

Proyecto e incertidumbre en la interfase río-ciudad. Nuevos

conceptos en el tratamiento de los tramos
fluviales urbanos

Projeto e incerteza na interfase rio-cidade.
Novos conceitos no tratamento dos trechos fluviais urbanos

Project and uncertainty at the river-city interface.
New concepts in the treatment of urban river sections

Francisco Pellicer y Samuel Barrão

Universidad de Zaragoza, Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio
Zaragoza, España
pellicer@unizar.es; sbarrao@unizar.es

Pellicer: <https://orcid.org/0000-0002-0285-4582>

Barrão: <https://orcid.org/0000-0002-8398-4302>

Resumen

En los tramos fluviales urbanos se alcanza la máxima tensión entre los ríos, como arterias principales de los sistemas naturales, y las ciudades que son los artefactos más complejos contruidos por el ser humano. En consecuencia, en la interfase río-ciudad se generan no pocos conflictos, tantos como oportunidades. La elevada concurrencia de factores naturales y culturales en los espacios fluviales de muchas ciudades, exige el diseño de un proyecto integral que explote este yacimiento de bienestar generando sinergias, convirtiendo las interfases negativas en filones de oportunidades, los cauces-barrera en lugares de encuentro, las riberas vacías en espacios pletóricos de actividad económica y de personas de toda clase y condición, las cloacas en playas, los diques frente a las inundaciones en parques lineales, los paisajes del olvido en el espejo donde la ciudad se mire y se reconozca.

Esta nota técnica presenta las tipologías más frecuentes desarrolladas en diversas partes del mundo, -especialmente en España y Europa, critica numerosas experiencias con criterios científicos y propone algunos principios de actuación.

PALABRAS CLAVE: tramos fluviales urbanos; incertidumbres; conflictos; innovación; sostenibilidad.

Resumo

Nos trechos de rios urbanos, a maior tensão é alcançada entre os rios, como as principais artérias dos sistemas naturais, e as cidades, que são os artefatos mais complexos contruidos pelo homem. Consequentemente, a interface rio-cidade gera tantos conflitos quanto oportunidades. A alta simultaneidade de fatores naturais e culturais nos espaços fluviais de muitas cidades exige a elaboração de um projeto integral que explore essa fonte de bem-estar, gerando sinergias, transformando interfaces negativas em um filão de oportunidades, margens de rios em pontos de encontro, margens vazias em espaços repletos de atividades econômicas e pessoas de todos os tipos e condições, esgotos em praias, diques contra enchentes em parques lineares, paisagens esquecidas em um espelho no qual a cidade se olha e se reconhece.

Esta nota técnica apresenta as tipologias mais frequentes desenvolvidas em diferentes partes do mundo - especialmente na Espanha e na Europa -, critica numerosas experiências com critérios científicos e propõe alguns princípios de ação.

PALAVRAS-CHAVE: seções fluviais urbanas; incertezas; conflitos; inovação, sustentabilidade.

Abstract

In urban river sections, the maximum tension is reached between rivers, as the main arteries of natural systems, and cities, which are the most complex artifacts built by humans. Consequently, the river-city interface generates not a few conflicts, as many as opportunities. The high concurrence of natural and cultural factors in the fluvial spaces of many cities requires the design of a comprehensive project that exploits this source of well-being, generating synergies, turning negative interfaces into veins of opportunities, the channel-barriers into meeting places, empty riverbanks in spaces brimming with economic activity and people of all classes and conditions, sewers on beaches, dikes against floods in linear parks, landscapes of oblivion in the mirror where the city looks at itself and recognizes itself.

This Technical Note presents the most frequent typologies developed in various parts of the world, -especially in Spain and Europe-, numerous experiences are criticized with scientific criteria and some principles of action are proposed.

KEYWORDS: urban river sections; uncertainties; conflicts; innovation; sustainability

1. Introducción

Es bien conocido que los sistemas fluviales son muy dinámicos y que por el curso fluvial no solamente fluye el agua sino también sedimentos, nutrientes, semillas y seres vivos formando junto con sus riberas un sistema vital de enorme complejidad y dinamismo longitudinal y transversal.

Desde hace miles de años, las comunidades humanas asentadas junto a los ríos han tratado de encontrar los medios para atravesar el río, defenderse de las crecidas, aprovechar sus aguas o acceder a la lámina de agua con fines lúdicos y recreativos. Estos desafíos han estimulado la creatividad de los habitantes de las ciudades ribereñas y han sido un factor de progreso para las mismas (Celma y Pellicer, 2002). Pero también es cierto que, desde tiempos muy antiguos, los ríos han sido concebidos en muchos casos como vector de contagios, causa de inundaciones catastróficas o barrera física que limita la movilidad. Desde hace siglos, el urbanismo y la ingeniería higienista, estimulados por los avances técnicos del s. XX, han dejado muestras de su capacidad de dominio sobre los cauces y riberas especialmente las urbanas, generando soberbias obras de patrimonio arqueológico hidráulico junto a lamentables impactos sobre los ríos.

En la actualidad, la recuperación de los tramos fluviales en ámbitos urbanos cobra una nueva dimensión debido a la escala de las intervenciones, la riqueza y complejidad de los elementos que confluyen y el cambio de paradigma con que se abordan las relaciones entre las infraestructuras verdes y el resto de las infraestructuras urbanas. En cualquier caso, antes de iniciar cualquier actuación o proyecto es preciso analizar, desde una perspectiva integral, todos sus aspectos: hidráulicos, geomorfológicos, ecológicos, urbanísticos, deportivos, recreativos, turísticos, paisajísticos y simbólicos, procurando la compatibilidad entre todos ellos. Este trabajo analiza algunos casos, significativos de diversas tipologías de intervención.

2. Materiales y métodos

Esta nota técnica se basa en el conocimiento y la experiencia adquirida desde una visión geoecológica y social a través del estudio de una amplia bibliografía científica internacional (Ureña

et al., 1999; Pecs, 1995; Bravard *et al.*, 1995; Bravard, 2002; Pellicer y Ollero, 2004; González del Tánago y García de Jalón, 2007; Alday y Jover, 2008), de la publicación de numerosos artículos científicos en revistas y congresos científicos; de la investigación aplicada y de la participación activa en el diseño y gestión de numerosos proyectos de planificación fluvial en diversas ciudades (Monclús, 2002; Pellicer, 2002; Pueyo *et al.*, 2017). La nota recoge una serie de casos significativos que son analizados de forma sintética, destacando los rasgos definitorios, los principales avances y los aspectos más críticos en función de criterios ambientales y sociales.

3. Casos de estudio: resultados y conclusiones

3.1 Sistemas convencionales de control de los ríos en las ciudades

La planificación e intervención en los tramos fluviales urbanos requiere un estudio de los antecedentes. En la mayoría de los casos, la degradación de los cursos fluviales deriva la simplicidad de las respuestas unívocas, lineales e imperativas sobre la naturaleza y de la disfunción conjunta de diversas soluciones mal integradas. Los métodos tradicionales han tenido por objeto la protección contra inundaciones y consolidación de los terrenos colindantes. En los espacios fluviales urbanos, las metodologías tradicionales de encauzamientos y protección se han aplicado en la planificación considerando al río como cauce de desagüe independiente del resto del territorio fluvial y se han plasmado en obras de defensa con el fin de proteger las infraestructuras, los edificios y las instalaciones. Esta mirada sectorial ha supuesto el descuido de los aspectos ambientales del río y sus riberas. En consecuencia, a la hora de emprender nuevos proyectos, se impone la necesidad de conocer los antecedentes para evitar los errores y recoger lo mejor de las tradiciones y de los saberes acumulados (la cultura del lugar) e iluminarlos con los nuevos conocimientos, técnicas eficientes y nuevos paradigmas de actuación.

3.1.1 Los ríos desaparecidos. El control artificial de la escorrentía

En ciudades con extensas superficies impermeabilizadas en las que la capacidad de

drenaje resulta insuficiente, la solución tradicional consiste en la construcción de grandes obras de infraestructura (depósitos de retención, pozos de tormentas, y aumento de capacidad de grandes colectores subterráneos) que almacenan parcial y temporalmente la escorrentía fluvial. Las redes unitarias de depósitos de retención se utilizan para almacenar escorrentía pluvial no muy intensa o la escorrentía inicial de las precipitaciones intensas. En cualquier caso, para evitar inundaciones y sobre todo evitar el vertido directo de las aguas residuales urbanas y las escorrentías pluviales contaminadas al medio natural (Dolz, 2007). Se requiere un conocimiento profundo tanto de los hidrogramas como de los polutogramas, es decir, de los volúmenes de agua y de su calidad. Algunos ejemplos pueden ilustrar este apartado. En Osaka (J), un colector a 30-40 m bajo la superficie, de 6,5 m de diámetro y 12,5 km de longitud, facilita el drenaje de una superficie de 12 km². (Gómez Valentín, 2007). En Cornellá (Barcelona), una balsa de 50.000 m² y 4 m de calado, dotada de compuertas y una estación de bombeo, compatibiliza la función de control de la escorrentía con el uso como parque público (Pellicer, 2017).

En zonas densamente pobladas y con escaso espacio disponible, los colectores se sitúan a grandes profundidades para evitar afecciones a otras redes de servicios urbanos (ej. Metro) y se construyen como túneles. Es el caso, por ejemplo, del Colector Interceptor Oriental de Rieras de 6 km de longitud y 6 m de diámetro, más 2 km en un cajero circular de 7 conductos de 3,3 m de diámetro. La escorrentía natural conducida por las ramblas de Barcelona ha sido sustituida por una compleja y costosa infraestructura artificial.

3.1.2 Los ríos soterrados y ocultos

En muchas ciudades no es extraño encontrar ríos urbanos convertidos en malolientes cloacas de aspecto vergonzoso y olor inmundoso. Desde muy antiguo, la respuesta más común ha consistido en soterrarlos, tanto por medidas de higiene como por preocupación estética (Verdanson en

Montpellier (F), Huerva en Zaragoza (E); Vena en Burgos (E), Darro en Granada...). En la mayor parte de los casos, el espacio fluvial ha sido ocupando por amplias avenidas destinadas al tráfico (De la Cal y Pellicer, 2002).

Recuperar estos ríos y convertirlos en espacios urbanos de calidad es una tarea nada fácil debido al escaso espacio disponible y a las invasiones del espacio fluvial por infraestructuras y edificaciones. No obstante, hay casos como el del río Cheong Gye Cheon, en Seúl, que resultan esperanzadores. El río de la capital de Corea del Sur fue cubierto a mediados del siglo XX para prevenir epidemias y problemas de salud pública y se apostó por construir una autopista encima del cauce. Sin embargo, en 2005 se decidió desenterrarlo y devolverlo a un estado más natural (Križnik, 2010).

El proyecto presentado en la IX Bial de Arquitectura de Venecia en 2004 causó un verdadero impacto y recibió el primer premio entre los proyectos internacionales que se presentaron en el pabellón flotante de la *Città d'Aqua*. Seúl eliminó la autopista elevada y restauró el flujo de agua que había sido canalizado con losas de hormigón. La restauración del área de Cheong Gye Cheon de 11 km de largo fue parte de la estrategia de la ciudad para reintroducir la naturaleza en el entorno urbano, resaltar la identidad del sitio, promover el turismo y fortalecer el desarrollo económico del área circundante. La prestación de servicios ecosistémicos del nuevo río no se hizo esperar, el parque lineal resultante condujo a una reducción del efecto isla de calor y una disminución de la contaminación del aire, a la vez que se revitalizó la economía y convirtió el espacio fluvial en receptor de ciudadanos deseosos del encuentro con la naturaleza. La recuperación del río Cheong Gye Cheon es una gran lección para la innumerable cantidad de ciudades que buscan estrategias para revitalizar sus centros y mejorar la calidad de vida de sus habitantes (FIGURA 1). Cursos de agua que fueron alguna vez cubiertos como una solución ahora cuestionada, tienen una segunda oportunidad de redescubrirse).

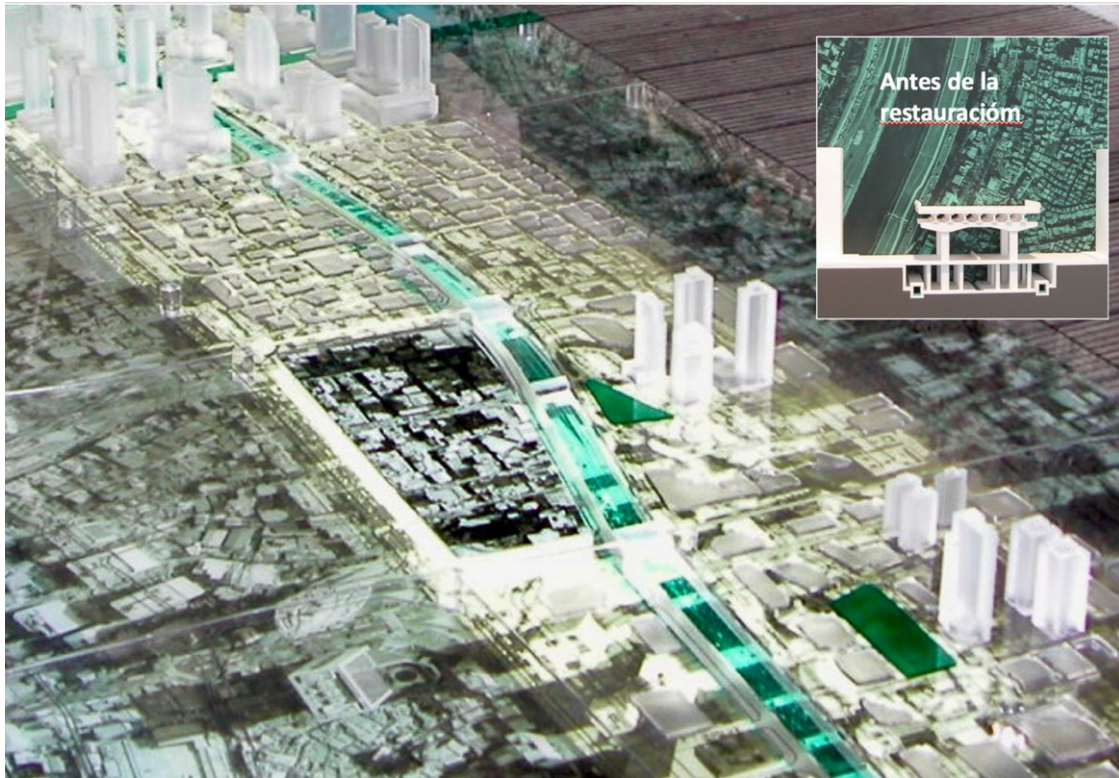


FIGURA 1. Proyecto del río Cheong Gye Cheon en Seúl. Fuente: los autores (2004)

3.1.3 Los ríos encofrados entre muros

Cuando el problema viene por el peligro de los desbordamientos y las inundaciones consiguientes, los cauces han sido encajonados entre muros de hormigón (Manzanares en Madrid; Isuela en Huesca; Piles en Gijón, Besós en Barcelona, Segura en Murcia). Este modelo, eficaz como sistema de evacuación de crecidas fluviales, ha sido profusamente empleado en las zonas urbanizadas y especialmente en ríos torrenciales y ramblas mediterráneas. En los proyectos de renaturalización que buscan una relación más estrecha entre la ciudad y el río, conforme al nuevo paradigma de la restauración fluvial, buena parte de estas infraestructuras permanecen mejor o peor disimuladas e integradas debido a su eficacia y a las servidumbres históricas asociadas.

Se han ensayado formas para facilitar el acceso a los cauces, muros verdes y otras formas de ajardinamiento, pero el carácter torrencial de las avenidas arrasa con todo y dificulta enormemente la renaturalización. En estos casos hay que recurrir a la obra civil, porque hay poco margen de maniobra (De la Cal y Pellicer, 2002).

3.1.4 Los ríos desterrados de la ciudad

Los ríos que representan una amenaza extrema para la ciudad llegan a ser expulsados de la misma con el objeto de someterlos a la dictadura de la evacuación rápida de las aguas. El Plan Sur de Valencia es un caso bien significativo. Después de las trágicas inundaciones que padeció la ciudad en 1957, el Consejo de Ministros aprobó en 1958 la propuesta del Plan Sur para la desviación y encauzamiento del río Turia. La 'Solución Sur' sacó el Turia de la ciudad mediante un nuevo cauce de 12.692 m de longitud y 200 m de anchura, entre Manises y Pinedo. La capacidad de avenamiento, 5.000 m³/s supera en un 35% la onda de crecida máxima registrada en la riada de 1957.

Evidentemente, el trazado del nuevo cauce supuso transformaciones drásticas sobre la huerta Sur (propiedad, red de acequias históricas, caminos y carreteras) y explica en buena medida el desarrollo urbanístico de la ciudad en las últimas décadas. El antiguo cauce del río Turia en Valencia estuvo a punto de convertirse en una autopista urbana muy del gusto de los años sesenta del s. XX, pero felizmente acogió equipamientos urbanos como el Palau de la Música o la Ciudad de las Ciencias en un entorno

de parques, aunque lamentablemente no mantuvo la memoria del río que en estos momentos se reivindica. Así, el alcalde de Valencia, Joan Ribó, en el III debate del Estado de la ciudad (2019) afirmó: *"València quiere volver a tener río" [..]. "Como toda ciudad con río, València ha tenido una historia de amor y odio con el Turia; recuperar nuestro río es en parte recuperar nuestra historia"*.

El Ayuntamiento de Valencia tiene la idea de convertir el nuevo cauce en el eje que una el jardín del viejo cauce con el incipiente Parque de Desembocadura y con la Albufera (De la Cal y Pellicer, 2002; Pellicer, 2002).

3.1.5 Los ríos convertidos en espejos o espejismos

Las ciudades adoran verse reflejadas en las láminas de agua y proyectar la imagen de sus mejores monumentos sobre el espejo brillante del río. Es el caso, por ejemplo, del río Lez en Montpellier (F). En realidad, el pequeño río Lez llega prácticamente exhausto de caudal a las puertas del casco urbano, después de abastecer con sus aguas a la propia ciudad, a las urbanizaciones y a los campos agrícolas de la cuenca superior. Poco antes de entrar en la ciudad, el Lez recibe aguas del canal de Midi para representar el espectáculo del espejo en el barrio de Antigone y reflejar el Palacio de la Región, escenario de la renovación urbanística de la ciudad (De la Cal y Pellicer, 2002).

Este efecto, fuera del río pero próximo a él, ha sido magistralmente interpretado por el paisajista Michel Corajoud en Burdeos. Evidentemente, el espejo de agua de Burdeos ha de entenderse como una evocación artística y no como un espacio fluvial.

3.2 Luces y sombras del nuevo paradigma para intervenir en los espacios fluviales urbanos

Afortunadamente, en el s. XXI y en numerosas ciudades del mundo, el paradigma de 'dominar la tierra' y 'luchar contra' los ríos está cambiando y hoy se busca el 'trabajo con la naturaleza' incorporando la dinámica natural, la biodiversidad y la mejora de la calidad ambiental de las masas de agua en los proyectos de restauración, recuperación y renaturalización de los sistemas

fluviales urbanos en los que se incluye el ser humano y sus actividades recreativas y deportivas. Se trata en definitiva de aprovechar los ríos para crear entornos saludables y apacibles en las ciudades. Así, en el momento actual, los estudios subrayan la necesidad de comprender la dinámica de un río, y entender que es parte de un sistema más complejo y que estos espacios no deben considerarse solamente cauces de desagüe, ni tampoco espacios para el paisajismo

Los proyectos deben adoptar medidas que procuren el mantenimiento de los flujos naturales y la biodiversidad, pero teniendo muy en cuenta, además, las servidumbres históricas, la seguridad hídrica, las necesidades y deseos de los ciudadanos y el patrimonio cultural. Es decir, deben integrar los elementos culturales adaptados al régimen y a las incertidumbres del sistema fluvial.

La rentabilidad económica y social de las infraestructuras ribereñas es función de la polivalencia y de su aptitud para satisfacer el abanico más amplio posible de gustos y necesidades del mayor número posible de usuarios que se convierten así en clientes de las prestaciones ofrecidas por el lugar. En el futuro, los progresos ligados a la depuración de las aguas y la regeneración de los cauces y riberas se traducirán en el retorno de la pesca, el paseo en barco, las excursiones, los deportes náuticos o el baño en playas fluviales y en el aprovechamiento de amplias superficies como parques; acciones éstas que restituyen funciones ecológicas a los ríos a la vez que propician servicios ecosistémicos y el encuentro de las comunidades humanas en grandes espacios abiertos, libres y gratuitos.

Uno de los objetivos prioritarios consiste facilitar en el acceso a la lámina de agua del gran público. En el espacio fluvial urbano debe haber gradas, escaleras, rampas y cualquier forma que permita el acercamiento al agua, para poder tocarla, entrar y salir de ella, en definitiva, de utilizarla, y no sólo a los miembros de corporaciones privadas (clubes deportivos, restaurantes...) sino al conjunto de la ciudadanía. Se presentan a continuación algunos casos significativos.

3.2.1 El Proyecto Madrid-Río

El Proyecto Madrid Río, es el plan promovido por el Ayuntamiento de Madrid para la recuperación

del Río Manzanares, una de las intervenciones de mayor interés y complejidad desarrolladas en España. El elemento articulador y estructural es el río Manzanares, encajonado en la fase preoperacional por el viario de la M-30.

Se trata de un proyecto de transformación urbana integral con el doble objetivo de, por una parte, mejorar las condiciones del tráfico y eliminar sus principales impactos ambientales (acústico, visual, de contaminación), y por otra, liberar amplios espacios entre el río Manzanares y los bordes de la ciudad construida para crear un gran corredor ambiental. Este plan se configuraba en dos fases:

Fase 1: Proyecto Calle 30. Se inició en septiembre de 2004 y tenía como objeto la planificación y construcción de un túnel urbano, soterrando un tramo de la vía de circunvalación M-30, uno de los anillos que circundan la ciudad y liberando de las servidumbres del tráfico una franja de terreno a ambos lados del río. El túnel incorpora sistemas de ventilación de filtro para eliminar la contaminación producida por los vehículos que circulan por él.

Fase 2: Proyecto Madrid-Río. Su objetivo consiste en el diseño y construcción en los terrenos liberados de la autopista a lo largo de las orillas del Manzanares dando continuidad longitudinal a un extenso corredor de nuevos espacios verdes, parques, zonas infantiles y espacios de recreo desde el Monte del Pardo a Getafe. Al mismo tiempo, conecta transversalmente los dos lados de la ciudad y permite el acceso a las orillas y el cruce peatonal del río. Una densa trama de sendas ciclables, pistas deportivas de patinaje, skate, escalada, fútbol, fútbol sala, pádel, tenis, baloncesto y ciclismo BMX, áreas de juegos infantiles, pistas de petanca, plataformas de eventos culturales (Puente del Rey y Matadero y un Centro de Interpretación del Río Manzanares) más el Complejo Cultural de Matadero Madrid ubicado en las proximidades.

Sin embargo, esta extraordinaria transformación urbanística del Manzanares en Madrid (España), presenta algunos elementos que chirrían con el nuevo paradigma de intervención que se publicita como modelo de naturalización. El cauce 'naturalizado' diseñado por Ecologistas en Acción se asemeja bastante a una pecera o un

terrario completamente artificiales. El cauce está limitado en todo el espacio intervenido (6 km de longitud) por muros verticales y rectilíneos de hormigón que ejercen de barrera infranqueable con las zonas ajardinadas que, pese a su extraordinario interés como eje de la infraestructura verde de Madrid, poco o nada tienen que ver con el paisaje fluvial.

Estos muros son herencia de intervenciones precedentes (1955) de tipo higienista que convirtieron el río en un sistema escalonado de estanques separados por represas móviles que procuraban espejos de agua. El vaciado de los estanques, promovido por los planificadores recientes, ha llevado consigo la aparición del sustrato del lecho y la colonización del cauce por especies vegetales y animales propias de estos espacios biológicamente muy productivos.

Pero los flujos hídricos han perdido el carácter propio del régimen de crecidas y estiajes propios de un río mediterráneo como era en su origen. Los caudales circulantes se nutren en gran medida de los aportes de las aguas emitidas por las depuradoras.

Así resulta que la vegetación espontánea es la propia de un río de aguas tranquilas y los carrizos y las aneas se instalan donde probablemente crecerían los sauces adaptados a las corrientes entre flechas de gravas. Por otra parte, la participación de la especie dominante del lugar (el ser humano) queda relegada a la mera contemplación desde un palco. Imposible mojarse los pies o bañarse.

Sin duda, la dicotomía entre el cauce y los parques aledaños es uno de los aspectos más criticables de Madrid-Río. Por otra parte, el mantenimiento de la cubierta vegetal que crece en el cauce obliga a continuas siegas, podas y limpiezas que requieren costosos aportes económicos y energéticos. La anunciada sostenibilidad económica resulta bastante cara (FIGURA 2).



FIGURA 2. Madrid-Río. Renaturalización del cauce. Fuente: Los autores (2022)

3.2.2 El Proyecto de rehabilitación y renaturalización del curso bajo de los ríos Piles y Peñafrancia. Gijón (E)

Las experiencias realizadas en otras ciudades y ríos en los últimos años nos muestran las dificultades en la toma de decisión pública frente a la ordenación de los cauces y las riberas. Surge de inmediato el dilema de, por una parte, mantener y revalorizar ecológicamente estos espacios tratando de restituir gradualmente los ríos a un estado originario imposible (el territorio fluvial invadido por el desarrollo urbano), y, por otra, se observa que la regeneración de los ecosistemas fluviales urbanos puede expulsar a

los usuarios tradicionales (deportes náuticos, pesca...) y amenazar al patrimonio cultural.

La recuperación ambiental del río Piles a su paso por Gijón con la inclusión compatible de los usos deportivos náuticos, representa un importante desafío para la ciudad. El estado hidrobiológico e hidrogeomorfológico del río Piles en el tramo urbano de Gijón, tras décadas de agresiones ambientales y abandono, presenta episodios de alta contaminación en la zona intermareal desde el Anillo Navegable de Gijón hasta la desembocadura en la playa de San Lorenzo. La carga contaminante procede de los aliviaderos de la red unitaria de aguas residuales y pluviales (FIGURA 3).



FIGURA 3. Encauzamiento del río Piles en Gijón. Fuente: Los autores (2021)

Para abordar la problemática del río Piles, el Ayuntamiento de Gijón desarrolló un Plan de Acción basado en informes técnicos de la Empresa Municipal de Aguas (EMA) y la Confederación Hidrográfica del Cantábrico (CHC) y de estudios contratados a la ingeniería UVANT (2019-2020).

Desde el primer momento, el Plan de Acción municipal plantea 'la supresión definitiva de las compuertas que permite embalsar el anillo navegable' y el desarrollo de 'un proyecto de restauración y recuperación fluvial del tramo afectado por el anillo navegable y la zona urbana del río Piles y Peña Francia' que llevan consigo la desaparición de la práctica deportiva en la confluencia de los ríos Piles y Peña Francia. Posteriormente, el Ayuntamiento de Gijón ha recibido un informe elaborado por Ecologistas en Acción (2020) 'Plan de Naturalización y Restauración Ambiental del Río Piles a su paso por la ciudad de Xixón (Asturias)' y los estudios encargados a la Universidad de Oviedo (2020) sobre el 'Nivel de salubridad de las aguas continentales y litorales de Gijón' y la Universidad Politécnica de Madrid (2021) sobre 'Diagnóstico ambiental y propuestas de actuación para la rehabilitación y/o renaturalización del curso bajo de los ríos Piles y Peña Francia en el concejo de Gijón (Asturias)'.

La decisión municipal ha desatado una fuerte oposición social que ve peligrar la práctica del piragüismo, un deporte emblemático de Gijón que proyecta la imagen de la ciudad a nivel internacional. Desde la sociedad civil, el Real Grupo Cultural Covadonga (RGCC) que comparte con el Ayuntamiento de Gijón la preocupación por la contaminación de las masas de agua que amenazan el desarrollo de las actividades deportivas y recreativas en anillo navegable y la playa de San Lorenzo, se ha sumado a los esfuerzos de la entidad municipal y asume su corresponsabilidad, apoyando cuantas medidas sean necesarias para la recuperación y mejora de las aguas y los cauces del río Piles y Peñafrancia pero a la vez subraya el valor social y deportivo del anillo navegable como equipamiento público de la ciudad y se opone a su cierre (Pellicer *et al.*, 2021).

Al efecto, el RGCC ha encargado estudios complementarios a los del ayuntamiento con el

objeto de contribuir a la búsqueda de alternativas que hagan compatible la recuperación del curso fluvial y sus riberas con el disfrute de unas instalaciones deportivas saludables y sostenibles en un contexto plenamente urbano.

El Ayuntamiento de Gijón se ha cerrado en su planteamiento inicial apoyándose en la presunta existencia de cianobacterias tóxicas en el anillo navegable, hecho que se probó científicamente no era peligroso por sus concentraciones irrelevantes según la OMS. Por otra parte, la eliminación de barreras transversales al cauce para facilitar el flujo de los caudales líquidos y sólidos parece imponerse como precepto de la Directiva Marco del Agua, sin tener en cuenta los principios emanados del concepto de la transición ecológica ('La transición ecológica no será justa si hace prevalecer el criterio ambiental sobre la capacidad del sistema para mantener las actividades humanas. La transición ha de ser justa e integradora, dando prioridad a la dimensión humana') o la Agenda Urbana Española ('Los retos globales de todo tipo, sociales, medioambientales, culturales, económicos y de salud (...) deben abordarse dentro de las ciudades y mediante estrategias de carácter integrado y holísticas').

Por otra parte, ha de tenerse en cuenta que, en cualquier proyecto de recuperación fluvial en tramos urbanos, la existencia de entidades y equipamientos deportivos y culturales junto al río deben considerarse como elementos estructurantes y garantes de la operación de la rehabilitación fluvial. Forman parte del patrimonio a conservar, mejorar y proteger.

Romper los lazos tradicionales de la ciudad con su río es un auténtico despropósito e imponer un modelo de marcado sesgo 'naturalista' y político, ignorando otras propuestas sociales e impidiendo la participación es de una torpeza imperdonable. El conflicto generado por la gestión del Proyecto de renaturalización del río Piles ha saltado al ámbito jurídico y el Ayuntamiento de Gijón ha recibido varias sentencias judiciales contrarias a los procedimientos y adjudicaciones de contratos efectuados por el Consistorio.

3.2.3 Riberas del río Ebro en Zaragoza (E)

La ciudad de Zaragoza, aprovechando la oportunidad de la Exposición Internacional de

2008, se planteó una nueva relación con el río Ebro que transformara las riberas vacías, inaccesibles, degradadas e inseguras en lugares atractivos de encuentro, intercambio y representación (Pellicer, 2008). Las obras públicas en el Ebro se concibieron como equipamientos fuertes y estructurantes en los que primara la complementariedad de diversas funciones. Desde 2008, el corredor urbano del Ebro constituye la espina integradora de la ciudad histórica y los nuevos barrios de la margen izquierda. El río se ha convertido en lugar de confluencia entre las diferentes fuerzas urbanas que han acabado convirtiendo lo que fue un cauce-barrera en lugar de encuentro de personas de toda clase y condición, las riberas vacías en espacios intensamente ocupados y los necesarios diques frente a las inundaciones en parques lineales. El

proyecto se desarrolló conforme a unos objetivos muy claros: garantizar la evacuación de los caudales de la cuenca superior, defender la población y los bienes de la ciudad extendida sobre la llanura de inundación, devolver la naturalidad del paisaje y aprovechar las energías del sistema natural, mantener y potenciar el patrimonio cultural, procurar la diversidad en la forma y en el tratamiento de los distintos tramos en función de sus características naturales y culturales, facilitar la accesibilidad al espacio y la continuidad longitudinal y transversal de los paseos, promover e integrar funciones múltiples y compatibles para satisfacer los gustos y necesidades de los ciudadanos y garantizar su rentabilidad en términos ecológicos, sociales y económicos (FIGURA 4), (Pellicer, 2018 y 2018a).



FIGURA 4. Parque del agua, Zaragoza. Fuente: Los autores (2013)

Los espacios naturales y las riberas restauradas presentan un excelente estado gracias al acertado diseño y ejecución de las obras que han incorporado la dinámica natural contando con las fuerzas propias del lugar y procurando una evolución natural sin apenas aportes económicos.

Las obras de recalibrado del cauce, retranqueo de motas y consolidación de defensas hidráulicas realizadas con el Plan de Acompañamiento de la Expo se hicieron con el objetivo de proteger a Zaragoza de las inundaciones con período de retorno de 100 años. Se basaron en los estudios realizados por el centro de investigación más

avanzado y riguroso del momento, el CEDEX, en 1997. Actualmente, la ciudad de Zaragoza está razonablemente defendida de las inundaciones extraordinarias (Témez, 2002). No obstante, los estudios para el Plan de Gestión de Riesgos de Inundación (PGRI) del Ebro de 2016 ponen de manifiesto que las defensas construidas en 2008 no serán suficientes para avenidas con período de retorno superior a 50 años.

Las obras de defensa tienen un marcado carácter polifuncional de modo que quedan integradas con los jardines lineales, los equipamientos recreativos y la red de paseos y

senderos que conectan la ciudad con el río. La continuidad longitudinal de los caminos y transversal (puentes y pasarelas) es uno de los puntos fuertes de la intervención en las riberas, de modo que estas pueden recorrerse en su integridad por ambas orillas en la totalidad del tramo urbano del Ebro, e incluso prolongarse hasta el Galacho de Juslibol y el Galacho de la Alfranca.

La recuperación del Dominio Público Hidráulico como garantía de la continuidad de los parques y los recorridos ha supuesto uno de los principales conflictos. Corporaciones privadas hicieron valer viejos privilegios y ocupaciones que han sido posteriormente validadas por el poder judicial, obligando a Zaragoza a satisfacer indemnizaciones millonarias, aunque en ningún caso lograron romper la continuidad de los espacios públicos ribereños (Pellicer y Sopena, 2019)

Una de las intervenciones que más conflicto científico, social y político ha generado, ha sido la construcción de la represa llamada Azud de Lorenzo Pardo, un proyecto municipal de muy larga trayectoria, reivindicado por los usuarios del río y asociaciones deportivas, analizado y estudiado en sus dimensiones ambiental, social y urbanística y recogido en el Plan General de Ordenación Urbana (2002) aprobado por unanimidad por todas las fuerzas políticas del Ayuntamiento de Zaragoza, pese al rechazo de algunas organizaciones ecologistas y partidos sin representación en el consistorio en aquel momento.

El azud es una represa de compuertas abatibles, tiene una altura de 2,67 m desde el cauce a la coronación de las compuertas y una cimentación desde la base de 7,17 m. Tiene una longitud de 207,80 m y 7 compuertas abatibles con accionamiento oleohidráulico. Está sobrevolado por una pasarela de 10,10 m de ancho que comunica los barrios de Las Fuentes y Vadorrey. Las compuertas abatibles permiten una gestión adecuada de los caudales y no representan ningún obstáculo para el paso de agua de sedimentos en las crecidas.

La cota de máximo nivel normal de la lámina de agua es de 189,67 m, inferior a la prevista en el proyecto inicial, constituye el nivel de referencia para el Puerto fluvial y los paseos longitudinales más bajos pero limita la navegabilidad a 1.600 m de longitud y ha sido el principal impedimento

para la ansiada navegación turística. Sin embargo, el remanso proporcionado por el azud es muy apreciado por los deportistas náuticos y usuarios ribereños del Ebro (Pellicer y Sopena, 2019)

El proyecto integral de las riberas del Ebro quedó truncado por la crisis económica, política y social del 2008 que impidió el desarrollo del tramo oriental apoyado en la Exposición de Horticultura de 2014, denominada Expopaisajes, que finalmente no pudo celebrarse. Así, el pretendido equilibrio con dos polos periféricos al Oeste (parque del Agua) y al Este (Desembocadura del río Gállego y Orla Este) de la ciudad no pudo lograrse. El barrio de las Fuentes, tradicionalmente asentado sobre la huerta que le dio nombre, quedó drásticamente separado de ella con la construcción de la ronda ferroviaria y por el tercer cinturón. Desde hace décadas se viene reclamando la constitución de un parque agrícola y un anillo verde con la intención de generar dinámicas de reconciliación funcional y espacial entre estas dos condiciones rural-urbana que nunca debieron amputarse de manera tan drástica.

3.2.4 Río Isar en Múnich

Históricamente las riadas del río Isar en Múnich provocaban numerosas muertes y destruían infraestructuras y puentes, así que no es de extrañar que la idea de controlar el río venga de lejos. En el s. XIX, Baviera se convierte en un estado con capital en Múnich. La ciudad crece y se despoja de las murallas obsoletas, incorpora nuevas áreas residenciales y crea un nuevo centro en torno a la Residencia Real. Se abre el *Bulevard de Maximilianstrasse* y el río pasa a ocupar un lugar central y se transforma en un gran parque de ribera. Las crecidas del río Isar obligan a importantes obras de defensa y encauzamiento que, por otra parte, favorecerán la ocupación de ambas riberas y la edificación de equipamientos en las islas como el Deutsches Museum fundado en 1903 (Sopena, 2013). Al amparo de los avances tecnológicos, comienzan los proyectos de canalización y encauzamiento propios de esa época por un canal de sección constante de 50 m. La nueva dinámica hidráulica se pretende controlar con la construcción de pequeñas represas transversales a la corriente cada 200 m. Así el río queda constreñido en una sección constante e inamovible.

A principios del siglo XX continúan las obras en el cauce y se crean nuevos canales con saltos

hidroeléctricos para abastecer de energía a las fábricas instaladas junto a las riberas. En 1959, el control de las aguas se incrementa con la construcción de la presa de Sylvenstein, 80 km aguas arriba, con la doble función de almacenar agua y aplanar el pico de las crecidas. Pero conforme se domina el río con presas, muros y caudales constantes, la calidad de las aguas, el ecosistema fluvial y el paisaje se degradan.

A finales de la década de los 50, Múnich supera el umbral de un millón de habitantes y el crecimiento exige una planificación integrada del desarrollo urbano basada en criterios científicos y técnicos. A partir de la década de los 60, los ciudadanos, afectados por el alto precio de la vivienda, hicieron valer sus necesidades y deseos frente a los planificadores y pronto surgió el Foro de discusión de las cuestiones de desarrollo urbano de Múnich. La participación pública, financiada en parte por las administraciones públicas, cobró un peso específico. Especialmente a partir de 1973, el modelo de desarrollo urbano va a estar fuertemente influenciado por las ciencias sociales (Sopena, 2013).

Baviera se ha erigido como modelo a seguir en la gestión del agua y de los cursos fluviales conforme a los principios de la Agenda 21 de Río de Janeiro (1992), procurando trabajar conjuntamente las administraciones, las empresas y la ciudadanía. En 1995 se lanzó el proyecto de restauración bajo el lema "Nueva vida para el Isar" con el objeto de garantizar y mejorar la protección frente a inundaciones, recuperar del buen estado ecológico del río, mejorar la calidad del agua y procurar unas las orillas donde la ciudadanía pudiera disfrutar del ocio y de las actividades recreativas.

Fruto de una demanda creciente de entornos urbanos más próximos a la naturaleza, la restauración del río Isar a lo largo de 8 km en la ciudad de Múnich es un logro espectacular en su capacidad para adaptarse tanto a las grandes inundaciones que afectan regularmente al área como al alto uso recreativo, al tiempo que mejora la biodiversidad.

El proceso de implantación del Isar Plan en Múnich ha sido largo (1995-2011), complejo y costoso pero los resultados han sido excelentes y puede afirmarse que el proyecto del Isar es un ejemplo emblemático de restauración de ríos en ciudades. El proyecto Isar-Plan, encabezado por la ciudad de Múnich y la Junta de Aguas de Baviera, representa un nivel sin precedentes de cooperación interdisciplinar. Los gestores municipales y los del estado de Baviera, a través de la Agencia del Agua, crearon un grupo de trabajo (AG Isar Plan) en el que se involucró a otros responsables de departamentos afines como construcción, urbanismo y medio ambiente.

En las primeras fases, la Agencia Estatal del Agua emprendió una serie de acciones encaminadas a ensanchar el cauce creando una sección hidráulica adecuada, eliminando muros de hormigón y aportando gravas. Se incorporó materia vegetal muerta (troncos y tocones) para crear nuevos hábitats para animales y plantas. Se aterrizaron algunas praderas para facilitar el acceso de las personas al agua. Se sustituyeron los antiguos diques transversales por barreras de escollera. Finalmente, la calidad de las aguas se mejoró mediante la incorporación de tratamientos con rayos ultravioletas (Binder, 2004), (FIGURA 5).



FIGURA 5. Cauce y riberas del río Isar en Múnich. Fuente: Los autores (2021)

Para el tramo más urbano se lanzó el concurso 'Isarplan BA5' y se trabajó en la consecución de un consenso público en el balance 'naturaleza' y 'artificio', entre un paisaje renaturalizado y los usos lúdicos y recreativos. La propuesta ganadora, encabezada por la paisajista Irene Burkhardt, gran conocedora del río Isar. El proyecto de Burkhardt valora el dramatismo de un paisaje pintoresco y romántico, entre urbano y salvaje, donde la vegetación espontánea juega con los rápidos del río y los saltos de agua de los azudes. Se pretendía un diseño paisajístico integral, una apariencia naturalista pero netamente urbano. Pero la propuesta generó una gran controversia y la opinión pública rechazó la propuesta. Finalmente se llegó a un consenso incorporando además el proyecto que había quedado segundo, bajo la tutela estrecha del Ayuntamiento y en colaboración con las ONGs. La confluencia de los equipos resultó estrecha y enriquecedora, uniendo la ingeniería civil y la arquitectura paisajística, con el liderazgo político y la participación social (Sopena, 2013).

El público, especialmente desde que se implicó en el desarrollo de los trabajos de planificación, ha recibido con agrado los resultados y valoran positivamente la integración de la apariencia natural y la recuperación de las funciones ecológicas con un amplio hábitat para la flora y la fauna y áreas de recreación, asegurando al mismo tiempo la protección frente a las inundaciones.

Sin embargo, las soluciones adoptadas a lo largo de este proceso presentan nuevos desafíos. El río interactúa con las nuevas obras de renaturalización y las crecidas arrastran las gravas aportadas y destruyen numerosas pequeñas infraestructuras. La estética artificial de la renaturalización requiere técnicas sofisticadas y costosas.

4. Conclusiones

El análisis de casos efectuado permite plantear algunas conclusiones necesariamente orientativas, pues no caben recetas para proyectos tan singulares como el tratamiento de los ríos en su paso por las ciudades. Aunque sí que pueden esbozarse algunos principios generales, algunos de obligado cumplimiento.

Como punto de partida, las ciudades deben dejar pasar las avenidas fluviales de la cuenca superior. Los eventos hídricos extremos de

inundaciones y sequías, incrementados en su frecuencia e intensidad por el cambio climático, introducen una incertidumbre creciente que hay que tener en cuenta como principio de precaución.

Frente a postulados de extremo naturalismo, es sensato admitir que las zonas densamente habitadas deben protegerse frente a las inundaciones con obras civiles estructurales de defensa, con la consiguiente pérdida de naturalidad en algunos tramos del río. Se considera necesario proteger los núcleos de población frente a las avenidas con un período de retorno de 100 años.

Los ríos son el soporte de las infraestructuras verdes territoriales y alcanzan especial significación cuando atraviesan las ciudades. Las mallas verdes y azules de los cauces y riberas pueden aprovecharse como elementos estructurantes y necesariamente continuos para procurar a la ciudad un buen engranaje con el territorio rural y natural.

Los corredores fluviales son muy productivos desde el punto de vista natural. En muchos casos puede prescindirse de las plantaciones. Basta una adecuada restauración del modelado hidrogeomorfológico y de los suelos para que surjan espontáneamente formaciones vegetales riparias de elevada naturalidad. Cuando las condiciones naturales se han alterado profundamente con obras de ingeniería civil, la 'renaturalización' de la flora puede llevar consigo la obstrucción del cauce por sedimentos y plantas y un incremento de la inundabilidad. El mantenimiento artificial de la vegetación en los cauces canalizados representa unos costes elevados.

Los complejos proyectos de recuperación de espacios fluviales en los entornos urbanos han de tener en cuenta el conjunto de la cuenca y deben tener un alcance territorial.

La polivalencia en el diseño y explotación de las intervenciones repercutirá en la mejor administración de los recursos disponibles para su mantenimiento.

El paisaje fluvial urbano es el resultado de largos procesos de interacción entre los procesos naturales y las intervenciones humanas. Fruto de ello son numerosas obras del patrimonio arqueológico hidráulico (puentes, instalaciones industriales, sistemas de defensa, construcciones

emblemáticas, instalaciones deportivas), verdaderas joyas de nuestros ríos urbanos. Cabe añadir otras formas del patrimonio cultural intangible como la presencia de entidades humanas que buscan junto al río el bienestar y el espacio para el ocio y el deporte. El desprecio de estos valores bajo postulados sesgadamente 'naturalistas' es inadmisibles. Los principios de la Directiva Marco del Agua, de la Agenda Urbana Europea, el Pacto Verde o de la Transición Ecológica subrayan el valor de la conservación de

este patrimonio social y la necesaria participación de la ciudadanía en el diseño y gestión de los espacios fluviales.

Un expresivo índice de la calidad y éxito de los proyectos viene reflejado por el grado de apropiación y disfrute por la población de los nuevos espacios regenerados. La generación de funciones adaptadas al medio debe ir acompañada de actividades de educación ambiental y una reglamentación cuidadosa del uso y disfrute de los espacios fluviales.

5. Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto de I+D+i PID2021-124296NB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER "Una manera de hacer Europa". Igualmente debe entenderse como parte de las actuaciones que el Grupo de Investigación AGUDEMA (Agua, Derecho y Medio Ambiente, Grupo de referencia S21_23R, BOA 80, de 28 de abril de 2023), desarrolla con financiación del Gobierno de Aragón

6. Nota

Este trabalho foi apresentado no VII Workshop da Rede Ibero-americana de Observação Territorial (RIDOT), realizado nos dias 27 a 29 de março de 2023, em Curitiba, Brasil, no eixo temático 5: Ambiente e Território: Sustentabilidade e Adaptação.

7. Referencias citadas

- ALDAY, I. y M. JOVER. 2008. *El Parque del Agua Luis Buñuel*. Actar. Barcelona, España.
- BINDER, W. 2004. Restoration of rivers and floodplains in Bavaria. *3er European Conference on River Restoration*, 27-32. Zagreb, Slovenia.
- BRAVARD, J. P. 2002. "La gestión de los ríos en el medio urbano: tendencias francesas". En: DE LA CAL, P. y F. PELLICER (Coords.), *Ríos y Ciudades. Aportaciones para la recuperación de los ríos y riberas de Zaragoza*, pp. 211-228. Institución Fernando el Católico (CSIC). Excma. Diputación de Zaragoza. España.
- BRAVARD, J. P.; LAURENT, A. M.; DAVALON, J. et J. BETHEMON. 1995. "Les paysages de l'eau aux portes de la ville. Programme Rhône-Alpes de Recherche en Science Humaines". Centre Jacques Cartier. France.
- CELMA, J. y F. PELLICER. 2002. "Epílogo". En: DE LA CAL, P. y F. PELLICER (Coords.), *Ríos y Ciudades. Aportaciones para la recuperación de los ríos y riberas de Zaragoza*, pp. 387-390. Institución Fernando el Católico (CSIC) Excma. Diputación de Zaragoza, España.
- DE LA CAL, P. y F. PELLICER. 2002. *Ríos y Ciudades: Aportaciones para la Recuperación de los Ríos y Riberas de Zaragoza*. Institución Fernando El Católico. Zaragoza, España.
- DOLZ, J. 2007. "Grandes colectores. Criterios hidráulicos de diseño". En: M. GÓMEZ VALENTÍN, *Hidrología Urbana*. Flumen. Dinàmica fluvial i ingenyeria hidrológica. Barcelona, España.

- GOMEZ VALENTIN, M. 2007. *Hidrología Urbana*. Flumen. Dinàmica fluvial i ingenyeria hidrológica. Barcelona, España.
- GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. y D. GARCÍA DE JALÓN. 2007. *Restauración de Ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos*. Centro de publicaciones. Secretaría General Técnica. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, España.
- KRIŽNIK, B. 2010. "Urban regeneration in global Seoul: New approaches, old divides". *Wiener Beiträge zur Koreaforschung*, 2(1).
- MONCLÚS, F.J. 2002. "Ríos, ciudades, parques fluviales, corredores verdes". En: P. DE LA CAL y F. PELLICER, F. (Coord), *Ríos y Ciudades. Aportaciones para la recuperación de los ríos y riberas de Zaragoza*, pp. 11-31. Institución Fernando el Católico (CSIC) Excma. Diputación de Zaragoza. España.
- PECSI, R. 1995. La interfase urbano-costera y urbano-rural. Planificación y proyectos. Estrategia a largo plazo para la dotación verde de la ciudad. La formación. Ponencias y comunicaciones. *XXII Congreso Nacional de Parques y Jardines. PARJAP, 95*, Ajuntament de Valencia, 109-151. España.
- PELLICER, F. 2018. Dinámica natural y ocupación del suelo en la llanura de inundación del Ebro en Zaragoza. Sequía e inundaciones como fenómenos hidrológicos extremos. *XXII Jornadas de Derecho de Aguas*, pp. 403-24. Prensas Universidad de Zaragoza. España.
- PELLICER, F. 2018a. Los paisajes del Ebro en las puertas de la ciudad de Zaragoza. *Actas II Congreso Internacional ISUF-H. Ciudad y formas urbanas. Perspectivas transversales*, vol. 7, 117-31. Prensas Universidad de Zaragoza. España.
- PELLICER, F. 2017. "La ciudad en el agua. El ciclo del agua en la interfase urbana y paisaje". En: C. ÁVILA y P. J. DE LA CAL, *ciudadpaisaje/landscapecity*, pp. 16-31. Prensas Universitarias de Zaragoza. España.
- PELLICER, F. 2008. "Expo Zaragoza 2008: la metamorfosis de las riberas del Ebro". *Zaragoza: Revista de Economía Aragonesa*, 37, 63-83.
- PELLICER, F. 2002. "Ordenación paisajística de espacios fluviales mediterráneos". En: F. ZOIDO y C. VENEGAS (Coords), *Paisaje y Ordenación del Territorio*, pp. 283-295. Junta de Andalucía y Fundación Duques de Soria. España.
- PELLICER, F. y M. P. SOPENA. 2019. "Grandes eventos, huellas del futuro. Las riberas del Ebro y Expo Zaragoza 2008". *ZARCH*, (13): 62-75. Disponible en: https://doi.org/10.26754/ojs_zarch/zarch.2019133912.
- PELLICER, F.; BARRAO, S. y M. LÓPEZ-ÁLVAREZ. 2021. "Estrategia integrada para la recuperación de tramos fluviales urbanos. El caso del río Piles en Gijón compatible con usos deportivos". *Geographicalia*, (73): 213-242.
- PELLICER, F. y A. OLLERO. 2004. "Agua y ciudad". *Boletín monográfico de la AGE*, (37): 3-13.
- PUEYO, A.; CLIMENT, E.; OLLERO, A.; PELLICER, F.; PEÑA MONNÉ, J. L. y M. SEBASTIÁN. 2017. "L'interaction de Saragosse et ses cours d'eau: évolution et perspectives". *Sud_Ouest Européen. Revue Géographique del Pyrénées et du Soud-Ouest*, (44): 7-23.

- SOPENA, M. P. 2013. *Recuperación del paisaje en la ciudad: Las riberas urbanas en las cuencas de los ríos Garona e Isar*. TFM. Universidad de Zaragoza. Repositorio de la Universidad de Zaragoza-zaguán. España. Disponible en: <http://zaguan.unizar.es>.
- TÉMEZ, R. 2002. "Obras de defensa. Caudales de diseño". En: DE LA CAL, P. y F. PELLICER (Coords.), *Ríos y Ciudades. Aportaciones para la recuperación de los ríos y riberas de Zaragoza*, pp. 19-209. Institución Fernando el Católico (CSIC). Excma. Diputación de Zaragoza. España.
- UREÑA, J. M.; ASCORBE, A.; CANTERAS, J. C.; GARMENDIA, C.; GARCIA C., J. C.; LIAÑO, A.;... y Á. SAINZ B. 1999. "Ordenación de las áreas fluviales en las ciudades: un enfoque metodológico". *Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos OP monográfico dedicado: Río y Ciudad I*, 1(46): 4-15.

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Zaragoza, España; febrero, 2023