

Puente arco de tablero intermedio sobre el río Júcar en Alzira (Valencia)

José Romo Martín
Hugo Corres Peiretti



1. Introducción

La ciudad de Alzira en Valencia está bordeada por el este por el río Júcar. En la actualidad, el acceso de la ciudad se realiza por el oeste a través de dos puentes. El más antiguo es un puente arco metálico de tablero inferior que constituye uno de los hitos visuales de la ciudad desde las márgenes del río. La realización de un nuevo acceso a la ciudad por el Norte supuso la construcción de un nuevo puente sobre el Júcar.

La construcción de la citada obra fue realizada entre 1997 y 1998 por la Consellería de Obras Públicas de la Generalitat Valenciana, siendo el Director de las Obras D. Jorge Meliá. La empresa constructora de la obra ha sido una Unión Temporal de Empresas formada por Construcciones Sarrión, Ploder y Schwartz Hautmont, siendo el Jefe de Obra D. Jesús González Rienda. El proyecto del puente ha sido realizado por FHECOR Ingenieros Consultores y la Asistencia a la Dirección de Obra fue realizado por INARTEC con el asesoramiento de FHECOR Ingenieros Consultores.

2. Descripción de la estructura

2.1. Ideas previas

Los condicionantes básicos para el proyecto del puente fueron los siguientes:

- Condicionantes hidráulicos: el canto máximo del tablero admitido era de 1.40 m para permitir el paso bajo el mismo de la avenida de 500 años, sin tener que sobre elevar más la rasante.
- Condicionantes constructivos: imposibilidad de situar pilas en el agua para construir los apoyos del puente sin afectar ni comprometer por su construcción las condiciones hidráulicas del río, lo que conllevaba una luz de aproximadamente 90.00 m.

Puente arco de tablero intermedio sobre el río Júcar en Alzira (Valencia)

- Condicionantes geotécnicos: la necesidad de efectuar una cimentación profunda, ya que hasta una profundidad de 35.00 m aproximadamente no existía un sustrato donde cimentar.
- Condicionantes geométricos: debido al trazado necesario para enlazar la nueva vía con la trama vial de Alzira, el cruce del río resulta con un esviaje próximo a los 45°.
- Condicionantes estéticos: por ser una puerta la ciudad que se encuentra tan sólo a unos 500 m de la obra, ésta debería tener un tratamiento de tipo urbano.

2.2 Solución adoptada.

- Para estos requisitos de gran esbeltez (canto/luz=1/65) junto con las condiciones de cimentación (pilotes cimentados a gran profundidad) una de las soluciones clásicas es la de un arco con tablero inferior, que es la tipología del puente existente aguas arriba del nuevo puente (Figura 2).

Este tipo de soluciones permite cubrir grandes luces sin transmitir reacciones horizontales a la cimentación.

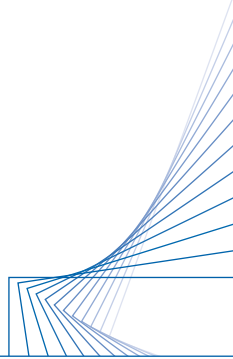
Sin embargo, en el presente caso, se ha adoptado una solución de arco intermedio que permite salvar una luz mayor situando una menor cantidad del arco sobre el nivel del tablero. Ello evita una estructura excesivamente elevada para el entorno de la obra y tiene una serie de ventajas constructivas al reducirse la luz del arco sobre el tablero, lo que facilita considerablemente su construcción. Esta solución evita también la transmisión de cargas horizontales al terreno.

La solución finalmente construida corresponde así a un puente con dos arcos intermedios con un vano principal de 87.00 m de luz y una longitud entre puntos de anclajes de 103.80 m y total entre extremos exte-



Figura 2. Puente antiguo sobre el río Júcar.

Puente arco de tablero intermedio sobre el río Júcar en Alzira (Valencia)



rios de cajones laterales de 143.80 m. El ancho total del tablero es de 13.80 m albergando dos carriles, dos vías ciclistas y dos aceras.

El sistema estructural está formado por dos arcos situados sobre la rasante, un tablero suspendido de éstos y dos vanos laterales, que se conectan al arranque de los arcos mediante palas inclinadas para formar un sistema estructural sin reacciones horizontales.

Este sistema necesita de sendos contrapesos que debe absorber los tiros verticales que se producen en los extremos de los vanos laterales del tablero.

La flecha total resultante de la estructura medida desde la clave de los arcos hasta el punto de arranque en la cimentación es de 16.80 m, lo que supone una relación flecha/luz global de $16.80/87.00=1/5.18$.

En relación con los materiales empleables, la filosofía inicial del proyecto suponía un empleo de los materiales clásicos de construcción coherente con un funcionamiento óptimo de los mismos, constituyendo el puente una estructura mixta en el sentido más amplio de la palabra.



Figura 3. Nuevo puente sobre el río Júcar.

Para ello se pensó en emplear hormigón en aquellos elementos comprimidos: palas inclinadas y arcos, y acero en los elementos traccionados: péndolas y tablero.

Esta filosofía se ha mantenido en lo posible con el único cambio de los arcos situados sobre la rasante, que se han realizado en acero estructural por razones constructivas.

Puente arco de tablero intermedio sobre el río Júcar en Alzira (Valencia)

Los dos arcos se han construido, por tanto, en acero estructural con chapas esbeltas rigidizadas. El trazado de los mismos es parabólico y su luz desde los puntos de intersección con el tablero es de 58.00 m con una flecha de 8.40 m, lo que supone una relación flecha/luz de 1/6.91.

La sección transversal de los arcos es de canto variable, desde 1.00 m en arranques (canto/luz=1/58), hasta un mínimo en clave de 0.60 m (canto/luz=1/97).

Como es bien sabido, en esta tipología estructural uno de los principales problemas es el posible pandeo de los arcos fuera de su plano, especialmente en el caso de elementos metálicos como son los dos arcos del puente.

Por ello, y aunque el pandeo se encuentra limitado por el efecto de arriostramiento que supone el tiro de las péndolas, se han diseñado los

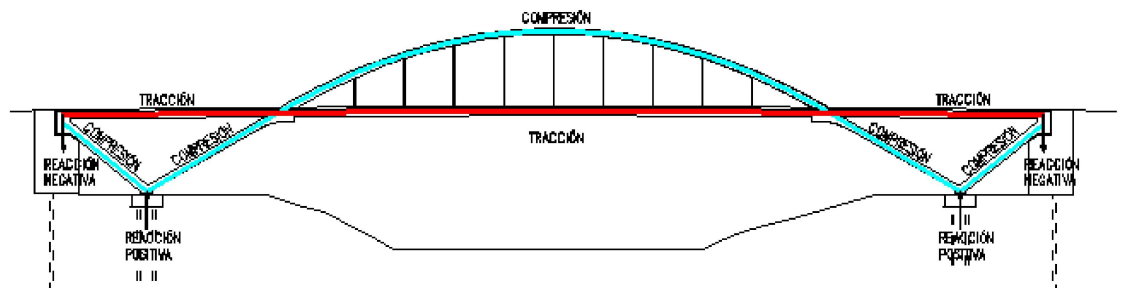
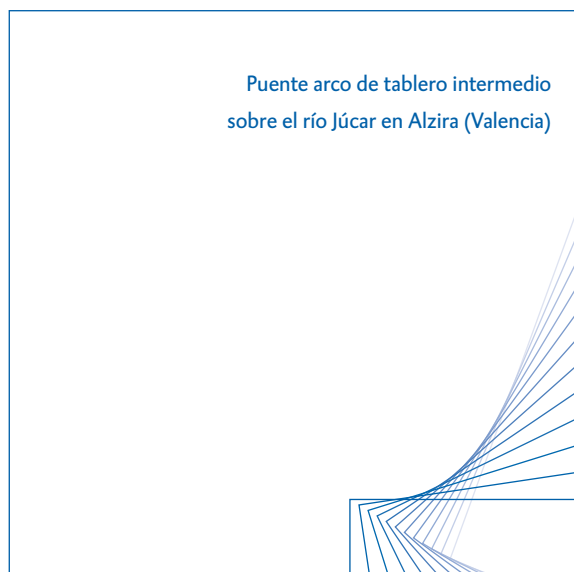


Figura 4. Sección longitudinal. Flujo de fuerzas.



Figura 5. Alzado de los arcos.



arcos con canto lateral (ancho) variable pero en el sentido inverso al crecimiento del canto vertical. Así el ancho es mínimo en arranques: 0.80 m (canto/luz=73) y máximo en clave: 1.60 m (canto/luz=36). Esta disposición permite tener el canto transversal máximo allí donde es necesario para controlar la inestabilidad por pandeo lateral de los arcos.

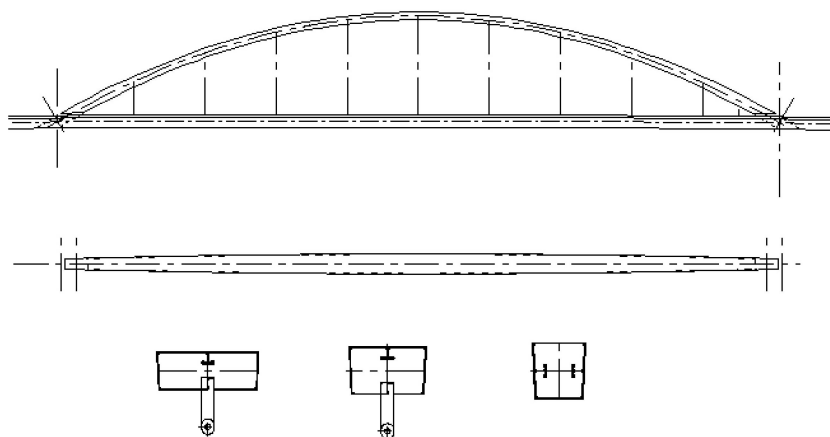


Figura 6. Variación de las dimensiones de los arcos.

Asimismo, el menor ancho en arranques permite una cómoda integración del arco en su conexión con el tablero y un menor ancho de plataforma necesario. Esta idea de indudable utilidad no es más que revisión actual de la propuesta de Robert Maillart para la pasarela de Tessin-Steg en Suiza en 1936 con otro material (acero estructural en lugar de hormigón armado), y en otra tipología (puente arco de tablero intermedio en lugar de puente arco de tablero inferior).

Los dos arcos se ven sujetos en sus arranques por el tablero que actúa como un gran tirante. Éste está constituido por dos vigas cajón de acero estructural situadas en los mismos planos verticales que los arcos. El canto de los cajones es de 0.80 m y tienen un ancho de 1.60 m, sobre ellos se sitúa una losa de 0.20 m de espesor que soporta las cargas del tráfico. Para disminuir la flexión local en la losa ésta se apoya sobre vigas transversales metálicas separadas 2.75 m que transmiten las cargas a los dos cajones principales. Cada cajón se suspende mediante 9 péndolas que se encuentran separadas el doble que la distancia entre vigas transversales (5.50 m) para disponer así de un conjunto modulado que se adapte al esviaje y a la separación entre arcos.

El sistema formado por los arcos, el tablero y las péndolas está sustentado por dos grandes células triangulares, que están constituidas por dos palas inclinadas de hormigón que funcionan como dos grandes bielas y la prolongación del tablero que funciona como un gran tirante.

Las palas que suponen la prolongación de los arcos bajo la rasante tienen una inclinación de 30° con la horizontal y un espesor variable desde 0.60 m en arranques (canto luz $0.60/87.00=1/145$) a 0.90 m en el encuentro con los arcos y el tablero. Las palas que confluyen sobre los

Puente arco de tablero intermedio sobre el río Júcar en Alzira (Valencia)

contrapesos forman un ángulo de 45° con la horizontal y tienen un espesor constante de 1.00 m

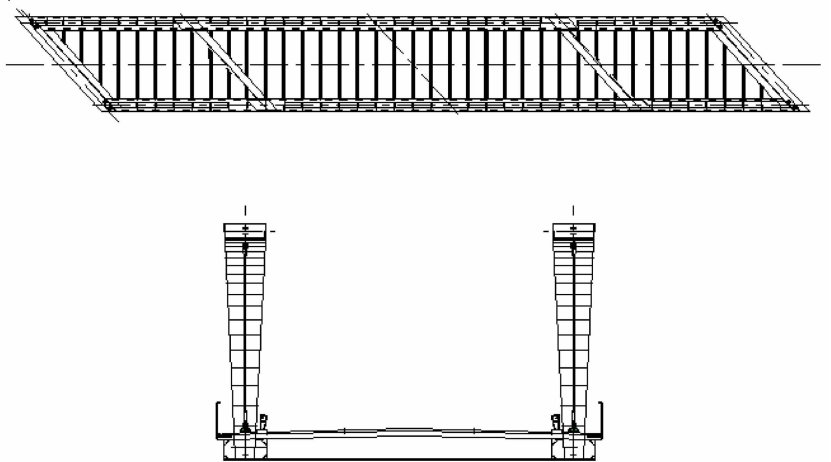


Figura 7. Planta y sección del tablero.



Figura 8. Palas.

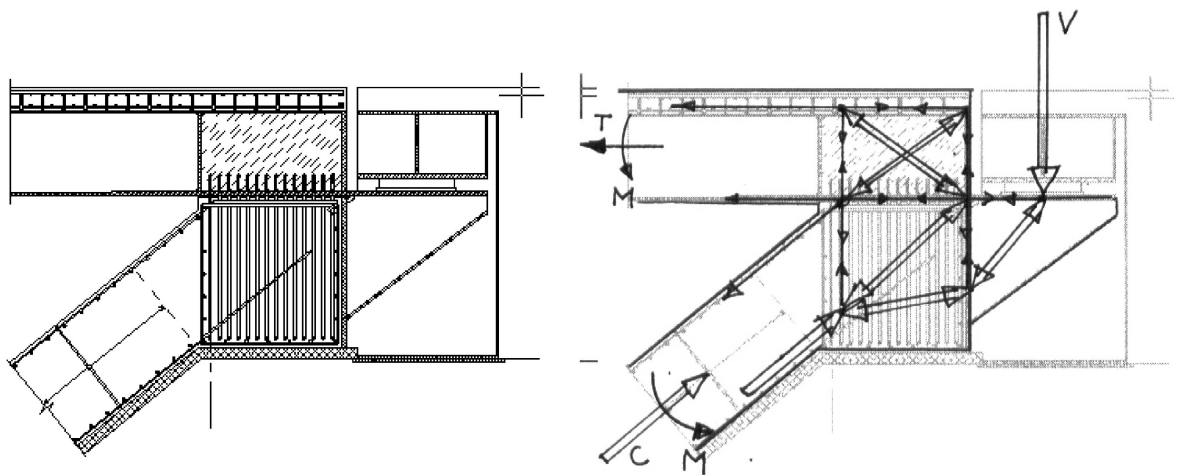
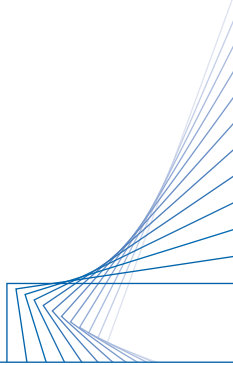


Figura 9. Nudo tablero-pala posterior.

Puente arco de tablero intermedio
sobre el río Júcar en Alzira (Valencia)



Debido al esviaje las palas funcionan como dos grandes láminas con un comportamiento de tipo espacial.

Las palas se apoyan en su parte inferior en neoprenos que transmiten a su vez la carga a dos filas de pilotes prefabricados hincados de 0.35 m de lado y una profundidad próxima a los 30 m.

En el encuentro de las palas con el tablero en la parte más alejada del mismo se produce un tiro vertical que se transmite mediante dos ménsulas y sus correspondientes neoprenos, a dos contrapesos de hormigón armado que se encuentran a su vez solidarizados a dos vanos de aproximación construidos en hormigón armado, que contribuyen con su peso a la estabilidad del conjunto y mejoran las condiciones de desahüe en caso de avenidas del río.

Los puntos de conexión tablero-arcos-palas principales y tablero-palas posteriores contrapesos constituyeron puntos importantes del diseño que se analizaron con modelos de flujos de fuerzas generalizados al hormigón, a la estructura metálica y a las conexiones entre ellos.

2.3 Procedimiento constructivo

La construcción se realizó comenzando por las cimentaciones, contrapesos, vanos de acceso y palas sobre cimbra siguiendo un orden riguroso (figura 10) para que las cimentaciones de cada uno de estos elementos no fuesen penalizadas por el procedimiento constructivo. La distribución de carga entre los diferentes elementos portantes: cimentación de palas y contrapesos depende fuertemente del orden de colocación u



Figura 10. Procedimiento constructivo.

Puente arco de tablero intermedio
sobre el río Júcar en Alzira (Valencia)

hormigonado de las diferentes fases, por lo cual este aspecto se cuidó especialmente.

Previamente a la colocación del tablero metálico en el tramo metálico se procedió al descimbrado de las células laterales.

Sobre los cajones metálicos se colocaron las prelosas para el hormigonado de la losa superior y la ferralla del tablero.

Simultáneamente, se colocaron los arcos metálicos en dos tramos cada uno mediante grúas situadas en las márgenes.

El tesado de las péndolas se hizo apretando unos tornillos dispuestos para tal fin ya que los terminales de las péndolas no tenían posibilidad de ajuste, recuperándose así la contraflecha prevista.

Por último, se procedió a hormigonar el tramo central del tablero y realizar las tareas de acabados.

3. Consideraciones finales

El diseño realizado para el nuevo puente sobre el río Júcar ha intentado cumplir con los condicionantes planteados: requerimientos funcionales, hidráulicos, geotécnicos, integración urbana, calidad formal, costos, etc.

La solución adoptada constituye una propuesta que optimiza el uso de los materiales constituyendo un puente mixto en el sentido más amplio de la palabra, lo que ha sido muy importante para resolver los problemas planteados.



Figura 11. Conexión péndola-tablero. Tesado de péndolas.

4. Referencias

- [1] A New Composite Arch Bridge in Alzira (Spain). José Romo, Hugo Corres. Nordic Steel Construction Conference ' 95
- [2] Proyecto Mejora de la Conexión de la Carretera C-3322 y Acceso Norte a Alzira. Puente sobre el Río Júcar. Generalitat Valenciana 1994
- [3] Robert Mallairt. Max Bill. Verlag für Architektur AG.

Puente arco de tablero intermedio
sobre el río Júcar en Alzira (Valencia)

