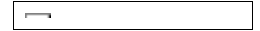


OP

REVISTA DEL COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Nº 47  
AÑO 1999  
RÍO Y CIUDAD, Volumen II

## El río Segre en Lleida

**Francisco José Hijós Bitrián \***

\* Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Confederación Hidrográfica del Ebro, Ministerio de Medio Ambiente

### INTRODUCCIÓN

### BREVE APUNTE FISIAGRÁFICO

### LAS AVENIDAS HISTÓRICAS EN LLEIDA Y SUS CONSECUENCIAS

### EL ENCAUZAMIENTO

### LA TRANSFORMACIÓN URBANÍSTICA DEL RÍO SEGRE

### EL AMBIENTALISMO Y EL RÍO

### CONCLUSIONES

### Criterios de diseño

### Descripción hidráulica

### La accesibilidad

### El Parque Fluvial del Segre

### Caracterización ambiental del tramo urbano

### El Área Natural de La Mitjana

**Descriptores:** Lleida, Encauzamiento, Segre, Río, Accesibilidad, Ambientalismo

### Introducción

En una extensa llanura atravesada por el río Segre, se encuentra la ciudad de Lleida, que alienta una próspera comarca bien conocida por su fertilidad. Su emplazamiento en las faldas de una elevada colina de la margen derecha del río facilitó antaño las condiciones de defensa y protección necesarias para el asentamiento de la población.

Lleida es hoy una ciudad de 115.000 habitantes cuya expansión ha superado hace décadas los límites del casco urbano tradicional, así como el obstáculo que históricamente supuso el río Segre para su crecimiento a lo largo de su margen izquierda. No obstante, y como consecuencia de la catastrófica avenida de noviembre de 1982, quedó demostrada la insuficiencia de las defensas con las que contaba la ciudad y la necesidad de completarlas, con el objeto de disminuir su vulnerabilidad y consolidar urbanísticamente los nuevos espacios de expansión.

Por otro lado, pese a la identificación, desde un punto de vista sentimental, de gran parte de la ciudadanía con su río, éste había experimentado, al igual que otros tramos fluviales urbanos, un proceso de degradación que condicionaba en buena medida la futura imagen de la ciudad.

Todas estas circunstancias propiciaron que la Confederación Hidrográfica del Ebro procediese al estudio y proyecto de las actuaciones necesarias para encauzar el río Segre a su paso por Lleida, aprovechándose la oportunidad para una transformación urbanística conforme al contenido que los documentos de planeamiento del Ayuntamiento de Lleida contemplaban desde antiguo. Esta actuación ha transformado las relaciones del río y la ciudad, gestando un encuentro que, aunque reciente, ha alumbrado ya algunos aspectos dignos de interés.

### Breve apunte fisiográfico

El río Segre, tras recorrer 261 kilómetros, es el principal afluente del río Ebro por su margen izquierda. De un régimen hidráulico pluvionival, recoge todas las aguas de la vertiente sur de los Pirineos, tanto en su propia cuenca como en la de sus dos afluentes más importantes aguas arriba de la ciudad de Lleida, el Noguera Pallaresa y el Noguera Ribagorzana.



Fig. 1. Vista general de la ciudad de Lleida en 1668, según acuarela de Pier María Baldi. Archivo de Florencia.

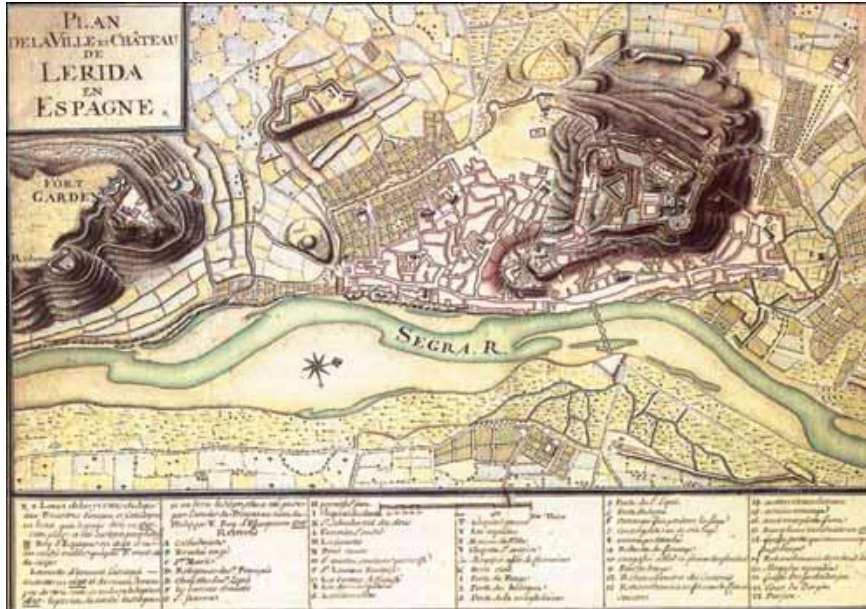


Fig. 2. Plano de Lleida (1707). Se aprecia el Segre tras el cambio de cauce del siglo XVII. Ministerio de Defensa. París.

A su paso por la ciudad, el Segre discurre ya por su curso bajo, a 145 metros sobre el nivel del mar, sobre la llanura de inundación, en dirección nordeste-sudoeste. La cuenca vertiente en este punto asciende a 11.369 km<sup>2</sup>, con una aportación media anual de 3.000 hm<sup>3</sup>; sin embargo ello no ha eximido al Segre de la estacionalidad, con valores mínimos de estiajes en este siglo de 0,30 m<sup>3</sup>/s, y de caudales máximos instantáneos de 5.200 m<sup>3</sup>/s, que corresponde a un caudal específico de 457 l/s/km<sup>2</sup>.

La regulación existente en la cuenca del río es dispar, pues mientras afluentes como el Noguera Ribagorzana y el Noguera Pallaresa cuentan con una regulación prácticamente integral, el río Segre cuenta tan sólo en su tramo medio con el embalse de Oliana, de 101 hm<sup>3</sup> de capacidad, y el de San Lorenzo, de 9,50 hm<sup>3</sup>, que proporcionan hoy día una laminación de su propia cuenca muy reducida, exponiendo por tanto a las tierras bajas al rigor de sus vicisitudes hidrológicas. En cualquier caso dichos embalses condicionan y son protagonistas en parte del caudal circulante habitualmente del río, correspondiendo la mayor responsabilidad no obstante al canal de Serós, que deriva 60 m<sup>3</sup>/s del río a su entrada a la ciudad.

La presentación de avenidas en el río Segre tiene un claro sesgo que se centra en dos períodos del año, el final de la primavera y el otoño. En el primer caso las crecidas se asocian a la fusión de las nieves invernales, que se prolonga hasta bien entrado el mes de junio; mientras que las segundas, especialmente en los meses de octubre y noviembre, están asociadas a los fenómenos meteorológicos de intensas precipitaciones, de carácter mediterráneo.

Las avenidas originadas en otoño son, con mucho, las más importantes y las que, de acuerdo con los registros de aforos, han alcanzado los caudales más elevados.

### Las avenidas históricas en Lleida y sus consecuencias

La primera referencia escrita de la secular relación conflictiva entre el río Segre y Lleida la proporciona la avenida que en el año 49 antes de Cristo provocó a Julio César serios apuros en su intento de tomar la ciudad al general pompeyano Afranio. Tal como él mismo cuenta en sus comentarios de las Guerras Civiles, el desbordamiento del río arrastró dos puentes provisionales que había ordenado construir, dejando cortado a su ejército en ambas márgenes del mismo. Si bien es imposible estimar el caudal de aquella avenida, la importancia del ejército romano, con más de cinco legiones, así como la pericia de los ingenieros militares de César, ya demostrada en la construcción de los puentes sobre el Rin, permiten

inferir que aquélla debió de tener una extraordinaria violencia para haber podido arruinarlos.

En el siglo I de nuestra era el poeta Marco Anneo Lucano se refiere a los tópicos Ilerdenses, entre los que figura el ímpetu del río, al cantar:

*"Ilerda, una ciudad fundada por mano antigua y alzada sobre una encinosa montaña, no lejos de un llano más bajo, en medio de un suelo rico en cultivos lucrativos, con un río que abraza un puente de piedra de amplia arcada, capaz de resistir cualquier riada invernal."*<sup>1</sup>

Con posterioridad se produce un gran vacío de noticias, no volviendo a producirse novedades relativas al río hasta la reconquista de la ciudad y en relación con la repoblación de la margen izquierda del río, o Cap Pont, que, rodeada por un brazo del río Segre, quedaba aislada cuando había riadas. En concreto, una crecida en el año 1162 destruyó el hospital que para pobres y peregrinos fundó el ciudadano Nicolau en 1156, y en 1170 se destruye el puente que salvaba el brazo del río en dicho arrabal.

Dos siglos más tarde, el rey Alfonso IV de Aragón establecerá un impuesto para reedificar el puente mayor del Segre, de origen romano, derribado por una avenida acaecida en el invierno de 1328.

Nuevas avenidas, en septiembre de 1340 y el 7 de junio de 1373, ocasionan nuevos desperfectos en el puente que motivan nuevos gastos por parte del Ayuntamiento de Lleida. Culmina este siglo con una avenida en octubre de 1379, que vuelve a destruir dos arcos enteros del mismo, autorizándose la imposición de un nuevo impuesto, de un dinero por cada caballería y ocho por cada cien cabezas de ganado que en el futuro lo atravesarán, para resarcir al Ayuntamiento de los gastos de reparación.

El siglo XV comienza con una catastrófica avenida, en 1418, a la que sigue otra en 1442 que provocó daños en el monasterio agustino de Santa María D'Horta, en la margen izquierda del río, que propició el interés en su protección por la reina María. El 3 de octubre de 1452, las crónicas citan una extraordinaria y repentina avenida que llegó a cubrir totalmente dos de los arcos del puente mayor; derribó 40 casas del arrabal de la margen izquierda, provocando la huida precipitada de los frailes trinitarios de su convento y el arrastre de todo el material de obra de un nuevo hospital, entonces en construcción.

En esos años surge el primer intento de construir una banqueta o mota para proteger el entorno de la margen derecha, para lo cual se nombró una comisión de prohombres en 1441 de la que no hay noticias posteriores. Lleida, en esa próspera época, contaba con unos 12.000 habitantes.

Diversas crecidas de menor importancia, pero reflejadas en las Actas de Reparaciones de las acequias de riego en la zona, jalonan el último tercio del siglo XV y los principios del siglo XVI. La necesidad de la construcción de un muro o banqueta que proteja la ciudad, el arrabal de la margen izquierda y el puente, se documenta abundantemente aunque sin llegar a concretarse en estructuras sólidas. Hay que esperar a 1587 para que una nueva avenida del río provoque el suficiente daño en las edificaciones de la calle Mayor y el Ayuntamiento se plantee seriamente la construcción de una banqueta y muro protector para la margen derecha de la ciudad, pero su realización no será tan fácil y ésta deberá esperar todavía dos siglos para ver su materialización. Entre tanto, nuevos desbordamientos suceden entre 1597 y 1617, que son años extraordinariamente pluviosos. El 19 de mayo de 1597 caen dos pilares y arcadas del puente mayor, así como la caseta donde se cobraba el pontazgo, y se confirma la tendencia del río Segre al abandono de lo que las Actas del Ayuntamiento llaman su "alvéolo", discurriendo por la margen derecha, y lanzando sus aguas contra las casas de la ciudad.

La necesidad de acometer obras de protección motivó una solicitud a la ciudad de Toulouse de técnicos capacitados para su ejecución, acudiendo un maestro llamado Jaume Vidal, que pidió por sus trabajos un doblón de oro por día y un ducado los domingos. A pesar de crear un nuevo impuesto sobre la carne, los gastos del tablestacado necesario para cimentar los muros eran tal altos que se desistió, reduciendo los trabajos a lo más estrictamente necesario. Ello originó que la noche del 8 de noviembre de 1617, al producirse una de las avenidas más espantosas en la historia de la ciudad, con una duración de cinco días, quedasen el arrabal y zonas bajas de la margen izquierda inundadas, e inutilizada buena parte de la obra del maestro tolosano. Un número indeterminado de casas quedaron destruidas y el cambio de curso del río consolidado. La conmoción producida duró muchos años, reforzada por nuevas crecidas en 1624 y 1628. En 1634 se encarga a otro maestro, probablemente tolosano, Pantaleón Malvasía, la construcción de un nuevo dique de protección en la margen derecha. Sin embargo, la complicada situación política y económica, que finalizará en la guerra de 1640 o "de los Segadores", abortó definitivamente el proyecto de canalización del Segre.

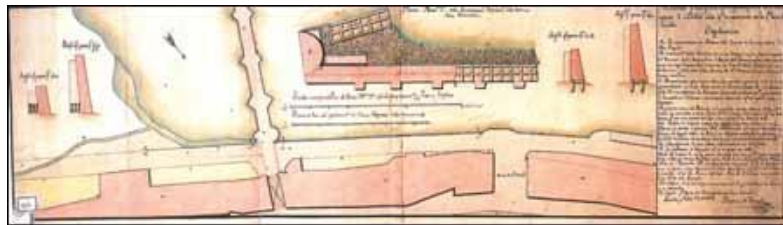
En 1702 el Ayuntamiento retoma de nuevo el proyecto de defensas de la margen derecha, invirtiendo 460 libras en su reparación, pero nuevamente la Guerra de Sucesión española paralizará dicho intento.

Es en 1786 cuando, gracias a Luis Blondel, marqués de Blondel, Gobernador militar y político del

corregimiento de Lleida (1786-1794), y a su pensamiento ilustrado, se emprende el proyecto para construir un muro a lo largo de la margen derecha del río desde el puente Mayor hasta aguas abajo, en una longitud de unos 500 metros. Este muro, convenientemente pilotado, preservaría con una garantía hasta entonces no conseguida a las edificaciones de la ciudad de las avenidas. Las obras, realizadas en dos años, sufrieron no obstante el 8 de octubre de 1787 una gran crecida que provocó el desalojo nocturno del vecindario de la calle Mayor y la inundación de todas las huertas de la margen izquierda y, es de suponer – aunque las crónicas no lo señalen –, graves daños en las obras.

Sobre este muro, denominado en lo sucesivo “la banqueta”, se traza igualmente la carretera hacia Barcelona a partir de 1799, donde se aprecia, además, el cegamiento por el muro de uno de los ojos del puente medieval, constituyendo en conjunto la primera actuación planificada y técnicamente exitosa en relación con la protección de la ciudad frente al río.

En otoño de 1817 una nueva avenida ocasiona desperfectos en el puente, debiéndose reconstruir por entero un arco del mismo, acordando al año siguiente el Ayuntamiento la repoblación de árboles en las orillas del Segre, para proteger las huertas de la erosión de las crecidas. El Cuerpo de Ingenieros Militares, tras la avenida del 6 de enero de 1826, reconstruyó los daños producidos en la ampliación del muro aguas arriba del puente Mayor, y lo aumentó reconstruyendo unos espigones de mampostería en el cauce y pilotando la cimentación de la reparación de los muros.



**Fig. 3.** Carretera y muro de protección construido bajo el mandato del Blondel (1799). Biblioteca Central Militar. Madrid.

Una virulenta avenida el 24 de mayo de 1853 fue el motivo por el que el entonces obispo de Lleida albergase en su palacio a las familias damnificadas, y de que los daños producidos en las instalaciones militares de la cabeza de puente fueran reflejados en los planos del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de dicho año. En 1866 una nueva crecida destruye dos ojos del puente mayor, siendo sustituidos por una pasarela metálica, definitivamente perdida en la avenida de noviembre de 1907, que, con 5.200 m<sup>3</sup>/s, será la primera crecida del río que pueda ser evaluada. Muy probablemente estas últimas avenidas debieron de tener unos caudales muy próximos, aunque el casco urbano, merced a las obras realizadas durante el siglo XIX, no experimentó grandes daños.



**Fig. 4.** Avenida de noviembre de 1982.

En 1914 la compañía Barcelona Traction Light and Power consiguió facilidades del Ayuntamiento para construir el azud de Serós, a un kilómetro aguas arriba del casco urbano, en el río Segre, de más de 400 metros de longitud y unos 10 metros de alto. Allí se instaló la central hidroeléctrica que suministraba a la ciudad. Como compensación la compañía proyectó y construyó el saneamiento general de la misma. El alcantarillado se incluía dentro de unos muros de hormigón en masa, con una nueva alineación en la margen derecha del río que, superando la banqueta del siglo XVIII, supuso su ensanchamiento en, aproximadamente, 500 metros de longitud, pudiendo considerarse ya como el eje sobre el que el futuro desarrollo urbano se apoyará para prolongar el muro, en distintas fases a lo largo del siglo.

En estas ampliaciones aparece la Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro, en un primer proyecto de protecciones que, en 1936, no llega a concluirse a causa de la Guerra Civil. En 1937 se produce la última gran avenida previa a la acaecida en 1982, con un caudal estimado de 3.000 m<sup>3</sup>/s.

A lo largo de la década de los años cincuenta, la Confederación completó la construcción de las protecciones de la margen derecha, quedando para la última década del siglo la actuación más ambiciosa en relación con el río, sus avenidas y la ciudad.



## El encauzamiento

La conmoción producida por los calamitosos efectos de la avenida de noviembre de 1982 hizo patente la necesidad de evitar en el futuro afecciones por crecidas similares. Por otro lado, las medidas a adoptar debían permitir la transformación vivificadora de un importante sector urbano de la ciudad.

Ambos objetivos estaban ligados a un proyecto de encauzamiento del río Segre. Con carácter previo a la redacción del proyecto propiamente dicho, se procedió a efectuar un estudio económico-administrativo que permitiese juzgar sobre la utilidad de la inversión que se pretendía.



Fig. 5. El río Segre en 1989.

Dichos estudios buscaban, fundamentalmente, obtener unos índices sencillos de coste-beneficio de la actuación. Para ello se evaluó el valor urbano catastral que correspondía a las fincas en peligro de verse inundadas, cuyo importe ascendió a 11.100 millones de pesetas de 1984. Estas fincas, por aplicación de los porcentajes –en uso– de la contribución territorial urbana y del Impuesto sobre la Renta, en lo relativo a las viviendas, proporcionaban un rendimiento fiscal total anual de 116 millones de pesetas. El valor actual de dicha anualidad, capitalizándola en un período de 50 años (ligeramente superior al período de retorno de la avenida acaecida) con arreglo a un interés del 7% en que se estimó el posible aumento del índice del coste de la vida, proporcionó una primera cifra a la que comparar el presupuesto estimado del proyecto. Por otra parte, y con independencia de los análisis de los ingresos generados a la Hacienda Pública, se valoraron los daños ocasionados por la crecida, tanto en los bienes y servicios de titularidad municipal, como el valor de la reposición en los de carácter privado, resultando que, al sumarle la inversión de las infraestructuras imprescindibles para evitarlos, se obtuvo una cobertura total real suficiente en los presupuestos públicos. Este índice, que casi alcanzó las tres unidades, se obtuvo por tanto como resultado de evitar unos gastos y obtener unos ingresos en la zona afectada por las inundaciones y defendida por la obra prevista, respecto al presupuesto estimado de su proyecto.

Una vez confirmada la utilidad de la inversión se concluyó que eran de aplicación al proyecto los supuestos establecidos por la Ley de 7 de julio de 1911 en su artículo 32, asumiendo el Estado el 100% del coste de las obras y sufragando las expropiaciones necesarias para el desarrollo de las obras el Ayuntamiento de Lleida.

## Criterios de diseño

La puesta en marcha del proyecto generó una serie de propuestas y acciones concretas ante el interés suscitado por el mismo en diversas instituciones ciudadanas. Las diversas iniciativas fueron recogidas en la Información Pública correspondiente, de forma que el proyecto de encauzamiento, inicialmente concebido como un proyecto único, fue dividido en dos proyectos independientes. El correspondiente al tramo superior, de 2.800 metros de longitud, comprendió el casco urbano propiamente dicho, siendo objeto del encauzamiento estricto, mientras que el tramo inferior, de 2.200 metros de longitud, incluyó una zona rural del término municipal, en la que se crearon protecciones y se eliminaron obstáculos que pudieran dificultar el paso de las avenidas. Ello permitiría recoger las consideraciones urbanísticas impulsadas entre otros por el Ayuntamiento de Lleida y el Colegio Profesional de Arquitectos y sentar las bases de la participación como motor del proyecto.

El tramo superior del encauzamiento comienza en el azud de derivación del canal de Serós y acaba en el llamado Puente Nuevo, que permite a la carretera Nacional II cruzar el río Segre. Toda la margen derecha de este tramo, densamente urbanizada, se hallaba protegida con carácter previo mediante un muro de hormigón en masa con una altura de entre ocho y nueve metros sobre el cauce.

Contando con este condicionante básico, se trató de completar la protección de toda la margen izquierda del río mediante la construcción de un nuevo muro en este tramo, para lograr la creación de un canal de aguas altas que admitiera el caudal de diseño del encauzamiento.

El interior del cauce se completaría con un canal de aguas bajas, dispuesto asimétricamente en el interior del mismo.

La importancia de las zonas protegidas motivó un profundo estudio hidrológico para la justificación de la avenida de diseño, siendo preciso tener en cuenta los condicionantes derivados de la propia estructura urbana de la ciudad, ya que los periodos de retorno superiores a los 50 años requerían, para evitar las afecciones de la correspondiente avenida, tales expropiaciones, recrecidos de defensas, y tan radicales modificaciones urbanísticas, que era utópico pretender conseguir las.

Ello motivó que se seleccionase como caudal de diseño los  $3.500 \text{ m}^3/\text{s}$ , correspondientes a un período de retorno ligeramente superior a 50 años, sabiendo que existía una reserva de seguridad asociada a la capacidad de regulación actual de los embalses situados aguas arriba y futura tras la conclusión de la presa de Rialb.

#### Descripción hidráulica

De acuerdo con los dos tramos definidos se adoptaron dos enfoques diferentes. En el tramo inferior se procedió a crear las condiciones propicias para evitar las sobreelevaciones de la lámina de agua que pudieran afectar al tramo superior. Dado que es una zona inundable para avenidas muy inferiores a la correspondiente al período de retorno de 50 años, únicamente se perfiló el cauce en un ancho mínimo de 90 metros, dejando la margen derecha, por sus condiciones geométricas y resistencia, en su estado natural, perfilándose mediante un talud suave que enlazase con el terreno existente.

En los tramos de menor curvatura, correspondientes a radios de 250 metros, se protegieron los taludes con escollera de 1.000 kilogramos de peso medio, para evitar futuras erosiones.

En el tramo propiamente urbano, el diseño inicial, que implicaba un muro en la margen izquierda paralelo y de la misma altura que el preexistente en la margen derecha (8-9 metros), fue abandonado por las razones expuestas en el siguiente apartado.

En su lugar los muros se proyectaron con una altura variable entre 3,5 y 4,5 metros, salvándose el resto de la altura necesaria mediante un talud con una pendiente transversal variable superior al 5% desde el canal de aguas bajas hasta el pie del muro.

Ello motivó que para mantener la capacidad del canal de aguas altas se diseñase éste con una anchura variable entre 145 y 160 metros.

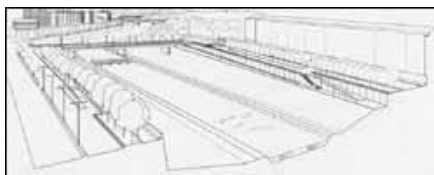


Fig. 6. Perspectiva del proyecto de encauzamiento del Segre.



Fig. 7. Lago en el azud de derivación del canal de Serós con el Área Natural de La Mitjana al fondo.

Este dimensionado se comprobó hidráulicamente para determinar la lámina de agua que la avenida de proyecto alcanzaba en los muros, simulando el efecto perturbador de los puentes y adoptando rugosidades del cauce variables en función de su distinta naturaleza.

Las velocidades máximas en la sección del canal de aguas altas alcanzan los 4 m/s en régimen lento, existiendo un resguardo de 0,50 metros en el nuevo muro para la avenida de proyecto.

Dentro del canal de aguas altas se sitúa el canal de aguas bajas trapecial, construido con escollera, de 1,2 milésimas de pendiente, con una anchura de 36 metros y 1,50 metros de profundidad.

Este canal permite la circulación de  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  sin desbordamiento, que corresponde al caudal no superado durante 265 días al año,  $Q_{265}$ . En su interior se disponen cuatro azudes de hormigón en masa de un metro de altura que remansan el caudal fluente, especialmente en estiaje, de forma que la cola del situado aguas abajo coincide en esta circunstancia con el siguiente azud.

La anchura del canal de aguas bajas coincide con la separación mínima entre las pilas de los puentes interceptados por el encauzamiento, de forma que la excavación necesaria para el canal no supusiera el descalce o merma en las condiciones iniciales de su cimentación. Varias riostras o llaves transversales de escollera contribuyen también a estabilizar el perfil longitudinal del cauce.

En el origen del encauzamiento se encuentra un azud de derivación para el canal de Serós, que con una capacidad de transporte de  $60 \text{ m}^3/\text{s}$ , es responsable del régimen actual del río en el tramo encauzado.

Este azud, de labio fijo y dotado de seis compuertas, tiene una longitud de 400 metros y unos 10 metros de altura sobre el cauce, y en su pie se ha creado un lago de un metro de profundidad y una hectárea de superficie que coincide con la zona de estrechamiento del cauce, hasta obtener la anchura de 160 metros del encauzamiento en ese tramo.

Este lago se crea mediante un azud adicional situado a unos 100 metros del anterior, en el canal de aguas bajas.

Como último aspecto de diseño hay que destacar que el espacio comprendido entre el borde del canal de aguas bajas y el muro de la margen derecha fue tapizado de escollera, pues la experiencia de una avenida presentada durante la ejecución de las obras, asociada al período de retorno de 10 años, ocasionó en el césped con el que se remataba dicha margen serias erosiones y arrastres de materiales.

Todo el diseño hidráulico fue objeto de ensayo hidráulico en modelo reducido en el laboratorio de hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos.

## **La transformación urbanística del río Segre**

### **La accesibilidad**

Hasta hace menos de un lustro, el río Segre y su entorno, especialmente en la margen izquierda, eran un espacio secundario y afectado de graves problemas. El abandono al que estaba sometido propiciaba una fuerte degradación en su ribera, que se había convertido en un improvisado vertedero donde todo tipo de escombros –incluso antiguos basureros en el tramo inferior– proliferaban a todo lo largo del río. Vertidos de aguas residuales de carácter difuso agravaban dicha situación, y las condiciones de salubridad, especialmente en verano, eran inadecuadas.

En algunos puntos de las márgenes las antiguas edificaciones, aparte de suponer un claro obstáculo para las crecidas, después de abandonarse fueron ocupadas en gran número por una población flotante de carácter marginal, contribuyendo con ello a agravar su aislamiento social.

Si bien en la margen derecha no se daban dichos fenómenos, el muro allí emplazado constituía, debido a su altura considerable, una barrera que tampoco propiciaba la consideración del río como espacio urbano. A cambio, sin embargo, alberga uno de los dos aparcamientos públicos de la ciudad, con 454 plazas, proporcionando un buen servicio al eje comercial de la misma.

El objeto de la transformación fue por ello doble y no se limitó a las obras necesarias para adecuar el cauce, sino que se pretendió generar unos espacios que de acuerdo con el planeamiento urbanístico del Ayuntamiento de Lleida pudieran usarse para actividades de esparcimiento de los habitantes y de la ciudad.

De acuerdo con esto, la premisa básica era acercar y atraer al ciudadano al Segre, lo que estaba dificultado por la barrera que suponía el muro de la margen derecha.

Con tal fin el muro de la margen izquierda se redujo al mínimo para evitar el efecto de barrera urbanística y visual que pudiera originar, procurando dotar de la mayor accesibilidad posible al río. Para ello se trazaron cinco viales paralelos al cauce y a diferentes alturas, así como sus conexiones.

El superior se sitúa sobre la coronación del muro de aguas altas y es una acera de 12 metros de anchura

máxima, totalmente urbanizada, de forma que en un futuro formará parte del sistema viario de la margen izquierda del río, objeto de un Plan Parcial de Ordenación Urbana.

El segundo vial, de 15 metros de ancho y 2.800 metros de longitud, es paralelo al anterior y discurre entre tres y cuatro metros por debajo del mismo, al pie del muro de aguas altas. Su finalidad es servir de paseo para viandantes, deportistas y ciclistas y está pavimentado con sauló (jabre) dorado.

El resto de los viales son dos caminos de cinco metros de ancho paralelos al cauce de aguas bajas por cada margen, inundables durante 100 días al año, pavimentados con zahorra natural, y limitan, junto con el vial situado al pie del muro, las zonas ajardinadas.

Estos viales están conectados entre sí para facilitar su accesibilidad, de forma que entre los dos viales altos existen repartidos a lo largo del tramo de encauzamiento cinco grupos de rampa-escalera para acceder del primer al segundo vial. Las rampas permiten el tráfico de vehículos de mantenimiento y son accesibles para los minusválidos. Hay también cuatro escaleras más no asociadas a rampas.

La accesibilidad entre las dos márgenes del canal de aguas bajas se ha conseguido mediante cuatro vados-pasarelas metálicas, exclusivamente peatonales, de 40 metros de longitud y fusibles en el caso de presentarse una avenida extraordinaria.

Por último, los cuatro puentes para tráfico rodado y una pasarela peatonal estratégicamente distribuidos, constituyen los trampolines que permiten que el nuevo espacio generado por el encauzamiento haya quedado integrado, en el más amplio sentido, en la estructura urbana actual y futura planeada especialmente para la margen izquierda del río, perdiendo éste el carácter de frontera urbana y atrayendo una importante parte de la futura actividad vital de Lleida, como es, por ejemplo, el futuro Campus Universitario, hoy en construcción.

#### **El Parque Fluvial del Segre**

La demanda de espacios abiertos y seminaturales de la población urbana de Lleida ha sido escasamente satisfecha, dada la relativa escasez de zonas ajardinadas en la ciudad. Por ello la posibilidad de haber ganado un amplio espacio de recreo y esparcimiento junto al río ha sido uno de los elementos más significativos de la transformación del cauce.

Hoy el cauce del Segre constituye la zona verde programada más importante de la ciudad, con una extensión ajardinada, amena y fresca, de más de 15 hectáreas de superficie de césped y la plantación en el extremo del canal de aguas altas y en los viales externos al encauzamiento de más de setecientos árboles autóctonos y ornamentales. En estas plantaciones se procuró adoptar una distribución geométrica y alineada, para disminuir la rugosidad hidráulica en el cauce, limitando su número ante la consideración de que en las grandes crecidas su acumulación entre los tajamares y claves de los puentes generaría unos efectos más perjudiciales que ventajosos de su función estabilizadora.



**Fig. 8.** Interior del espacio de aguas altas.





**Fig. 9.** Vista desde la margen derecha.

Se utilizaron dos especies diferentes de césped, para dotar a la zona más próxima al cauce de aquellas especies más resistentes a períodos prolongados de inmersión, protegiéndose de la erosión mediante mallas biodegradables rellenas de fibras vegetales. Al convertirse el césped en uno de los elementos más significativos para la opinión pública a la hora de juzgar la bondad de las transformaciones producidas, no es de extrañar que todas las incidencias relacionadas con él, como enfermedades, tonalidad, falta de nutrientes, etc. fueran objeto de especial atención y requirieran la pronta y eficaz solución ante el alto nivel de exigencia y expectativa creado.

La aplicación por vía líquida de los productos fitosanitarios y abonos de liberación lenta, ha permitido su supervivencia ante todo tipo de peripecias.

En este entorno se incluye igualmente un lago creado en el origen del encauzamiento, profusamente frecuentado, destinado a actividades acuáticas y a pesca, con una superficie de una hectárea. De este lago se toma el agua necesaria para la red de riego por aspersión, que cuenta con una longitud de 20 kilómetros y aspersores de turbina emergentes.



**Fig. 10.** Transformación urbanística de la ciudad; la vista superior corresponde a 1989, la inferior a 1997.



**Fig. 11.** Nocturno del Segre.

El parque fluvial así creado ha tenido una extraordinaria aceptación, y a su carácter lúdico (es a la vez gimnasio, estadio y solarium) suma un componente de ágora, o lugar de encuentro donde la calma permite el paseo, la conversación y la relación social.

La sensación de comodidad es apoyada por la instalación de mobiliario urbano y una generosa iluminación. En particular la iluminación del cauce ha ganado definitivamente para la ciudad al río, ya que dificulta su degradación prolongando su uso cuando el clima lo permite y disuade en buena medida las actuaciones vandálicas.



**Fig. 12.** La umbría de la margen izquierda acoge a la hiedra sobre el muro de aguas altas.

En este caso la iluminación se ha conseguido mediante proyectores de luz blanca para el vial y cauce de aguas altas, situados cada 12 metros sobre el muro realizado, y mediante un sistema combinado de luz rasante y luminarias en el vial alto. Los accesos al cauce desde el mismo han sido objeto de atención especial e, igualmente, se ha tratado mediante proyectores la coronación en el tramo central del encauzamiento en su margen derecha.

### **El ambientalismo y el río**

La transformación experimentada por el río enfatizó la necesidad de lograr igualmente su recuperación ecológica, con postulados diversos de biólogos, conservacionistas, asociaciones de pescadores y agrupaciones vecinales no exentos de controversia. En cualquier caso, dicha recuperación pasa por solucionar por un lado la depuración por contaminación difusa proveniente de las extensas zonas regables situadas aguas arriba de la ciudad, en segundo lugar resolver la derivación de caudales en el azud de toma del canal de Serós, que condiciona el estiaje del río y las condiciones de vida acuática, y por último la ordenación territorial de la llanura de inundación. El encauzamiento del río ha puesto en evidencia estas circunstancias, al ser objeto el río de una especial atención por parte de la opinión pública local y ser considerado como algo próximo y cotidiano en el pulso diario de la ciudad.

Los avances que se produzcan en el futuro en los ámbitos de la ordenación territorial y en el campo legislativo y disciplinario en cuanto a la implantación de los caudales de reposición, previsiblemente contribuirán a esa definitiva recuperación del medio hídrico.

Mientras tanto, en el tramo propiamente urbano del río se adoptaron diversas medidas para su mejora biótica, y así el cauce de aguas bajas fue dotado de protecciones flexibles de escollera que, aparte de permitir el arraigo de vegetación intercalada entre la misma, creaban un refugio natural para la abundante

fauna piscícola existente, y permitirían garantizar su permanencia ante la naturaleza muy deleznable de buena parte del sustrato sobre el que se asienta. La colmatación de finos de sus intersticios diversificará igualmente las comunidades de macroinvertebrados bentónicos que les sirven de alimento. Por otro lado, los pequeños azudes situados en el cauce fueron dotados de elementos que reforzasen la agitación del agua, lográndose aumentar los contenidos de oxígeno en 1,2 ppm respecto a la situación preexistente, siendo no obstante una cifra escasa en la situación de estiaje.

El desarrollo de las obras del encauzamiento propició un seguimiento ambiental del cauce del Segre para confirmar el estado biótico del río hasta un año después de la conclusión de las obras y conocer la funcionalidad biológica del mismo. Este estudio es hasta el momento el más completo desarrollado en los tramos urbanos del Segre.

#### Caracterización ambiental del tramo urbano

El estudio, dirigido por el profesor de la Universidad de Lleida Antonio Palau Ybars, cubrió tres etapas, procurando caracterizar hidráulicamente el cauce, analizar la fisicoquímica del agua en un ciclo anual y efectuar un seguimiento del proceso de colonización biológica del tramo urbano. Las campañas de muestreo se desarrollaron entre julio de 1994 y julio de 1995, con un total de ocho determinaciones distribuidas en siete puntos diferentes repartidos en más de cuatro kilómetros de longitud. La colonización biológica se centró en el estudio de los macroinvertebrados bentónicos, la vegetación de ribera y las comunidades piscícolas.

La evolución físicoquímica del agua respecto a la década de los años ochenta reveló una disminución en los valores medios del nitrógeno en forma de amonio, nitratos y nitritos, del fósforo en forma de fosfatos, así como de la DQO, el oxígeno disuelto y su porcentaje de saturación, aumentando por el contrario ligeramente la conductividad eléctrica y la temperatura del agua.



Fig. 13. Panel didáctico del Ayuntamiento en el Área Natural de La Mitjana.



Fig. 14. Pasarela peatonal sobre un brazo del Segre en La Mitjana.



Fig. 15. Merendero al pie de los álamos.

El aumento de temperatura del agua es especialmente notable en verano y está directamente asociado con el oxígeno disuelto. En el caso del Segre el reducido caudal circulante en estiaje y la creación del lago al inicio del tramo urbano y los remansos asociados a los pequeños azudes, propician un aumento del tiempo de residencia del agua y una mayor insolación cuanto mayor es el calado. Sin embargo, se constató la variabilidad horaria de la calidad total del agua, y en particular del oxígeno disuelto, debido a los efectos de la respiración biológica nocturna, llegando a su rango máximo diario de 6,2°C en temperatura y 5,5 ppm en la concentración de oxígeno disuelto, siempre producidos en el período estival.

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos proporcionó densidades normales, con poblaciones medias de 4.000 individuos por metro cuadrado, sin patrones o tendencias claras. La biomasa, expresada en gramos de carbono por metro cuadrado, resultó baja, inferior a 1 gC/m<sup>2</sup>, así como el número de unidades sistemáticas, en las que destacaron los oligoquetos, tricópteros, dípteros y queronómidos. La colmatación de la escollera por finos está diversificando, no obstante, la comunidad de macroinvertebrados

bentónicos.

Respecto a la población algar, está formada, básicamente, por diatomeas, géneros navícula y Nitzschia, cianocíneas, género oscilatoria, y euglenocíneas, género euglena. Estas algas fueron objeto de especial análisis por un súbito desarrollo en 1995 que obstruyó parcialmente los filtros de las tomas de riego del parque. Dicho desarrollo cesó espontáneamente cuando se estaba a punto de iniciar su tratamiento, mediante la plantación de nenúfares que limitasen la insolación de la masa de agua. Probablemente también influyó en su desaparición el hecho de que el riego del césped con agua del propio río constituye una forma muy eficaz de descarga de nutrientes del sistema acuático, siendo incorporados en el crecimiento de una forma biológica externa al curso de agua, como es el césped, que funciona de forma similar a un filtro verde.



Fig. 16. Especies de aves que frecuentan la ciudad.



Fig. 17. La reserva natural.

La flora y vegetación de ribera están muy influidas por la alternancia de períodos de aguas bajas en verano e invierno y aguas altas en primavera y otoño. En los períodos de crecida, la energía de la corriente remueve el fondo y la orilla, arrastrando partículas sólidas que mezcladas con semillas son arrastradas y depositadas aguas abajo. En principio la implantación más exitosa correspondió a las plantas anuales, que han sido desplazadas paulatinamente por las perennes. En la actualidad el catálogo florístico del tramo urbano del Segre comprende 190 especies, de las que 144 son plantas dicotiledóneas y 47 monocotiledóneas, siendo las familias mejor representadas las gramíneas, las compuestas, crucíferas y quenopodiáceas. El carrizal y los espadañales cumplen una función de refugio, alimento y hábitat para numerosas especies acuáticas, desde macroinvertebrados a peces, anfibios y aves, produciéndose un enriquecimiento progresivo y la estabilización de la vegetación, tanto dentro como fuera del agua.

Respecto a la fauna piscícola, las tendencias en cuanto a su evolución en el río parecen más claras que respecto a los aspectos limnológicos. Del inventario realizado mediante el método de pesca eléctrica se deduce una comunidad formada por 13 especies distintas pertenecientes a cinco familias; de ellas, ocho son alóctonas y cinco propias del río, lo que indica un grado de artificialidad notable en la gestión piscícola del mismo. La estructura de las poblaciones se estudió en función de nueve clases de edad, así como de la densidad, la biomasa y la productividad del tramo. Las densidades obtenidas variaron entre 0,06 y 0,30 individuos por metro cuadrado y la tasa de renovación osciló entre 0,3 y 1,6 años<sup>-1</sup>, si bien no fue posible analizarla para todas las especies identificadas por carecer de un mínimo de dos clases de edad para cada especie. Estas cifras, obtenidas tras haber sido evacuados más de 20.000 ejemplares a zonas de pesca y embalses próximos durante las obras del encauzamiento, demuestran la capacidad de regeneración piscícola, aunque como consecuencia la distribución por edades sea algo caótica.

La especies más abundantes, según su orden de importancia, son el barbo común (*Barbus bocagei*), la carpa común (*Cyprinus carpio*), la madrilla (*Chondrostoma toxostoma*) y el carpín (*Carassius auratus*). En el otro extremo, se capturaron dos ejemplares de blenio (*Blennius fluviatilis*), especie declarada como de interés especial en el catálogo nacional de especies amenazadas, y dos especies de ciprínidos catalogados como raros y vulnerables según el libro rojo de los vertebrados de España: el bagre (*Leuciscus cephalus*) y el barbo culirrojo (*Barbus haasi*).

El tamaño máximo de los ejemplares recuperados alcanzó los 610 mm en las luciopercas (*Stizostedion lucioperca*), los 540 mm en los barbos comunes y las carpas, los 279 mm en el pez gato (*Ictalurus urelas*), y en los escardinos (*Scardinius erythrophthalmus*) los 270 mm de longitud.

#### El Área Natural de La Mitjana

El espacio abierto y natural más importante del municipio de Lleida se sitúa inmediatamente aguas arriba del tramo urbano del río. Formado por varios brazos y humedales del río Segre remansado en el azud de derivación del canal de Serós, se extiende a lo largo de 90 hectáreas. En dicha zona, presidida por un extenso y frondoso bosque de ribera, el Ayuntamiento de Lleida ha delimitado dos zonas diferenciadas. En la primera, donde el acceso es público, una serie de itinerarios jalonados por paneles y carteles informativos permiten a los visitantes conocer las distintas especies animales y vegetales más



características de la zona y penetrar en ella merced a las pasarelas que salvan los diversos brazos del río. En diferentes puntos de esta área la existencia de embarcaderos permite el ejercicio del piragüismo y remo, existiendo en las proximidades instalaciones adecuadas para el almacenamiento de las embarcaciones. Igualmente diversas zonas de descanso situadas en los claros del bosque permiten el asueto del visitante. No obstante a las limitaciones impuestas a la acampada, a encender fuegos y al acceso con vehículos a motor, se suma en la segunda de las zonas en que se divide el Área Natural la limitación de acceso a visitantes, dado su carácter de reserva natural. La zona de reserva sirve de refugio y nidificación a una abundante fauna avícola, entre cuyas especies destacan la polla de agua (*Gallinula chloropus*), garceta (*Egretta garcetta*), garza real (*Ardea cinerea*), cormorán (*Phalacrocorax carbo*) y ánade real (*Anas platyrhynchos*), existiendo diversos observatorios para su seguimiento.

En refuerzo del carácter didáctico que el Ayuntamiento de Lleida ha deseado proporcionar a esta área privilegiada, se erigió un aula de la naturaleza en sus proximidades, centralizando la tarea divulgativa relacionada con el medio ambiente en el municipio.

## Conclusiones

Como conclusión principal de la transformación del río Segre en Lleida hay que resaltar la mejora, tanto estética como funcional, lograda en ambas márgenes del río, proporcionando una notable protección de la ciudad frente a las avenidas extraordinarias. Esta transformación no está concluida totalmente, siendo previsiblemente los próximos años testigos de la evolución positiva del cauce.

No obstante, es preciso, en un río de las características del Segre, no olvidar su historia y, como consecuencia, es fundamental que el uso y la conservación de lo ejecutado permitan en el futuro el mantenimiento de los supuestos que sirvieron para definirlo, con respeto a la capacidad de evacuación del cauce.

El mantenimiento de la memoria histórica de la dinámica fluvial y la matización, prudente, del optimismo social que este tipo de actuaciones genera frente a las avenidas será un papel con frecuencia poco grato e incomprendido que la Administración Pública competente deberá seguir desarrollando en el futuro.

## Referencias bibliográficas

1. Marco Anneo Lucano, *Farsalia*, Libro IV.
2. Armengol, Pere, y Catllar, Bernat, *Atlas de Lleida*, Hospitalet del Llobregat, Font y Diestre, 1987.
3. Lladonosa, Josep, *Història de Lleida*, Tàrraga, F. Camps Calmet Editorial, 1974.
4. Puigdamasa, Josep M<sup>a</sup>, Aldoma, Ignaci, y Prim, Toni, *Lleida. Les noves infraestructures i la transformació de la ciutat*, Mataró, Zeus Edicions, 1995.
5. *IV Jornadas sobre Encauzamientos Fluviales*, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 1995
6. Palau Ibars, Antoni, *Estudio de caracterización y seguimiento del río Segre en Lleida tras las obras de canalización*, Asesoría Tècnica Medi-Ambiental, Lleida, 1995.
7. Proyecto de Construcción del Encauzamiento del río Segre en Lleida, M.O.P.U., 1991