

Principios y técnicas de restauración fluvial

Fernando Magdaleno Mas
Área de Ingeniería Ambiental
Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas
CEDEX (Ministerio de Fomento)

1. Introducción: niveles y tipos de restauración.

La Sociedad para la Restauración Ecológica (SER) define esta actividad como el proceso encaminado a la recuperación de la integridad ecológica del medio, sobre la base de la variabilidad propia de estas zonas, en términos de biodiversidad y procesos y funciones ecológicas, en un contexto regional histórico, en el que se tengan en cuenta también los usos tradicionales sostenibles.

La Restauración es, por tanto, un proceso complejo que debe iniciarse con el reconocimiento de los factores de alteración naturales o de origen humano, responsables de la degradación de la estructura y funciones del ecosistema fluvial, o del deterioro en su capacidad de recuperación (Pacific Rivers Council, 1996). Por ello, requiere un buen conocimiento y comprensión de dichas funciones, y de los procesos físicos, químicos y biológicos que les dan forma (Dunster & Dunster, 1996). De esta forma, la restauración incluye un amplio conjunto de medidas diseñadas para permitir la recuperación natural del equilibrio dinámico y las funciones de los ecosistemas ribereños. La primera de ellas, y posiblemente la más importante, es la eliminación de las actividades causantes de la degradación. En algunas ocasiones, será suficiente con detener estas actividades, como parte de un enfoque no intervencionista que tiene, día a día, un mayor número de defensores, pero en otras será necesario llevar a cabo una restauración activa, que incluya la puesta a punto de medidas capaces de reparar los daños generados sobre la estructura y dinámica de los corredores fluviales.

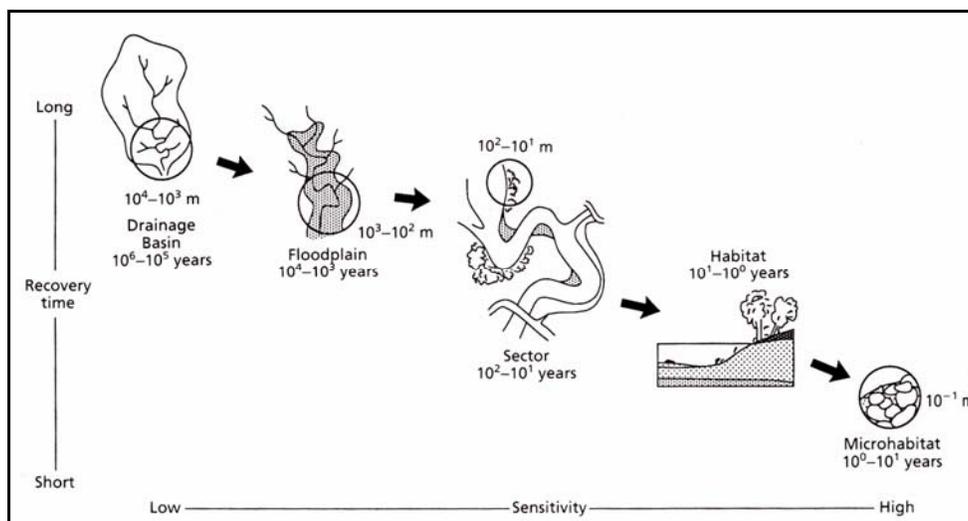


Fig.1.- Organización jerárquica de un sistema fluvial en relación a la sensibilidad al deterioro y al tiempo de recuperación (Frissell *et al.*, 1986).

Junto a este concepto de restauración, existen otros términos, como rehabilitación, recuperación, mitigación o acondicionamiento, que poco tienen que ver con el objetivo y metodología de la restauración, pero que aún se usan de manera generalizada para designar distintas actuaciones realizadas en los cauces o en su entorno. La rehabilitación no comprende necesariamente el reestablecimiento de las condiciones anteriores a la degradación, sino que se dirige más bien al establecimiento de escenarios capaces de albergar los sistemas ecológicos naturales. La mejora y acondicionamiento incluyen una serie de actividades dirigidas a modificar la capacidad biofísica de un ecosistema, de forma que el ecosistema resultante es diferente al que existía con anterioridad a la recuperación.

De esta forma, la restauración difiere de estas otras actuaciones en incluir un proceso holístico, que no se alcanza mediante el manejo individual de los distintos elementos que componen el sistema, sino conduciendo el proceso hacia la obtención de condiciones naturales originales en el ecosistema. No se puede hablar por tanto de restauración en aquellos casos en los que la actuación vaya encaminada a generar usos distintos, con un objetivo básicamente antrópico.



Fig.2.- Recuperación de la sinuosidad, en un tramo del río Ravensbourne (Fotografía: River Restoration Centre).

La restauración puede comprender, a la vista de lo anterior, tres niveles de intervención. Por una parte, la no intervención, en aquellas ocasiones en que la simple eliminación de las causas de degradación es suficiente para conseguir una rápida recuperación de las condiciones originales del medio fluvial, y en las que una mayor intervención en el cauce puede ser incluso negativa para la evolución del sistema. Este planteamiento es, a menudo, el más difícil de aceptar social y políticamente, y es tarea de técnicos e investigadores plantear sus ventajas e inconvenientes, desde un punto de vista, social, económico y ambiental.

La segunda posibilidad es la intervención parcial, como asistencia a la recuperación de las funciones y estructura del ecosistema. Este enfoque es especialmente oportuno en aquellos casos en que el corredor fluvial muestre signos de recuperación, pero que lo haga de forma tan lenta o incierta que un cierto grado de intervención pueda servir para mejorar o acelerar este proceso.

Finalmente, la última opción es el manejo completo del sistema, actuando de forma sustancial, en los casos en los que la capacidad de auto-recuperación del ecosistema no es suficiente para alcanzar la estructura y dinámica naturales.

En cualquier caso, es preciso definir con claridad los objetivos específicos de toda restauración, y no tratar de establecer, en un escenario estático, las condiciones originales del ecosistema. Es preciso dotar al medio fluvial de las condiciones necesarias para que él mismo alcance y mantenga las condiciones dinámicas naturales. Resulta particularmente interesante conseguir, en este sentido, que el ecosistema restaurado tenga una capacidad de respuesta suficiente a las alteraciones periódicas naturales, que sirven en último término para mantener la integridad del ecosistema.

Distintas funciones del corredor ripario pueden justificar la restauración, como es el caso de la estabilidad de las orillas, la diversidad de hábitats o la biodiversidad del medio. La restauración puede tener como objetivo varias de estas funciones, aunque algunas de ellas pueden ser incompatibles, y pueden no ser especialmente importantes a lo largo de todo el tramo que es objeto de la restauración (Naiman *et al.*, 2005).



Fig.3.- Ejemplo de restauración deficientemente proyectada, consistente en la protección de márgenes y limpieza del cauce. Río Manzanares (Madrid).

2. Establecimiento de condiciones favorables a la restauración.

Toda restauración fluvial debiera comenzar por el reestablecimiento de un régimen hidrológico más cercano al régimen natural, especialmente en lo que concierne a la magnitud, frecuencia, duración, época y tasa de cambio de las avenidas. Este hecho ya está reconocido como un paradigma entre numerosos técnicos e investigadores (Poff *et al.*, 1997).

La consideración en el régimen de caudales del conjunto de variables del sistema fluvial debe ser, por ello, el primer paso en la consecución de actuaciones encaminadas a devolver al río su estructura y funciones naturales. Existen diversas metodologías para dotar al río de este régimen ambiental (Magdaleno, 2005).

Otro aspecto básico para que las técnicas de restauración elegidas tengan éxito es el mantenimiento de un espacio de libertad fluvial, donde el río pueda desarrollar su dinámica

natural. La ordenación de usos y aprovechamientos en este espacio resulta, por esta razón, fundamental. Sus dimensiones deben ser consensuadas entre todos los agentes públicos y privados implicados en la gestión del sistema fluvial, tomando como base la hidrodinámica del río, y las características de su llanura de inundación. También es preciso que las técnicas introducidas cuenten con el tiempo suficiente para alcanzar los objetivos fijados, y que se lleve a cabo un mantenimiento adecuado de las mismas.

3. Desarrollo del proceso de restauración.

Un proceso de restauración fluvial debe representar el marco en el que analizar las cuestiones críticas, problemas y necesidades que afectan al tramo objeto de la restauración, y en el que desarrollar los escenarios de trabajo con las partes implicadas. Esta es la forma de conseguir que la realización de estos trabajos no deje de lado ninguno de los procesos, formas y funciones que existen o deben existir en el medio fluvial, y que son clave para el éxito de la actuación.

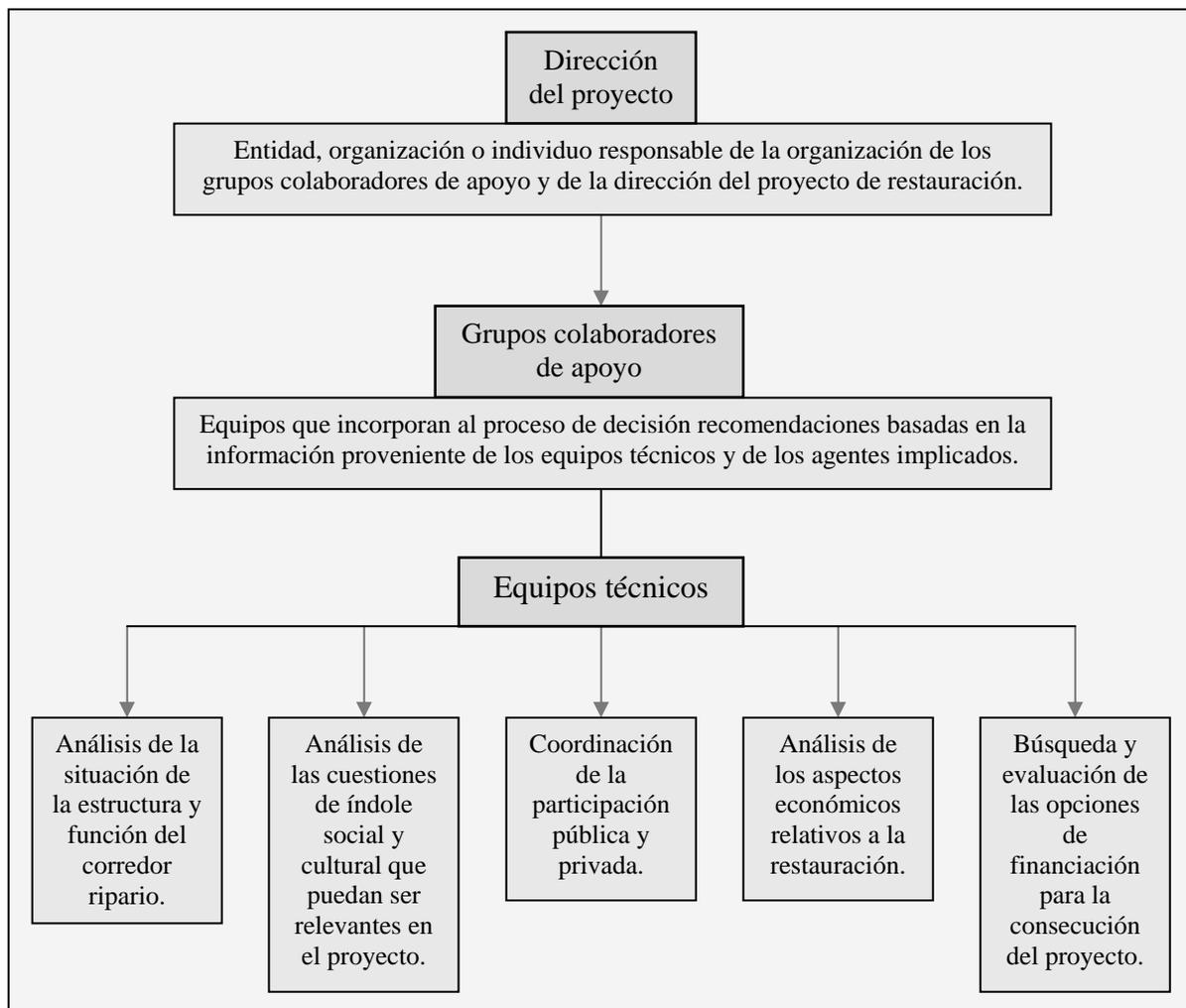
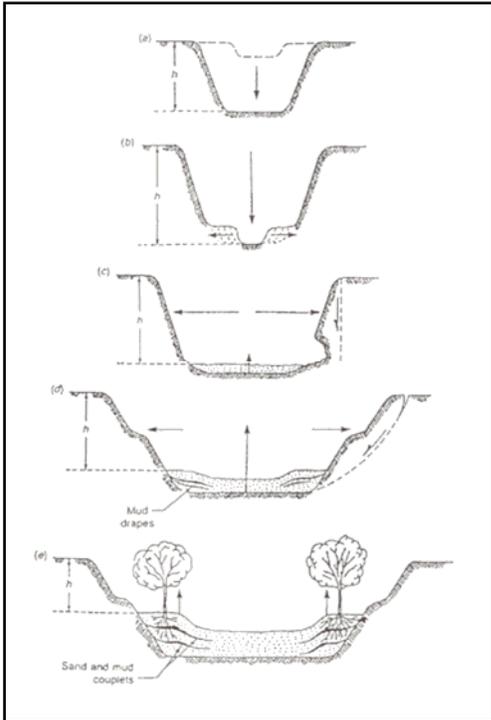


Fig.4.- Desarrollo del proceso de restauración, como un mecanismo capaz de facilitar la comunicación e interacción entre los órganos decisores, los grupos de apoyo y los equipos técnicos (Adaptado de: Federal Interagency Group, 1998).

3.1. Las evaluaciones geomorfológicas.

La importancia de la consideración de las variables hidromorfológicas del río en el diseño y ejecución de las actuaciones de restauración puede hacer necesario, en muchas ocasiones, la realización de análisis geomorfológicos previo a la redacción y puesta a punto del proyecto (fig.5). En su forma más simple, puede tratarse de un simple estudio general de la morfología y dinámica fluvial del río, pero paulatinamente se ha ido reconociendo el interés de llevar a cabo evaluaciones muy detalladas y completas de estos aspectos. En este sentido, podrían ser necesario unos estudios generales de planificación (estudios básicos de cuenca), capaces de proporcionar una visión general del estado geomorfológico del río y del valor de su conservación.

La redacción de estudios más específicos y asociados a proyectos concretos comenzaría, por su parte, con la realización de una Evaluación Fluvial, el equivalente geomorfológico a una evaluación ambiental inicial, utilizada en la etapa de viabilidad de evaluación de un proyecto para contrastar que se esté utilizando una aproximación sostenible desde un punto de vista geomorfológico. Si se precisan evaluaciones aún más



detailladas, en especial en relación con los procesos morfológicos y con las modificaciones producidas en los cauces (por ejemplo, para el establecimiento del riesgo de erosión de las riberas), existen diversas técnicas que permiten llevar a cabo una Evaluación de la Dinámica Geomorfológica. Esta evaluación es, en términos generales, un análisis cuantitativo de los problemas específicos existentes en un río. Todos estos estudios deben desembocar en una guía de diseño asociada a la geomorfología. Finalmente, el establecimiento de Evaluaciones Geomorfológicas Post-Proyecto resultaría vital como base para futuras mejoras en la gestión de los cauces.

Fig.5.- Procesos de incisión y ensanchamiento del cauce (Schumm, 1977). El análisis de estos procesos es fundamental en la evaluación de actuaciones en un programa de restauración fluvial

3.2. Evaluando la Integridad Ecológica del ecosistema fluvial.

Otro elemento de gran importancia en el desarrollo de la restauración es la evaluación de la integridad o estado ecológico del ecosistema fluvial. Esta evaluación conlleva la realización de las siguientes fases (Naiman *et al.*, 2005):

- i. clasificación de las interacciones existentes en el medio fluvial.
- ii. identificación de los lugares y condiciones de referencia.
- iii. análisis de la información sobre la evolución del aprovechamiento de los recursos hídricos, el régimen hidrológico, la geomorfología y la vegetación de ribera.

El estudio de todos estas variables tiene por fin conocer, de forma integrada, el estado actual del sistema, y las principales factores responsables de dicho estado. Por ello, esta evaluación debe incluir el análisis de las características y relación de los numerosos factores físicos, químicos y biológicos que tienen influencia en el estado ecológico del río.

Es elevado el número de indicadores y metodologías propuestos durante los últimos años para llevar a cabo esta evaluación. La profusión de estos indicadores, y la falta de acuerdo sobre sus características ha hecho que, en muchas ocasiones, los técnicos hayan preferido llevar a cabo evaluaciones *de visu* basadas en su experiencia profesional, hecho éste que ha quitado protagonismo a su utilización. Sin embargo, las condiciones impuestas por la Directiva Marco del Agua hacen precisa la adopción consensuada de indicadores suficientemente integrados y validados a escala regional, que se conviertan en referencia para este tipo de trabajos.

4. Las técnicas de restauración.

La restauración de ríos y riberas debe partir, como se ha dicho, de una planificación a escala de cuenca, de la que emanen medidas más específicas que tengan en cuenta las condiciones concretas del tramo que es objeto de la actuación. La estabilización local de determinados tramos, que no tenga en cuenta el funcionamiento integrado del sistema, solamente desencadenará un incremento de los problemas en los tramos limítrofes, y proporcionará una escasa protección al tramo restaurado, cuya defensa natural es el mantenimiento de sus procesos dinámicos.

Una vez completada esta primera etapa de planificación general, llega el momento de elegir las técnicas de restauración. Las herramientas, metodologías y técnicas de restauración utilizadas en los proyectos son numerosas. Muchas de ellas han sido ya usadas en nuestros ríos, con éxito desigual, mientras que de otras muchas solamente se tienen referencias por su utilización en distintos ríos de Europa y Norteamérica.

Algunas de estas técnicas son de carácter general, como por ejemplo:

- la mejora de las prácticas selvícolas en el medio fluvial.
- la reintroducción de materiales vegetales en el cauce.
- la restricción de entrada al ganado en las zonas restauradas.
- la optimización de la biodiversidad en el corredor fluvial.
- la creación de bandas de vegetación riparia que sirvan de control a la entrada de sustancias orgánicas e inorgánicas.
- el aumento de la conectividad del cauce con la llanura de inundación.
- el control de procesos erosivos en el cauce.
- la eliminación de obstáculos artificiales en el río.
- la concesión de un espacio de libertad fluvial.
- el aumento de la sinuosidad del río.
- la mejora de hábitats acuáticos.

Existen, sin embargo, notables incertidumbres sobre la mejor forma de llevar a cabo su aplicación práctica. Por ejemplo, en el caso de la creación de corredores vegetales, la literatura especializada reconoce diversas dimensiones y grados de composición.

De manera más específica, se pueden citar algunas técnicas de uso más o menos extendido, y que pueden ser de mucha utilidad de forma puntual en la consecución de los objetivos seleccionados en la restauración. Cualquiera de estas técnicas exige, previamente, un análisis de compatibilidad con las características propias del medio.

Todas las técnicas o metodologías empleadas en el marco de un proyecto de restauración deben favorecer la dinámica natural del río. Las justificaciones estéticas o económicas no sirven, en este sentido, para explicar la selección de técnicas cuya integración en el río resulta imposible, bien por los materiales empleados, bien por las condiciones propias de la actuación, o como excusa para promover un aumento en la regulación y constricción del río.

Entre estas técnicas específicas, como extensión de la lista anterior, se pueden citar las siguientes:

- introducción de bolos y gravas en el cauce (fig.6).
- creación de deflectores y pequeños diques de materiales sueltos y vegetación leñosa (fig.7).
- pasos para peces o barreras naturales a la entrada de especies invasoras.
- creación de refugios artificiales.
- introducción de disipadores naturales de la energía hidráulica del río.
- modificación de taludes y plantaciones.
- utilización de fajinas, empalizadas, esteras, entramados y estacas.
- utilización de mantas orgánicas, geomallas, geotextiles y biorrollos.
- construcción de gaviones y escolleras vegetadas, con o sin filtros o membranas.
- instalación de estructuras de madera o de estructuras mixtas.
- alineaciones de troncos y piedras para la defensa de orillas.
- filtros de sedimentos y sustancias químicas.
- creación de balsas de regulación.
- construcción de estructuras flotantes.
- control del crecimiento de macrófitas y de especies exóticas (fig.8).
- construcción de instalaciones de uso público.

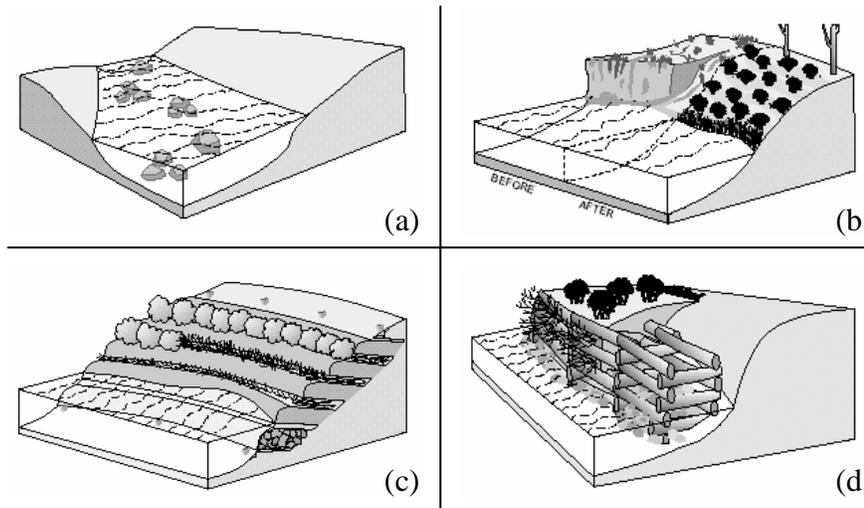


Fig.6.- Algunas de las técnicas específicas de más corriente utilización en la restauración de ríos y riberas (Federal Interagency Group, 1998) ((a) introducción de bolos, (b) reperfilado de taludes, (c,d) utilización de técnicas de bioingeniería).

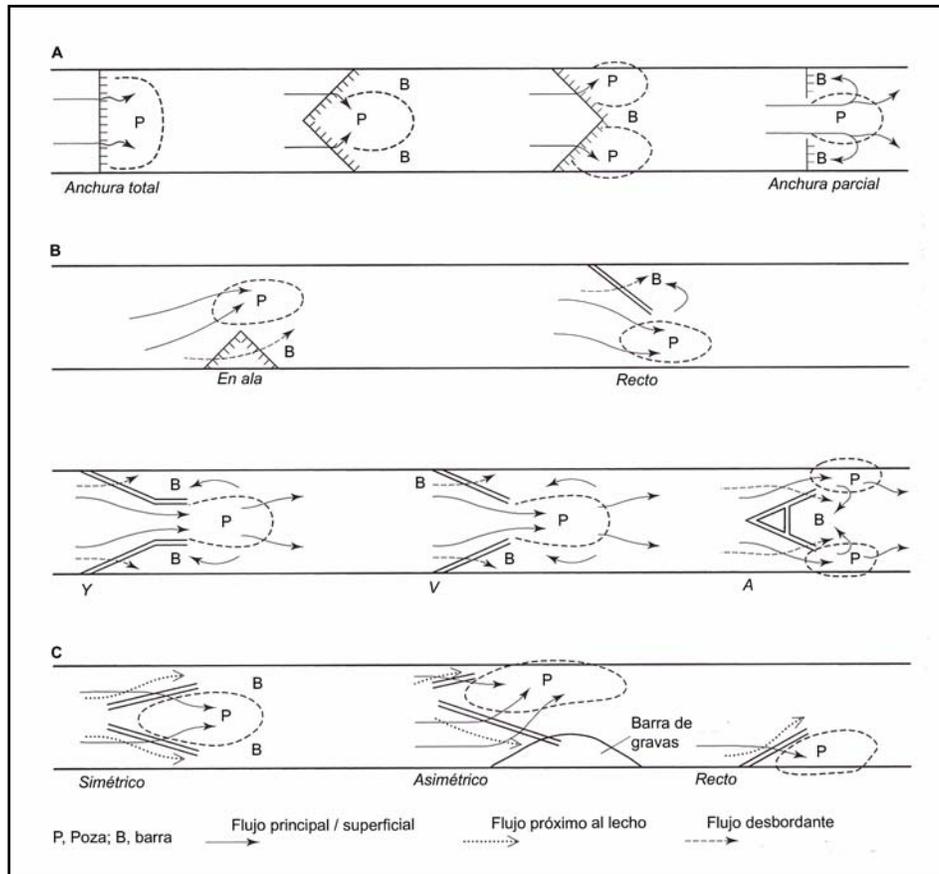


Fig.7.- Representación esquemática del efecto de varios dispositivos de mejora de hábitats acuáticos: A, azudes; B, C, deflectores (Adaptado de: Hey, 1992).

Como se puede observar, el rango de medidas estructurales y no estructurales es notablemente amplio. Se incluye en él técnicas asociadas al ámbito de la bioingeniería, algunas de las cuales cuentan ya con una gran difusión y de las que se espera un importante desarrollo. Pero también se han incluido otras, de tipo más o menos estructural, ya que deben ser las condiciones de cada tramo, como ya se ha mencionado, las que aconsejen la utilización de unas u otras. La selección de objetivos debe auspiciar, asimismo, la elección de las técnicas. No suele ser aconsejable utilizar en el proyecto todas y cada una de las técnicas descritas, como se viene haciendo en ocasiones, en aras de una mayor calidad del proyecto, dado que esta utilización indiscriminada de técnicas suele encerrar un desconocimiento del funcionamiento ecológico del río.

En todo caso, es aún escasa la experiencia acumulada en España en el uso de todas estas técnicas, si bien los resultados alcanzados en diversos proyectos se pueden considerar muy esperanzadores. Es preciso profundizar en la utilización de materiales y especies características de los tramos en que se llevan a cabo estas actuaciones, y realizar un seguimiento detallado de los resultados de estas experiencias y de las investigaciones que se están desarrollando en este ámbito. Debe incrementarse, además, la participación de entidades y organismos locales. La difusión de los trabajos realizados debe permitir integrar mejor las actuaciones en las condiciones socio-ambientales propias de cada espacio, y lograr que aumente la participación de las administraciones.

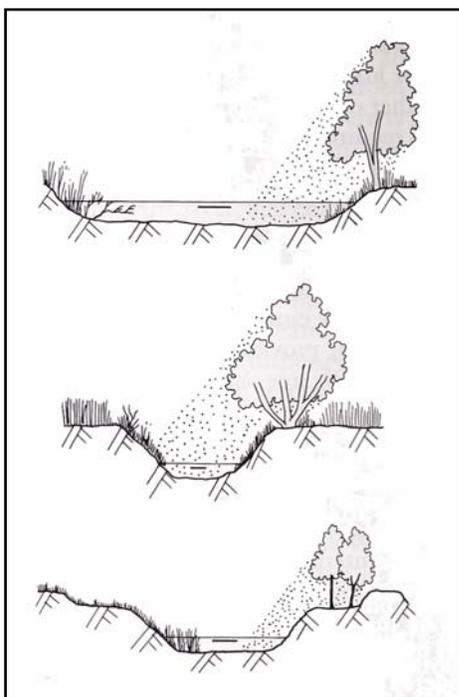


Fig.8.- Influencia de la ubicación y composición del bosque de galería sobre el control de macrófitas y el mantenimiento de hábitats acuáticos (Petts & Gallow, 1998).

Utilización de nuevas tecnologías en la restauración.

El uso de las nuevas tecnologías informáticas en los proyectos de restauración es ya una realidad, pero debe ser aún impulsada en aras de un aumento de la información disponible a la hora de afrontar una de estas actuaciones. Diversos trabajos recogen ya los diferentes procedimientos de este ámbito que es posible incluir en los estudios y proyectos. No obstante, la incorporación de las nuevas tecnologías no debe servir para maquillar actuaciones de restauración que no se asienten sobre los requerimientos básicos que deben cumplir. Las oportunidades que brindan los sistemas de información geográfica, la teledetección, el tratamiento digital de imágenes, o la inteligencia artificial deben ser, por tanto, tenidas en cuenta por los técnicos, y aplicadas en aquellos proyectos en que su utilización mejore el resultado final del trabajo y facilite su propia labor. Es preciso, además, comprobar la fiabilidad real de estas técnicas en un escenario tan dinámico y complejo como es el medio fluvial, y desarrollar plenamente aquellas que muestren una buena posibilidad de adaptación (Magdaleno *et al.*, 2004).

5. Criterios para el seguimiento de los proyectos.

Los programas de evaluación y seguimiento de los proyectos de restauración deben constituir una parte importante del proceso de restauración. Un programa de seguimiento tiene que cumplir las siguientes funciones:

- En primer lugar, debe servirnos para conocer el éxito de las diferentes actuaciones incluidas en el proyecto, y para acumular conocimiento y experiencia para futuras intervenciones. La evaluación de los resultados debe afrontarse, al igual que el propio proyecto, desde una perspectiva integral, que tenga en cuenta las modificaciones espacio-temporales que las técnicas empleadas han generado, desde el momento de su ejecución, sobre el conjunto de variables que conforman el sistema fluvial.
- Debe minimizar algunas prácticas inadecuadas, tales como el diseño de actuaciones sin objetivo claro, el planteamiento de los proyectos como simples ensayos, o la falta de respuesta por un desconocimiento del medio fluvial.
- Debe fomentar la cooperación entre técnicos, gestores, investigadores, y demás agentes públicos y privados implicados en la gestión de estos sistemas.
- Debe permitir una racionalización de las inversiones, con objeto de centrar la financiación en aquellas actuaciones que ofrezcan mejores resultados.

La importancia del seguimiento de los proyectos de restauración se viene reconociendo desde hace décadas, pero son aún escasas las iniciativas rigurosas realizadas en este ámbito. Los promotores de las actuaciones deben tener clara su responsabilidad en el desarrollo de estos programas, por ser la mejor manera de conocer el resultado de las inversiones públicas, y de promover mejoras en los nuevos proyectos. Es preciso, por tanto, que se dote a los programas de seguimiento de una financiación adecuada, como una parte más del proceso de la restauración (fig.10).

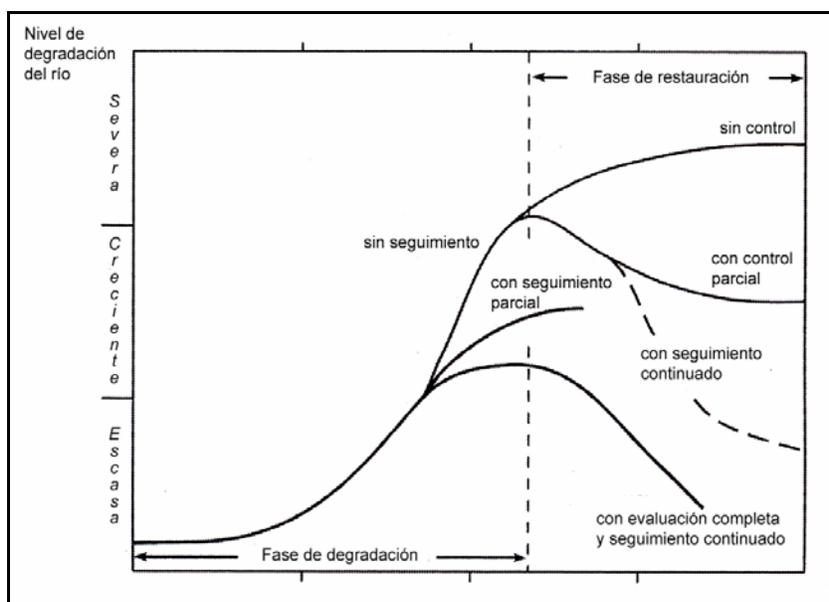


Fig.10.- Modelo de degradación y restauración del medio fluvial, incluyendo los diferentes niveles de evaluación y seguimiento que es posible adoptar (Adaptado de: Petts, 1994).

El uso de criterios objetivos, basados en indicadores reconocidos por técnicos e investigadores es una de las opciones más indicadas a la hora de llevar a cabo el seguimiento, pero existen otros mecanismos de evaluación, como el uso de fichas de seguimiento, la comparación de valores de referencia o los reconocimientos *de visu*. Como ejemplo, un indicador válido del éxito de una actuación con base estructural sería su resistencia frente a eventos de avenida. Muchos trabajos de restauración han respondido mal a estos episodios, debido al desconocimiento del régimen hidromorfológico del río. Es el caso de diversos proyectos de reconstrucción de la morfología de tramos fuertemente degradados, o de creación de hábitats para la fauna acuática. Otros criterios e indicadores válidos podrían ser la diversidad de hábitats y especies, el grado de similitud con un tramo o hábitat de referencia, o los valores de diversos parámetros físico-químicos e hidromorfológicos medidos con anterioridad y posterioridad a la ejecución del proyecto.

Un correcto programa de seguimiento exige, entre otros, el reconocimiento de las siguientes componentes:

- Las características y condiciones básicas del proyecto.
- Las características físicas y biológicas del tramo que es objeto del mismo.
- El equipo técnico encargado de la redacción y ejecución del proyecto.
- El grado de cumplimiento de los objetivos prefijados.

Las administraciones públicas deben coordinar los programas de seguimiento. Las dificultades propias de su aplicación, y de la propia recopilación y difusión de los resultados obtenidos hacen precisa una respuesta de los organismos públicos. Por lo general, los resultados de los programas de seguimiento son tratados y almacenados en bases de datos, para permitir posteriormente su consulta, a través de publicaciones impresas o digitales de estos organismos públicos. Se trata con ello de evitar la dispersión de los resultados, o su inaccesibilidad para los equipos técnicos responsables de los nuevos proyectos.

Aunque la evaluación y seguimiento de los proyectos tengan un gran interés desde el punto de vista del reconocimiento del éxito de las actuaciones, no siempre el cumplimiento de objetivos puede servir de indicador de la calidad del proyecto o del buen término de esas actuaciones. Los proyectos bien documentados y diseñados con éxitos parciales pueden aportar más al buen estado ecológico del medio fluvial que proyectos mal diseñados técnica o conceptualmente, y que cumplan sus objetivos. Aprender a partir de errores puede ser complicado, pero será siempre más enriquecedor para la comunidad técnica y científica que el simple reconocimiento de los éxitos obtenidos.

Por todas estas razones, es necesario un compromiso de todos los agentes implicados en el diseño, ejecución y seguimiento del proyecto de restauración, y una adecuada respuesta institucional. La coordinación de estos esfuerzos debe permitir una correcta definición del programa de seguimiento, y una verdadera aplicación de la experiencia obtenida en los planes de restauración.

6. Conclusiones.

A la vista de todo lo anterior, es posible establecer, a la hora de diseñar y ejecutar una restauración, las siguientes conclusiones y recomendaciones:

i. La restauración fluvial es un proceso complejo que debe iniciarse con el reconocimiento de los factores de alteración naturales o de origen humano. La utilización de indicadores de alteración es, en este sentido, una herramienta necesaria para estimar las causas y el grado de alteración del sistema fluvial, como etapa previa al propio proceso de restauración. La restauración debe incluir un amplio conjunto de medidas que tengan como fin la recuperación natural del equilibrio dinámico y las funciones de los ecosistemas ribereños.

ii. Es posible establecer tres niveles de intervención en una restauración: la no intervención, la intervención parcial y el manejo total del sistema. Cada uno de estos niveles de intervención debe ser aplicado específicamente en función de las características del medio, su potencial de auto-recuperación y las condiciones de contorno, a nivel social, económico y ambiental.

iii. Toda restauración debería comenzar por el reestablecimiento de un régimen hidrológico más cercano al régimen natural, especialmente en lo que concierne a la magnitud, frecuencia, duración y época de las avenidas. El caudal es el factor básico para la creación de hábitats en el medio fluvial, de una estructura y composición adecuadas en el bosque de ribera, de la conectividad longitudinal y transversal de materia y energía en el espacio fluvial, y de la puesta en valor del tramo restaurado, desde un punto de vista paisajístico, recreativo y cultural.

iv. El proceso de restauración fluvial debe representar el marco en el que analizar las cuestiones críticas, problemas y necesidades que afectan al tramo objeto de la restauración, y en el que desarrollar los escenarios de trabajo con las partes implicadas. En muchas ocasiones, el proceso de restauración debe incluir evaluaciones geomorfológicas, a distintos niveles, y evaluaciones de la integridad ecológica del medio fluvial.

v. La restauración fluvial debe partir, en primer lugar, de una planificación a escala de cuenca, de la que emanen medidas más específicas que tengan en cuenta las condiciones concretas del tramo que es objeto de la actuación. Existe un amplio abanico de técnicas, algunas de las cuales han sido utilizadas con cierta profusión en España, pero no se ha realizado, en general, un seguimiento de su éxito, ni de las medidas que serían necesarias para mejorar su aplicación en nuestro país. La difusión de los resultados de las actuaciones realizadas en las últimas décadas, el aumento de la participación pública y el mantenimiento y seguimiento de las actuaciones realizadas son medidas básicas para asegurar, en los próximos años, el buen funcionamiento de los trabajos realizados.

7. Referencias.

- Dunster, J. & Dunster, K. 1996. *Dictionary of natural resource management*. University of British Columbia.
- Federal Interagency Group. 1998. *Stream corridor restoration. Principles, Processes and Practices*. National Technical Information Service, U.S. Department of Commerce: Washington, DC.
- Frissell, C.A., Wiss, W.J., Warren, C.E., Huxley, M.D. 1986. A hierarchical framework for stream classification: viewing streams in a watershed context. *Environmental Management* 10: 199-214.
- Hey, R.D. 1992. River mechanics and habitat creation. In: O'Grady, K.T., Butterworth, A.J.B., Spillett, R.P., Domaniewski, J.C.J. (eds.): *Fisheries in the year 2000*, pp. 271-85. Institute of Fisheries Management, Nottingham, UK.
- Hey, R.D. 1994. Restoration of gravel-bed rivers: principles and practice. In: Shrubsole, D. (ed.): *"Natural" channel design: perspectives and practice*, pp. 157-173. Canadian Water Resources Association, Cambridge, Ontario.
- Magdaleno, F. 2005. *Caudales ecológicos: conceptos, métodos e interpretaciones*. Monografía CEDEX. Ministerio de Fomento. 194 p.
- Magdaleno, F., Olaya, V., Merino, S. 2004. *Interaction between environmental flow requirements and fluvial morphology analyzed through Remote Sensing, GIS and DIP*. Fifth Symposium on Ecohydraulics. Madrid, Spain.
- Naiman, R.J., Décamps, H., McClain, M.E. 2005. *Riparia. Ecology, Conservation and Management of Streamside Communities*. Elsevier Academic Press.
- Pacific Rivers Council. 1996. A New Strategy for Watershed Protection, Restoration, and Recovery of Wild Native Fish in the Pacific Northwest. In: *Healing the Watershed - Workbook II*. Pacific Rivers Council, Eugene, Oregon.
- Petts, G.E. 1994. Large-scale river regulation. In: Roberts, N. (ed.): *The changing global environment*. Oxford, Blackwell, pp. 262-84.
- Petts, G. & Calow, P. (eds.). 1996. *River restoration: Selected extracts from the Rivers handbook*. Blackwell Sciences Ltd. 231 pp.
- Poff, N.L. *et al.* 1997. The natural flow regime: A paradigm for conservation and restoration of river ecosystems. *BioScience* 47: 769-784.
- Schumm, S.A. 1977. *The Fluvial System*. John Wiley, N.Y. 338 p.
- Williams, G.W. 1986. River meanders and channel size. *Journal of Hydrology* 88: 147-164.