

PUENTE ATIRANTADO PUERTA DE LAS ROZAS SOBRE LA A-6, MADRID

Juan José Arenas de Pablo	Pascual Garcia Arias	Guillermo Capellán Miguel	Miguel Sacristán Mont.
Dr. Ingeniero de Caminos	Ingeniero de Caminos	Ingeniero de Caminos	Ingeniero de Caminos
ARENAS & ASOCIADOS	IDOM	ARENAS & ASOCIADOS	ARENAS & ASOCIADOS
Presidente	Director de Obra	Director Técnico	Coordinador de Proyectos
jjarenas@arenasing.com	pga@idom.es	gcapellan@arenasing.com	msacristan@arenasing.com

Resumen

Desde el verano de 2007 está en servicio el nuevo puente atirantado "Puerta de las Rozas" que sobrevuela la A-6 creando un nuevo acceso a la ciudad de las Rozas. Esta nueva estructura y reconocible imagen para los usuarios de la carretera de la Coruña en su entrada a Madrid es el fruto de tres años de trabajo en sus distintas fases de encaje, concurso, proyecto y ejecución. Se trata de un puente atirantado asimétrico de 102 m de luz con un ancho de tablero de 20 m, suspendido por 9 parejas de tirantes centrales de un único mástil formado por dos células triangulares que incluyen los tirantes rígidos de contrarresto anclados a contrapeso. La configuración espacial del mástil con bielas metálicas rellenas de hormigón y tirantes rígidos metálicos, el estribo contrapeso enterrado, y el tablero con acera y atirantamiento central, junto con su diseño y procedimiento constructivo sobre la autovía en uso hacen del puente una estructura singular.

Palabras Clave: Puente atirantado asimétrico, las Rozas, mástil triangular único, tirantes rígidos, sección mixta.

1. Introducción

El puente "Puerta de las Rozas" conforma un nuevo paso superior sobre la carretera de la Coruña y el conjunto de viales anexos, con el objetivo de crear un nuevo acceso al término municipal de las Rozas y mejorar también la comunicación entre los barrios a uno y otro lado de la A-6. El cruce se produce a escasos 20 Km. de la ciudad de Madrid en una zona de tráfico intenso, con una planta esviada 20° respecto a la autovía, lo cual unido al futuro ensanchamiento de la A-6 da lugar a la luz de 102 m de la estructura.

El puente es el resultado de un concurso de ideas promovido por el Ayuntamiento de las Rozas en Enero de 2005, en el que resultó ganador el diseño presentado por Arenas & Asociados formando equipo con la ingeniería IDOM para desarrollar también el conjunto de viales de conexión en ambas márgenes y su urbanización. El proyecto del nuevo puente se planteaba desde el ayuntamiento con este objetivo funcional de mejorar la comunicación del municipio, y con la finalidad simbólica de convertirse en una imagen o icono que marque el acceso a Las Rozas y que pudiera asociarse con la ciudad. Tras el resultado del concurso el Proyecto de Construcción se finalizó en Junio de 2005, comenzando la ejecución a principios de 2006, para finalizar en Junio de 2007, con ejecución de la empresa FERROVIAL.

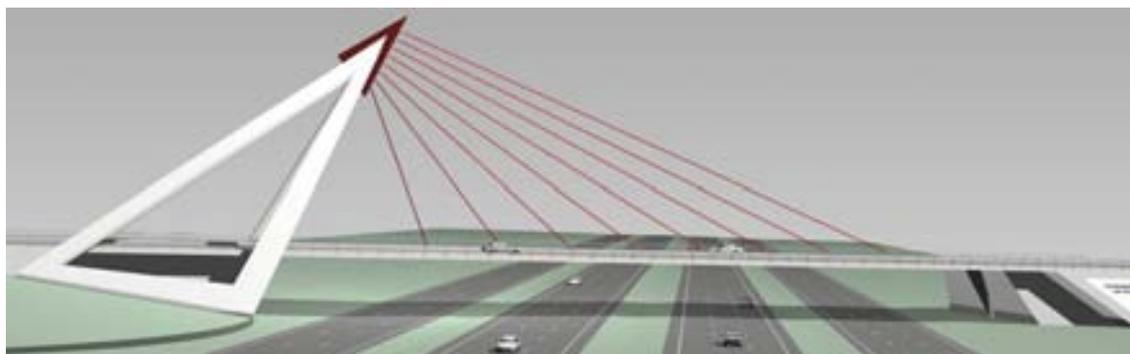


Fig. 1: Infografía del diseño para el Concurso de Ideas.

2. Descripción de la Estructura

2.1 Encaje y emplazamiento

El cruce consiste en un paso superior sobre la N-VI y sus viales de servicio con un esviaje en planta de unos 20° y luz estricta total de unos 84 m. La primera decisión es la de evitar apoyos intermedios y saltar esta luz con un único vano, para eliminar la posible afección a la N-VI con la ejecución de pilas intermedias, y las limitaciones que estas impondrían al aumento y modificación de las plataformas de calzada de los viales previstas. De igual forma la mencionada búsqueda de un hito paisajístico con la construcción del nuevo puente requiere esta decisión de salvar con un trazo único el obstáculo que suponen los viales. La luz se aumenta hasta los 102 m para dotar de desahogo visual al tráfico, lo que supone también una ventaja fundamental y una mejora de las condiciones de seguridad durante la ejecución y en la posterior vida útil de la estructura, como lo es el propio hecho de no disponer pilas en medianas o tercianas. Permitiendo también la luz de 102 m situar los estribos perpendiculares al cruce.

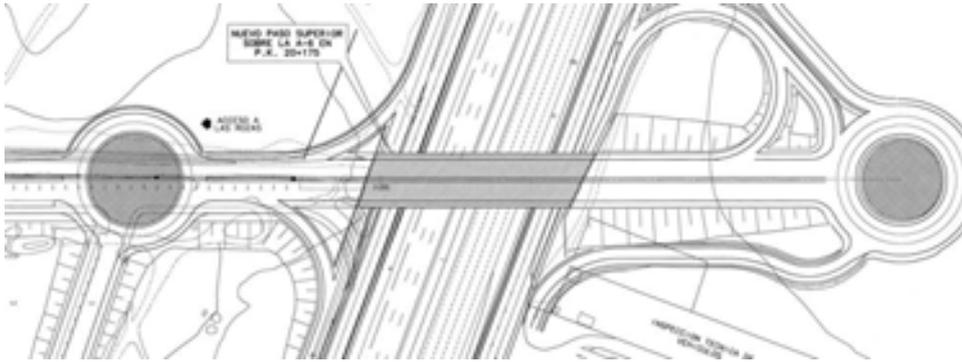


Fig.2: Planta general de las condiciones del cruce esviado.

El encaje se ve afectado de forma importante tanto por el esviaje como por las condiciones de la rasante y el trazado de los accesos. El tablero debe contar con un canto mínimo para evitar incrementar innecesariamente la pendiente de los accesos. Esto justifica la elección de la tipología atirantada que resuelve con un canto máximo de 1.72 m los 102 m de luz, lo supone una esbeltez de $1/60$. Aún así la pendiente en accesos alcanza el 8%, lo que da lugar a una rasante fuertemente alomada en el tablero. Además existe una diferencia de cotas entre uno y otro margen que supone una pendiente entre estribos del 2.3% que afecta a la percepción del conjunto.

Los condicionantes del esviaje y la pendiente entre estribos dan un cierto carácter asimétrico al cruce. El entorno semiindustrial marca el umbral de percepción, e invita a concebir una estructura con una altura superior a los 20-30 m.

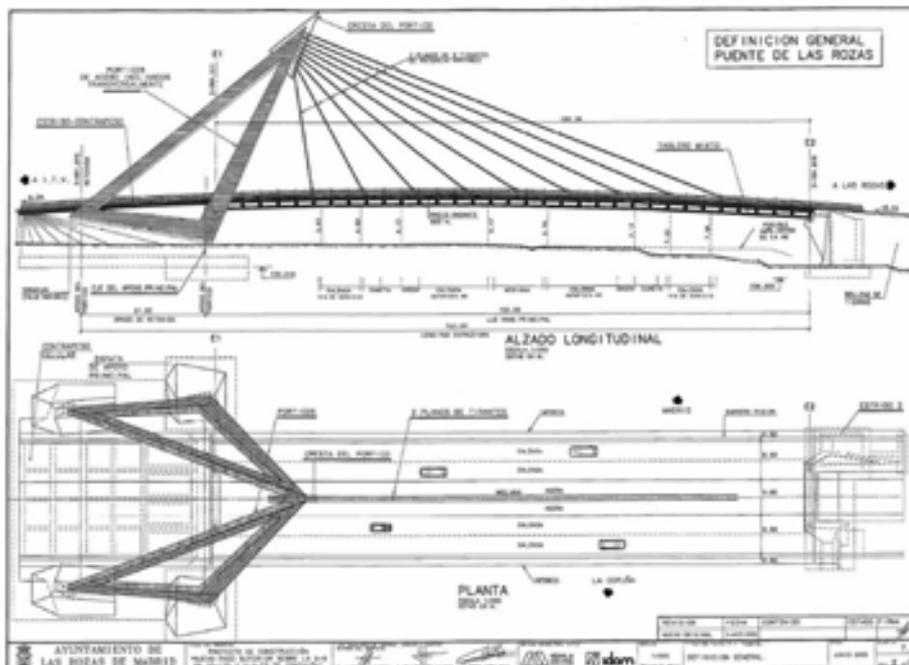


Fig.3: Definición general de la estructura. Alzado y planta.

La solución atirantada con mástil asimétrico responde correctamente a los condicionantes del emplazamiento adaptándose a la pendiente global y al esviaje. Además el mástil único inclinado aporta direccionalidad a la estructura, indicando el acceso a Las Rozas. Por otro lado y a pesar del esviaje del cruce se decide no realizar el apoyo en estribos esviados respecto al tablero, pues esto afectaría negativamente a la configuración del atirantamiento y el mástil. Se opta por trabajar sobre el diseño de los estribos para que su condición oblicua respecto a la carretera no suponga un punto duro del encaje, sino aprovechar este hecho para dar lugar a formas y perspectivas que enriquezcan el cruce.



Fig. 4 Vista del puente construido desde la A-6

Los cables frontales de atirantamiento, aún si se plantean en parejas para reducir la potencia de cada tirante individual, se disponen en la mediana en dos planos centrales verticales paralelos y muy próximos, para evitar el efecto negativo de la confusión visual que se engendraría con un doble plano de atirantamiento lateral a causa del esviaje. Teniendo en cuenta siempre que la vista principal de la estructura es el alzado oblicuo que se observa desde la A-6. Debido también al carácter asimétrico del paso, con el mástil retenido por tirantes dorsales a un contrapeso de contrarresto, se abandonan soluciones de tirantes paralelos o en arpa, más adecuados a configuraciones simétricas. Optando por la configuración de tirantes en "abanico" que se adapta mejor al cruce, dando lugar a un alzado de gran dinamismo. El atirantamiento en mediana supone alcanzar una esbeltez de 1/60 respecto a una posible esbeltez de hasta 1/100 en caso de disponer doble atirantamiento lateral, por tener que hacer frente a mayores esfuerzos torsores y de flexión transversal en este caso, sin embargo se consideró más ventajoso el orden visual del atirantamiento central respecto a una posible reducción de canto de hasta unos 50 cm como máximo.

2.2 Geometría y elementos principales

La **configuración general** de la estructura incluye una sección tipo del tablero con un ancho de 20 m, calzadas de 6.50 m y una acera central de 5 m. La acera central con pavimento de madera de elondo es un elemento fundamental del diseño. El tablero posee una sección mixta con un cajón metálico de 9 m de ancho y 1.5 m de canto, voladizos metálicos cada 3 m y una losa de hormigón de 22 cm ejecutada sobre prelosas. El tablero se suspende del mástil por medio de 9 parejas de tirantes están formados por unidades de cordones de acero de pretensado de 7 alambres y 0,6", con una potencia máxima de 31 cordones por tirante. El tablero se apoya mediante apoyos de neopreno verticales y horizontales en el estribo contrapeso.

La **sección tipo** del puente de partida debía albergar dos carriles por sentido, aceras y mediana, dando lugar a una sección de 22 m de ancho. Durante el estudio de ejecución del proyecto en obra se planteó la variante de sustituir las dos aceras laterales por una acera central en mediana. Esto se percibió como una ventaja para los usuarios pues realizarían el cruce más protegidos del tráfico de la A-6 en una acera de ancho doble, que se continúa hasta las rotondas existentes en cada uno de los extremos del vial del puente. Como resultado se consiguió reducir el ancho de

la sección a 20 m, con calzadas de 6,5 m, acera central en mediana de 5 m, y barreras ocupando 60 cm. Esta reducción del ancho de un 10% permitió de igual forma aminorar las cargas y la potencia de tirantes, así como parte de los espesores de chapas de la estructura metálica. El paseo central que se crea se pavimenta con madera de elondo, madera tropical de alta calidad, lasurada como protección adicional y ranurada para hacerla antideslizante.

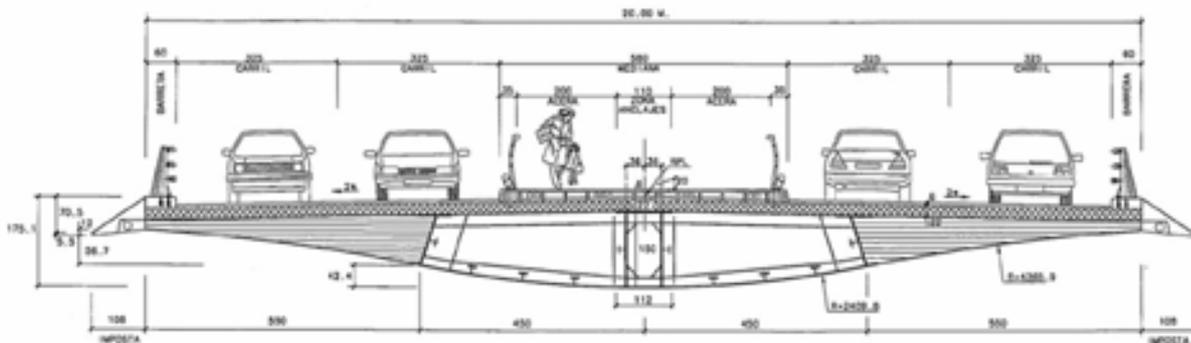


Fig. 5 Sección transversal tipo del puente construido

El resultado es un **tablero** de sección mixta formado por una losa de hormigón de 22 cm sobre estructura metálica formada por un cajón central con voladizos, de 150 cm de canto máximo. El cajón central de 9 m de ancho máximo posee un fondo curvo, almas laterales inclinadas y dos almas centrales paralelas verticales coincidentes con los planos de suspensión de tirantes. Se dispone un rigidizador longitudinal por alma y tres por semifondo curvo de cajón central. La estructura posee dos platabandas superiores laterales y una central. Los diafragmas se disponen cada 3 m, distinguiéndose los diafragmas ultra rígidos cada 9 m coincidentes con los planos de suspensión, de los diafragmas marco tipo formados por rigidizadores transversales coincidentes con los planos de voladizos. Estos voladizos tienen un ala inferior curva de ancho variable en prolongación de la curvatura del fondo de tablero, y dan soporte a la losa de hormigón de 22 cm. Dicha losa de tablero se hormigona utilizando prelasas colaborantes de 7 cm de canto y 2,4 m de luz fácilmente transportables, en dos anchos diferenciados para colocar en tramos de voladizos o sobre el cajón central.

El tablero se suspende cada 9 m por una pareja de tirantes centrales separados 72 cm, con la excepción del primer tirante desde el estribo E1 de mástil y contrapeso que se coloca a 18 m del apoyo.

Los **tirantes** están formados por unidades de cordones de acero de pretensado de 7 alambres y 0,6", con una potencia máxima de 31 cordones por tirante. La carga máxima de trabajo en servicio de un tirantes es de unas 350 ton, lo que supone un 42% de su carga de rotura. Estos disponen de tripe protección frente a corrosión formada por la vaina individual de polietileno de alta densidad, la inyección de cera interior, y la vaina helicoidal P.E.A.D general. Esta vaina se crea con un reborde helicoidal disminuyendo así la influencia de los vórtices de excitación aerodinámica sobre la vibración de los tirantes. Los terminales se definen con rótula en su anclaje superior e inferior eliminando cualquier posible problema de garrotes o quiebras angulares en anclajes por errores de construcción. El terminal de anclaje activo es el inferior, y el tesado se realiza así por encima de tablero, lo que plantea evidentes ventajas constructivas y de mantenimiento. Los terminales diseñados permiten el acceso para el enfilado y el tesado con gato unifilar en el caso de los terminales activos.



Fig. 6 Anclajes inferiores activos y superiores pasivos de tirantes.

Los tirantes se anclan al mástil por medio de dos grandes chapas triangulares de 60 mm de espesor dispuestas en la dirección del tiro. Estos elementos triangulares forman un elemento principal distintivo del diseño a la vez que concentran toda la carga de tirantes y la transmiten al mástil a través del nudo que se crea entre chapas.



Fig. 7 Vista posterior de los pórticos triangulares del mástil con el puente terminado.

El **mástil** está formado por dos células triangulares con una altura de 39 m incluyendo las bielas inclinadas comprimidas, los tirantes rígidos metálicos y los puntales horizontales que junto con el estribo hacen que las reacciones que llegan al terreno sean prácticamente verticales al absorber los esfuerzos horizontales. El mástil se ancla en un estribo contrapeso formado por células rellenas de terreno hasta alcanzar el peso del tiro que puede alcanzar las 6000 ton. por tirante.

Las células triangulares que conforman el mástil se colocan en dos planos inclinados transversalmente hacia el nudo superior lo que les permite salvar el ancho de tablero en la base y unirse en el vértice, donde se intersecan con los chapones triangulares de tiro dando lugar al nudo. Estos pórticos triangulares están formados por elementos de ancho levemente variable en ambas direcciones pero de sección simplemente rectangular elegida de forma expresa para conseguir crear elementos de absoluta potencia y contundencia que se materializan en acero S355J2G3, y S355K2G3 para chapas de más de 25 mm. La sección metálica comprimida de la biela está rellena de hormigón en más de la mitad de su altura lo que consigue aumentar su capacidad resistente y rigidez reduciendo el espesor de chapas de forma importante. Para ello se disponen conectadores flexibles en toda la altura para asegurar la transmisión de fuerzas en la conexión acero-hormigón, y un potente conectador rígido en el punto alto de la sección mixta capaz de transmitir la compresión correspondiente a la sección de hormigón de forma localizada y poder contar con la sección completa a apenas un canto de la conexión.

El anclaje de cada uno de los tirantes rígidos al estribo debe ser capaz de transmitir el tiro de la retenida que puede alcanzar las 6.000 ton en estado límite último, para los que se disponen 50 barras pretensadas de 50 mm en la dirección del tirante. Hasta otras 50 barras pretensadas son necesarias para anclar la componente vertical en la zapata del contrapeso y zunchar transversalmente el macizo de anclaje de la retenida a los alzados inclinados del estribo que transmiten la componente horizontal del tiro.

El **estribo 1** sirve a la triple misión de dar apoyo al tablero, recoger las cargas de los apoyos de bielas y anclajes de retenida de los pórticos metálicos que conforman el mástil, y materializar el contrapeso que compensa el tiro vertical de los tirantes de contrarresto. Para esto el estribo se configura como un gran cajón de paredes laterales inclinadas dividido en 20 células rectangulares. Las 16 células traseras con una dimensión aproximadamente cuadrada de 430 cm y una altura de más de 7 m se rellenan con terreno compactado sobre una gran losa de hormigón de 180 cm. El conjunto de elementos de hormigón y el peso de tierras permite hacer frente a un tiro total de hasta 12.000 ton transmitiendo la carga del contrapeso a los puntos de anclaje de los tirantes de contrarresto.

El estribo 2 en el extremo opuesto recibe al tablero y a una de las rampas de acceso y da continuidad formal a la sección con voladizos de hormigón sobre un cuerpo central de apoyo remetido e inclinado.

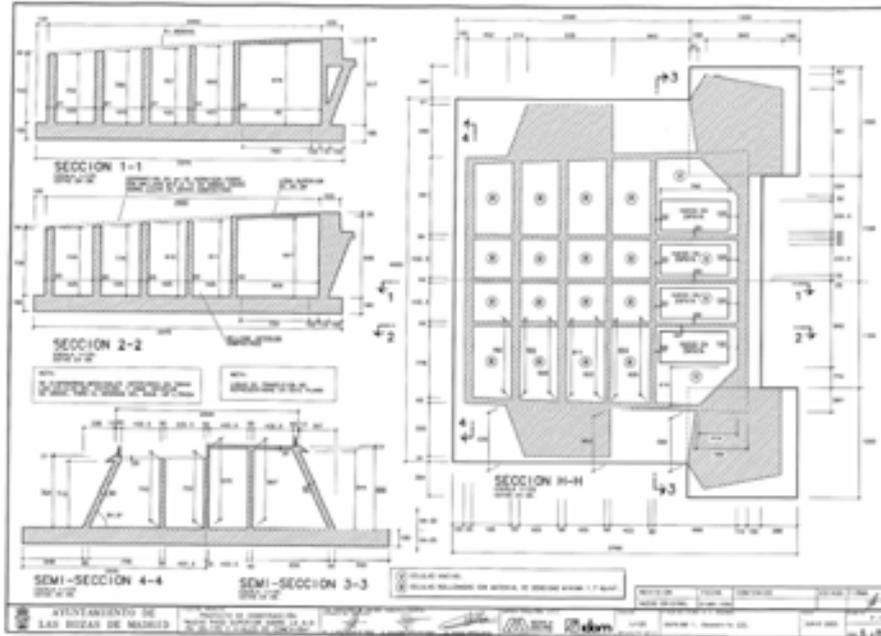


Fig. 8 Plano de configuración del estribo contrapeso con células rellenas de terreno

2.3 Procedimiento de construcción

La ejecución de la estructura propiamente dicha, a cargo de la empresa Ferroviaria, tuvo una duración de 12 meses, siendo superior el plazo total de las obras debido a la construcción de los viales y la urbanización asociada al proyecto de la estructura. Caben resaltar dentro del procedimiento de construcción las fases de ejecución del estribo contrapeso, incluyendo los apoyos principales del mástil, el montaje de la estructura metálica del tablero mixto sobre apeos provisionales, el izado con grúa de las células triangulares metálicas del mástil, de 250 ton. de peso, y el posterior hormigonado interior de las bielas comprimidas, así como el proceso de tesado de los tirantes con gato unifilar por isotensión.

La ejecución comenzó con construcción de ambos **estribos**, teniendo en cuenta que el estribo E1 contiene en sí el apoyo y cimentación del mástil, así como el anclaje de la retenida y el sistema de celdas del contrapeso. La cimentación en todos los casos es directa a más de 2 m de profundidad sobre la arena de miga compacta que se encuentra en el sustrato. El apoyo de cada una de las bielas del pórtico triangular se produce en una zapata cuadrada asociada al estribo de 12 m de lado, con el fondo levemente inclinado en dirección transversal para reducir la tracción que se produce en el frente del estribo a causa de la inclinación transversal de los pórticos triangulares. Una vez completo el sistema de celdas dentro del estribo se procedió al relleno y compactación de estas celdas para conformar el cuerpo central del contrapeso.



Fig. 9 Montaje de la estructura metálica de tablero sobre apeos provisionales

De forma paralela en taller metálico se desarrollaba la fabricación de los elementos que conforman el tablero. Para el **montaje de su estructura metálica** se previeron 5 planos de apoyo provisional formados por dos apeos metálicos de 1 m de lado, disponiéndose estos en los espacios de mediana y tercianas, y también anexos a los viales de servicio, siendo 22,85 m la luz mayor entre apeos. El tablero se izó con grúa en cuatro tramos de 24 m con la sección completa incluyendo el cajón central, voladizos e incluso la imposta metálica, que se habían sido ensamblados y soldados previamente en la superficie anexa a los estribos. Para evitar cualquier afección a la A-6 los tramos de tablero se montaron de forma nocturna utilizando una grúa móvil de cadenas de 700 ton.

Una vez completo el montaje y unión mediante soldadura de los cuatro tramos de tablero metálico se procedió a la colocación de prelasas y al posterior armado y hormigonado de la losa de tablero, descansando el peso del tablero completo en esta fase sobre los 5 pares de apeos provisionales y los apoyos definitivos en estribos.

Las siguientes operaciones de la construcción tienen el objetivo de materializar los pórticos triangulares mediante el **izado del mástil**. Cada una de las dos partes que lo conforman, incluyendo una de las células triangulares y uno de los chapones superiores de cuelgue, se ensambló y soldó sobre bancadas en los terrenos anexos a su situación definitiva. El izado de cada uno de estos "cartabones" con un peso de 250 ton se realizó en una sola operación de izado utilizando 3 grúas de gran tonelaje, en concreto una grúa de cadenas de 800 ton y dos grúas telescópicas de 400 y 250 ton. Si bien la grúa mayor tenía capacidad para tomar todo el peso de la pieza era necesario el uso de las otras dos grúas para izarla desde la posición horizontal y realizar los tres giros de abatimiento, rotación e inclinación necesarios para llevarla a su posición definitiva.



Fig. 10 Izado con grúa de cada uno de los pórticos metálicos triangulares del mástil



Fig. 11 Apeo provisional de cada uno de los pórticos triangulares del mástil

Una vez izada cada una de las piezas necesitaba del apoyo vertical en un apeo provisional situado sobre el estribo para alcanzar la estabilidad debido a su inclinación transversal, a la espera de materializar la unión entre ambas piezas en el nudo superior que las hace autoestables. Los perfiles que permiten este apoyo son elementos provisionales que se eliminan una vez retirado el apeo. El apoyo se produce en una superficie horizontal con lámina de teflón para asegurar que la reacción es sólo horizontal, realizándose a través de dos gatos de 150 ton, lo que permite desapear la pieza una vez materializada la unión en cabeza. La reacción en este punto alcanza prácticamente la totalidad del peso de la pieza izada por la proximidad del apeo al centro de gravedad de cada uno de estos elementos triangulares.

Las siguientes operaciones consisten en el montaje y **tesado de los tirantes**. Los 18 tirantes agrupados en 9 parejas tienen una longitud variable entre 20 y 75 m. Para su instalación es necesario el montaje de un andamio de trabajo para acceder a los anclajes superiores de tirantes y realizar de forma segura las operaciones de enfilado y sellado de los tirantes. El izado de cada uno de los tirantes requiere la colocación de un cable guía, el izado de la vaina general y el posterior enfilado cordón a cordón utilizando el cable guía. Durante las operaciones de enfilado cada uno de los cordones se tesa con una fuerza inicial de una tonelada para asegurar el correcto funcionamiento de las cuñas de anclaje.



Fig. 12 Tesado de los tirantes desde el tablero

El tesado de los tirantes se realizó por medio de gatos unifilares siguiendo el procedimiento de isotensión. La fabricación y tesado de tirantes corrió a cargo de la empresa Tecpresa. En esta operación se utilizaron dos gatos unifilares y una única central de presión actuando sobre ellos de forma que se aseguraba aplicar siempre la misma carga a los dos tirantes de una misma pareja. El procedimiento de isotensión se realizó colocando una célula de carga al cable patrón cuyo valor se iguala en el tesado de cada cordón al valor de la célula de carga del gato unifilar, de forma que se consigue que la fuerza sea en todo momento la misma en todos los cordones e igual a la fuerza objetivo después de tesados todos los cordones que forman el tirante.

Para realizar la **instrumentación** del proceso de tesado se colocaron galgas extensométricas en la estructura metálica del mástil, en cuatro secciones en bielas del mástil y cuatro secciones en tirantes de retenida, así como en los apoyos de los apeos provisionales, y se mantuvieron las células de carga en los tirantes durante todo el proceso. La empresa encargada de la instrumentación fue Metiri, y la instalación realizada permitía un seguimiento online de los valores medidos en tiempo real. Las medidas realizadas permitían controlar el valor de la descarga de los apeos y el momento en que se producía la descarga total de un apeo, así como también el seguimiento de esfuerzos en las chapas del mástil integrados a partir de las tensiones medidas en cada sección, de cara a compararlos con los esfuerzos esperados según el modelo teórico. De igual forma las células de carga mantenidas durante todo el proceso permitían controlar la evolución de las cargas en tirantes durante el tesado de los otros tirantes comparándola con la esperada de acuerdo al procedimiento de tesado.

El orden de tesado recogido en el procedimiento calculado por Arenas & Asociados se estableció de forma que no se produjera la sobrecarga de ninguno de los apeos ni tirantes durante ninguna de las fases del tesado. A medida que los tirantes entran en carga descargan los apeos provisionales hasta que en un momento avanzado del tesado el tablero se despega de estos apoyos provisionales para alcanzar una contraflecha de 9 cm suficiente para hacer frente a las

cargas permanentes aplicadas en la siguiente fase. El resultado del tesado fue muy satisfactorio realizándose el proceso en una sola pasada de tirantes con desviaciones respecto a la carga objetivo menores del 3% como se comprobó en el pesaje final para la retirada de células de carga.

2.4 Cálculo estructural

Dentro del trabajo de cálculo y análisis estructural llevado a cabo durante el Proyecto y la asistencia técnica a la Dirección de Obra del Puente atirantado "Puerta de las Rozas" resaltamos el modelo global del puente en servicio, el cálculo evolutivo del tablero durante el proceso constructivo, los modelos globales y de detalle del mástil, así como el cálculo en fases realizado para determinar el procedimiento y fases de tesado.

El **modelo global del puente** y el cálculo evolutivo del tablero durante la ejecución y a lo largo de su vida útil permiten realizar las comprobaciones normativas y asegurar el correcto funcionamiento de la estructura. Cabe destacar que la determinación del estado inicial de cargas de tirantes de entre las múltiples soluciones posibles parte de las condiciones impuestas sobre la deformada en estado permanente, limitada en el rango entre 0 y 1 cm positivos, y la búsqueda de los menores momentos sobre el tablero, manteniendo los valores de las cargas de tesado siempre por debajo de la carga admisible del tirante. Además de cara a evitar momentos iniciales parásitos en el mástil se ajustan las cargas de forma que su resultante pase por el centro de gravedad del nudo del mástil. En este sentido es muy importante la correcta evaluación de los pesos y rigideces reales de los elementos del tablero, pues pequeñas diferencias dan lugar a cambios sensibles en especial en la deformada de tablero obtenida en el cálculo.

La comprobación del **tablero** en estado límite último requiere la reducción de la sección mixta esbelta de acuerdo al método elastoplástico de cara a obtener el momento último, aplicado a cada sección en análisis en el caso de momento positivo o negativo.

Para el cálculo del **mástil** se realiza un modelo global para la comprobación seccional en tensiones, y la comprobación de abolladura de las chapas comprimidas. Resulta necesario realizar modelos de detalle de elementos finitos en las zonas de concentración de cargas como en el caso del nudo superior, en el anclaje de retenida, el apoyo principal de la biela, y el conector rígido en la sección rellena de hormigón de la biela.

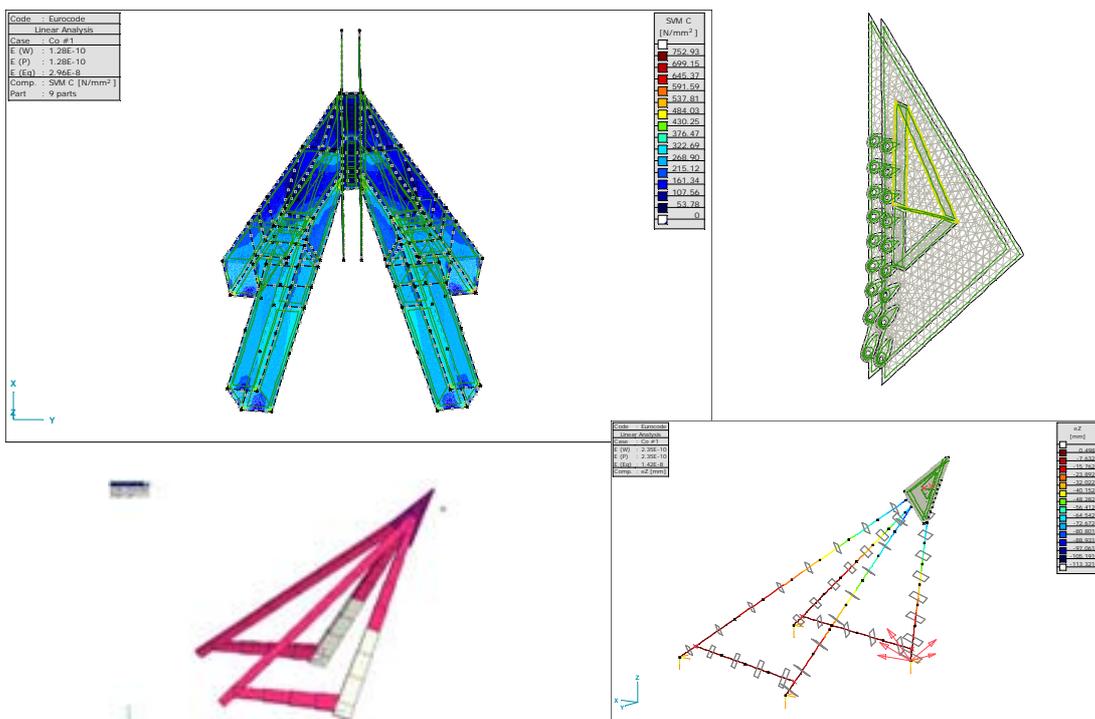


Fig. 13 Imágenes de los modelos de cálculo generales y de detalle del mástil

El análisis del **procedimiento de tesado** se realizó de acuerdo a un cálculo evolutivo por fases. Dicho cálculo se realiza a la inversa desde el estado final de tesado retirando cada uno de los tirantes de cara a obtener en cada caso la carga de tesado inicial del tirante. El cálculo evolutivo se realiza a continuación según el sentido de avance del proceso de ejecución para realizar los ajustes necesarios en las cargas teniendo en cuenta las condiciones de contorno de los apeos provisionales que se eliminan del modelo según se descargan por completo. Las fases resultantes, que se corresponden de forma realista con lo ejecutado en obra, permiten conocer todos los parámetros a nivel de esfuerzos, reacciones y cargas de tirantes en cada una de las fases del proceso. Esto se ha podido comprobar en obra a través de la instrumentación de la estructura, siendo el resultado obtenido en todos los casos que la precisión del cálculo era siempre muy alta, y por lo general superior a la de la propia instrumentación.

2.5 Conclusiones

A la vista del resultado construido pensamos que nuestras reflexiones durante el encaje se han visto refrendadas por la correcta integración del puente en su entorno. Las formas simples llenas de potencia de los triángulos que conforman el mástil, así como los pórticos de entrada a las Rozas que configuran en la otra dirección los planos inclinados del mástil, coronados por la cuña de anclaje, hacen de esta propuesta una imagen reconocible que los usuarios podrán asociar a la ciudad de Las Rozas. Y gracias a los estándares de calidad aplicados durante el proyecto y la ejecución y las medidas de protección adoptadas en este puente atirantado, deberá seguir siéndolo en un futuro lejano. Este tipo de obras realizadas desde la ingeniería deben colaborar a mejorar el paisaje urbano a la vez que servir de escaparate para que los ciudadanos conozcan el valor de las estructuras y de la tecnología y los profesionales que las hacen posibles.

Por otro lado es necesario resaltar que este resultado del que estamos orgullosos no es en ningún caso casual sino que es el fruto de casi tres años de intenso trabajo en las distintas fases de concurso, proyecto y ejecución, y que implica a un gran número de profesionales y empresas, así como a la administración del Ayuntamiento de las Rozas, y es precisamente por eso que queremos dejar patente desde aquí todo nuestro agradecimiento y reconocimiento para con todos ellos.



Fig. 14 Vistas nocturnas del puente terminado, exterior e interior.