

ECOLOGÍA DE PAISAJE

Tema: Sistemas fluviales

Grupo 4: Ana Belén Aguilar, Valeria Camarero, Lucía Ifrán, Lucila Lebboroni, Guillermo Pereyra, Catalina Rocha
Seminarios 25 y 30 de junio

Las dinámicas fluviales, constituidas por el entramado de procesos geomorfológicos, hidrológicos, biológicos y biogeoquímicos, han experimentado un deterioro generalizado debido a múltiples amenazas antrópicas que alteran su hidromorfología, su integridad ecológica y su capacidad para sostener biodiversidad y servicios ecosistémicos (Grill et al., 2019). La regulación hidrológica mediante la construcción de presas, canalizaciones y diques ha ocasionado una reducción en la variabilidad de los caudales y ha eliminado los eventos necesarios para procesos esenciales, tales como la migración del cauce y la regeneración de hábitats (Poff et al., 1997). La fragmentación longitudinal interrumpe la conectividad de los sistemas fluviales, afectando a especies migratorias (Liermann et al., 2012), mientras que el desequilibrio sedimentario ha simplificado la morfología fluvial, con impactos en la biodiversidad (Wohl et al., 2015). Otras presiones incluyen las extracciones de agua (Acreman et al., 2014), el cambio de uso del suelo (Allan, 2004) y el cambio climático, que altera la estacionalidad y magnitud de los caudales (Palmer et al., 2005).

En su artículo "Attributes of an alluvial river and their relation to water policy and management", Trush et al (2000) afirman que las presas interrumpen el régimen natural de caudales, transporte de sedimentos y migración lateral de cauces, esenciales para ecosistemas aluviales. Además, identifican que las estrategias pasadas y actuales para remediar daños ambientales han ignorado procesos hidrológicos, geomorfológicos y bióticos clave para su mantenimiento. Por esto, proponen diez atributos esenciales que sirven como orientación para guiar estrategias y políticas de restauración y preservación de estos sistemas. Los atributos propuestos incluyen secuencias de barras alternantes como unidad geomórfica básica, la existencia de un régimen hidrológico con componentes anuales diferenciados y funcionales (picos de crecida por lluvias o deshielo, caudales base, eventos extremos), la movilización frecuente del lecho del cauce, la escarificación profunda de barras alternantes en eventos de mayor recurrencia, el equilibrio de los presupuestos de sedimentos finos y gruesos, la capacidad de migración lateral del canal, la inundación periódica de las planicies aluviales, la acción de grandes crecidas para generar complejidad morfológica, la existencia de comunidades vegetales riparias diversas estructuradas por el régimen fluvial, y la conectividad hidráulica entre el cauce principal y el sistema de aguas subterráneas. Los autores concluyen que la pérdida de atributos fluviales por regulación es previsible y prevenible y que, aunque no siempre es deseable o posible retornar al estado original, sí es viable recuperar una morfología y funcionalidad ecológica escalada mediante manejo de caudales y sedimentos.

Con una orientación enfocada en la generación de evidencia y recomendaciones para la toma de decisiones, González del Tánago propone dos análisis, el primero en 1995 y el segundo en 2021. En González del Tánago & García de Jalón (1995) se definen 10 principios para restaurar ríos: Conexión río-cuenca; el régimen de caudales como clave del ecosistema; morfología como respuesta al régimen hidrológico; heterogeneidad de hábitats promueve biodiversidad; cada río es único y debe abordarse individualmente; actuar con la naturaleza es más eficaz; restaurar requiere espacio físico; prevenir degradación es más

barato que restaurar; se requiere inversión, personal capacitado y participación social; e integrar planificación, paisaje y seguimiento técnico. Concluyen que restaurar ríos implica devolverles su dinámica natural, entendida desde la cuenca, y que para ello, es necesario planificación interdisciplinaria, inversión en estudios previos y participación social.

Posteriormente, en González del Tánago et al. (2021), se realiza una evaluación del rol de la vegetación riparia en la hidromorfología fluvial, haciendo énfasis en la manera en que ésta aporta indicadores claves de la dinámica fluvial, que no están adecuadamente incorporados en los esquemas de valoración hidromorfológica actuales, en concreto en la Directiva Marco del Agua (WFD) de la Unión Europea. Los autores concluyen que los avances en la ciencia sobre vegetación riparia han avanzado desde la creación de WFD, y que el análisis de indicadores de este tipo en la evaluación hidromorfológica mejorará la comprensión del estado ecológico de los ríos y facilitará mejores medidas de restauración y gestión.

A partir de una revisión bibliográfica adicional se identificaron desarrollos conceptuales y metodológicos que han contribuido a enriquecer la visión de los autores antes citados, incorporando, por ejemplo, la dimensión social y cultural de los procesos de restauración (Tharme 2003). Poff et al. (1997), reformula la noción de régimen natural al integrar cinco dimensiones hidrológicas, que son magnitud, frecuencia, duración, época y tasa de cambio, que permiten caracterizar el rol funcional de los caudales en los ciclos de vida de organismos acuáticos y riparios, y plantea explícitamente la necesidad de proteger o restaurar esa variabilidad como clave para mantener la resiliencia de los ecosistemas fluviales. Beechie et al. (2010), presentan un enfoque de restauración fluvial basado en procesos, que aborda las causas de la degradación ecológica, proponiendo un enfoque adecuado al contexto ecológico local que permite intervenciones más sostenibles y resilientes. Esto implica, por ejemplo, devolver al sistema la capacidad de erosión, transporte y deposición de sedimentos, aun cuando la morfología resultante no reproduzca un estado de referencia "natural". Por su parte, Wohl et al. (2015) subrayan la necesidad de pensar la restauración en términos de resiliencia y complejidad ecológica, entendiendo que los ríos no son sistemas estáticos sino que operan como sistemas dinámicos, adaptativos y en muchos casos impredecibles. También reconoce que las acciones de restauración fluvial deben integrarse dentro de marcos de gobernanza con participación activa y significativa de las comunidades locales, la articulación de múltiples escalas de decisión y el reconocimiento de los valores culturales, espirituales y simbólicos asociados a los ríos. En este sentido, los marcos de gobernanza adaptativa y policéntrica (Pahl-Wostl, 2009) se han convertido en herramientas útiles para integrar diversos actores en la toma de decisiones sobre restauración en cuencas transfronterizas, sistemas regulados por grandes infraestructuras, o territorios indígenas. En este marco, los conflictos por el agua y los usos del territorio deben ser entendidos como parte constitutiva de las trayectorias de los sistemas fluviales. Palmer et al. (2005), reconocen que los fracasos recurrentes de la restauración se deben, en gran medida, a la desconexión entre el diseño técnico de las intervenciones y las dinámicas institucionales y sociales que condicionan su implementación.

En suma, a partir de la revisión bibliográfica se evidencia que la restauración fluvial no debe entenderse como un retorno a un estado natural de referencia, sino como una oportunidad para redefinir las relaciones entre sociedades y ríos, restaurando no sólo formas y

funciones, sino también vínculos, sentidos y responsabilidades compartidas hacia la sostenibilidad ecológica y cultural de los sistemas fluviales.

Referencias

Acreman, M., Arthington, A., Colloff, M., Couch, C., Crossman, N., David, B., ... Young, W. (2014). *Environmental flows for natural, hybrid, and novel riverine ecosystems in a changing world*. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(8), 466–473.

<https://doi.org/10.1890/130134>. Link de acceso:

<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/130134>.

Allan, J. D. (2004). *Landscapes and riverscapes: The influence of land use on stream ecosystems*. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35, 257–284.

<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.120202.110122>. Link de acceso:

<https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.ecolsys.35.120202.110122>.

Beechie, T. J., Sear, D. A., Olden, J. D., Pess, G. R., Buffington, J. M., Moir, H., ... & Pollock, M. M. (2010). Process-based principles for restoring river ecosystems. *BioScience*, 60(3), 209-222. Link de acceso:

<https://academic.oup.com/bioscience/article-abstract/60/3/209/257006>.

González del Tánago, M., & García de Jalón, D. (1995). Principios básicos para la restauración de ríos y riberas. *Ecología*, (9), 47–64.

https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/parques-nacionales-oapn/publicaciones/ecologia_09_05_tcm30-100712.pdf

González Del Tánago, Marta, et al. "Improving River Hydromorphological Assessment through Better Integration of Riparian Vegetation: Scientific Evidence and Guidelines." *Journal of Environmental Management*, vol. 292, 2021, p. 112730.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112730>

Grill, G., Lehner, B., Thieme, M., Geenen, B., Tickner, D., Antonelli, F., ... Zarfl, C. (2019). *Mapping the world's free-flowing rivers*. *Nature*, 569(7755), 215–221.

<https://doi.org/10.1038/s41586-019-1111-9>. Link de acceso:

<https://www.nature.com/articles/s41586-019-1111-9>.

Liermann, C. R., Nilsson, C., Robertson, J., & Ng, R. Y. (2012). *Implications of dam obstruction for global freshwater fish diversity*. *Bioscience*, 62(6), 539–548.

<https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.6.5>. Link de acceso:

<https://academic.oup.com/bioscience/article-abstract/62/6/539/249111>.

Pahl-Wostl, C. (2009). A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. *Global Environmental Change*, 19(3), 354–365. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.06.001>. Link de acceso:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959378009000429>.

Palmer, M. A., Bernhardt, E. S., Allan, J. D., Lake, P. S., Alexander, G., Brooks, S., ... Fretwell, J. (2005). *Standards for ecologically successful river restoration*. *Journal of Applied*

Ecology, 45(3), 735–747. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01695.x>. Link de acceso: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2664.2005.01004.x>.

Poff, N. L., Allan, J. D., Bain, M. B., Karr, J. R., Prestegard, K. L., Richter, B. D., ... Stromberg, J. C. (1997). *The natural flow regime: A paradigm for river conservation and restoration*. *BioScience*, 47(11), 769–784. <https://doi.org/10.2307/1313099>. Link de acceso: <https://www.jstor.org/stable/1313099>.

Tharme, R. E. (2003). A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. *River research and applications*, 19(5-6), 397-441. Link de acceso: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/rra.736>.

Trush, W. J., McBain, S. M., & Leopold, L. B. (2000). Attributes of an alluvial river and their relation to water policy and management. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(22), 11858–11863. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.22.11858>.

Wohl, E., Lane, S. N., & Wilcox, A. C. (2015). *The science and practice of river restoration*. *Water Resources Research*, 51(8), 5974–5997. <https://doi.org/10.1002/2014WR016874>. Link de acceso: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2014WR016874>.

Tabla comparativa entre los tres textos principales de la temática:

Criterio	Trush et al. (2000). <i>Attributes of an alluvial river and their relation to water policy and management</i>	González del Tánago & García de Jalón (1995) <i>Principios básicos para la restauración de ríos y riberas</i>	González del Tánago et al. (2021) <i>Improving river hydromorphological assessment through better integration of riparian vegetation: Scientific evidence and guidelines.</i>
Objetivo del estudio	Proponer una lista de atributos esenciales para mantener o restaurar la integridad ecológica de ríos aluviales regulados.	Establecer principios técnicos y ecológicos para guiar la restauración de ríos y riberas degradadas.	El objetivo es evaluar y el rol de la vegetación riparia en la hidromorfología fluvial y mostrar cómo este conocimiento puede reforzar los protocolos de evaluación actuales, incluyendo los contemplados en la Directiva Marco del Agua (WFD)
Hipótesis de trabajo	La integridad de un río aluvial puede mantenerse/restaurarse si se reproducen procesos hidrológicos y sedimentarios clave.	Respetar la dinámica natural de los ríos es más efectivo, sostenible y económico que imponer soluciones artificiales.	La vegetación riparia aporta indicadores claves de la dinámica fluvial, que no están adecuadamente incorporados en los esquemas de valoración hidromorfológica actuales.
Área de estudio o contexto	Ríos aluviales del oeste de EE.UU., con foco en el río Trinity en California, regulado por represas.	Ríos españoles, especialmente tramos alterados por infraestructura hidráulica o urbanización.	Lugares en Europa de aplicación de la Directiva Marco del Agua (WFD).

<p>Recomendaciones / Principios</p>	<p>10 atributos del funcionamiento de un río aluvial:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Unidades geomorfológicas tipo barras alternas. 2. Hidrograma completo anual con funciones ecológicas. 3. Movilización frecuente del lecho. 4. Escarificación periódica de barras. 5. Balance de sedimentos equilibrado. 6. Inundación frecuente de planicie. 7. Migración lateral del cauce. 8. Crecidas mayores modelan estructura y conectividad. 9. Vegetación riparia depende de variabilidad hidrológica. 10. Conectividad hidráulica con aguas subterráneas. 	<p>10 principios para restaurar ríos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conexión río-cuenca. 2. El régimen de caudales como clave del ecosistema. 3. Morfología como respuesta al régimen hidrológico. 4. Heterogeneidad de hábitats promueve biodiversidad. 5. Cada río es único y debe abordarse individualmente. 6. Actuar con la naturaleza es más eficaz. 7. Restaurar requiere espacio físico. 8. Prevenir degradación es más barato que restaurar. 9. Requiere inversión, personal capacitado y participación social. 10. Integrar planificación, paisaje y seguimiento técnico. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Integrar indicadores de vegetación riparia a múltiples escalas. 2. Identificar atributos naturales y artificiales para establecer condiciones de referencia. 3. Actualizar protocolos de evaluación (como los de la WFD) para incluir el papel de la vegetación ribereña.
<p>Conclusiones</p>	<p>La pérdida de atributos fluviales por regulación es previsible y prevenible. Aunque no se puede restaurar completamente el estado original, sí es posible recuperar una morfología y funcionalidad ecológica escalada mediante manejo de caudales y sedimentos. Los atributos son una herramienta útil para orientar decisiones de</p>	<p>Restaurar ríos implica devolverles su dinámica natural, entendida desde la cuenca. Las soluciones tradicionales suelen ser costosas e ineficientes. La restauración requiere espacio, planificación interdisciplinaria, inversión en estudios previos y participación social. Actuar en favor de la naturaleza produce beneficios</p>	<p>La ciencia sobre vegetación riparia ha avanzado desde la creación de la WFD. Su integración en la evaluación hidromorfológica mejorará la comprensión del estado ecológico de los ríos y facilitará mejores medidas de restauración y gestión.</p>

	política hídrica y estrategias de restauración.	sostenibles ecológica, social y económicamente.	
--	---	---	--

Link de acceso a sistematización de bibliografía actualizada:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Gk5qh5v-j7N3zmqN2IOQYPf3WTI9ulb9rMWu8Zyz3O0/edit?gid=0#gid=0>