

PASARELA SOBRE EL RÍO EBRO EN LA EXPO DE ZARAGOZA

Javier MANTEROLA ARMISÉN

Dr. Ingeniero de Caminos
Carlos Fernandez Casado, S.L.
jmanterola@cfcsl.com

Miguel A. GIL GINÉS

Ingeniero de Caminos
Carlos Fernandez Casado, S.L.
magil@cfcsl.com

Antonio MARTÍNEZ CUTILLAS

Dr. Ingeniero de Caminos
Carlos Fernández Casado, S.L.
amartinez@cfcsl.com

Amando LOPEZ PADILLA

Carlos Fernandez Casado, S.L.

Silvia FUENTE GARCÍA

Ingeniero de Caminos
Carlos Fernandez Casado, S.L.
sfuente@cfcsl.com

Resumen:

Esta pasarela de 235 m de longitud, cruza el río Ebro junto a la Expo 98. Longitudinalmente la pasarela de 235 m de longitud se divide en dos vanos, el que salta el río de 140 m de luz y 95,00 m el que constituye su compensación. La estructura resistente es la sección elíptica, eliminada la zona acristalada, y está constituida por una chapa metálica continua, de espesor constante en la sección transversal y variable a lo largo de la pasarela entre 20 mm y 80 mm.

Palabras Clave: .

Pasarela curva atirantada. Tablero de acero con losa ortótropa.

1. Introducción

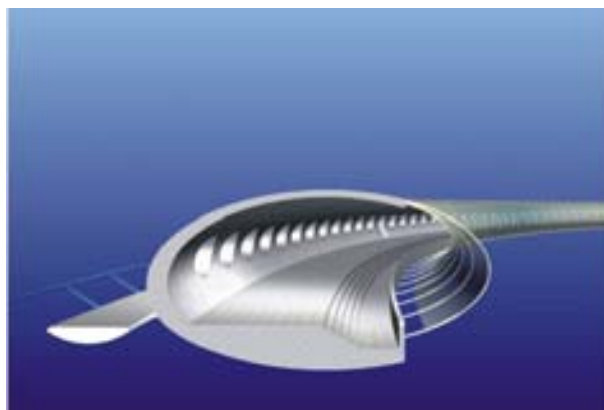
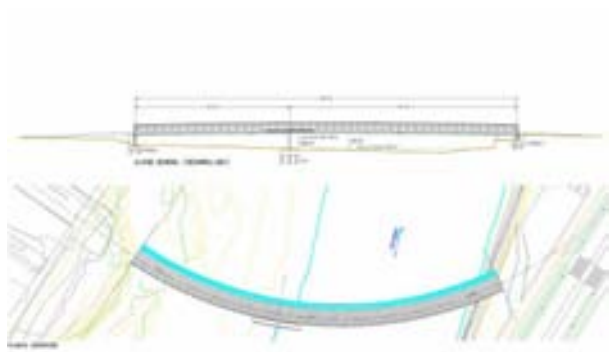


Fig. 1

Desde el principio enfrentamos el problema estableciendo como criterio salvar las aguas del Ebro de un solo salto y compensar ese salto en el vano situado sobre el tramo de avenidas.

Con esta idea básica planteamos dos propuestas. Una solución, en dintel de sección tubular abierta por el lado donde se instala la Expo 2008, Fig. 1, y otra segunda solución atirantada, ambas, con dos vanos, de 140 m. sobre el río y 95 m. sobre el tramo de Avenidas Fig. 2.

Existen muchas otras soluciones para resolver pero nos parecía que un caso como el presente merecía la pena hacer algo especial, que reflejara el avance de la tecnología actual en este campo. La primera solución fue descartada con consecuencia del mayor corte económico que la segunda.

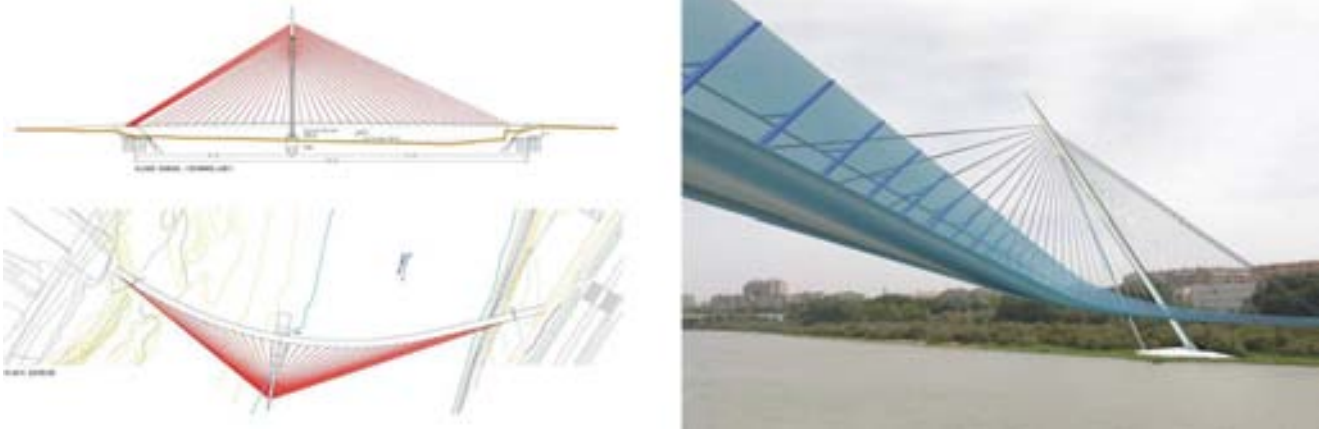


Fig 2

2. Descripción de la obra



Fig. 3 y 4

Las pasarelas atirantadas son especialmente espectaculares a precios razonables, para su utilización con luces muy grandes, (141 m. y 94 m. en nuestro caso). Son además, especialmente adecuadas para adoptar disposiciones rectas y curvas en planta y controlar el juego geométrico que se puede obtener con los tirantes. Cuando la planta de la pasarela es curva y la pila inclinada, como este caso, el resultado formal y estético resultante es muy atractivo. Este efecto se potencia por la noche con una iluminación dispuesta en la dirección de los tirantes y de las pilas, lo que da lugar a una cortina de luz muy hermosa. Combinado esto con una iluminación adecuada del suelo y la utilización de un color atractivo para los tirantes y las pilas resulta un efecto deslumbrante, muy adecuado para casos como el presente. Fig. 3 y 4.

La planta adoptada para la pasarela es la misma que en la primera solución y los apoyos se sitúan en los mismos puntos, pero su dimensionamiento es mucho más adecuado pues, en primer lugar, la anchura sólo es de 4,5 m. y además es atirantada desde una pila intermedia, situada en el borde del río. La longitud desarrollada de la pasarela es de 235 metros, 141 metros sobre el cauce y 94 en el vano de avenidas. El eje es curvo de radio 230

metros los primeros 188 metros desde el estribo 1, y recto en los 47 metros restantes, cercanos a la margen izquierda. Esta desviación del trazado original de radio constante es necesaria para que los tirantes próximos al estribo 2 no invadan la zona de tránsito de peatones. Fig. 5 y 6



Fig. 5 y 6

Presenta una serie de características específicas.

1º) El dintel es totalmente metálico, tiene 4,5 m. de anchura y 1 m. de canto. La losa superior es metálica, en este caso en un solo plano horizontal y la inferior curva de radio 3 metros. Los espesores de estas chapas son moderados, variando entre 12 y 15 mm, en el vano de 94 metros y llegando a 30 mm en el vano sobre el río, salvo en los 5,90 metros próximos a los estribos que los espesores son considerables llegando a 50 mm. La celda exterior del lado de los tirantes, es necesario rigidizarla, quedando dividida en dos partes por una chapa horizontal de 16 mm de espesor. Tanto la chapa superior como la inferior se rigidizan longitudinalmente con perfiles en T. Fig 7.

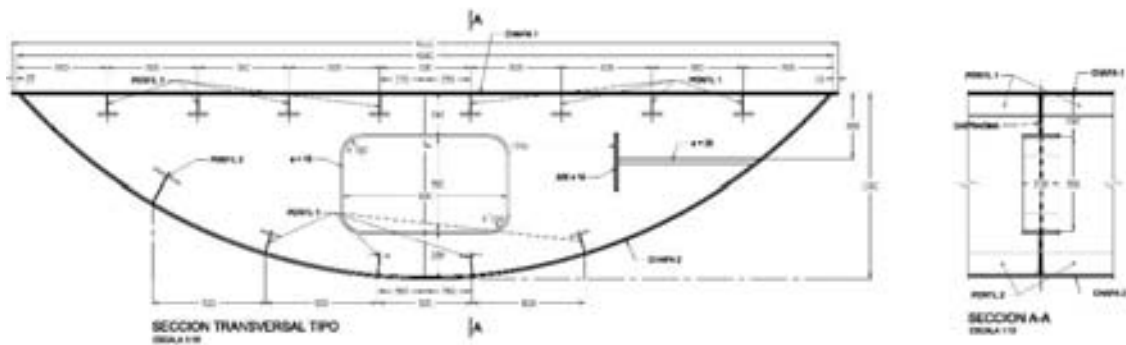


Fig 7

2º) El dintel cuelga de la torre de un solo borde y ese borde es el interior, de manera que la visión del usuario sobre la expo 2008 no presenta el obstáculo de la presencia de los tirantes.

3º) El problema resistente que presenta colgarlo desde un solo borde se resuelve por la planta curva del dintel que transforma la torsión en flexión. Un giro torsional de cualquier sección, produce por la curvatura en planta de la pasarela, desplazamientos verticales en el conjunto de tirantes que lo contrarrestan incrementando su tensión. La unión del tirante a la sección de la pasarela se realiza por medio de dos chapas trapeciales, entre las que se aloja el tirante y en cuyos bordes inferiores se apoya la placa de anclaje. Se cierra el alojamiento del anclaje con una chapa superior provista de una taladro para el paso del tirante, soldada a las anteriores. Fig. 8

4) La pila es inclinada. Tiene 90 m. de longitud, 78,3 m. de altura respecto a su empotramiento en el cimiento y 30º de inclinación respecto a la vertical. Su sección es circular de radio variable, desde 1,1 m. en su empotramiento en la base hasta 0,9 m. a 79,5 m. se distancia respecto al empotramiento. Desde este punto hasta la parte superior, a 90 m. de distancia el diámetro disminuye hasta hacerse nulo. El espesor de las chapas varía desde 40mm. en el cuerpo principal

de la pila, hasta 10 mm. en la parte superior no resistente. Se rigidiza interiormente con coronas circulares de diámetro, ancho y espesor variable. La separación entre ellas varía según las zonas de la pila, siendo de 1.50 metros en la zona inferior y de 0.20 metros en la zona de anclaje de los tirantes. Los tirantes se anclan a la torre por medio de unas orejetas triangulares que se sueldan a la pila. Estas orejetas están provistas de un taladro en el que se introduce el bulón de anclaje del tirante, reforzado con chapas en forma de coronas circulares a ambos lados de las orejetas.

5) Los tirantes son de dos tipos: Fig 9

Tipo 1: 46 cables cerrados de los que cuelga el dintel con diámetros variables entre 31 mm. y 45 mm. Los primeros 8 tirantes, del T-1 al T-8 anclan en el estribo 1 y los demás en el tablero. No hay tirante en el estribo E-2.

Tipo 2: Se trata de dos tirantes que sostienen la torre para evitar su vuelco hacia delante. Su diámetro es de 120 mm y parten de la zona superior de la torre para anclarse en su propia cimentación.

6) Estribos

El dintel se empotra en los estribos y se libera únicamente el giro de eje vertical. Este hecho determina la presencia de micropilotes inclinados y contrapeso trasero para estabilizar el tiro. Esta sujeción reduce mucho la flexión de eje vertical del dintel. A tal efecto la pasarela se prolonga por medio de dos chapas de 50 mm de 8 metros de longitud que quedan embebidas en el estribo, y verticalmente se ancla con un rastrillo de acero también embebido.



Fig 9

En el estribo 1 es necesario disponer un alojamiento para el anclaje de los 8 tirantes que llegan a él.

7) Cimentación de la torre: La cimentación finalmente propuesta transmite las cargas por medio de 8 pilotes de 1,50 metros de diámetro. El encepado es de grandes dimensiones ya que el brazo necesario es considerable para evitar el

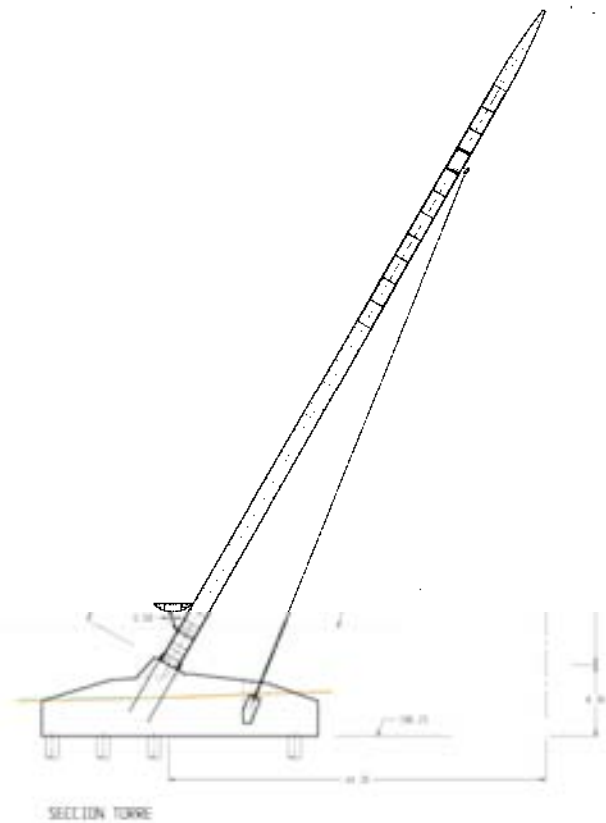


Fig 8

Los estribos son dos macizos de hormigón armado de 17,30 metros de longitud de sección irregular para adecuarse a las necesidades de la pasarela, y debido a que la cimentación es escalonada y a que la parte visible del estribo se ha diseñado inclinada para suavizar el efecto visual.

La cimentación se ha propuesto de micropilotes de 100 toneladas de capacidad portante. Las cargas se transmiten al terreno por medio de micropilotes de 100 toneladas de capacidad portante. Para soportar las cargas verticales se necesitan 84 micropilotes, y otros 28 ligeramente inclinados hacia el río para las horizontales.

La pasarela se apoya en los estribos a través de neoprenos zunchados.

vuelco de la torre, se trata de un encepado rectangular de 32,50 metros de largo por 7 metros de ancho, canto variable entre 4 y 7,25 metros. Para conseguir que la pila arranque de la cimentación con la inclinación adecuada se dispone un tetón en la cara superior del encepado. En la zona de anclaje de los dos tirantes traseros se ha dejado una galería visitable desde la que se realizará el tesado de los mismos y en un futuro servirá para inspección de los anclajes.

La sección inferior de la torre va soldada a una chapa base con forma de corona circular de 2,70 metros de diámetro y 60 mm de espesor, que se anclan al encepado por medio de 36 barras tipo gewi de 40 mm de diámetro y 7 metros de longitud.

8) Detalles complementarios

El dintel dispone de una pantalla contra el viento, de cristal, de 2,61 m. de altura, colocada en el lado desde donde viene el viento predominante. Fig 10

La iluminación de uso de los peatones se realiza desde fluorescentes continuos situados en el pasamanos de las barandillas. Toda la pasarela dispone de una iluminación ornamental. Un proyector por cable dirigido desde el dintel en dirección de cada uno de los tirantes e iluminación inferior del dintel y de las pilas.

3. Construcción

La construcción de la pasarela se ha propuesto apeada, utilizando cinco apoyos provisionales intermedios sobre el río y los tramos de avenidas. Estos apoyos provisionales sirven para sujeción del dintel, fabricado por trozos, mientras se suelda y se da la continuidad. La pila necesita un puntal provisional para sostenerla en posición antes de que se sujete con y a la pasarela. Fig. 11 a, b y c.

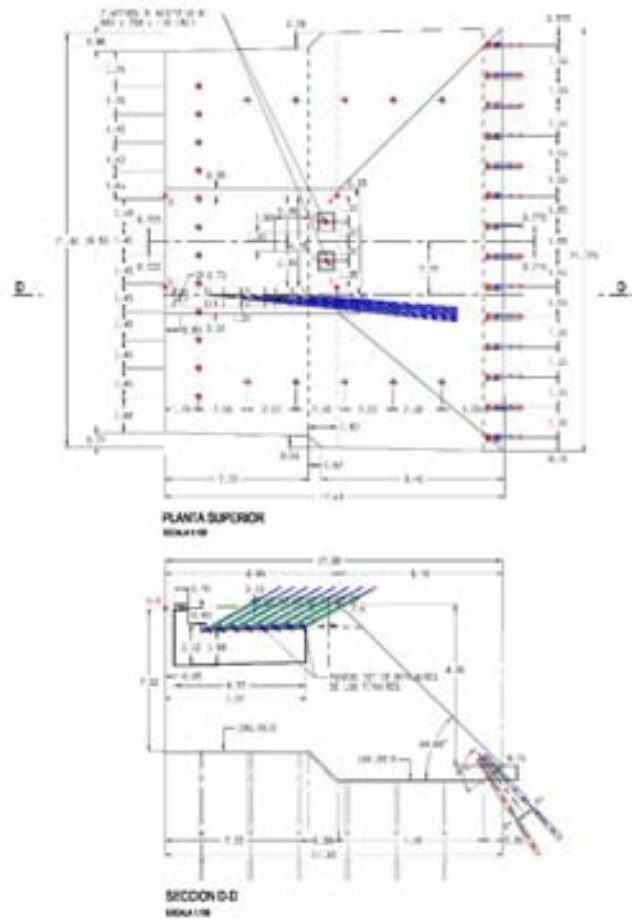


Fig 10



Fig. 11 a, b y c

Se coloca en primer lugar el dintel sobre los apoyos provisionales y se procede a su soldadura.

El dintel se ancla a los estribos.

Se disponen los tirantes tanto de pila como del dintel y se van poniendo en carga simultáneamente. Se eliminan finalmente los apoyos provisionales.

Para el cálculo de esfuerzos y deformaciones se ha adoptado un modelo espacial de barras, 150 nudos y 190 barras. Las cargas utilizadas son peso propio, carga muerta, asientos, cuatro sobrecargas de uso, ocho hipótesis de viento y cuatro de temperatura. Se han realizado las combinaciones pertinentes para obtener los esfuerzos más desfavorables para todas las barras en estado límite de servicio y de rotura.

Se ha realizado así mismo un cálculo dinámico para controlar el confort de paso de los usuarios.

FICHA TÉCNICA:

Nombre de la obra: Pasarela peatonal ámbito U4-U5 "Parque de la Almozara"

Promotor: Consorcio Expo Zaragoza 2008

Autor del proyecto: Javier Manterola, Miguel A. Gil, Antonio Martínez, Silvia Fuente, Amando López

Director del Proyecto: Javier Monclús

Empresa consultora: Carlos Fernández Casado, S.L.

Empresa constructora: Fomento de Construcciones y Contratas

Director de obra: Lorenzo Polanco

Jefe de Obra: David Pérez

Control de calidad: INOCSA

Presupuesto: 5.940.000 €