

LOS ELEMENTOS GEOMORFOLOGICOS DEL CAUCE EN EL EBRO DE MEANDROS LIBRES Y SU COLONIZACION VEGETAL

Alfredo OLLERO OJEDA

Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio
Universidad de Zaragoza

Resumen: En el marco espacial del curso del Ebro de meandros libres (Logroño-La Zaida) se describen los elementos geomorfológicos más significativos del cauce y de la llanura de inundación (barras de grava, islas, brazos ciegos, confluencias, "galachos") y se analiza la instalación de bosques ribereños o sotos sobre los mismos. A lo largo de todo el tramo -de casi 350 km- destaca la homogeneidad de formas y procesos y su notable dinamismo geocológico. Brazos ciegos y galachos, elementos geomorfológicos fundamentales para el desarrollo de los ecosistemas ribereños de máximo valor y complejidad, se encuentran en la actualidad "en peligro de extinción".

Palabras clave: Río Ebro, dinámica fluvial, cauce, llanura de inundación, vegetación de ribera, barra de grava, brazo ciego, galacho.

Abstract: In the free meanders' stretch of Ebro river (Logroño-La Zaida) the most significant geomorphological element of channel and floodplain (gravel-bars, islands, channel closed, confluences, ox-bow lakes) are described and the installation of riparian vegetation (*sotos*) over there are analysed. Along the stretch (at least 350 km) highlight form and processes' homogeneity and its high geocological dynamic. Channel closed and ox-bow lakes are principal geomorphological elements for development of most relevant and complex riparian ecosystem and now they are coming to an disappearance.

Key words: Ebro river, fluvial dynamics, channel, floodplain, riparian vegetation, gravel-bar, channel closed, ox-bow lake.

EL EBRO DE MEANDROS LIBRES

El río Ebro recorre el centro de su Depresión describiendo un cauce meandrante y divagante a lo largo de 346'5 km desde El Cortijo (Logroño) hasta la presa de Alforque (La Zaida). Es muy notable la homogeneidad del tramo estudiado, tanto en el régimen hidrológico como en la morfología y dinámica del cauce, en los procesos de colonización vegetal, en la composición florística de las formaciones, en los usos del suelo, en la problemática e impactos, etc.

La llanura de inundación en la que se inscribe este cauce libre cuenta con una anchura media de 3'23 km, llegando a alcanzar puntualmente un máximo de 6 km. La actual banda activa de ameandramiento ocupa la cuarta parte del llano inundable con una amplitud de onda media de 812 m.

Los cambios de trazado del cauce han sido continuos en el tiempo y generalizados espacialmente, pero la progresiva antropización del sistema fluvial, asentada en el proceso de regulación de la cuenca y en el desarrollo de obras de defensa, ha reducido considerablemente la dinámica natural en las últimas décadas, de manera que la capacidad de cambio en el futuro es mínima y se reduce a puntos concretos no defendidos.

El caudal medio anual del río Ebro es de 121'6 m³/s en Mendavia en el inicio del tramo, se incrementa hasta los 270'5 m³/s en Castejón a raíz de la confluencia del caudaloso complejo Arga-Aragón y se mantiene aguas abajo con 266'8 m³/s en Zaragoza y 276'8 m³/s en Sástago. El régimen es pluvio-nival con máximo en febrero, mínimo en agosto y disimetría en las curvas de ascenso y descenso, prolongándose las aguas altas en primavera y las bajas en otoño (Ollero, 1992). La preponderante influencia pluvial oceánica produce los notables caudales invernales y la mayor frecuencia de crecidas en dicha estación. Estas se registran principalmente a comienzos de invierno pero las aguas altas perduran hasta marzo, favorecidas por nuevas crecidas o por la fusión nival. Todas las crecidas extraordinarias desde 1950 han tenido lugar entre noviembre y febrero. Hemos comprobado sobre el terreno que las crecidas con desbordamiento y potencial morfogenético son las que superan los 800 m³/s en Mandavia, los 1.800 m³/s en Castejón y los 1.650 m³/s en Zaragoza. Los caudales-punta de crecida tienden a disminuir aguas abajo por la laminación natural en el propio cauce. Así, en Zaragoza el caudal-punta es una media de 400 m³/s, inferior al de Castejón para una crecida extraordinaria. El estiaje se agudiza aguas abajo, pero en Sástago es más corto y menos marcado que en Zaragoza, a causa de la aportación del Gállego (deshielo pirenaico primaveral) y de la creciente influencia mediterránea que provoca una elevación de los caudales otoñales.

El avance superficial del hombre sobre la llanura de inundación le ha llevado a constreñir progresivamente las riberas del Ebro. En una tierra enormemente fértil el hombre ha cultivado hasta la misma orilla del cauce, necesitando obras de defensa que contuvieron la dinámica natural del mismo. El proceso de antropización del espacio ribereño ha sido continuo a lo largo de la historia y se ha acelerado considerablemente en el transcurso del presente siglo. En la actualidad el curso del Ebro se presenta casi completamente encauzado por defensas de margen, con escasas posibilidades de dinámica natural futura, consecuencia última del proceso de antropización.

ELEMENTOS GEOMORFOLOGICOS EN CAUCE Y RIBERAS

El cauce

El cauce del Ebro en el área de estudio cuenta con una pendiente media del 0'67 por mil. Al discurrir sobre un valle amplio y de pendiente muy baja, la corriente no puede profundizar en el lecho e invierte su energía en el transporte y en la erosión lateral. El resultado es el desarrollo de un cauce meandrante caracterizado por las numerosas rupturas en las familias de meandros y por las continuas variaciones en el tiempo de su trazado. El índice de sinuosidad del conjunto del tramo era en 1981 de 1'505. Es posible distinguir los siguientes tipos de canal:

- Escasos tramos *rectos* que responden a causas estructurales o a cortas artificiales y no suelen alcanzar longitudes superiores a los 3 ó 4 km. Presentan alternancia de barras de grava laterales móviles que son el origen de leves sinuosidades.
- El tipo de *transición recto-meandriforme* se encuentra mejor representado en sectores de estrechez del valle o como resultado de cortas recientes, en cuyo caso el meandro tiende a ampliar su curvatura si las defensas lo permiten.
- El canal *meandriforme bien desarrollado* cuenta con una extensión muy importante en el tramo, si bien los trenes de meandros carecen de continuidad y no han podido lograr el modelo ideal de sinuosidad. Ello se debe a los choques con las paredes del valle, a la persistencia de las avenidas originando alteraciones y cortas, y al constreñimiento del cauce por parte de las obras de contención construidas en un momento en el que el canal no había alcanzado su estabilidad.

- El canal *trenzado* se desarrolla de forma esporádica tanto en el espacio como en el tiempo en sectores de incremento de la pendiente y con carácter permanente aguas abajo de los azudes.

Si bien en la última década las variaciones en el trazado del cauce han sido mínimas y la reducción de la dinámica del sistema ha mantenido su progresión, la erosión de las orillas cóncavas y la sedimentación en las convexas son procesos continuos que se producen con caudales normales, siendo acelerados en momentos de crecida. Siguen movilizándose por parte del río importantes volúmenes de materiales, algunas barras de gravas del cauce experimentan desplazamientos hacia aguas abajo observables de un año para otro y la colmatación de brazos secundarios, ciegos y galachos constituyen un proceso actualmente activo de gran rapidez.

Las riberas

La llanura de inundación, conformada por depósitos de desbordamiento originados por decantación y acreción vertical de materiales finos, muestra evidentes y muy abundantes huellas de antiguos cauces abandonados, de planta semicircular como corresponde a su trazado meandriforme, y ya cultivados en su mayor parte, que son acompañados de numerosos pequeños escarpes cuyo papel es fundamental al dirigir las aguas desbordadas. En el centro de la extensa llanura inundable, los márgenes del cauce aparecen cubiertas bien por masas de vegetación de ribera, bien por franjas arboladas muy estrechas, bien por obras de defensa o infraestructuras. Los márgenes cóncavos aparecen cultivadas y defendidas de la erosión y los sotos ocupan los lóbulos de meandro, sobre microtopografías complejas resultado de la sedimentación de depósitos de canal, dominando las direcciones marcadas por la acreción lateral. Son barras de meandro (*point-bar*) sucesivas con forma de media luna entre las cuales hay depresiones que constituyen cauces funcionales en momentos de crecida.

En algunos puntos el cauce menor choca directamente con los límites del valle. En este sentido, es muy importante para la dinámica del sistema la presencia de un escarpe continuo en la margen izquierda labrado en materiales terciarios margoyesíferos, con un desnivel entre 60-140 m y pendientes superiores al 50 %, incluso verticales (Pellicer y Echeverría, 1989). Este escarpe limita la llanura de inundación del Ebro desde Sartaguda hasta La Zaida, con puntuales interrupciones debidas a la llegada de afluentes. Es de carácter erosivo, a causa de la migración del Ebro hacia el Norte durante el Cuaternario, fenómeno relacionado con reajustes tectónicos recientes. Evoluciona mediante desprendimientos en masa (paneles rotacionales y caídas de bloques y piedras) a partir de la existencia de una diaclasa paralela al acantilado, originada por la descompresión consiguiente al vaciado del valle. En los sectores en los que el Ebro discurre adherido a la pared, el cauce ha intervenido socavando la base del cantil yesoso y transportando la masa movilizada.

Confluencias

El punto de desembocadura de los distintos afluentes se ubica en la mayor parte de los casos en una margen cóncava del cauce del Ebro. Ello se debe a la topografía (la concavidad coincide con una zona de mayor profundidad y la pendiente local en su entrada es alta), a la carga sedimentaria del afluente, que genera un depósito a modo de cono que desvía su propio curso aguas abajo, a la mayor facilidad de erosión de las orillas cóncavas, constituídas por materiales finos (el afluente no tiene problemas para labrar el tramo final de su cauce) y a la existencia de canales de inundación y brazos ciegos limitando las orillas convexas que conducen al afluente hacia aguas abajo para darle salida en la concavidad subsiguiente.

El papel de las confluencias en la morfología del canal principal es importante. El aumento de caudal líquido y sólido aportado repercute en el ensanchamiento del cauce y la llanura de inundación, una mayor profundidad del canal y una modificación de la pendiente, que en algunos casos (Leza, Huecha, Jalón) aumenta en el curso principal aguas abajo de la confluencia a causa de la sobreexcavación del lecho y en otros (Aragón, Arga, Gállego) se reduce (Ollero y Jimeno, 1992).

Los barrancos bardeneros (Las Limas) y del Castellar, además de abundante carga sólida, aportan al cauce del Ebro importantes contenidos de sales disueltas que contribuyen al desarrollo, en los sotos del Ebro ubicados aguas abajo, de especies vegetales como el tamariz.

En los casos de aportaciones hidrológicas relevantes (Aragón y Gállego) se registra un importante incremento de la dinámica aguas abajo en el cauce del Ebro. En ambos casos encontramos familias de meandros continuas, regulares en su trazado general pero inestables en cada uno de sus vértices por la fuerte erosión de sus concavidades y activa tendencia a migrar aguas abajo. La razón principal se encuentra en que son las áreas de máxima punta de avenida, con lo que el poder morfogenético de la corriente es superior al de cualquier otro sector del cauce.

Barras de grava

En el curso meandrante del Ebro destaca la abundancia de gravas y la existencia de un gran número de barras como consecuencia del notable aporte de caudal sólido de los afluentes y de la activa erosión de las márgenes del propio Ebro. Sin embargo, la multiplicación de embalses y la reducción de la dinámica natural del cauce han limitado apreciablemente en las últimas décadas la carga sólida del río. Al mismo tiempo, el menor número de crecidas ha supuesto una limitación en la capacidad de arrastre de la corriente y ha contribuido a facilitar la colonización vegetal con la consiguiente retención de las barras preexistentes. El resultado de todo

ello es una notable disminución en número, superficie y dinamismo de las barras de grava migrantes del cauce. No obstante, aún son abundantes, y sus principales características pueden resumirse en los siguientes puntos:

- En su mayoría una morfología en punta de flecha.
- Las gravas tienden a acumularse siempre en los mismos lugares, en función de factores locales. Las barras de grava son más abundantes en tramos inmediatamente aguas abajo de la llegada de un afluente y afloran en superficie en sectores con rupturas de pendiente.
- Las barras que se desarrollan en tramos rectos suelen presentar la sucesión de varios depósitos adosados. Son las de mayor rapidez de desplazamiento porque la velocidad del flujo es homogénea y predomina el transporte. El avance hacia aguas abajo tiene lugar progresivamente más cerca del centro del cauce, de manera que en muchos casos terminan desgajándose de la orilla.
- En todos los casos alteran las condiciones del flujo desviando la corriente, principalmente en aguas bajas, hacia el centro del cauce y la orilla opuesta, de ahí su importancia en el inicio de sinuosidades.
- En los tramos meandriformes afloran bien en puntos de inflexión, bien adosadas a la orilla convexa, con carácter móvil hasta que al llegar al vértice del meandro suelen desgajarse. Las barras de meandro o *point-bar* constituyen la acreción lateral de las orillas convexas y son estables, permaneciendo adosadas a la margen a no ser que sean separadas por una corta de canal de crecida.

Islas

La presencia de islas en el cauce del Ebro es muy importante desde el punto de vista ecológico, ya que en ellas se asientan los ecosistemas menos alterados, gracias a la dificultad de acceso. Las islas son barras de grava formadas en el centro del cauce o bien desgajadas de las orillas, a raíz de la abundancia de carga sólida y de la alta frecuencia de avenidas. Su distribución espacial es bastante anárquica, pudiendo aparecer en vértices de meandro, puntos de inflexión o fragmentos rectos, ya que su establecimiento depende de factores locales de flujo. Las ubicadas en vértices de meandro son el resultado de cortas de *chute* e incrementan los procesos de erosión de la margen cóncava, siendo responsables en ocasiones de cambios de trazado.

La reducción de carga y la estabilización y constreñimiento de márgenes han traído consigo la decadencia del modelo trenzado, dominando en la actualidad la colmatación de brazos secundarios y la anexión de las islas a las márgenes.

Brazos ciegos

Se trata de apéndices inundados del cauce principal que se abren en su mayor parte a la entrada de las concavidades en dirección contraria a la de la corriente y aparecen en una amplia mayoría de los meandros del Ebro. Son denominados ciegos por cuanto conectan con el cauce principal en un sólo punto, al menos en estiaje, ya que en aguas altas suelen convertirse en brazos funcionales secundarios. De hecho, suelen ser inicialmente brazos secundarios o canales de crecida que se ciegan desde aguas arriba, en el inicio de orilla convexa, zona de sedimentación de gravas y menor profundidad que coincide con el extremo final del dique natural (*levee*) correspondiente a la orilla cóncava precedente. Pero el taponamiento del extremo de aguas arriba del brazo ciego no siempre se debe a factores naturales; en algunos casos lo ha ejercido una obra de defensa.

Siempre llevan agua por filtración desde aguas arriba y fundamentalmente por entrada directa desde aguas abajo a causa de la dispersión del flujo generada a la entrada de las concavidades, teniendo en cuenta su depresión topográfica. La corriente se dispersa en dos sentidos: en su mayor parte continuará fluyendo aguas abajo, pero un pequeño contingente se arremolinará retrocediendo aguas arriba y penetrando en el brazo ciego. Esta penetración tiene lugar siguiendo el sentido opuesto a la corriente del cauce principal, para salir las aguas posteriormente por la misma boca de entrada, en una renovación lenta pero efectiva.

Su origen, de acuerdo con los ejemplos observados en el área de estudio, no siempre tiene lugar desde un brazo secundario. Puede tratarse simplemente de un *swale*, canal de crecida que permanece parcialmente inundado; de hecho, el brazo ciego suele ocupar el primer *swale* de la margen convexa. Brazos ciegos más efímeros son los ligados a barras de grava que progresan desde la orilla hacia el centro del cauce, con dirección oblicua a la corriente, formando un frente abrupto aguas abajo (*lee-side*) a partir del cual se forma un golfo en el que penetra el agua. Este pequeño brazo evoluciona paralelamente al avance de la barra de grava. Hay brazos ciegos, por último, cuya boca se orienta aguas arriba. En este caso, excepcional en cuanto a la definición que hemos indicado, el agua penetra por un *swale* u otra apertura en el cauce, hasta detenerse contra un obstáculo, generalmente un soto, sin poder sobrepasarlo.

En cualquiera de los casos expuestos su papel en el sistema es muy importante, ya que contribuyen a la laminación de aguas altas con su propia inundación y, por otra parte, su presencia es fundamental para la instalación y distribución de formaciones vegetales. Precisamente ello es la causa de su carácter temporal y de su tendencia natural a la desaparición mediante un proceso de colmatación favorecido por una fácil colonización vegetal, propiciada por la existencia de agua semiestancada y la no

excesiva profundidad de los sectores distales del brazo, y capitaneada por el carrizo (*Phragmites communis*). Ahora bien, este carácter afímero no es tan claro como en el caso de los galachos, totalmente cerrados salvo en crecidas, y, de hecho, no hemos observado en la zona de estudio ningún caso de desaparición total, salvo cuando ha intervenido el hombre rectificando la margen. El contacto continuo con la corriente otorga al brazo ciego un carácter en cierto modo funcional, y la sucesión de aguas altas y crecidas garantiza su pervivencia, favoreciendo incluso la excavación de su lecho (no tanto de sus márgenes, bien protegidas por la vegetación), de manera que la profundidad de la boca de entrada del brazo suele ser considerable, al coincidir normalmente con la orilla cóncava del meandro. En definitiva, el proceso de colmatación se verifica desde aguas arriba acortando progresivamente el desarrollo del brazo. A la pervivencia de los brazos ciegos contribuye su aprovechamiento en muchos casos como sector de desagüe de los colectores de drenaje de las huertas, hecho que contamina y eutrofiza enormemente sus aguas, efecto agravado por la lenta renovación de las mismas.

El desarrollo de brazos ciegos está relacionado directamente con sectores de inestabilidad de trazado del cauce. Series completas de meandros con brazos ciegos de dimensiones importantes adosados a sus vértices se encuentran inmediatamente aguas abajo de las confluencias de Aragón y Gállego. Se trata de meandros dinámicos y de curvatura inestable, con flujos secundarios y clara migración de vértices aguas abajo, como consecuencia del incremento hidrológico que suponen dichas confluencias.

Cortas y meandros abandonados ("galachos")

Las cortas pueden ser definidas como procesos muy rápidos, bien naturales, bien provocados por el hombre, que suponen cambios radicales del trazado del cauce, cuando la corriente fluvial busca un recorrido más corto y de mayor pendiente hacia aguas abajo, generalmente abandonando un tramo curvo y cortándolo por algún sector de su cuello o lóbulo. Significan los cambios más bruscos de la dinámica fluvial y son origen de cauces abandonados con una dinámica propia compleja y original. La consecución de una corta provoca una importante revitalización de la erosión de las márgenes, ya que el cauce tenderá a recuperar su trazado sinuoso.

Las cortas de origen natural, en una amplia mayoría consecuencia de procesos de crecida y condicionadas por factores locales, de tal manera que crecidas distintas han iniciado cortas siempre en los mismos lugares, presentan dos tipologías básicas:

- *Chute cut-off o cortas de canal de crecida*, que son muy abundantes, habiéndose registrado en alguna ocasión en la evolución de la mayoría de los meandros. Si una de las depresiones que conforman las barras de meandro es ocupada por la corriente principal se ha generado la corta. Normalmente el viejo cauce sigue

siendo funcional, quedando una isla configurada por el conjunto de barras de meandro.

- *Neck cut-off o cortas de cuello*, menos frecuentes en el área de estudio en el presente siglo, que han generado cambios drásticos en el trazado. La corriente estrangula el cuello del meandro y abre un cauce nuevo de menor sinuosidad y mayor pendiente, dejando cortado todo el lóbulo del antiguo meandro y abandonado el viejo cauce. El ejemplo más importante es la corta que originó en 1961 el Galacho de Juslibol.

Como resultado de las cortas que han tenido lugar presidiendo múltiples variaciones del cauce a lo largo del Holoceno, innumerables huellas de meandros abandonados cubren la llanura de inundación entre Logroño y La Zaida. Los más recientes conservan inundado el sector de máxima curvatura del viejo cauce, por ser más profundo, y son denominados "galachos" en Navarra y Aragón. Tienen una vida corta, ya que son colmatados en pocas décadas en un proceso en el que colabora la colonización vegetal (carrizales en su primera fase) con la sedimentación de finos (inundaciones o llegada de desagües y barrancos). En muchos casos el hombre ha rellenado el galacho para cultivarlo. En la actualidad sólo perviven en el Ebro de meandros libres los galachos de San Martín de Berberana (Arrúbal), La Catremena (Cabanillas), Juslibol, La Cartuja, La Alfranca y Osera, así como otros carentes ya de lámina de agua y cubiertos de carrizales: Chaparreta (Lodosa), Milagro, Novillas, Boquiñeni, Mejana Baja de Villafranca, Bonastre y Los Alterones (Pina).

LA INSTALACION DE VEGETACION RIBEREÑA EN RELACION CON LOS ELEMENTOS MORFOLOGICOS DEL CAUCE Y SU DINAMICA

Los elementos geomorfológicos descritos constituyen la base física sobre la que se asienta la vegetación ribereña. La distribución, estructura y caracteres de la misma se ven determinadas por las características de dichos elementos (granulometría del depósito, distancia al cauce y al nivel freático, microtopografías,...) además de por la inundabilidad, fluctuaciones del nivel freático e intervenciones antrópicas (talas, pastoreo,...). La dinámica del cauce es fundamental. La mayoría de los sotos actuales son muy jóvenes, instalándose sobre terrenos renovados por el río en las crecidas de la primera mitad del siglo. Si una crecida pudo originar el establecimiento de una superficie de gravas apta para la colonización vegetal, en aguas medias y bajas es la profundidad a la que se encuentra la capa freática durante el período vegetativo el factor esencial de desarrollo. Los freatófitos competirán por el aprovechamiento del agua subterránea.

Cada nueva crecida alterará el equilibrio anterior y obligará a la adaptación a las formaciones vegetales preexistentes. Las especies pioneras, como la *Andryala ragusina*, colonizan las gravas recién depositadas, ya que se encuentran adaptadas a las condiciones más áridas y soleadas de las barras de grava. La estructura posterior del soto se irá constituyendo en función de la granulometría del sustrato y de la competencia entre las distintas especies en las etapas iniciales.

Sobre los materiales más finos de los canales de inundación van asentándose las especies de las asociaciones *Xanthio-Polygonetum persicariae* y *Paspalo-Polypogonetum semiverticillati*, e incluso prados de *Trifolio-Cynodontetum*. Los carrizales (*Typho-Scirpetum tabernaemontani*) enraizan en las orillas fangosas de aguas detenidas, contribuyendo a la colmatación de las mismas. A continuación de estas comunidades pioneras aparecen las formaciones de orla (*Salicetum neotrichae*, *Tamaricetum gallicae*), que a su vez dan paso a la formación más compleja y desarrollada del soto, la alameda que corresponde a la As. *Rubio-Populetum albae*, que en ocasiones es sustituida por la saucedada de *Salix alba* o la olmeda (*Aro-Ulmetum*), o bien el tamarizal. Es decir, la tendencia natural de estos medios les lleva a convertirse, si el dinamismo del río y las actuaciones humanas lo permiten, en bosques tipo alameda, saucedada, olmeda o tamarizal, como consecuencia de la sucesión primaria. En dos décadas pueden haberse cubierto todas las etapas hasta alcanzar dicho bosque maduro, si bien se requieren otras 3 ó 4 décadas más para que los ejemplares alcancen su porte máximo. La evolución posterior del bosque y de su composición no varía si el nivel del agua no sufre descensos importantes. El bosque de ribera, sin la intervención del hombre, ya no evoluciona más, es permanente.

La evolución temporal queda representada por la propia distribución espacial de las comunidades vegetales, que marca claramente el sentido de la sucesión desde la orilla del cauce hasta el interior del soto. Las fluctuaciones del nivel del agua entorpecen, en algunos casos, la llegada del conjunto del soto a estados avanzados o maduros de la sucesión, de manera que los ecosistemas permanecerán abiertos y constituidos por un mosaico de microhábitats de alta heterogeneidad de edades sucesionales, así como en superficie, pudiendo convivir bosques monoespecíficos con otros enormemente complejos (Serling, 1990). La calidad del agua o la salinidad sí condicionan la presencia de determinadas especies como el tamariz, muy abundante y en franca progresión en el área de estudio.

Cuando el soto se ha visto alterado mediante talas, movimientos de tierras, etc., las comunidades existentes inician un proceso de sucesión secundaria, que en teoría podría llegar a formar una alameda, pero cuyos pasos para conseguirlo pueden verse más o menos impedidos. El proceso de degradación del soto coincide igualmente con la sucesión espacial de otra serie de bandas desde la alameda u olmeda bien desarrolladas hasta la zona de cultivos o los diques de contención. El soto se rodea de

una orla espinosa exterior (*Orden prunetalia spinosae*) y de una serie de pastizales y comunidades nitrófilas que enlazan con las áreas antropizadas.

La superficie actual de las masas de vegetación espontánea de las riberas del Ebro de meandros libres supone aproximadamente el 40 % de la extensión ocupada en 1950. Esta reducción drástica no se ha debido a factores naturales sino a intervenciones antrópicas con el fin de ganar terreno para el cultivo. Así pues, la extensión actual de las formaciones de ribera no es tanto resultado de la dinámica del cauce como de los intereses humanos, de manera que perviven los sotos allí donde es imposible cultivar o interesa por algún motivo su conservación. Los sotos que restan entre Logroño y La Zaida son un total de 105, pero los que cuentan con una superficie y un interés ecológico suficientes como para plantear su protección no superan la treintena. En todos los casos los impactos internos son muy importantes y en la mayor parte de las ocasiones determinantes del propio desarrollo del bosque ribereño.

Tras llevar a cabo un exhaustivo trabajo de campo con el fin de inventariar y caracterizar cada uno de los sotos supervivientes (Ollero, 1992), es posible exponer una serie de aspectos observados en el terreno sobre la colonización vegetal actual de las riberas del Ebro.

En primer lugar, se observa una distinción clara entre el desarrollo vegetal sobre las márgenes cóncavas o sobre las convexas. Las márgenes cóncavas son más fértiles para el cultivo al estar constituidas por depósitos finos. Por ello son cultivadas y defendidas de la erosión, siendo relegados los sotos a las orillas convexas donde la mayor variedad de sedimentación permite la diferenciación de comunidades sobre complicadas microtopografías. Las orillas cóncavas suelen ser, por otra parte, demasiado altas para que se instale la vegetación freatófítica. Los sotos instalados en ellas corresponden en todos los casos a antiguas islas del cauce. El soto se inicia en la margen convexa, sufre una corta de canal de crecida y termina adosándose a la opuesta tras contribuir a colmatar el brazo secundario, pero se mantiene topográficamente más bajo que la antigua orilla.

Respecto al factor inundabilidad, se ha observado que las formaciones arbóreas se desarrollan preferentemente en terrenos inundados por períodos de retorno de entre 2 y 5 años, mientras en las orillas del cauce con inundación anual no suele pasarse de formaciones pioneras.

El proceso de colonización de las barras de grava, siempre iniciada en la punta de la flecha, donde predominan los materiales más finos, es en la actualidad enormemente rápido a causa de la mayor estabilidad hidrogeomorfológica del cauce. La rapidez es extrema en la colonización de islas, habiéndose observado en la mayor parte de los casos el crecimiento de un denso y complejo soto -con dominio de sauces por

la frecuente inundación- en menos de 10 años desde la formación de la barra en el centro del cauce.

La existencia de brazos secundarios, ciegos o abandonados resulta fundamental para el desarrollo de sotos de máximo valor natural y gradiente ecológico. La presencia de agua estancada o semiestancada con nivel freático muy elevado y rica en nutrientes, la complejidad de la orilla y sus microtopografías y el predominio de una granulometría fina favorecen el desarrollo de una comunidad vegetal compleja con todas las etapas de sucesión y condiciones excelentes como hábitat para una fauna variada.

Por ello, los sotos de mayor complejidad y valor natural a lo largo del Ebro de meandros libres son aquéllos instalados en lóbulos de meandros con brazos ciegos o galachos. En un segundo nivel de calidad situaríamos a los sotos que han colonizado islas, cuya complejidad estructural es menor y carecen en muchos casos de etapas sucesionales avanzadas, pero cuyo valor estriba en la ausencia de impactos derivada de su carácter aislado.

En otros tramos del curso del Ebro en los que desarrollamos trabajos en curso, como el sector de meandros encajados entre Conchas de Haro y Logroño o el curso inferior del Ebro hasta el Delta, las islas cobran un mayor protagonismo como reductos casi únicos de vegetación ribereña, a causa de la limitación superficial del terreno inundable, de la ausencia de dinámica y cambios recientes en el cauce, que implica la inexistencia de elementos como brazos ciegos o galachos, y de una antropización aún más drástica que la registrada en el Ebro de meandros libres. Los bosques ribereños se instalan sin excepción inmediatamente aguas abajo de rupturas de pendiente, donde afloran las islas o las barras longitudinales adosadas a la orilla.

En las riberas del Ebro de meandros libres la situación actual es muy positiva para el desarrollo vegetal, lo cual es visto incluso como una amenaza por los técnicos poco sensibles que están haciendo proliferar muy peligrosamente las labores de limpieza y dragado. En efecto, la tendencia reciente a la estabilización del cauce y el control de las crecidas ordinarias favorecen una supervivencia sin problemas para los actuales sotos, que pueden ampliar su desarrollo a pequeñas áreas que el mayor número de crecidas no permitía colonizar. Sin embargo, la disminución de materiales sólidos transportados por el cauce y el constreñimiento artificial de las riberas son factores negativos que provocan la imposibilidad de que nuevos sectores sean ocupados por la vegetación. Por otra parte, la práctica eliminación de la dinámica natural implica la desaparición a corto plazo de galachos y brazos ciegos y la simplificación, con ello, de la complejidad geomorfológica de cauces y riberas, que incide en un empobrecimiento notable de los ecosistemas ribereños.

En suma, la situación actual se caracteriza por un aumento en superficie de la vegetación natural pero al mismo tiempo por una pérdida de complejidad, dinamismo sucesional, gradiente ecológico y calidad como hábitat de los sotos. La consecuencia lógica es la urgente conservación y protección legal de todas las masas vegetales supervivientes, pero especialmente de los ecosistemas instalados en brazos ciegos y galachos. Estos dos elementos geomorfológicos, así como las cortas de meandros que los hacen posibles, constituyen "endemismos" a nivel peninsular y se encuentran claramente amenazados de desaparición, por lo que deben ser protegidos en sí mismos - del mismo modo que las especies biológicas en peligro de extinción-, creando las medidas correctoras oportunas para su pervivencia. La mejor de ellas, y la más válida a largo plazo, sería no limitarnos a sotos aislados sino proteger tramos enteros del curso fluvial en los que recuperar la dinámica natural. Es preciso reivindicar la protección integral del sistema fluvial, que los caudales ecológicos mínimos (que no deberían ser sólo líquidos, sino también sólidos) no se definan exclusivamente con el fin de mantener especies biológicas sino que se establezcan para mantener la dinámica del cauce en un río como el Ebro en su tramo medio que presentaba en sus continuas variaciones de trazado su valor natural más interesante y singular.

CONCLUSIONES

El tramo de 346'5 km de cauce divagante enormemente dinámico del Ebro (Logroño-La Zaida) constituye un elemento natural de gran singularidad a nivel peninsular e incluso continental. Destaca su notable homogeneidad interna desde el punto de vista hidrológico, geomorfológico y biológico, así como la progresiva reducción de la dinámica natural que ha sufrido a lo largo del siglo XX. Nos encontramos, por tanto, ante un sistema natural constreñido, limitado artificialmente por los intereses humanos sobre la llanura de inundación, en grave peligro de desaparición total de la dinámica que lo ha creado, dinámica que permite la pervivencia de ricos ecosistemas ribereños.

Las barras de grava adosadas a las márgenes o aisladas en el centro del cauce son terrenos donde se desarrolla con rapidez la colonización vegetal. Pero son brazos ciegos y galachos los ambientes geomorfológicos más aptos para el desarrollo de sotos en toda su complejidad de formaciones y hábitats. Ambos elementos geomorfológicos, brazos ciegos y galachos, son fundamentales para la supervivencia del ecosistema ribereño pero al mismo tiempo dependen exclusivamente de la pervivencia del sistema fluvial dinámico que los ha creado, un sistema fluvial con crecidas periódicas ordinarias y extraordinarias y variaciones bruscas del trazado del cauce. Las cortas de meandros son fundamentales para generar galachos o para favorecer la instalación de sotos en las márgenes cóncavas.

En consecuencia, es preciso llamar la atención y variar la filosofía de la política actual conservacionista de espacios ribereños, que se limita a la protección de las masas vegetales más extensas o complejas o de mayor riqueza botánica o faunística. A medio y largo plazo resultará una política insuficiente, ya que si no se protegen las condiciones que hacen posible la pervivencia de esos sotos tenderán a degradarse progresivamente hasta desaparecer. Es preciso reivindicar la protección integral del sistema fluvial, manteniendo la posibilidad de que se sucedan crecidas -con caudal líquido y sólido- creadoras de terrenos aptos para la colonización y de variaciones en el trazado del cauce. Y hay que proteger una franja amplia de ribera que permita al cauce desenvolverse. Sólo así seguirán creándose brazos ciegos, galachos -los actuales serán colmatados por evolución natural en pocas décadas-, barras de grava e islas en los que las formaciones vegetales de ribera podrán establecer sus procesos de colonización y sucesión.

BIBLIOGRAFIA

- OLLERO OJEDA, A. (1991): "La dinámica del cauce y su incidencia en las formaciones de ribera", *Inventario y caracterización de las formaciones de ribera en Aragón, Fase I: Río Ebro y tramos finales de sus afluentes*, Dirección General de Ordenación Rural, Diputación General de Aragón (informe inédito).
- OLLERO OJEDA, A. (1992): *Los meandros libres del río Ebro (Logroño-La Zaida): geomorfología fluvial, ecogeografía y riesgos*, Tesis Doctoral, Dpto. Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, 1.138 p. y anexo cartográfico.
- OLLERO, A. y JIMENO, A. (1992): "Ecogeografía y variaciones recientes del cauce menor en la confluencia de los ríos Ebro y Aragón", En, LOPEZ BERMUDEZ, F. et al. (Eds.): *Estudios de Geomorfología en España*, 343-352, Murcia.
- OLLERO, A. & PELLICER, F. (1991): "Middle Ebro river channel and floodplain: geomorphology, recent changes, risks and management on a fluvial system of free meanders", En, SALA, M., RUBIO, J.M. & GARCIA RUIZ, J.M. (Eds.): *Soil Erosion Studies in Spain*, 203-210, Geoforma, Logroño.
- PELLICER, F. y ECHEVERRIA, M.T. (1989): *Formas de relieve del centro de la Depresión del Ebro*, Institución Fernando el Católico, 216 p.
- STERLING CARMONA, 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. y apéndices (inédita).