

Puente del Sava, Belgrado (Serbia)

### Allplan en la práctica

## FUNCIÓN Y DISEÑO XXL

**El puente del río Sava en Belgrado es un obstáculo diario para la circulación de los habitantes de la ciudad. Pero esto cambiará pronto con la construcción de un nuevo puente atirantado sobre el río.**

Los ingenieros que realizan la planificación de detalle, Leonhardt, Andrä und Partner, usan Allplan Engineering para llevar a cabo este prestigioso proyecto. Belgrado está situado en el punto donde confluyen los ríos Danubio y Sava. Durante años, la expansión de los barrios residenciales del norte de la ciudad se ha visto limitada por la reducida capacidad de los tres puentes existentes sobre el Sava: Branko, Savski y Gazela. Para aumentar la capacidad de la red de transporte, se está construyendo un cuarto puente sobre el Sava que unirá el distrito de Nuevo Belgrado, situado en el margen norte, con el centro de la ciudad, situado en el margen sur. Junto con las carreteras de acceso, este proyecto forma parte de

la primera sección de la semicircunvalación interna municipal, que va desde Nuevo Belgrado a Pancevo.

### **El símbolo de una ciudad prometedora**

Pero Belgrado no solo tendrá otra arteria de tráfico adicional. Con una longitud total de 964 metros, una altura estructural de 4,75 metros, una anchura de 45 metros y unos 43 380 metros cuadrados de superficie, el nuevo puente será el más grande que cruce un río en la región de los Balcanes. Su pilón de 200 metros situado en la punta norte de la isla del Sava, Ada Ciganlija, es el apoyo principal y se convertirá en el centro de atención y símbolo visible de la ciudad.



La construcción del puente con la distribución de la carga principal en un único pilón supuso enormes retos, incluso para ingenieros civiles experimentados.

Leonhardt, Andrä und Partner pudieron garantizar los servicios de la empresa de asesoramiento en ingeniería VBI GmbH (LAP-Consult) para que fuesen los ingenieros de operaciones para la planificación detallada del puente desde el extremo superior de los cimientos. Esta empresa de Stuttgart especializada en planificación de estructuras de carga para proyectos de ingeniería trabaja con Allplan Engineering y ya ha puesto su sello en un extenso número de proyectos de puentes. Entre ellos, está el puente peatonal de Kehl-Estrasburgo, que también tiene una estructura atirantada.

El proyecto es complejo, y no solo por sus dimensiones: para poder garantizar un tráfico fluvial ininterrumpido durante el periodo de construcción del puente, la mayor sección que atraviesa el Sava debe construirse en el río sin apoyos temporales. Además, la construcción se desarrollará en diferentes secciones al mismo tiempo. La sección lateral, por ejemplo, se erigirá en paralelo al puente principal, pero de forma independiente a este. Los equipos de Serbia, Alemania, Austria, Hungría, Eslovenia, Suiza, Francia, Gran Bretaña, Dinamarca y China, tendrán un tiempo limitado. Según lo programado, el nuevo puente debe entregarse a los ciudadanos de Belgrado tras un periodo de construcción de solo tres años.

---

**«Incluso en una planificación de la armadura simple, vale la pena trabajar en 3D, en especial cuando se hacen cambios, ya que no es necesario adaptar el modelo 3D manualmente en todas las vistas transversales. Allplan Engineering proporciona una ventaja significativa en esas situaciones en comparación con las soluciones en 2D.»**

Steffen Kühn, diseñador de estructuras en Leonhardt, Andrä und Partner

---

#### **La ayuda fiable de Allplan Engineering**

Distribuir la carga principal de un puente de este tamaño en un solo pilón es un reto enorme, incluso para ingenieros de estructuras experimentados. Y más todavía si el pilón está desplazado del centro del puente; en otras palabras, su diseño es asimétrico o solo tiene «una pata».

Para conseguir cruzar el Sava sin columnas auxiliares y, al mismo tiempo, ahorrar tiempo y costes, los ingenieros optaron por un diseño de cajón de acero, en formato voladizo, para los 376 metros de longitud de la sección principal.



El pilón de 200 metros de altura será un emblema visible de la ciudad que atraerá todas las miradas.

Por el contrario, los planificadores consiguieron la distribución uniforme del peso a lo largo de la zona de retención de 250 metros usando una construcción de hormigón pretensada, que se creará usando la denominada técnica de lanzamiento incremental. Esto implica que las secciones del puente, llamadas «incrementos», se construyan en un encofrado de ubicación fija. Una vez que una sección está lista, se empuja para colocarla sobre las columnas, junto con las secciones que se había construido antes, y a la siguiente unidad incremental se le da forma en el mismo molde de encofrado. La sección lateral, que tiene 358 metros de largo, también se levantará usando esta técnica. Comenzando por el eje 1, se empujará pieza por pieza en dirección al centro del puente.

Al igual que en proyectos anteriores, LAP Consultants se ha beneficiado particularmente del modelo de armadura integrado en Allplan Engineering. Esta solución, diseñada para el encofrado interactivo y la planificación de armaduras, es especialmente útil para crear proyectos con geometrías y disposición de armaduras complejas: por eso, se ajusta a la perfección al proyecto del puente del río Sava.

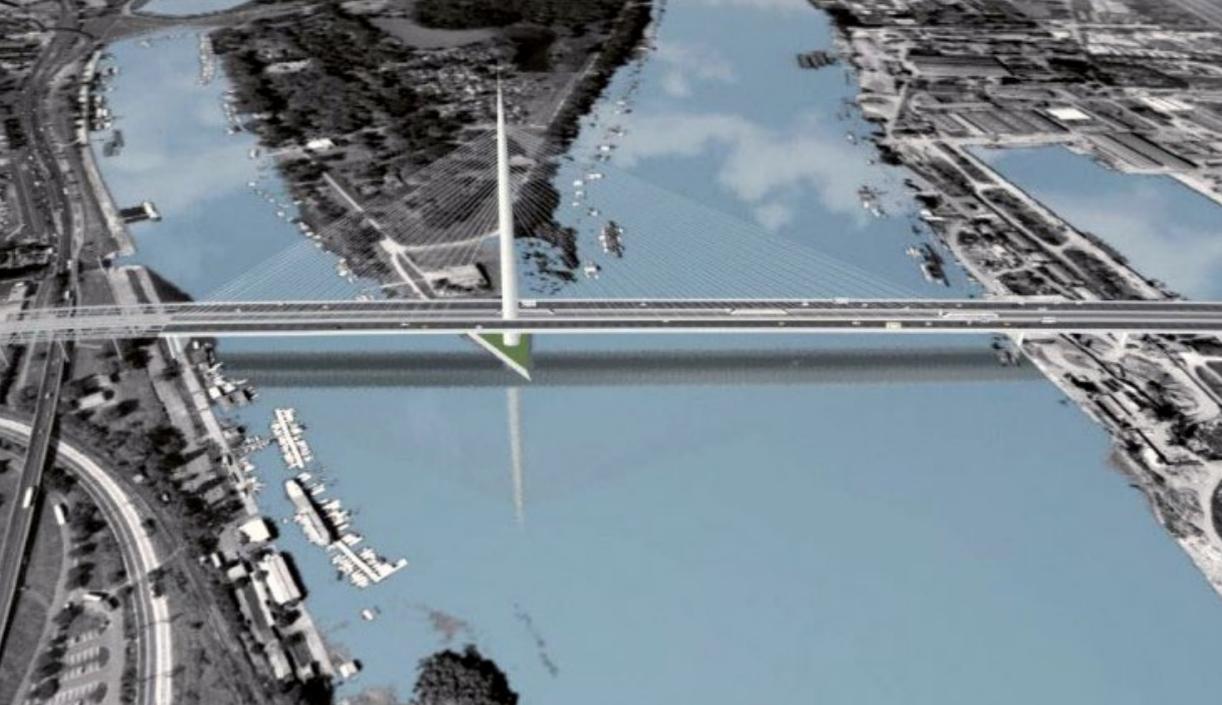
#### **Planificación 2D y 3D combinadas**

Según las necesidades específicas, los ingenieros combinaron la planificación en 2D y 3D en un ejemplo clásico de trabajo híbrido. «Para las tareas típicas de la planificación de puentes, la planificación en 2D es más que suficiente, pero los puntos más complejos se planifican hoy cada vez más en 3D», afirma Ste-

ffen Kühn, diseñador de estructuras en Leonhardt, Andrä und Partner. La planificación del encofrado y de la tensión de los tendones, por ejemplo, se elaboró en 2D, mientras que para la armadura se usó la planificación en 3D, lo que puede ser, inicialmente, un tanto elaborado y costoso, pero es más eficiente. Donde y cuando se necesiten secciones y vistas, estas pueden derivarse a la ubicación deseada directamente desde el modelo de armadura: una gran ventaja con respecto a los planos precisos y realistas y a la rápida aplicación de los cambios.

Entre las otras áreas importantes relacionadas con el uso del 3D se incluyen la planificación de la armadura de la muy complicada zona de intersección entre la superestructura y el pilón y la planificación del anclaje de los 80 cables de acero que conectan los tableros del puente del área principal y de retención con el pilón. Gracias a la planificación tridimensional, los tramos de cable y sus puntos de anclaje pudieron determinarse y visualizarse con precisión.

El punto fuerte de la planificación de la armadura en 3D radica, en particular, en la posibilidad de probar variantes. «Cuando se trabaja con condiciones geométricas complicadas en conjunción con elevados niveles de armadura, suelen surgir patrones de armadura complejos, que pueden elaborarse y optimizarse mucho más rápido usando la planificación en 3D con la animación en 3D. Pero incluso en una planificación de la armadura simple, vale la pena trabajar en 3D, en especial cuando se hacen cambios, ya que no es necesario adaptar el modelo 3D manualmente en todas las vistas transversales. Allplan



Con una longitud total de 964 metros, una altura total de 4,75 metros, una anchura de 45 metros y casi 43 380 metros cuadrados, el nuevo puente será el más grande de la región de los Balcanes.

Engineering proporciona una ventaja significativa en esas situaciones en comparación con las soluciones en 2D», explica Steffen Kühn.

#### Un intercambio de datos fluido

Allplan Engineering también proporciona un excelente servicio en lo relativo a la cooperación con su socio CHP de Friburgo (Alemania), que está ayudando con los picos de planificación bajo la supervisión general de LAP Consultants. «Como CHP también usa Allplan para la planificación de la armadura en 3D, el intercambio de datos transcurre

sin pérdidas de calidad ni de detalles. Además, la transferencia a otros formatos de datos carece de dificultades en la gran mayoría de los casos», confirma Steffen Kühn con satisfacción.

Todavía hay mucho que hacer antes de ese día de octubre de 2012 en el que está previsto que los primeros coches, ferrocarriles ligeros, motocicletas y peatones comiencen a usar el nuevo puente, y una buena parte de este trabajo se planificará usando Allplan Engineering. Esta prestigiosa estructura unirá a las personas durante los próximos cien años... por lo menos.

## ACERCA DE ALLPLAN

ALLPLAN es un proveedor global de software de diseño BIM para el sector AEC. Fieles a nuestro lema "Design to build", cubrimos todo el proceso: desde el concepto inicial hasta el diseño detallado final para la obra y la prefabricación. Los usuarios de Allplan crean entregables de la más alta calidad y nivel de detalle gracias a los flujos de trabajo ágiles. ALLPLAN ofrece una potente tecnología

integrada en la nube para respaldar la colaboración interdisciplinar en proyectos de construcción e ingeniería civil. En todo el mundo, más de 500 empleados dedicados continúan escribiendo la historia de éxito de ALLPLAN. Con sede en Munich, Alemania, ALLPLAN forma parte del Grupo Nemetschek, pionero en la transformación digital del sector de la construcción.

#### ALLPLAN Systems España S.A.

Calle Raimundo Fernández Villaverde , 30  
Esc.3, 1º Of.314  
28003 Madrid  
Tel: +34 915 71 48 77  
info.es@allplan.com  
allplan.com