

# PUENTE DE MUNDAIZ SOBRE EL RÍO URUMEA — SAN SEBASTIÁN (ESPAÑA) —

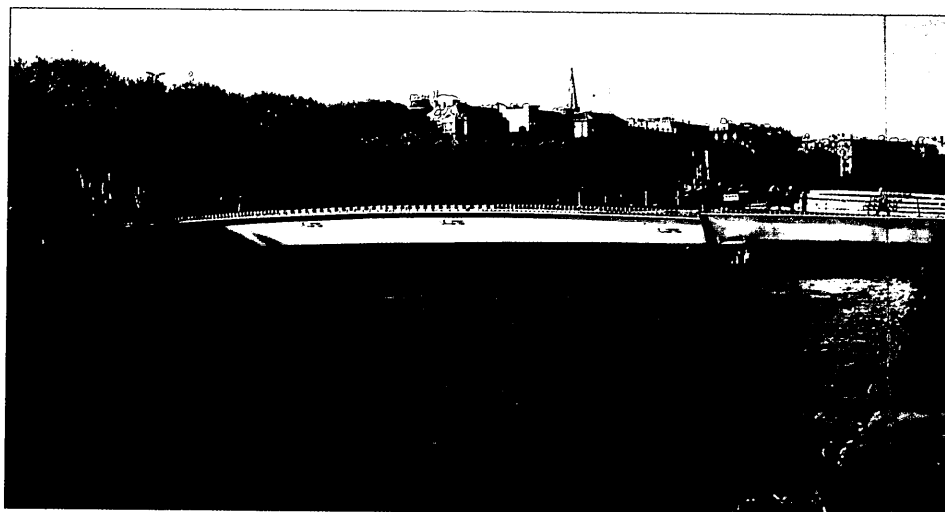
La importancia de esta obra no se fundamenta en su magnitud física ni en su dimensión presupuestaria. Su trascendencia se establece en la intensidad de la propuesta que —en silencio y serenidad— aborda todas las categorías de la excelencia, definiendo nítidamente las características ideales de una Obra Pública a comienzos del siglo XXI. En este sentido se ofrece a la presente convocatoria, como decidida respuesta cultural, tecnológica, estética, funcional y social a un hecho definido y preciso: cruzar un sencillo río en el interior de una bella ciudad.

En su esencia subyacen los tres pilares del quehacer humano: ética, estética y técnica en formidable impulso hacia lo profundo sustante.

- ◆ Ética, modo de actuación crucial de la razón práctica.
- ◆ Estética, en su profundo y verdadero sentido de sensibilidad
- ◆ Técnica, como conocimiento y dominio de la Naturaleza y sus leyes.

El puente se plantea sobre la base conceptual de lograr una obra que, profundamente vinculada al ámbito tecnológico y estructural, ofrezca una visión exterior de la más alta dignidad, armonía y serenidad, y a la vez, una intensidad y una potencia conseguidas a través de su realización en un solo vano de gran esbeltez: aproximadamente, un treintavo de su luz.

La tipología estructural del puente consiste en una solución mixta constituida por dos cajones metálicos semiabiertos; de sección trapezoidal ligeramente irregular suavemente variable en su lado exterior. Estos dos cajones se conectan a una losa de hormigón armado para formar una sección mixta de gran potencia que permite lograr una extraordinaria esbeltez y conseguir que, aún con la máxima cota de marea viva equinocial, el



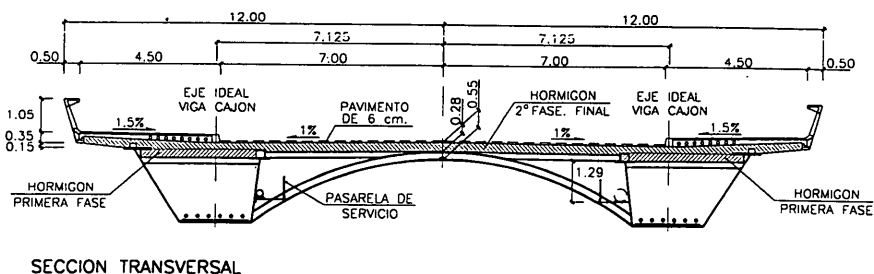
puente no sea afectado por ella, discurrendo libremente el agua bajo el puente.

Esta losa del tablero, además del trabajo global como cabeza de compresión del sistema principal mixto, trabaja también longitudinalmente en su trabajo local de reparto de carga, apoyándose transversalmente cada cuatro metros en unas riostras transversales que conectan las dos vigas cajón. La forma de pórtico-arco de las riostras favorece las condiciones resistentes y permite aligerar profundamente la visión del intradós del puente que, aunque directamente oculta, se percibirá mediante el reflejo en el agua entre ambos elementos principales, dotando al conjunto de este artesonado de una cualidad levemente vibrante. La rasante está suavemente peraltada para conseguir un

desagüe favorable y una sensación de levitación del tablero.

El conjunto del puente se completa con dos unidades ciertamente singulares destinadas a mejorar el trabajo básico de la estructura:

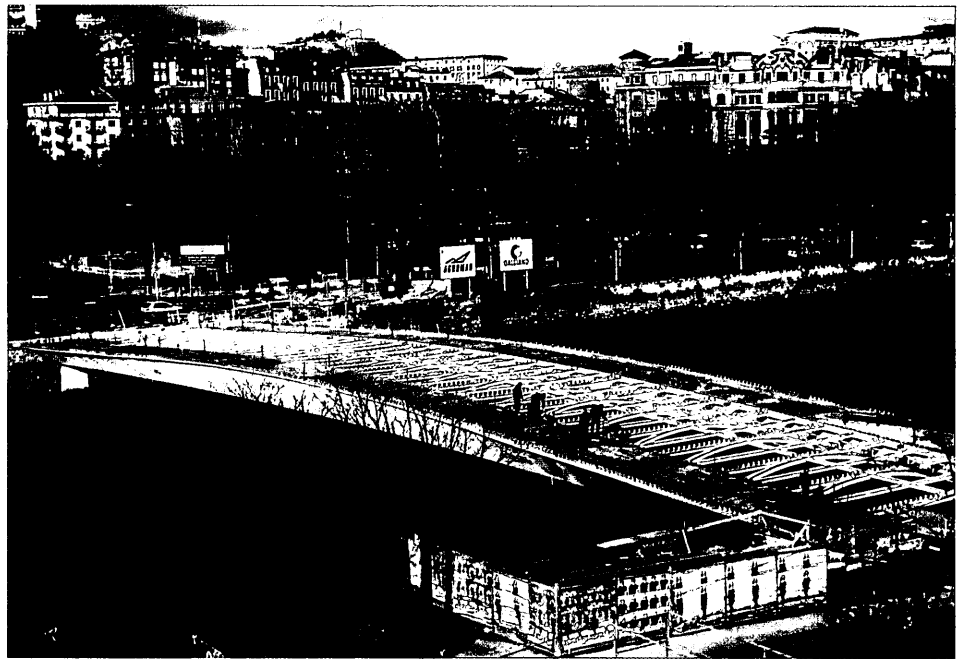
- ◆ En primer lugar, el pretensado exterior situado en el interior de las zonas centrales de los cajones que permite aligerar y reducir notablemente el coste del sistema.
- ◆ En segundo lugar, la creación de dos células atirantadas en los extremos que, actuando como leves empotramientos elásticos de valor controlado, permiten una distribución de flexiones más homogénea y favorecen el proceso constructivo.



El tablero del puente está compuesto por cuatro grupos de elementos resistentes enlazados entre sí para constituir el sistema portante del puente. Son:

◆ Dos vigas mixtas en cajón, de canto y ancho variables a lo largo de su directriz, formadas por dos piezas de acero de alta resistencia de sección transversal trapezoidal semiabierta, que se conecta en sus dos bordes superiores a una gran losa de hormigón de espesor variable. Cada viga se completa en su interior con una serie de diafragmas de celosía y rigidizadores de las almas. La unión entre ambos materiales, acero estructural y hormigón, queda confiada a tres grupos de conectadores; dos ubicados sobre las platabandas superiores, y el tercero, en el propio alma o en la pieza trapezoidal de célula superior rigidizante que se incluye en las zonas centrales de la platabanda exterior.

◆ Un sistema de 16 tirantes de anclaje que vinculados a las vigas cajón metálicas en sus extremos, se sitúan verticalmente y se anclan al sistema de cimentación. Estos tirantes, dotados de articulaciones esféricas en ambos extremos, se enfundan en vainas metálicas, que permiten incluir en su interior una emulsión de cera petrolífera. Independientemente y como protección adicional, la superficie de



los propios tirantes se protege mediante una pintura previa de brea-epoxi. El conjunto de los tirantes queda incorporado, y perfectamente accesible en todas sus unidades, a las cámaras previstas en los estribos. Con estas condiciones, el sistema de tirantes se puede controlar de forma precisa y está prevista la posibilidad de cambiar dichos tirantes, o efectuar operaciones de retesado o destesado.

◆ Un grupo de armaduras activas de pretensado exterior, dispuesto en el fondo de las vigas cajón y en su parte central, que determinan ahorros en

peso y condiciones resistentes adicionales a la estructura metálica de acero estructural a la cual se unen. El pretensado se lleva a cabo por medio de cordones aislados autoprottegidos mediante una triple barrera: galvanizado de los alambres que componen los cordones; vainas de polietileno de alta densidad y grasa petrolífera en el interior de éstas.

◆ Un sistema de perfiles de arriostramiento y unión entre vigas cajón, constituido por tres familias:

— Vigas riostra propiamente dichas, formadas por el acoplamiento de una pieza en arco y un dintel recto, situadas cada 4 m aproximadamente.

— Perfiles intermedios ortogonales a la directriz de las vigas cajón situadas también a distancias de 4 m entre sí, e intercalados entre vigas riostra que tienen una tarea fundamental: recoger los elementos de chapa plegada que constituyen el sistema de encofrado autoportante previsto para la realización del hormigonado de la losa del tablero en las zonas del interior de los cajones y entre éstos.

— Finalmente, un perfil longitudinal que arriostrando el conjunto de los dos anteriores tiene como misión



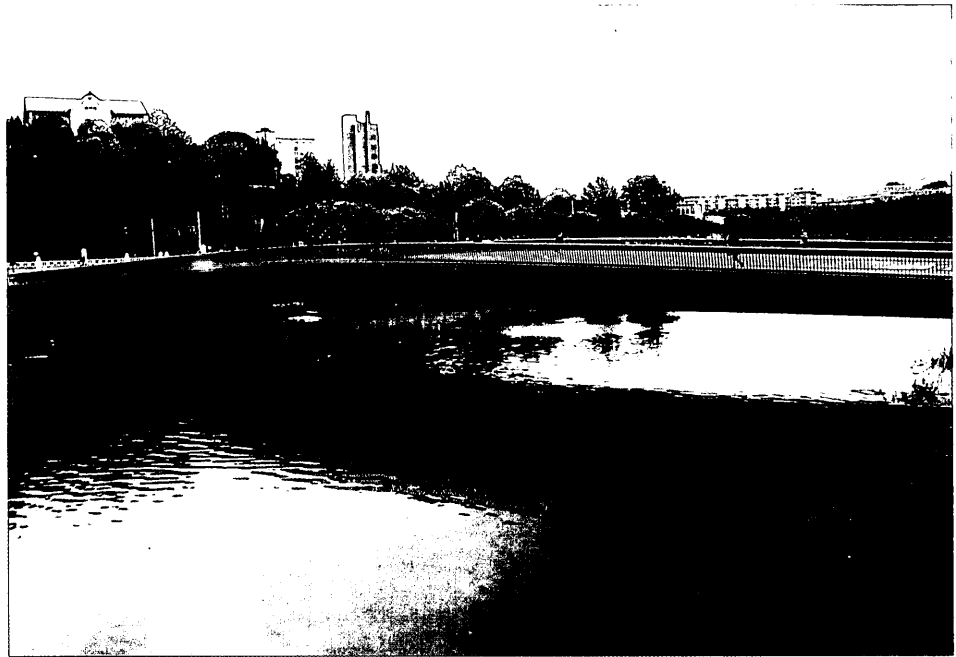
fundamental reducir la luz de los perfiles auxiliares intermedios y canalizar sus reacciones centrales hacia las vigas riostra.

Tanto este último elemento, como el perfil superior de las riostras quedan conectadas a la losa de hormigón, formando (en conjunto y combinación con las adecuadas armaduras pasivas de momentos negativos) vigas mixtas de carácter continuo y semiempotrado, que confieren una gran resistencia y rigidez a la losa del tablero.

La estructura del puente se completa con dos estribos no tradicionales. En efecto, y tal como ha quedado expuesto anteriormente, el puente presenta en sus extremos unas cámaras accesibles, que formalizan las células atirantadas de su tipología estructural y que se ubican bajo las aceras del paseo fluvial del Urumea. Estas cámaras se cierran en sus partes dorsal y laterales mediante muros de hormigón y/o elementos de pantallas o tablestacas, según las zonas y orilla; mientras que en su parte frontal, lo hacen mediante el muro de encauzamiento. Los adecuados registros en su parte superior permiten una sencilla accesibilidad para todo tipo de operaciones de control.

En el conjunto de este muro de encauzamiento se insertan las piezas de apoyo de las vigas cajón del tablero, prácticamente las pilas del puente. Piezas que están exclusivamente compuestas por elementos prismáticos verticales del mismo ancho aparente que el fondo de las vigas cajón, y situadas directamente debajo de las mismas. La cimentación de la estructura, que se reduce al apoyo de estas pilas antes descritas, se aprovecha para recoger el anclaje de los sistemas de tirantes. En la margen derecha, la cimentación es directa sobre la roca. Por el contrario en la izquierda, se lleva a cabo un pilotaje mediante cuatro elementos de  $\varnothing 1.25$  m por pila.

El proceso constructivo del puente respeta y mantiene la configuración de los márgenes, formando dos células extremas utilizando fragmentos de muro de la canalización actual situadas bajo la zona del puente, y dos grupos de tirantes situados dorsalmente a éstos, a unos cuatro metros hacia dentro de las márgenes,



nes, en el extremo de la losa de transición que finalmente completará el tablero.

Esta doble línea de elementos estructurales permite el montaje directo de las cuatro dovelas extremas de los cajones metálicos que, totalmente construidas y terminadas en taller, serán depositadas sobre los apoyos situados en los muros y fijadas por los tirantes extremos, situándose como cuatro voladizos, dos en cada margen, que permiten recibir directamente los tramos centrales de las dos vigas cajón. Estos cajones, asimismo construidos en taller, actuando ellos mismos como elementos flotantes mediante sencili-

los diafragmas provisionales de estanqueidad en sus extremos, se situarán sobre dos elementos auxiliares de flotación para ser guiados y conducidos hasta el centro de la corriente, y finalmente elevados mediante cables y gatos situados en los extremos de los voladizos, hasta su vinculación con éstos. Una vez unidos en continuidad con los voladizos, quedarán totalmente formados los dos cajones principales. Con la colocación de las riostras, la estructura portante recibirá las placas plegadas. El hormigonado del tablero, realizado de forma directa, culmina la totalidad de la obra. ■

#### FICHA TÉCNICA

<b>Promotor:</b>	Ayuntamiento de San Sebastián
<b>Proyecto:</b>	D. Julio Martínez Calzón y D. José Antonio Fernández Ordoñez (†), Ingenieros de caminos Ferroviales - Agroman y Construcciones Galdiano
<b>Empresa constructora:</b>	Ferroviales - Agroman y Construcciones Galdiano
<b>Presupuesto:</b>	543 millones de pesetas
<b>Plazo de ejecución:</b>	Marzo 1999 - Mayo 2000

#### CARACTERÍSTICAS

• <b>Tipo</b>	Tablero mixto formado por dos cajones metálicos semi-abiertos y losa de hormigón como cabeza de compresión
• <b>Longitud</b>	87,84 m
• <b>Ancho</b>	Variable de 24 m a 32 m
• <b>Luz central</b>	79,84 m
• <b>Acero estructural</b>	570 t
• <b>Hormigón</b>	1.922 m <sup>3</sup>
• <b>Armaduras pasivas</b>	201 t
• <b>Armaduras activas</b>	13 t