

Reparación de apoyos a media madera en el tablero sur del Puente de la Avenida del Mediterráneo (A-3 sobre M-30) mediante izado de vanos isostáticos

Structural rehabilitation of the halving supports of the Avenida del Mediterráneo bridge (A-3 over M-30) by statically determinate span lifting

Tomás Ripa Alonso^a, Lucía López-de Abajo López^b, Miguel Ángel Delgado Núñez^c, José María Martínez Gutiérrez^d, Ana Belén Fernández Cañada^e y Rubén Álvaro Sanz^f

^a Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. LRA Infrastructures Consulting. Socio-Director. tomasripa@lraingenieria.es

^b Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid. Estudiante pre-doctoral. lucia.lopezdeabajo@upm.es

^c Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. TECYRSA. Director Técnico. madelgado@tecyrsa.com

^d Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. SARENS. Gerente de propuestas técnicas. josemaria.martinez@sarens.com

^e Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Madrid Calle 30. Responsable de estructuras y obras. fernandezca@mc30.es

^f Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Madrid Calle 30. Responsable de estructuras y obras. alvarosr@mc30.es

RESUMEN

Los daños estructurales detectados en los apoyos a media madera del Puente de la Avenida del Mediterráneo llevaron a su reparación de urgencia entre los meses de agosto y diciembre de 2017. La reparación y refuerzo de dichos apoyos se acometió manteniendo suspendidos los vanos isostáticos de la estructura mediante pórticos de izado, afectando lo mínimo posible al tráfico de la A-3 y la M-30. Durante las obras se detectaron ciertos imprevistos, como la existencia de pernos pasantes de anclaje en uno de los vanos isostáticos o la elevada irregularidad de las zonas de apoyo de las ménsulas cortas.

ABSTRACT

The structurally damaged halving joints of the Avenida del Mediterráneo bridge required their urgent repair, which took place between the months of August and December of 2017. The repair and reinforcement of the supports was performed by lifting the isostatic spans over the bridge using a gantry with four strand jacks, minimizing the traffic affection to the A-3 and M-30 highways. During the development of the works, some unexpected situations turned up, such as the presence of anchor bolts sewing the halving joints or the high irregularity observed on the support surfaces.

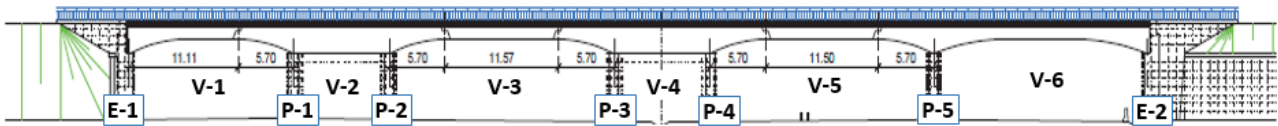
PALABRAS CLAVE: reparación y refuerzo de estructuras, apoyos, media madera, izado, isostático.

KEYWORDS: structural repair and reinforcement, bearings, halving joints, statically determinate.

1. Introducción. El Puente de la Avenida del Mediterráneo

El Puente de la Avenida del Mediterráneo se encuentra situado en el P.K. 9+000 de la M-30, materializando el cruce de la A-3 sobre la

misma en el entorno de la Plaza de Conde de Casal, en Madrid. Se trata de una estructura de planta recta compuesta por dos tableros



simétricos de aproximadamente 100m de longitud, repartidos en 6 vanos de luces 16 + 10 + 22+ 10 + 22 + 21 m aproximadamente (Figura 1).

Su tipología es de vigas de hormigón armado de canto variable ejecutadas in situ. La sección transversal de cada tablero está compuesta por 7 vigas rectangulares de 0.60 m de anchura y canto variable entre 1.20 m en centro de vano y 2.25 m en apoyos, con una separación entre ejes de 3.00 m, resultando una anchura total de tablero de 18.60 m. Estas vigas se encuentran unidas mediante una losa de 0.20 m de canto (Figura 2).

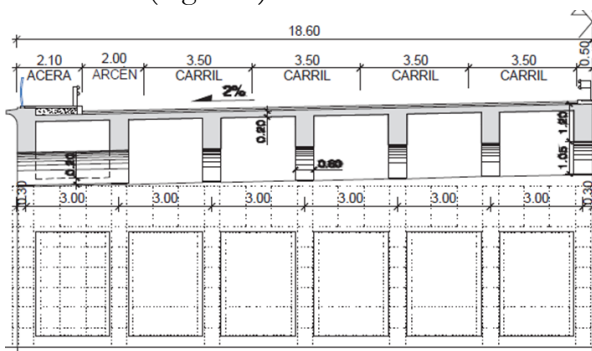


Figura 2. Sección transversal del Puente de la Avenida del Mediterráneo.

2. Descripción de deterioros

En la inspección realizada a la estructura en el mes de marzo de 2017 para determinar el alcance y gravedad de los deterioros detectados en los apoyos a media madera, se observaron los siguientes daños:

2.1 Daños en los apoyos a media madera

De la totalidad de apoyos de la estructura, los que presentaban los daños más apreciables y significativos, eran los correspondientes a la ménsula inferior de la junta lado Madrid del vano V-3 del tablero sur (Figura 3 y Figura 4).



Figura 3. Deterioro en ménsula corta de junta izquierda de vano V-3 (tablero sur).

Si bien el origen de estos daños se a cabo en 1968.

consideraba de carácter durable, consecuencia del proceso de degradación del hormigón y corrosión de las barras de acero, agravado por las permanentes filtraciones de agua a través de las medias maderas y procedentes de las juntas de calzada; la evolución de estos deterioros había provocado la afección a la resistencia del elemento.



Figura 4. Detalle de pérdida de sección de hormigón y corrosión de armadura.

2.2 Otros deterioros

Además de los daños de carácter estructural observados en los apoyos a media madera, como se ha comentado, se observaron otros deterioros relacionados con la durabilidad, como las filtraciones existentes en las juntas de la estructura.

Dado que la existencia de estas filtraciones contribuía a agravar los deterioros de los apoyos a media madera, se consideró conveniente actuar sobre estos deterioros.

3. Solución adoptada

A la vista del alcance de los daños existentes, debido a que el deterioro detectado en la ménsula corta era acusado y grave, siendo complejo precisar su capacidad remanente real, y teniendo en cuenta que el fallo se produciría de forma frágil y súbita, se llega a la conclusión

de que es necesario realizar una rehabilitación estructural urgente. Con ello, se evitó que los defectos detectados alcanzasen intensidades mayores que pudieran llegar a comprometer la aptitud al servicio de la estructura completa.

Las operaciones recogidas en el Proyecto de Rehabilitación, redactado en abril de 2017, se encaminaban, por un lado, a la reparación de los deterioros de la ménsula corta y a su refuerzo, de cara a restablecer la resistencia del elemento y la funcionalidad de la estructura; y por otro, a mejorar la impermeabilización del tablero completo y, en concreto, de las propias juntas a media madera, dado que las filtraciones a través de las mismas contribuían a la degradación de estos elementos ya de por sí estructuralmente delicados.

Asimismo, de cara a minimizar la posibilidad de fallo estructural de la ménsula corta se optó por establecer limitaciones de uso al puente, en tanto se realizaba la reparación, consistentes en el corte del arcén derecho del tablero, con objeto de reducir la sollicitación debida a la sobrecarga de tráfico sobre la ménsula dañada.

3.1 Condicionantes

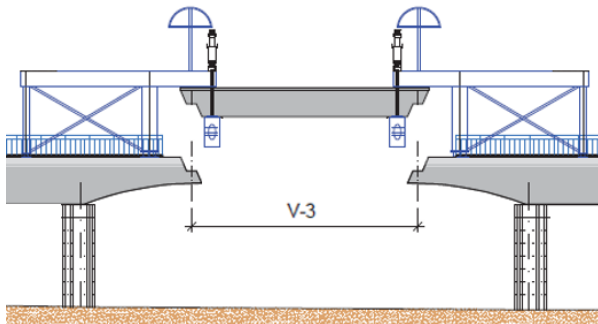
Para acometer la reparación de los apoyos de manera efectiva, resultaba imprescindible retirar los vanos isostáticos, de manera que fuese posible acceder a las superficies interiores de los apoyos a media madera.

Por otro lado, tanto la A-3 como la M-30 constituyen dos arterias de circulación de gran relevancia, por lo que la afección al tráfico debería ser la menor posible, tanto en tiempo como en la magnitud de dicha afección.

3.2 Diseño de la solución

Debido a la necesidad de retirar los vanos isostáticos para acceder a la superficie completa de las ménsulas cortas, se estudiaron varias alternativas. De entre todas ellas, se optó por acometer la elevación del tablero desde la

propia estructura mediante pórticos de izado (Figura 5). De esta manera, se afectaría únicamente al tráfico de la calzada de la A-3, que se desviaría por el tablero contiguo; pero se mantendría la circulación en la M-30, que sólo se vería interrumpida de forma puntual, mediante cortes de carril nocturno para operaciones especiales.



Dado que la solución escogida implicaba el corte completo de la estructura al tráfico, así como el desplazamiento de maquinaria y equipos de gran envergadura, se consideró conveniente aprovechar estos mismos medios para reparar los apoyos del vano V-5. Si bien estos apoyos no presentaban el mismo grado de deterioro que los del vano V-3, sí se observaban en ellos síntomas de daño que podrían acabar derivando en unas patologías similares a las del vano V-3.

Además de las actuaciones de reparación y refuerzo de las ménsulas, y con objeto de reducir las filtraciones a través de las juntas a media madera, se definió la impermeabilización completa del tablero mediante una lámina asfáltica SBS autoprottegida. Esta impermeabilización se prescribió como una membrana continua, de estribo a estribo, incluyendo la zona bajo aceras, sin interrupciones en las juntas y con continuidad también en la zona de sumideros.

4. Desarrollo de las obras

Las obras de rehabilitación del Puente de la Avenida del Mediterráneo se iniciaron a finales

de agosto de 2017 y se finalizaron en los primeros días de diciembre de ese mismo año.

4.1 Trabajos previos

Para llevar a cabo el izado de los vanos isostáticos, que permitiría el acceso a las ménsulas cortas de los apoyos a media madera, fueron necesarias las siguientes operaciones previas:

4.1.1. Implantación del corte permanente

En primer lugar, se procedió a la implantación del corte permanente que desviaría el tráfico que circulaba por el tablero sur (A-3 sentido Valencia) por el tablero norte, reduciendo los 4 carriles por sentido existentes a 2 por sentido.

4.1.2. Fresado del tablero, retirada de juntas de calzada y acera

Para llevar a cabo la impermeabilización completa del tablero y garantizar que ésta fuese continua en toda la estructura, se procedió al fresado de la capa de firme existente hasta descubrir la losa del puente. Además, este fresado, aligeraba el peso de los vanos isostáticos de cara a las maniobras de izado.

Se retiraron también las juntas de calzada y las losetas de las aceras. Asimismo, en toda la zona de afección de las marcas viales provisionales se llevó a cabo un fresado de los 3 primeros cm de la capa de rodadura, que se repusieron al finalizar las obras, durante las operaciones de repavimentado de la estructura y pintado de las marcas viales definitivas.

4.1.3. Servicios afectados

En el interior de las aceras del puente se habían detectado servicios de fibra óptica y alumbrado público que era necesario retirar para garantizar que no se dañaban durante las maniobras de izado de los vanos isostáticos.

Con este objetivo, se retiraron estos servicios del interior de las aceras y se realizó un tendido provisional de los mismos

aprovechando los báculos de luminaria existentes sobre la estructura, garantizando de esta manera la continuidad del servicio durante el desarrollo de las obras.

Asimismo, en el entorno de la estructura existían unas espiras de control de tráfico que fue necesario retirar durante las operaciones de fresado del pavimento.

4.2 Reparación de apoyos en vano V-3

Una vez llevados a cabo los trabajos de preparación, se inició el montaje de los pórticos de izado a ambos lados del vano isostático de V-3.

4.2.1. Sistema de izado. Montaje

El sistema consistía en dos pórticos metálicos sin contrapesos que, apoyados a ambos lados del vano isostático V-3, lo izarían para mantenerlo suspendido durante la reparación de las ménsulas, permitiendo la circulación normal del tráfico en la M-30 (Figura 6).

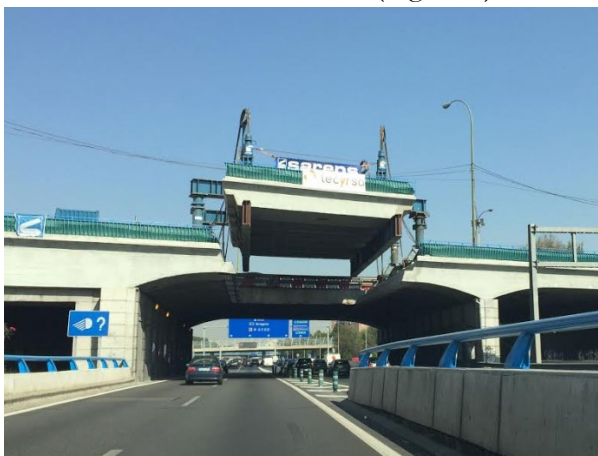


Figura 6. Circulación normal del tráfico en M-30 con vano suspendido.

Dichos pórticos se encontraban arriostrados entre sí por dos vigas metálicas auxiliares, en cuyos extremos exteriores se situaban los gatos de izado (4 gatos de cable en total), de 4500 kN de capacidad cada uno, pero limitados a una capacidad de elevación de 2000 kN por el número de cables dispuestos en cada uno de ellos (Figura 7).

Bajo el tablero, en sentido transversal al puente, se colocaron dos vigas de tiro (una bajo

cada línea de gatos) que eran izadas por los gatos durante la maniobra. Para ello, se practicaron 4 perforaciones pasantes en el vano isostático, para permitir el paso de los cables de los gatos a través de ellos y su conexión con las vigas de tiro.



Figura 7. Sistema de izado colocado sobre la estructura.

Estas vigas de tiro eran las únicas que se colocaban durante las jornadas nocturnas en las que se realizaban las maniobras de izado, para no reducir el gálibo bajo el puente (Figura 8).

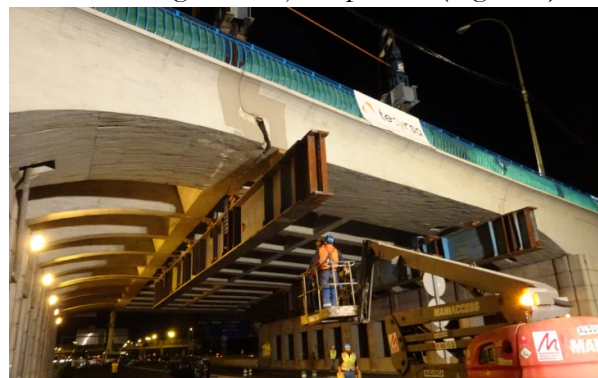


Figura 8. Vigas de tiro inferiores colocadas en jornada nocturna antes de iniciar la maniobra.

Para asegurar una distribución correcta de las cargas transmitidas por cada una de las patas de los soportes del sistema de izado a las vigas del tablero existente, se ejecutó una cama de arena bajo cada uno de los repartidores de las patas (Figura 9), centradas en las vigas longitudinales de la estructura. Sobre estas camas de arena se colocaron unos rampones de madera de azobe de alta resistencia (densidad 1.1 g/cm³), y sobre ellos, otros rampones metálicos sobre los que se ubicaban las patas de los soportes del sistema de izado.



Figura 9. Camas de nivelación bajo patas de apoyo de sistema de izado.

4.2.2. Izado de vano V-3. Anclajes pasantes e hidrodemolición

Tanto las maniobras de izado como de descenso de los vanos isostáticos se llevaron a cabo en jornadas nocturnas, con corte completo de la calzada inferior y en fin de semana, dado que se disponía de una ventana horaria mayor.

Para proceder al izado del vano V-3 se realizó, por tanto, con un corte total del tráfico de la calzada central sentido sur de la M-30, afectando también a la calzada del by-pass de los túneles de la M-30, dado que su entrada se encontraba en las inmediaciones de la estructura.

La primera operación a realizar consistía en la colocación de las vigas de tiro mencionadas anteriormente (Figura 8). La complejidad de esta operación residía en que éstas debían situarse en posición horizontal, y dado que el tablero presentaba una cierta pendiente transversal, debían nivelarse convenientemente y de forma muy precisa. Para ello, se colocaban placas de madera en la zona de apoyo de las vigas para reproducir con exactitud la pendiente transversal del puente.

Niveladas las vigas de tiro, se podía iniciar la maniobra de elevación del tablero. De forma previa al inicio de la maniobra de izado, se había determinado que la carga máxima suspendida que se podría alcanzar sin llegar a dañar la estructura era de 5500 kN, según se detalla en la Tabla 1:

Tabla 1. Carga máxima suspendida tolerable durante la maniobra de izado.

Hipótesis	Carga (kN)
Carga máxima que cada pata del sistema de izado puede transmitir a la estructura (calculado en proyecto)	2240
Carga máxima por pata en situación característica (sin mayorar por 1.35)	1660
Carga máxima por pata descontando peso propio de sistema de izado, vigas de tiro y cableado (275 kN)	1385
Carga máxima suspendida por el sistema (4 patas)	5540

Esta limitación de carga era particularmente importante, dado que al encontrarse los pórticos de izado apoyados sobre la estructura, era necesario asegurar que las cargas transmitidas podrían ser absorbidas por el puente sin provocarle daños.

Las maniobras de izado se realizaron en escalones de la carga teórica del vano. En un primer paso, alcanzado del orden del 25% de la carga teórica, se comprobaba que los puntos de contacto de las vigas de tiro, nivelaciones y nervios de la losa se encontraban perfectamente nivelados y en contacto (Figura 10).



Figura 10. Pórtico de izado preparado para maniobra en vano V-3.

Seguidamente se continuaba la maniobra de izado en escalones no mayores del 20% de la carga hasta alcanzar el 90% de la carga teórica. Una vez alcanzado este porcentaje, se continuaba el izado a velocidad mínima hasta que el vano se encontraba completamente liberado.

La maniobra finalizaba cuando el vano se encontraba próximo a las vigas modulares longitudinales superiores del sistema de izado,

momento en el que se interponían unas chapas de madera de alta resistencia en los puntos de contacto de vigas y vano. Finalmente, se proseguía con el izado hasta comprimir dichas chapas de madera, garantizando la posición de la estructura frente a cualquier tipo de fuerzas transversales a las que se pudiera encontrar sometida durante las operaciones de reparación.

No obstante, durante la maniobra de izado del vano V-3, se detectó una irregularidad en su comportamiento: el tablero se liberaba en la media madera en el lado más cercano a Madrid, pero en el lado Valencia se encontraba completamente acodalado, sin registrarse ningún tipo de movimiento vertical.

Esta particularidad se debía a la existencia de pernos de anclaje de gran diámetro (del orden de 35 mm) que partían de la ménsula superior y se anclaban en la inferior unos 15cm. Estos pernos, que eran observables únicamente en el lado Madrid, presentaban signos de corrosión, y dado el estado de deterioro y filtraciones de esta ménsula, parecía probable que se encontrasen debilitados, permitiendo el izado de este lado de la estructura (Figura 11).



Figura 11. Pernos de anclaje existentes en el lado Madrid del vano V-3 observados durante maniobra de izado.

Al realizar una cata en la media madera del lado Valencia, se observó la existencia de estos mismos pernos (Figura 12), pero que a diferencia de los del lado Madrid, no se encontraban deteriorados, por lo que su adherencia se encontraba intacta,

imposibilitando la maniobra de izado, teniendo en cuenta las limitaciones de carga a transmitir a la estructura.

Cabe destacar que, por la configuración estructural del puente, la aparición de estos pernos de anclaje era totalmente imprevisible, dado que las juntas a media madera deberían ser isostáticas, permitiendo el libre movimiento del tablero en esas zonas.



Figura 12. Cata para comprobación de existencia de pernos de anclaje en lado Valencia (V-3).

Por ello, se optó por llevar a cabo una hidrodemolición desde la cara superior del tablero en la cabeza de las vigas, debilitando la sección de hormigón y su adherencia, hasta llegar a los pernos de anclaje. Para la realización de estos trabajos fue necesario mantener las vigas de tiro inferiores colocadas, ya que constituían el apeo del puente y sólo de esta manera era admisible debilitar las ménsulas superiores de los apoyos. Esto implicó una reducción temporal del gálibo en la calzada de la M-30 durante dos jornadas. Asimismo, para realizar las operaciones de hidrodemolición con seguridad, era necesario cortar la calzada inferior de la M-30, por lo que se llevaron a cabo también en horario nocturno.

La hidrodemolición se ejecutó mediante un robot que, mediante un chorro de agua a alta presión, eliminaba el hormigón sin dañar la armadura. No obstante, dada la alta densidad de armado que presentaban las vigas, era necesario combinarlo con un picado manual.

Durante las operaciones de

hidrodemolición se constató la existencia de tres pernos de anclaje de 35 mm de diámetro y aproximadamente 30 cm de longitud por cada una de las vigas del tablero, resultando un total de 21 pernos por cada lado. Se observó también que tanto los pernos como las barras de armado eran de acero liso, sin corruga (Figura 13).



Figura 13. Armaduras descubiertas en cabeza de vigas mediante hidrodemolición.

Tras el avance de las operaciones de hidrodemolición, fue posible izar del vano según el procedimiento indicado anteriormente (Figura 14).



Figura 14. Vano isostático de V-3 izado.

Una vez elevado el vano isostático, se comprobó el estado de degradación de la ménsula de apoyo inferior del lado Madrid. Ésta presentaba unas pérdidas de sección de hormigón importantes en las zonas de apoyo de las vigas, donde se encontraban los pernos. Estos deterioros estaban provocados por el arrancamiento de los pernos de anclaje debido a

los propios movimientos del puente y agravados por las continuas filtraciones que se producían a través de la junta a media madera.

En el lado Valencia, donde los pernos habían mantenido su adherencia, los desconchones en el hormigón eran de menor entidad, y tanto las armaduras como los propios pernos se encontraban en buen estado (Figura 15).



Figura 15. Pernos existentes en ménsula inferior lado Valencia (V-3).

4.2.3. Reparación y refuerzo de apoyos. Vano V-3

Una vez izado el vano, se procedió a la limpieza de las ménsulas superiores e inferiores de las medias maderas con chorro de arena. Para ello, previamente se retiraron los apoyos de plomo existentes y se cortaron los pernos de anclaje.

Seguidamente se procedió al saneo de las zonas con hormigón deteriorado.

Dado que los desconchones existentes en las ménsulas inferiores eran de un tamaño considerable y que el recubrimiento que presentaban las armaduras era elevado, se procedió a la ejecución de jaulas de armado ancladas químicamente en cada uno de ellos, de forma previa al encofrado y reconstrucción de la geometría con geomortero fluido de reparación estructural R4 de altas prestaciones.

Los desconchones de menor entidad se reconstruyeron con geomortero tixotrópico y se inyectaron las fisuras existentes. Asimismo, se llevó a cabo una regularización de la cara horizontal de la ménsula inferior para asegurar

la nivelación de la superficie de colocación de los laminados de fibra de carbono.

Una vez reconstruida la superficie de las ménsulas, se reforzaron con fibra de carbono. Por un lado, para mejorar la capacidad de reparto, se colocaron laminados tanto en cara superior como inferior en la dimensión transversal completa de la ménsula. Seguidamente, se ejecutó un zunchado con tejido de fibra de carbono como medida de protección y confinamiento de las reparaciones llevadas a cabo en las ménsulas. Estos refuerzos se protegieron con un mortero elástico bicomponente.

Seguidamente se procedió a la protección de las ménsulas inferiores de las medias maderas con corcho proyectado, material constituido por corcho de alta calidad molido y resinas biodegradables, mejorando así su durabilidad.

Una vez finalizadas las reparaciones y la protección de las medias maderas se colocaron los nuevos apoyos de neopreno. Dado que los existentes eran apoyos de plomo, se colocaron unos nuevos apoyos de neopreno zunchado de dimensiones en planta 250x400x18(10) mm (para resistir las cargas a compresión recogidas en la IAP-11 [1]).

Se procedió también al relleno de las ventanas de hidrodemolición con un microhormigón fluido sin retracción, de alta resistencia mecánica y autonivelante.

4.2.4. Descenso del vano V-3

El descenso del vano isostático se realizó de manera controlada hasta devolverlo a su posición original.

4.2.4. Reparación de apoyos en vano V-5

En este vano, fruto de la ampliación realizada a la estructura en los años 70, no se encontraba anclado, por lo que su izado se llevó a cabo sin imprevistos y sin necesidad de hidrodemolición.

No obstante, una vez izado el vano, se observó una gran irregularidad en las superficies de apoyo. Esta irregularidad y falta de

horizontalidad era de tal magnitud, que se observaban indicios de que algunos de los aparatos de neopreno existentes no apoyaban adecuadamente.

Esta irregularidad era más acusada en las ménsulas ejecutadas durante la ampliación de la estructura (ménsulas superiores del vano isostático e inferior lado Valencia) que en la correspondiente a la estructura original (ménsula inferior lado Madrid).

Por tanto, para asegurar el correcto funcionamiento de los nuevos apoyos, era necesario realizar una nivelación que garantizase tres aspectos fundamentales: la horizontalidad de los nuevos apoyos, que la distancia entre superficies de apoyo fuese constante (de manera que se garantizase el contacto simultáneo de todos los aparatos de neopreno) y que estas nivelaciones tuviesen el menor espesor posible, para que no se produjese un escalón entre el vano isostático y el resto de la estructura, una vez devuelto éste a su posición original.

Para cumplir estos requisitos, fue necesario ejecutar mesetas de apoyo y cuñas de nivelación con mortero, según el croquis de la Figura 16.

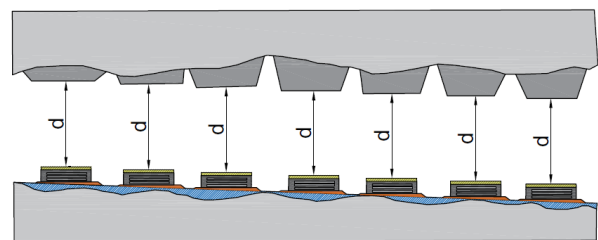


Figura 16. Esquema de ejecución de cuñas y mesetas en apoyos de vano V-5.

En las ménsulas inferiores ya reparadas y reforzadas, se ejecutaron unas mesetas de apoyo de mortero de alta resistencia de 0.5 cm de espesor en eje de apoyo, garantizando la horizontalidad de los aparatos de neopreno, con unas mesetas de espesor mínimo, teniendo en cuenta la pendiente transversal de las ménsulas.

A continuación se ejecutaron las cuñas de nivelación en las ménsulas superiores con la

condición de que la distancia entre la cara superior del apoyo de neopreno y la cara inferior de la cuña debía ser constante en todos los apoyos (distancia “d” en la Figura 15).

Esto debía ser así tanto en el lado Madrid como en el lado Valencia, pero se observó que, para mantener esta premisa, las cuñas a ejecutar en el lado Madrid serían de espesores considerables. Por ello, se optó por mantener una distancia “d” constante para el lado Valencia y una distancia “d*” constante para el lado Madrid, 4.5 cm menor que “d”.

Aunque esto implicaba que al proceder al descenso del vano éste se encontraría ligeramente girado con respecto a su posición original, el ángulo era muy reducido, por lo que era posible absorber esa pequeña pendiente con una torta de resina epoxi tixotrópica bicomponente de pegado de los apoyos a la ménsula superior del vano del orden de 1cm.

Cabe destacar que, debido a la ejecución de estas cuñas y mesetas de apoyo, se formó un escalón del orden de 7 cm entre el vano isostático y el resto de la estructura. No obstante, este escalón se regularizó en tablero con la capa de hormigón ligero prescrita para la repavimentación, como se comentará más adelante, y se llevó a cabo un ajuste de la altura de la barandilla.

4.2.5. Impermeabilización y repavimentación

Una vez finalizadas las reparaciones en las ménsulas y colocados los vanos en su posición original, se procedió a la repavimentación e impermeabilización de la estructura.

Dado que el pavimento existente era del orden de 20 cm, se ejecutó una primera capa de hormigón ligero para reducir la carga muerta sobre la estructura. A continuación, se llevó a cabo la impermeabilización con lámina asfáltica en todo el tablero, incluyendo zona de aceras y juntas, para evitar las filtraciones a través de las medias maderas.

Realizadas estas operaciones, se procedió a la repavimentación, reposición de aceras y

remates, finalizando las obras de rehabilitación y restableciendo el tráfico sobre la estructura.

5. Conclusiones

El Puente de la Avenida del Mediterráneo presentaba unos daños graves y especialmente acusados en uno de sus apoyos a media madera.

Para reparar y reforzar estos elementos, se procedió a la elevación de los vanos isostáticos de la estructura mediante pórticos de izado apoyados en el propio puente. De esta manera, se permitía el acceso a las superficies completas de los apoyos a media madera con una mínima afección al tráfico de la M-30.

Durante las obras, se constató que estos deterioros habían sido provocados por la existencia de unos pernos de anclaje que impedían los movimientos naturales del puente y que habían terminado por arrancarse en uno de los lados del vano isostático, produciendo unas pérdidas importantes de sección de hormigón en los apoyos.

Actualmente se desaconseja el diseño de estructuras con juntas a media madera debido a que se trata de elementos muy sensibles estructuralmente y difícilmente inspeccionables. Esta dificultad de inspección implica que los deterioros generalmente no son detectables hasta que se produce en ellos una evolución notable, como fue el caso de la estructura analizada.

Referencias

- [1] IAP-11: Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (2ª edición). Ministerio de Fomento, 2011.