaria, conformada por acumulación de gravas en mal estado (Confederación Hidrográfica del Ebro)



Figura 6: Ubicación de la mota secundaria a eliminar (en verde) (Confederación Hidrográfica del Ebro)

(215) La Confederación Hidrográfica del Ebro también tiene previsto incluir en este Plan de Restauración actuaciones a medio plazo en los tramos medio y alto del río Martín (foto 46), en el tramo bajo del río Dondara o Cervera y en el río Ara. Este último, un sistema fluvial pirenaico de gran valor, afluente del Cinca y cuya cabecera se encuentra en el Parque

Nacional de Ordesa y Monte Perdido, es uno de los más largos (70 km) ríos sin presas. En el mismo hay que lograr integrar la restauración fluvial con la reversión de propiedades a los expropiados por el no construido embalse de Jánovas. El tramo del embalse proyectado y ya descartado quedó fuera del LIC que se estableció para el resto del río. Hay que completar ese LIC y proceder en una primera fase a labores de restauración en la zona de la presa proyectada, donde se construyó una ataguía, parcialmente destruida por una crecida del Ara (Ibisaite et al., 2001) en diciembre de 1997 (foto 47).



Foto 46: Curso medio del río Martín (F.Espejo)



Foto 47: Ataguía sobre el río Ara en Jánovas (Gobierno de Aragón, www.comarcas.es)

(216) Se propone también la restauración y conservación de dos ríos pirenaicos, el Aurín y el Guarga, que son unos de los pocos cursos trenzados supervivientes de esta morfología prácticamente desaparecida en Europa a causa de la regulación con embalses de la mayoría de las cuencas de montaña. Teniendo en cuenta la escasa presión antrópica sobre los mismos, con la eliminación de los impactos que les afectan se lograría un estado ecológico excelente (Acín et al., 2006). Su restauración requeriría la eliminación de una presa de sedimentos (foto 48) y la reforma de un puente-presa en el Aurín, la retirada de una

escollera (foto 49) y de una mota en el Guarga y la devolución a ambos cauces de materiales dragados y acumulados en sus márgenes, integrándolos de manera que las crecidas futuras puedan redistribuir estos sedimentos y revitalizar el trenzamiento del cauce.



Foto 48: Presa de sedimentos colmatada de Isín, en el río Aurín (A.Ollero)



Foto 49: Escollera injustificada y dragado en el curso medio-bajo del río Guarga (A.Ollero)

(217) Otro ejemplo de demostración debería centrarse en una rambla mediterránea. Un caso interesante puede ser la Rambla de la Viuda (Castellón) en su tramo bajo entre la presa de María Cristina y su confluencia en el río Mijares (foto 50). Es un sector con fuertes presiones antrópicas pero una notable potencialidad para la mejora de la dinámica fluvial.



Foto 50: Curso bajo de la Rambla de la Viuda (Google Earth)

(218) Otro curso fluvial en el que podría establecerse un ejemplo de demostración es el río Genal, afluente del Guadiaro (municipio de Casares, Málaga). En su tramo final, de unos 3 km (foto 51), afectado periódicamente por extracciones de áridos, podría desarrollarse un proyecto de restauración que incluiría tres acciones: remodelación geomorfológica del lecho, retirada de las escolleras discontinuas y precarias con sustitución por técnicas de bioingeniería y acuerdos con los propietarios para ampliar el territorio de movilidad fluvial.



Foto 51: Curso bajo del río Genal, afectado por vados y extracciones (A.Herrera)

(219) También en la provincia de Málaga, podría plantearse como ejemplo de demostración la restauración del tramo final del río Guadalhorce (foto 52). El tramo es muy visible desde la autovía y muy accesible por su proximidad a Málaga. Se podría proponer la eliminación de las escolleras de la segunda línea de defensa, que protegen el cauce de avenida, y su sustitución por taludes naturalizados. También podría mejorarse la dinámica fluvial, tanto en

el fondo del lecho como irregularizando el trazado del canal de estiaje dentro del cauce de avenida (foto 53), con dificultad por el encajamiento que sufre.



Foto 52: Curso bajo del Guadalhorce, escollera y canalización, con Málaga al fondo (A.Herrera)



Foto 53: Guadalhorce próximo a desembocadura, con espacio para renaturalizar (A.Herrera)

(220) En la provincia de Cádiz, el río Hozgarganta es afluente del Guadiaro. Desde Jimena de la Frontera el curso fluvial sale del Parque Natural de los Alcornocales y discurre por terrenos de cultivo y con ganado vacuno en extensivo. El cultivo hasta las márgenes del río ha provocado fenómenos erosivos importantes en las orillas, que se acrecientan por la dificultad de recuperación de la vegetación de ribera por acción del ganado. Hay pasos de hormigón para vehículos (foto 54) mal diseñados que dificultan el paso de la corriente. Los agricultores en verano excavan pozas en el lecho con maquinaria pesada para almacenar agua (foto 55) y excavan también canales para transportar el agua hacia las captaciones ilegales. Se podría proceder a la recuperación por fases del territorio de movilidad fluvial, mediante acuerdo con agricultores y ganaderos, junto a la mejora de los pasos de vehículos.



Foto 54: Vado en el Hozgarganta (A.Herrera)



Foto 55: Presa de tierra para guardar agua en verano (A.Herrera)

(221) También puede plantearse el desmantelamiento de algunas pequeñas presas cuya concesión ha caducado, como se ha realizado, por ejemplo, en el río Bidasoa. Hay dos ejemplos factibles en Navarra que contribuirían en gran medida a mejorar el estado hidrogeomorfológico del sistema fluvial: la presa y piscifactoría de Acedo en el río Ega y la presa de la foz de Lumbier en el Irati.

(222) En todo caso, la eliminación generalizada de presas caducadas u obsoletas sería factible a medio plazo, pero habría de pasar por un proceso legal, hasta el expediente de extinción del derecho, que puede ser largo.

(223) De entre todos los ejemplos expuestos, los que podrían abordarse a corto plazo son:

- Río Francolí en Montblanc
- Río Cinca en Fraga
- Conexión de los meandros del bajo Arga y otras actuaciones en el LIC de los cursos bajos del Aragón y el Arga
- Río Ebro en Soto Tetones (Tudela)
- Río Guarga
- Río Genal
- Río Ega en Acedo
- Río Irati en la Foz de Lumbier
- Río Ara en Jánovas

13. CONCLUSIONES

(224) Los ríos cuentan con valores, funciones y utilidad traducibles en beneficios sociales, económicos y ambientales. Preservar su muy buen estado o conseguir, directa o indirectamente, que su actual situación tienda a acercarse a él, constituyen una necesidad

urgente. Nuestros cursos de agua, especialmente en el ámbito mediterráneo, presentan una gran singularidad y valor, siendo muy necesario reivindicar y defender tantos cauces de gravas y pequeños barrancos y ramblas, tan frágiles como socialmente despreciados.

(225) La restauración de ríos es, en la situación actual, un difícil reto en nuestro país. En primer lugar a causa de la dificultad científica y técnica del trabajo en sistemas fluviales, además de no contar con antecedentes de auténticas restauraciones para apoyarnos. En segundo lugar porque hay que vencer enormes inercias sociales y administrativas, así como deficiencias legales. Y sobre todo porque, mientras se mantenga la actual fiebre urbanizadora, nuestros ríos, como todos nuestros espacios naturales, van a seguir deteriorándose a un fuerte ritmo. Al mismo tiempo que estemos restaurando un solo tramo fluvial, estarán siendo alterados muchísimos otros ríos, barrancos y ramblas.

(226) La conservación o recuperación de la dinámica hidrogeomorfológica es fundamental para el correcto funcionamiento de los ecosistemas fluviales, por lo que debe de ser la base de cualquier proceso de restauración. Caudal y sedimentos son requisitos imprescindibles.

(227) En el proceso de restauración se ha de comenzar por garantizar la preservación de lo existente, avanzando para los restantes casos con criterios de oportunidad y factibilidad, dando preferencia en general a la restauración pasiva, una vez eliminada la fuente de degradación. El primer paso, por tanto, debe ser eliminar, deshacer, demoler lo que genera el daño, así como proteger los cursos fluviales en mejor estado.

(228) Restaurar no es estabilizar ni repoblar ni ornamentar. No se debe seguir permitiendo la confusión terminológica: sólo deberían llamarse de restauración aquellas actuaciones que procuren mejoras ecológicas en la estructura y el funcionamiento de lo afectado; eliminando, minimizando o compensando causas de degradación, así como restableciendo o asegurando procesos, dinámicas naturales y conexiones, de modo que tiendan al funcionamiento autosostenible. El resto, según el caso, debe situarse en la categoría de rehabilitación, mejora o mantenimiento. De hecho, tampoco deberíamos aceptar ciertos términos positivos como “recuperación” o “mejora” para actuaciones manifiestamente negativas para el sistema fluvial.

(229) Para restaurarse, los ríos necesitan espacio y tiempo adecuados a su escala estructural y funcional, así como, regímenes de caudales sólidos y líquidos, crecidas e inundaciones (sobre todo las ordinarias, generadoras, casi desaparecidas en ríos regulados) y niveles apropiados de nutrientes. Sólo dotando a los ríos de espacio es posible compatibilizar la conservación de la dinámica fluvial con los usos humanos y el desarrollo de la naturaleza.

Porque el mayor problema actual de los ríos es territorial, con una enorme presión sobre el espacio fluvial que debe atenuarse o revertirse. El Territorio de Movilidad Fluvial constituye el elemento clave de restauración.

(230) Así, la correcta ordenación del espacio inundable mediante el fomento de usos compatibles con la dinámica fluvial no es sólo una buena herramienta para prevenir daños, sino también una inversión que a medio-largo plazo reducirá gastos públicos derivados del mantenimiento de infraestructuras, compensaciones, “limpiezas de cauces”, etc. Es necesario desarrollar mecanismos administrativos que permitan realizar los cambios de usos o propiedad en el Territorio Fluvial.

(231) En esta misma línea, deberían revisarse los conceptos y definiciones normativas de dominio público hidráulico y zonas inundables, introduciendo variables más ecosistémicas y transdisciplinarias, como las que definen el Territorio de Movilidad Fluvial, que debería tener reconocimiento en la normativa urbanística y de ordenación del territorio.

(232) En la situación actual es muy urgente conservar, proteger y recuperar, así como no deteriorar. Es necesaria una moratoria para las actuales intervenciones-tipo en los ríos. No habría que seguir invirtiendo en actuaciones que son muy negativas para el logro del buen estado ecológico. Hay que cambiar las inercias y hay que tratar de evitar las actuaciones estructurales en sistemas fluviales, salvo que sean estrictamente necesarias. Hay que tender, por ejemplo, a que determinados usos de las riberas, como los agrarios, no sean defendidos.

(233) Dados los grados de desconocimiento e incertidumbre existentes en la restauración fluvial actual, los procesos han de ser flexibles, con principios de mínima intervención y de máxima reversibilidad, sujetos a revisión previa y seguimiento. Los ríos cambian y no podemos pretender que las actuaciones impliquen perdurabilidad en el tiempo. Lo que se haga debería poder deshacerse si los resultados así lo aconsejan.

(234) La correcta restauración está muy alejada de las actuales demandas sociales, por lo que es perentoria una intensiva labor pedagógica y de participación. Por ejemplo, las iniciativas para acercar a los ciudadanos a los valores naturales de nuestros ríos no deben derivar en “parques fluviales” urbanizados que supongan, por su tratamiento o por masificación, pérdida de funcionalidad de los espacios fluviales.

(235) Por todo ello son muy necesarios ejemplos de demostración de verdaderas restauraciones, así como guías metodológicas que clarifiquen cómo se puede actuar y qué no se puede hacer. Los políticos, técnicos y responsables de la gestión deben ser los primeros

en formarse en los nuevos principios de la restauración. Porque gestión fluvial, ordenación del territorio, planeamiento urbano y restauración deben ir de la mano, y muchas fórmulas son posibles a pesar de los déficits jurídicos.

(236) En efecto, es necesario que las conclusiones de este Plan sean asumidas por otros ministerios (nivel estatal) o departamentos (nivel autonómico) cuya política pueda verse afectada (urbanismo, agricultura, fomento...). Para ello, será necesario establecer las correspondientes figuras jurídicas.

REFERENCIAS

- Acín, V.; Granado, D.; Sánchez Gil, L.; Sánchez Gil, N. y Ollero, A. (2006): *Caracterización y valoración hidromorfológica y ecológica de los ríos y riberas de las cuencas altas del Aragón y el Gállego, para el diseño de un plan ambiental*. Asociación para el Desarrollo Integral de la Cuna de Aragón (inédito).
- Agència Catalana de l'Aigua (2002): *Criteris d'intervenció en espais fluvials*. Generalitat de Catalunya, 27 p., Barcelona.
- Agència Catalana de l'Aigua (2006): *Directrius de planificació i gestió de l'espai fluvial. Guia tècnica*. Generalitat de Catalunya, 44 p., Barcelona.
- Ascorbe, A. et. al. (1999): Ordenación de las áreas fluviales en el Norte de España: el río Saja. En Ureña, J.M. (Ed.): *River design and environmental protection in Europe*, 61-194, Universidad de Cantabria, Santander.
- Ayala, F.J. (2002): Estrategias y medidas de mitigación del riesgo de inundaciones. Gestión de zonas inundables. En Ayala, F.J. y Olcina, J. (Coords). *Riesgos naturales*, 977-995, Ariel, Barcelona.
- Bastida, G. (2000): Factores limitantes de los encauzamientos. *V Jornadas sobre encauzamientos fluviales*. CEDEX, Madrid.
- Bastida, G. (2006a): Encauzamientos “marco”. (artículo inédito).
- Bastida (2006b): La ruta hacia la gestión integrada, un cambio de modelo mental. *Jornadas sobre las aguas subterráneas en la gestión integrada de los recursos hídricos*. Agència Catalana del Aigua y Fundación Centro Internacional de Hidrología Subterránea, Barcelona.
- Bayley, P.B. (1991): The flood pulse advantage and the restoration of river-floodplain systems. *Regulated rivers: research & management*, 6: 75-86.
- Bazin, P. et Gautier, E. (1996): Un espace de liberté pour la Loire et l'Allier: de la détermination géomorphologique à la gestion. *Revue de Géographie de Lyon*, 71(4): 377-386.
- Blackwell, M.S.A. & Maltby, E. (2006): *Ecoflood guidelines. How to use floodplains for flood risk reduction*. European Community, EUR22001, 144 p., Luxembourg.
- Bornette, G.; Amoros, C.; Piégay, H.; Tachet, J. & Hein, T. (1998): Ecological complexity of wetlands within a river landscape. *Biological Conservation*, 85: 35-45.
- Brakenridge, G.R. (1988): River flood regime and floodplain stratigraphy. In Baker, V.R.; Kochel, C.R. & Patton, P.C. (Eds.): *Flood Geomorphology*, 139-155, Wiley, New York.
- Brandt, S.A. (2000): Classification of geomorphological effects downstream of dams. *Catena*, 40: 375-401.
- Bravard, J.P.; Kondolf, G.M. & Piégay, H. (1999): Environmental and societal effects of channel incision and remedial strategies. In Darby, S.E. & Simon, A. (Eds.): *Incised river channels. Processes, forms, engineering and management*, 303-341, Wiley, Chichester.
- Brierley, G.J. & Fryirs, K.A. (2005): *Geomorphology and river management. Applications of the River Styles Framework*. Blackwell, 398 p., Oxford.
- Brookes, A. (1988): *Channelized rivers. Perspectives for environmental management*. Wiley, 344 p., Chichester.
- Brookes, A. (1996): Floodplain restoration and rehabilitation. In Anderson, M.G.; Walling, D.E. & Bates, P.D. (Eds.): *Floodplain processes*, 553-576, Wiley, Chichester.
- Brookes, A.; Baker, J. & Redmond, C. (1996): Floodplain restoration and riparian zone management. In Brookes, A. & Shields, F.D.Jr. (Eds.): *River channel restoration: guiding principles for sustainable projects*, 201-229, Wiley, Chichester.
- Buijse, A.D.; Coops, H.; Staras, M.; Jans, L.H.; Geest, G.J. van; Grift, R.E.; Ibelings, B.W.; Oosterberg, W. & Roozen, F.C.J.M. (2002): Restoration strategies for river floodplains along large lowland rivers in Europe. *Freshwater Biology*, 47: 889-907.

- Camarasa, A.M. (1995): *Génesis de crecidas en pequeñas cuencas semiáridas. Barranco de Carraixet y Rambla del Poyo*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Confederación Hidrográfica del Júcar, 252 p. Valencia.
- Camarasa, A.M. y Bescós, A. (2004): Cartografía de áreas inundables: comparación entre mapas de peligro y mapas de inundaciones concretas. *Riesgos Naturales y Antrópicos en Geomorfología*, 2: 25-36. Sociedad Española de Geomorfología.
- Clarke, S.J.; Bruce-Burgess, L. & Wharton, G. (2003): Linking form and function: towards an eco-hydromorphic approach to sustainable river restoration. *Aquatic Conservation. Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: 439-450.
- Cosandey, C. (dir.); Bigot, S.; Dacharry, M.; Gille, E.; Laganier, R. et Salvador, P.G. (2003): *Les eaux courantes. Géographie et environnement*. Belin, 240 p., Paris.
- Department of Water Resources, state of California (1998): *Sacramento River conservation area handbook*. Resources Agency State of California (unpublished report).
- Díaz Bea, E. y Ollero, A. (2002): Participación en la elaboración del *Plan de gestión del Lugar de Interés Comunitario ES2200035 "Tramos bajos del Aragón y del Arga"*. Gestión Ambiental Viveros y Repoblaciones de Navarra, para el Gobierno de Navarra.
- Díaz Bea, E. y Ollero, A. (2005): Metodología para la clasificación geomorfológica de los cursos fluviales de la cuenca del Ebro. *Geographica*, 47: 23-45.
- Downs, P.W. & Gregory, K.J. (2004): *River channel management. Towards sustainable catchment hydrosystems*. Arnold, London.
- Dynesius, M. & Nilsson, C. (1994): Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world. *Science*, 266: 753-762.
- Elso, J. & Giller, P. (2001): Physical characteristics influencing the utilization of pools in an afforested catchment in Southern Ireland. *Journal of Fish Biology*, 58: 201-221.
- Federal Interagency Stream Restoration Working Group (1998): *Stream corridor restoration: principles, processes and practices*. F.I.S.R.W.G., Washington.
- Fischenich, J.C. & Morrow, J.V.Jr. (2000): Reconnection of floodplains with incised channels. ERDC TN-EMRRP-SR-09. U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg.
- García Anquela, J.A.; Tena, J.M. y Mandado, J.A. (1984): Las explotaciones de áridos como factor modificador de los cauces fluviales naturales. *Cuadernos de Investigación Geográfica. I Coloquio sobre procesos actuales en Geomorfología*, 83-89, Logroño.
- González del Tánago, M. (2004): La restauración de los cauces y riberas fluviales. *Mètode*, Universitat de València (www.uv.es/metode/anuario2004/124_2004.htm).
- Govi, M. e Turitto, O. (1994): Problemi di riconoscimento delle fasce di pertinenza fluviale. In *Difesa e valorizzazione del suolo e degli acquiferi. Proceedings IV Convegno Internazionale di Geoingegneria*, 161-172, Torino.
- Graf, W.L. (1988): Definition of floodplains along arid region rivers. In Baker, V.R.; Kochel, C.R. & Patton, P.C. (Eds.): *Flood Geomorphology*, 231-242, Wiley, New York.
- Guerrero, I. y Baena, R. (2002): Geomorfología fluvial y restauración ambiental: el ejemplo del río Guadamar en la zona de Entremuros (Parque Natural de Doñana). *Estudios recientes (2000-2002) en Geomorfología, Patrimonio, montaña y dinámica territorial*. Dpto. Geografía-UVA. Valladolid: 79-90.
- Haltiner, J.P. & Beeman, C. (2003): Restoring floodplain and channel functions to incised and leveed stream systems. *Proceedings given by Philip Williams & Associates*, 211-224, Corte Madera.
- Ibero, C. et al. (1996): *Ríos de vida. El estado de conservación de las riberas fluviales en España*. SEO/Birdlife, 104 p., Madrid.

- Ibáñez, A.; Ollero, A. y Díaz, E. (2001): Las crecidas del río Ara y el evento extraordinario de diciembre de 1997. *Jornadas 2000: El río Ara es de todos*, 65-78, Zaragoza.
- Jimeno, A. (1996): *El sistema cauce-ribera en el curso bajo de los ríos Arga y Aragón. Estudio ecogeográfico*. Tesis doctoral. Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza.
- Junk, W.J.; Bayley, P.B. & Sparks, R.E. (1989): The flood-pulse concept in river-floodplain systems. *Special Publication of the Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 106: 110-127.
- Lachat, B. (2001): Tendencias actuales en la restauración de cauces naturales. Nociones de espacio de libertad. XXVIII Congreso Nacional de Parques y Jardines Públicos. León.
- Liébaud, F. & Piégay, H. (2002): Causes of 20th century channel narrowing in mountain and piedmont rivers of Southeastern France. *Earth Surface Processes and Landforms*, 27: 425-444.
- Kern, K. (1992): Rehabilitation of streams in south-west Germany. In Boon, P.J.; Calow, P. & Petts, G.E. (Eds.): *River conservation and management*, 321-335, Wiley, Chichester.
- Kern, K. (1994): *Grundlagen naturnaher gewässergestaltung: geomorphologische entwicklung von fließgewässern*. Springer Verlag, 256 p., Berlin.
- Kondolf, G.M. (1997): Hungry water: effects of dams and gravel mining on river channels. *Environmental Management*, 21(4): 533-551.
- Kondolf, G.M.; Smeltzer, M. & Kimball, L. (2002): *White paper: freshwater gravel mining and dredging issues*. Washington Dpts. of Fish and Wildlife, Ecology and Transportation, 122 p.
- Kondolf, G.M.; Piégay, H. & Sear, D. (2003): Integrating geomorphological tools in ecological and management studies. In Kondolf, G.M. & Piégay, H. (Eds.): *Tools in Fluvial Geomorphology*, 633-660, Wiley, Chichester.
- Malavoi, J.R. et al. (1998): *Determination de l'espace de liberté des cours d'eau*. SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse, 39 p., Lyon.
- Margalef, R. (1978): *Perspectivas de la teoría ecológica*. Blume, Barcelona.
- Marston, R.A.; Girel, J.; Pautou, G.; Piégay, H.; Bravard, J.P. & Arneson, C. (1995): Channel metamorphosis, floodplain disturbance, and vegetation development: Ain River, France. *Geomorphology*, 13: 121-131.
- Martín Vide, J.P. (2002): *Ingeniería de ríos*. Edicions UPC, 331 p., Barcelona.
- Martín Vide, J.P. y Ferrer, C. (2005): Estudio hidráulico y morfodinámico. En Ollero, A. y Martín Vide, J.P. (dirs., 2005): *Estudio hidrológico, geomorfológico, hidráulico y ecológico del bajo Gállego en el T.M. de Zaragoza para su gestión como espacio fluvial*. Ayuntamiento de Zaragoza (inédito).
- Martinet, F. & Dubost, M. (1992): *Die letzten naturnahen Alpenflüsse-Versuch eines Inventars*. CIPRA, Vaduz.
- Molina, M.C.; Cabot, J.; Godé, L.X.; Correa, L. y Munné, A. (2004): La planificación del espacio fluvial de la cuenca de la Tordera. *Actas del IV Congreso Ibérico de Gestión y Planificación del Agua*, Tortosa.
- Montes, C. (1997): Los humedales españoles: un desafío para la conservación de paisajes del agua amenazados. En Soler, M.A. (Coord.): *Manual de gestión del medio ambiente*, 101-115, Ariel, Barcelona.
- Montes, C. (2002): Lecciones aprendidas en tres años de restauración de ecosistemas en el corredor verde del Guadamar. *Ecosistemas*, XI(1), informes.
- Odum, E.P. (1979): Ecological importance of the riparian zone. In Johnson, P.P. & McCormick, J.F. (Eds.): *Strategies for protection and management of floodplain wetlands and other riparian ecosystems*. US Forest Service General Technical Report, WP-12, 2-4, Washington.
- Ollero, A. (1992): *Los meandros libres del Ebro medio (Logroño-La Zaida): geomorfología fluvial, ecogeografía y riesgos*. Tesis doctoral. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza.

- Ollero, A. (1993a): Programa de planificación y recuperación del espacio ribereño del corredor del Ebro (tramo Novillas-Pina) con fines medioambientales y recreativos. En Arqued, V.; Gaviria, M.; Ollero, A. y Omedas, M. (1993): *La hidridación integrada del corredor del Ebro*. Informe inédito. Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Ollero, A. (1993b): Aménagement et gestion e l'Ebre dans la région de Saragosse: un projet de récupération écologique et sociale du système fluvial. *Actes du Colloque "Aménagement et gestion des grandes rivières méditerranéennes, Études Vauclusiennes*, 5: 79-83, Avignon.
- Ollero, A. (1993c): L'aménagement de l'Ebre moyen à méandres libres: la progression des activités humaines sur le système lit-berges et ses conséquences. *Actes du Colloque International "Le fleuve et ses metamorphoses"*, 263-270, Lyon.
- Ollero, A. (1996): *El curso medio del Ebro: geomorfología fluvial, ecogeografía y riesgos*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, 311 p., Zaragoza.
- Ollero, A. (2003): El Ebro quiere volver a ser libre. Una dinámica fluvial activa es la clave para que haya ríos vivos. *Quercus*, 213: 34-38.
- Ollero, A. (2007): *Territorio fluvial. Diagnóstico y propuesta para la gestión ambiental y de riesgos en el Ebro y los cursos bajos de sus afluentes*. Bakeaz y Fundación Nueva Cultura del Agua, 255 p., Bilbao.
- Ollero, A.; Cadiñanos, J.A.; Díaz Bea, E.; Elozegi, U.; García Murga, F.; Ibisate, A.; Meaza, G.; Ormaetxea, O. y Sáenz de Olazagoitia, A. (2001): Análisis y diagnóstico del sistema fluvial y propuestas para la gestión de un tramo regulado en el río Cinca (Huesca). *Actas del XVII Congreso de Geógrafos Españoles*, 185-188, A.G.E., Oviedo.
- Ollero, A.; Miguélez, E.; Sánchez Navarro, R. y Elozegi, U. (2002): Análisis, diagnóstico y propuestas para la gestión del río Cinca en el tramo Presa de El Grado-Confluencia del Vero. *Somontano*, 7: 7-31.
- Ollero, A.; Pellicer, F. y Sánchez Fabre, M. (2004): La crecida de febrero de 2003 en el curso medio del Ebro: análisis de su evolución espacio-temporal. En Faus, M.C. (coord.): *Aportaciones geográficas en homenaje al Profesor Antonio Higuera Arnal*, 143-155, Universidad de Zaragoza.
- Ollero, A.; Ballarín, D. y Mora, D. (2005): *El fundamento ambiental del Plan: una dinámica fluvial activa*. Estudio monográfico 2 del Plan Medioambiental del Ebro y tramo bajo del Cinca, 253 p. + anexos, Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón (inédito).
- Ollero, A. y Martín Vide, J.P. (dirs., 2005): *Estudio hidrológico, geomorfológico, hidráulico y ecológico del bajo Gállego en el término municipal de Zaragoza para su gestión como espacio fluvial*. Ayuntamiento de Zaragoza.
- Ollero, A. & Elso, J. (2007): The need for a "fluvial territory" or "room for the river": living with floods by acceptance of their functions. In: Baker, C. & van Eijk, P. (Eds.): *Sustainable flood management: obstacles, challenges and solutions*, 59-63, Interreg IIIC Network FLAPP, Maastricht.
- Osborne, L.L.; Bayley, P.B.; Higler, L.W.G.; Statzner, B.; Triska, F. & Iversen, T. (1993): Restoration of lowland streams: an introduction. *Freshwater Biology*, 29: 187-194.
- Palmer, L. (1976): River management criteria for Oregon and Washington. In Coates, D.R. (Ed.): *Geomorphology and Engineering*, 329-346, Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg.
- Pautou, G. et Wuillot, J. (1989): La diversité spatiale des forêts alluviales dans les îles du Haut Rhône français. *Bulletin d'Ecologie*, 20(3): 211-230.
- Petts, G.E., Möller, H. & Roux, A.L. (Eds., 1989): *Historical change of large alluvial rivers, Western Europe*. John Wiley & sons, 400 p., Chichester.
- Piégay, H. et al. (1996a): Comment delimitar l'espace de liberté des rivières. *Congrès de la Société Hydrotechnique de France, 24èmes Journées de l'Hydraulique: l'eau, l'homme et la nature*, 275-284, Paris.
- Piégay, H.; Barge, O. & Landon, N. (1996b): Streamway concept applied to river mobility / human use conflict management. *First International Conference on New/Emerging Concepts for Rivers. Proceedings Rivertech 96*, 681-688, I.W.R.A.

- Piégay, H.; Cuaz, M.; Javelle, E. & Mandier, P. (1997): Bank erosion management based on geomorphological, ecological and economic criteria on the Galaure River, France. *Regulated Rivers: Research & Management*, 13: 433-448.
- Piégay, H.; Darby, S.E.; Mosselman, E. & Surian, N. (2005): A review of techniques available for delimiting the erodible river corridor: a sustainable approach to managing bank erosion. *River Research and Applications*, 21: 773-789.
- Plachter, H. (1998): Die Auen alpiner Wildflüsse als Modelle stöungsgeprägter ökologischer Systeme. *Schf.-R-f. Landschaftspfl. U. Naturschutz.*, 56: 21-66.
- Rohde, S.; Hostmann, M.; Peter, A. & Ewald, K.C. (2006): Room for rivers: an integrative search strategy for floodplain restoration. *Landscape and Urban Planning*, 78(1-2): 50-70.
- Rosgen, D.L. (1996): *Applied river morphology*. Wildland Hydrology Books, 390 p., Pagosa Springs.
- Rosgen, D.L. (2006): The natural channel design method for river restoration. ASCE (in press).
- Sear, D.A. & Newson, M.D. (2003): Environmental change in river channels: a neglected element. Towards geomorphological typologies, standards and monitoring. *Science of the Total Environment*, 310: 17-23.
- Shields, F.D.Jr.; Cooper, C.M.; Knight, S.S. & Moore, M.T. (2003a): Stream corridor restoration research: a long and winding road. *Ecological Engineering*, 20: 441-454.
- Shields, F.D.Jr.; Copeland, R.R.; Klingeman, P.C.; Doyle, M.W. & Simon, A. (2003b): Design for stream restoration. *Journal of Hydraulic Engineering*, 129(8): 575-584.
- Simon, A.; Doyle, M.; Kondolf, G.M.; Shields, F.D.Jr.; Rhoads, B.; Grant, G.; Fitzpatrick F.; Juracek, K.; McPhillips, M & McBroom, J. (2005): How well do the Rosgen classification and associated "natural channel design" methods integrate and quantify fluvial processes and channel response? *Environmental and Water Resources Institute World Congress Proceedings*.
- Skidmore, P.B.; Shields, F.D.Jr.; Doyle, M.W. & Miller, D.E. (2001): A categorization of approaches to natural channel design. In Hayes, D.F. (Ed.): *ASCE Wetlands Engineering & River Restoration Conference*, Reno, American Society of Civil Engineers.
- Sterling, A. (1990): *Bases para la conservación de los valores ecológicos de los sotos y bosques de ribera. El caso de la cuenca del río Guadarrama*. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, 331 p. + apéndices.
- Surian, N. & Rinaldi, M. (2003): Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy. *Geomorphology*, 50: 307-326.
- Tockner, K.; Malard, F. & Ward, J.V. (2000): An extension of the Flood Pulse Concept. *Hydrological Processes*, 14: 2861-2883.
- Tockner, K. & Stanford, J.A. (2002): Riverine flood plains: present state and future trends. *Environmental Conservation*, 29: 308-330.
- Ureña, J.M. y Ollero, A. (2000): Criterios y propuestas para la ordenación de áreas fluviales. *Ciudad y territorio, Estudios Territoriales*, XXXII(126): 689-710.
- Ward, J.V. (1989): Riverine-wetland interactions. In Sharitz, R. & Gibbons, J. (Eds.): *Freshwater wetlands and wildlife*. CONF-8603101, DOE Symposium series 61, US Dept. of Energy, Oak Ridge.
- Ward, J.V.; Tockner, K.; Uehlinger, U. & Malard, F. (2001): Understanding natural patterns and processes in river corridors as the basis for effective river restoration. *Regulated Rivers*, 17: 311-323.
- Werritty, A. (1997): Short-term changes in channel stability. In Thorne, C.R.; Hey, R.D. & Newson, M.D. (Eds.): *Applied fluvial geomorphology for river engineering and management*, 47-65, Wiley, Chichester.
- Williams, P.B. (2001): River engineering versus river restoration. In Hayes, D.F. (Ed.): *ASCE Wetlands Engineering & River Restoration Conference*, Reno, American Society of Civil Engineers.