

Conservación, Reparación, Sustitución del Sistema de Contención y Refuerzo del Tablero, del Puente sobre el Río Duero en Almarail (Soria)*

*Conservation and Repair, Replacing the Containment System and Reinforcement of the Deck, of the Bridge over de Duero river at Almarail (Soria)***

Jesús Luis Benito Olmeda^{*,a}, Francisco José Calderón Álvarez^b

^a Master Civil Engineer CEO of BCP Ingenieros. Madrid. Spain.

^b Master Civil Engineer Technical Director of BCP Ingenieros. Madrid. Spain

RESUMEN

La actuación ha consistido en tres intervenciones. Reparación de deterioros por degradación de los materiales. Refuerzo estructural del tablero, mediante fibra de carbono, para eliminación de la actual restricción de carga de paso de vehículos. Adaptación del Sistema de Contención de vehículos a la normativa actual. y refuerzo del elemento estructural de borde. La estructura, con proyecto original de Eduardo Torroja, de 1.941, modificado posteriormente, tiene canto variable y apariencia de tres vanos continuos, es un esquema de Viga Gerber. Se empleó pretensado recto exterior con sistema Barredo, el constructor de la obra, que finalizó en 1.956.

ABSTRACT

The work has consisted of three interventions. Repair of damage by degradation of materials. Structural reinforcement of the deck, by carbon fiber, to eliminate the current vehicle passing load restriction. Adaptation of the Vehicle Containment System to current regulations. and reinforcement of the structural edge element. The structure, with original project by Eduardo Torroja, dated 1.941, later modified, has variable depth and appearance of three continuous spans, is an outline of Gerber beam. Straight external prestressed was employed with Barredo system, the construction site's builder, which ended in 1.956.

PALABRAS CLAVE: Torroja, reparación, refuerzo, fibra de carbono, pretensado exterior, sistema Barredo

KEYWORDS: Torroja, repair, reinforcement, carbon fiber, external prestressed, Barreded system

1. Antecedentes

El puente objeto del presente artículo se sitúa sobre el Río Duero, en la carretera de la Diputación Provincial de Soria. SO-P-3001, en el término municipal de Almarail. El Proyecto y la Obra realizada desarrolla tres líneas de actuación:

1.- Realización de las operaciones de reparación necesarias para atajar los mecanismos de deterioro observados en la estructura, así como para corregir las patologías ocasionadas por ellos, dejando así la estructura en un estado aceptable desde el punto de vista

de conservación, tanto en términos estructurales como funcionales.

2.- Eliminación de la antigua restricción de carga de paso por el puente, lo que requirió de un refuerzo estructural del tablero, que le hace ahora capaz de resistir las sobrecargas de uso que se establecen en la actual Instrucción de acciones a considerar en Puentes de Carreteras (IAP-11), del Ministerio de Fomento.

3.- Revisión del Sistema de Contención de vehículos, para su adaptación a la Orden Circular 35/2014. Esto ha implicado, no sólo la sustitución del propio sistema de pretil o barrera, sino la ejecución del refuerzo en el elemento estructural al que se ancla dicho pretil, para que cumpla su función resistente y de contención.

Como antecedentes históricos de este puente, cabe mencionar que el proyecto original fué redactado por D. Eduardo Torroja en el año 1.941; con las siguientes fechas de interés:

- Fecha redacción del proyecto original: agosto de 1.941.

- Fecha de adjudicación de la obra: 21 de agosto de 1.950 a Ricardo Barredo de Valenzuela.

- Fecha de Acta de Replanteo de la Obra: 8 de noviembre de 1.952

-Fecha redacción del proyecto Reformado marzo de 1.954, autores José Martín Elvira y Eduardo Torroja.

- Fecha de Acta de Recepción Provisional de la Obra: 13 de abril de 1.956

-Fecha de finalización de obra de Acondicionamiento y Refuerzo: marzo de 2.019

El puente se dimensionó, tanto en el proyecto Original como en el Reformado posterior, para una sobrecarga puntual de 13 Tn., y una sobrecarga uniforme de 450 kg/m². Con este condicionante, el paso por el puente estuvo limitado a vehículos con peso máximo de 16 Tn.

2. Descripción del Puente

2.1 Descripción General

La solución del Proyecto Original de Eduardo Torroja es un puente de tres vanos biapoyados, con juntas sobre pilas y luces 20+30+20 metros. La sección transversal del tablero es en PI, con anchura de 6,50 m, con la losa dispuesta sobre dos vigas. El canto es de 2,05 m en el tramo central y de 1,80 m en los laterales. El firme es de hormigón. La armadura principal de las vigas del tablero es acero de pretensado, que se realiza con cables trenzados de diámetro 52 mm y trazado curvo. El resto de armadura, la transversal de las vigas y la de la losa del tablero, es pasiva con límite elástico de 36 Kg/mm², un 50 % superior a la ordinaria.

Las cimentaciones se realizan con cajones indios, tanto en las pilas como en los estribos. Los apoyos de los estribos se realizan con rodillos metálicos sobre semipilastras, más un muro de frente para contención de las tierras, que se completa con aletas triangulares en prolongación. Los apoyos de las pilas se realizan mediante rótulas plásticas de hormigón sobre los fustes que arrancan del cajón de cimentación. El punto fijo se establece en una de las pilas, con el tabique completo, dejando la dilatación en la otra pila al disponer en ella una junta vertical que la divide en dos medios tabiques, y la flexibiliza.

La solución del Proyecto Reformado, que es el que se ha construido, modifica la solución estructural del tablero, manteniendo la distribución de luces y las cimentaciones del original, que ya se habían construido. Es un puente aparentemente continuo de tres vanos y luces 20+30+20 metros, que en realidad dispone las articulaciones entre tramos no en los ejes de pilas, sino en el vano central, a 5 metros de éstas, a modo de Viga Gerber. Resulta así una estructura isostática formada por sendos tramos continuos: el vano lateral de

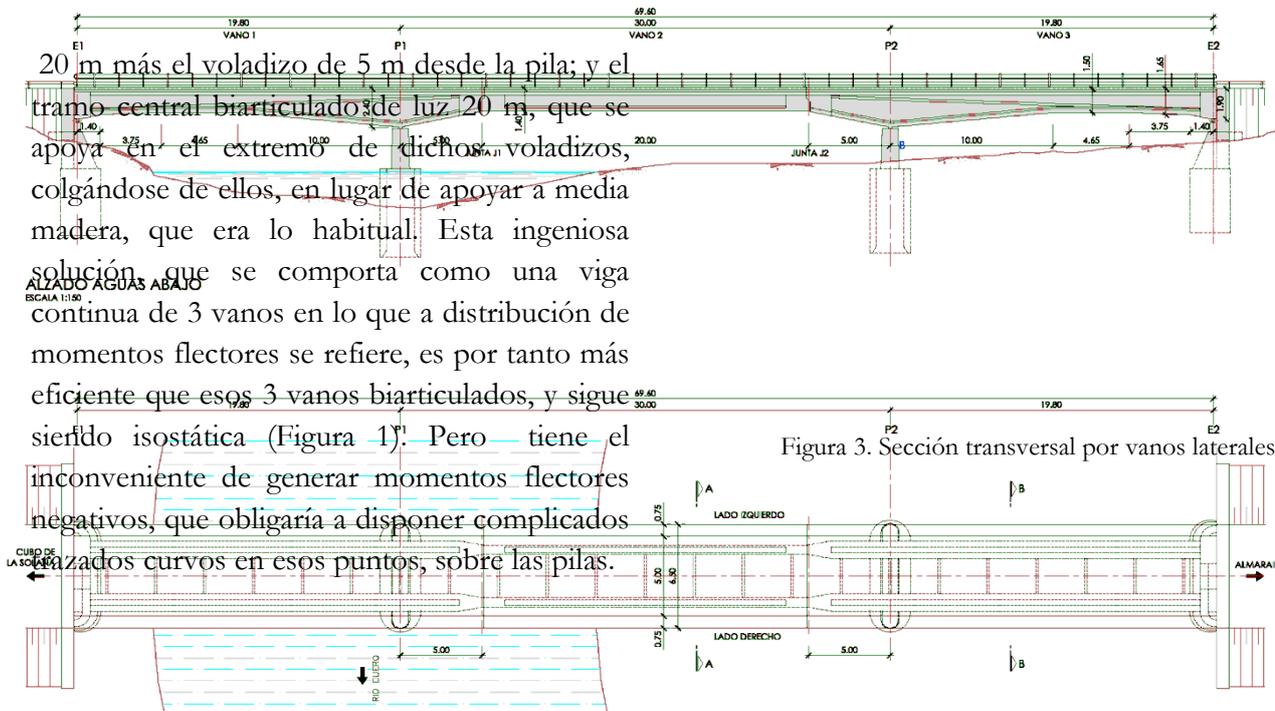


Figura 1. Planta y Alzado desde aguas abajo del Puente

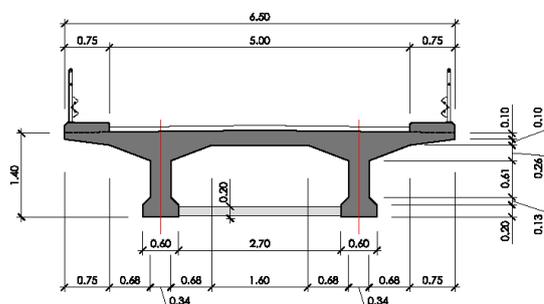
20 m más el voladizo de 5 m desde la pila; y el tramo central biarticulado de luz 20 m, que se apoya en el extremo de dichos voladizos, colgándose de ellos, en lugar de apoyar a media madera, que era lo habitual. Esta ingeniosa solución que se comporta como una viga continua de 3 vanos en lo que a distribución de momentos flectores se refiere, es por tanto más eficiente que esos 3 vanos biarticulados, y sigue siendo isostática (Figura 1). Pero tiene el inconveniente de generar momentos flectores negativos, que obligaría a disponer complicados alzados curvos en esos puntos, sobre las pilas.

PLANTA
BCAA 1:150

Sin embargo, de nuevo este inconveniente se resuelve con sencillez, al aumentar el canto de las vigas en la sección de pila, lo que es posible por el bajo requerimiento de sección hidráulica del cauce, y a la vez, al disponer un trazado rectilíneo pero excéntrico del acero de pretensado, entre la sección de estribo y la articulación en el tramo central, para adaptarse a la ley de momentos. El tramo central biarticulado resultante, de tan sólo 20 m de luz, no se pretensa, es armado. Además, se sustituyen los cables formados por alambres trenzados del acero de pretensado, que requieren dispositivos de tesado del cable completo, más sofisticados, por alambres paralelos sin trenzar que permiten el tesado individual, con dispositivos más simples. Ejemplo de éstos, es sin duda, el por entonces reciente “Sistema Barredo”, patentado por Ricardo Barredo de Valenzuela en abril de 1.955, que además es el Contratista de la obra. Éste parece ser el motivo por el que no aparecen reflejados en los planos del Proyecto Reformado, aprobado en marzo de 1.954, detalles del sistema de tesado ni acuñado de los alambres.

2.2 Sección transversal

La sección transversal del tablero es en PI, con anchura de 6,50 m, para una calzada de 5 m y sendas aceras de 0,75 m, con la losa dispuesta sobre dos vigas, similar al Proyecto Original. Los espesores de la losa y del firme de hormigón difieren entre los planos de Proyecto Reformado y la realidad, según se ha podido constatar. Así, según los planos, la losa es horizontal mientras que el bombeo transversal se obtiene con espesor variable del pavimento de hormigón, estimado entre 8 cm en el centro y 3 cm en los bordes junto a las aceras, de espe-



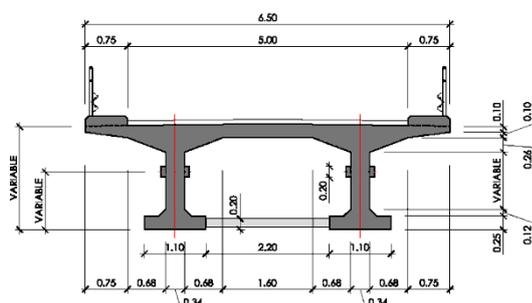
sor no definido. Mientras los resultados obtenidos en campo reflejan un espesor constante del pavimento de hormigón de 8 cm, y un ligero bombeo de apenas el 1 %

(puntualmente no supera el 0,3%) proporcionado por la losa. El espesor de las aceras es de unos 17 cm (Figuras 2 y 3).

Resultan espesores de la losa, en el tramo central, de 0,25 m (en los planos figura 0,20 m), para aumentar mediante cartelas interiores de 0,68 m hasta 0,49 m (en los planos figura 0,46 m) sobre las almas de las vigas, disminuyendo de nuevo mediante cartelas exteriores de 0,68 m hasta 0,22 m (en los planos figura 0,20 m), para seguir disminuyendo bajo la acera hasta 0,10 m en el extremo del voladizo

El canto de las vigas es ahora variable linealmente por zonas, en el tramo lateral más voladizo: desde 1,90 m sobre apoyo en estribo, para alojar el anclaje del pretensado, disminuye en una longitud de 1,60 m hasta 1,63 m, vuelve a disminuir en una longitud de 3,75 m hasta 1,50 m, para mantenerse constante de 1,50 m en una longitud de 4,65 m en el centro del vano, y aumenta linealmente hasta 2,40 m sobre la pila, para volver a disminuir linealmente hasta 1,45 m en la articulación del vano central. En el tramo central entre articulaciones, de longitud 20 m, el canto es constante de 1,40 m.

El espesor del alma de las vigas es constante de 0,34 m, en todos los tramos, que sólo aumenta puntualmente hasta 0,60 m en las articulaciones del tramo central, para facilitar el cuelgue de éste desde las ménsulas de las pilas.



Y en la riostra de estribos, hasta 1,70 m, para alojar la placa de anclaje de los alambres del pretensado.

El ala inferior de las vigas difiere de un tramo a otro, pero en todos ellos se disponen viguetas de atado transversales, entre dichas alas, espaciadas 3 m

2.3 Armadura del tablero

La armadura principal de las vigas del tablero de cada tramo lateral más el voladizo hasta la articulación del central (20 + 5 m), es acero de pretensado, que se realiza con alambres de diámetro 5 mm, tesados a 1.950 Kp cada uno y anclados en grupos de 3 en la placa situada en la traviesa del estribo (presumiblemente según el “Sistema Barredo”). Se disponen en dos paquetes de 153 alambres cada uno, por viga, situados en el exterior y a cada lado del alma, con trazado recto, y pendiente del 3,45 %, entre el anclaje de estribo, y la articulación del tramo central. Es en esta zona donde se sitúa el anclaje pasivo de los alambres, que en realidad están formados por un único paquete de 153 alambres, que desde el paramento del alma por el que discurre, entra en la viga y da la vuelta para salir por el otro paramento del alma. Se indicaba en el Proyecto la posibilidad de retesado a los 2 años, para reducir las posibles pérdidas diferidas, y se indica en los planos que en ese momento se recubrirán con mortero para protegerlos de la intemperie

La armadura principal de las vigas del tablero del tramo central de 20 m, es acero pasivo, y está formada por 22 redondos de 35 mm de diámetro, por viga, situados en el ala inferior y dispuestos en 3 capas (8+8+6). La capa exterior de 8 redondos se utiliza, además, como armadura de cuelgue del tramo central, por lo que se prolonga en vertical, materializa la articulación y se ancla en horizontal en el voladizo de la pila (Figura 4).

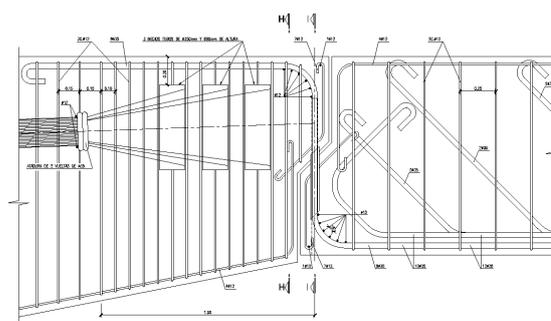


Figura 4. Detalle de la articulación.

La flexión transversal de la losa se resuelve igual que en el Proyecto Original de Eduardo Torroja, son los mismos cálculos, mediante armadura pasiva con límite elástico de 36 Kg/mm^2 , un 50 % superior a la ordinaria, resultando 9 redondos por metro en cara inferior, en el centro, y 6 redondos por metro encara superior, sobre las almas, y son de diámetro 12 mm.

2.4 Estribos y Pilas

El tablero se apoya sobre dos estribos de anchura 6,50 m, de tipo cerrado con muro frontal de altura 5 m sobre el cajón de cimentación, ataluzado en su intradós con altura de 2,30 m, y espesor variable entre 2,20 m y 1,25 m. De su parte superior arranca la pilastra de apoyo, de altura 0,50 m, sobre la que se sitúan los rodillos metálicos de apoyo del tablero, que son cilindros de acero fundido, de diámetro 20 cm y longitud 160 cm partidos por la mitad.

El espaldón, de espesor 0,75 m, que llega hasta la calzada, se prolonga 3,80 m a cada lado del muro mediante aletas triangulares para contención del terraplén.

La cimentación del estribo es la original, mediante un cajón indio de anchura 2,50 m, longitud 7,00 m con bordes semicirculares, y altura de 4,20 m en E-1 y de 4,00 m en E-2. Las paredes del cajón son de 40 cm de espesor, y se encuentran armadas para resistir el empuje de tierras e hidrostático durante la excavación. Su interior se rellena con hormigón en masa.

El apoyo del tablero sobre las pilas se realiza mediante rótulas plásticas de hormigón sobre los fustes, que arrancan del cajón de cimentación. El punto fijo se establece en cada una de las pilas, ahora con el tabique completo, dejando la dilatación en el tramo central entre las articulaciones del tablero, materializadas con las barras de cuelgue. El tabique de cada pila, de espesor ligeramente variable entre 1,00 m y 1,10 m, anchura 6,50 m con bordes semicirculares, y altura de 2,50 m, arranca del cajón de

cimentación. Éste es el mismo que para los estribos, de dimensiones: anchura 2,50 m, longitud 7,00 m con bordes semicirculares, pero de altura de 5,54 m en P-1 y de 5,31 m en P-2.



Figura 5. Vista del puente desde aguas abajo.

2.5 Plataforma

La tipología funcional del puente mantiene la calzada original de 5 m, con dos carriles, de 2,50 m uno por sentido y aceras peatonales laterales de 0,75 m de anchura.

En los bordes, la barandilla original, que incorporó una bionda anclada a los montantes para contención, se ha sustituido por un Pretil, en cumplimiento de la Normativa actual sobre Sistemas de Contención de Vehículos.

El tablero dispone de aparatos de dilatación en las juntas con los estribos, y ahora también de tipo elástico, en las articulaciones del tramo central.



Figura 6. Drenaje deficiente y eflorescencias.

3. Estado de conservación

Previamente a la redacción del Proyecto de Acondicionamiento y Refuerzo, se realizó una Inspección Principal y una campaña de ensayos para caracterización de los materiales.

3.1 Deterioros

A pesar de la edad de la estructura, no se habían realizado operaciones de conservación y mantenimiento más allá de las imprescindibles de reposición de barandilla, bionda y juntas de calzada. Tampoco se habían utilizado, con buen criterio, sales para deshielo de la calzada, a pesar de una ubicación geográfica muy fría.

Esto último ha contribuido a que los deterioros habituales, causados por el paso del tiempo, no se hayan agravado. Y hay que decir que el estado de conservación de la estructura era razonablemente aceptable (Figura 5).

No obstante, el tablero presentaba, fundamentalmente, patologías debidas a la circulación indebida de agua superficial, por deficiencias de drenaje, tanto de calzada por imbornales y juntas, como de bordes (Figura 6). Especialmente importante este hecho en las juntas de las articulaciones del tablero, que afecta a la corrosión de las barras de cuelgue (Figura 7) Se detectaron zonas amplias con eflorescencias, carbonatación y desconchones en la superficie del hormigón, más importantes en zonas de armadura con poco recubrimiento. Las zonas con armadura expuesta, localizadas sobre todo en los bordes de los voladizos (Figura 8), estaban afectadas por corrosión y su hinchamiento había producido desprendimientos del hormigón. En otras zonas también se presentaba alguna fisuración de pequeño espesor (< 0.3 mm) y sólo de forma localizada otras mayores próximas a los anclajes del pretensado, en traviesa de estribo.

En las pilas y los estribos se detectaron patologías similares, pero en menor medida.



Figura 7. Detalle de junta en articulación.

3.2 Caracterización de los materiales

Para caracterizar los materiales de la estructura, se realizó una campaña de toma de muestras “in situ” y ensayo de materiales en laboratorio.

A continuación se indica un resumen de resultados. Los obtenidos en el hormigón del tablero:

- Cloruros: valores dentro de los límites
- Porosimetría: normal y alta compacidad
- Potencial de corrosión: bajo (10%)



Figura 8. Desprendimiento en borde de voladizo.

- Resistividad: bajo
- Resistencia: de 23 MPa a 46 MPa, estimada 20 MPa
- Ultrasonidos: entre 3600 y 4500 m/s

Respecto a las armaduras, los resultados obtenidos, resumidos, son

- Soldabilidad: si, todas las muestras
- $f_y - f_u$ (r12 mm -L): 266 - 395 MPa
- $f_y - f_u$ (r12 mm -T): 295 - 440 MPa
- $f_y - f_u$ (r12 mm -E): 258 - 400 MPa
- $f_y - f_u$ (r35 mm): 315 - 460 MPa
- Alargamiento en rotura > 20%

Además de los ensayos descritos, mediante un equipo de Endoscopia se pudo acceder a la zona que se encuentra entre el espaldón del estribo y la traviesa del tablero, donde se sitúa la placa de anclaje de los alambres del pretensado. Este es un punto especialmente delicado. Como era de esperar, y aunque no figuraba en los planos del Proyecto, la chapa de anclaje se encuentra recubierta con hormigón y no mostraba signos de oxidación.

4. Actuaciones de reparación y conservación.

4.1 Reparación de deterioros

En general, la actuación ha consistido en proteger al hormigón del progreso de la carbonatación y su reposición en las zonas con lajación y desconchones. Y a las armaduras de la oxidación, que además de provocar una pérdida de sección de acero, su hinchamiento provoca el desprendimiento del hormigón que la recubre. Estos daños han sido localmente importantes, en zonas como el borde de los voladizos del tablero.

Se han sellado las fisuras pequeñas (espesor menor de 0,3 mm) mediante limpieza superficial y posterior aplicación de una masilla epoxi.

Las grandes fisuras (espesor mayor de 0,3 mm) localizadas en tablero y estribos, se han reparado mediante inyección de lechada a presión, tras su limpieza a presión.

Por último, se ha realizado un tratamiento anticarbonatación en todas las superficies de hormigón, tablero, pilas y

estribos, consistente en un tratamiento protector e hidrofugante con siloxanos en emulsión acuosa o mineralizador de base hidrófuga, que previa impregnación superficial penetra en el paramento de hormigón.

Mención especial es el tratamiento de las barras de acero liso de 35 mm de diámetro, de cuelgue del tramo central del tablero. Además de su limpieza y pasivación, se han enfundado con material plástico para restituir su función de articulación estructural de dicho tramo.

4.2 Conservación

Además, se han realizado las labores de conservación más rutinarias, pero no por ello menos importantes, y que deberían revisarse periódicamente.

En estos trabajos se incluyen la reparación o sustitución del aparato de junta de calzada, que sí se venían realizando regularmente. Pero se ha añadido un canalón de recogida de agua para evitar su caída a los apoyos. Y se ha realizado una nueva junta en las articulaciones del tramo central del tablero, que no existía, de tipo elástica. Se ha sellado y añadido en ella una doble barrera de impermeabilización, para evitar la entrada de agua en este punto tan delicado, que afectaba a la corrosión de las barras de cuelgue de 35 mm.

También se ha prestado especial atención al drenaje de la calzada, aumentando el diámetro de los sumideros existentes, añadiendo otros nuevos y colocando en todos ellos una rejilla para evitar obturaciones.

Y por último, para evitar la circulación de agua por el borde del voladizo hasta su cara inferior, se ha dispuesto un doble goterón, en perfil de aluminio, en ambas aristas.

El pavimento de hormigón de la calzada, sólo ha requerido del sellado de alguna fisura localizada.

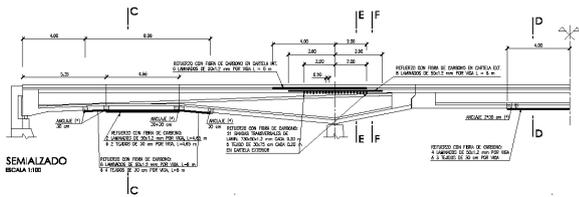


Figura 9. Esquema del refuerzo con fibra de carbono.

5. Refuerzo estructural del tablero.

Para eliminar la antigua restricción de carga de paso por el puente, ha sido necesario un refuerzo estructural del tablero, que le hace ahora capaz de resistir las sobrecargas de uso que se establecen en la actual Instrucción de acciones a considerar en Puentes de Carreteras, del Ministerio de Fomento.

En las primeras páginas del Proyecto Original de E. Torroja de 1.941, correspondiente al cálculo a flexión transversal de la losa del tablero, figuran como sobrecargas una puntual de 13 Tn. más una repartida de 450 kg/m², que se mantiene en el Proyecto Reformado posterior. Sin embargo, para el cálculo a flexión longitudinal de las vigas del tablero, Torroja considera como sobrecarga puntual un rodillo de 20 Tn por viga, similar a lo habitual en la época. Por ejemplo en la Colección de Puentes de Tramo Recto, de Carlos Fernández Casado de 1.942, aunque en este caso el rodillo considerado era por calzada, y se repartía entre las vigas que constituyesen el tablero. A pesar de ello, la sobrecarga puntual de 20 Tn por viga que considera Torroja, no alcanza las 60 Tn totales del carro de la Instrucción anterior, aunque se reparte en 6 por 10 Tn. La prudencia en la limitación de carga de paso que considera la Diputación Provincial de Soria es perfectamente entendible y razonable.

Se ha realizado un cálculo completo del puente con la actual Instrucción de Acciones del Ministerio de Fomento (IAP-11). Las pilas, los estribos y sus cimentaciones admiten las nuevas cargas. Sin embargo, el tablero requiere un refuerzo estructural a flexión longitudinal, pero no a flexión transversal. Las barras de

cuelgue del tramo central, también son suficientes para las nuevas solicitaciones.

El refuerzo a flexión de las vigas del tablero requiere un incremento resistente de los momentos flectores en las secciones pésimas (Figura 9), pero no de cortante. Se realiza con fibra de carbono, bien como laminado en unos casos o como tejido en otros. Para momentos positivos, se dispone en la zona central de las vigas biarticuladas del vano central, y en la zona adyacente a los estribos en las vigas de los vanos laterales. En ambos casos, adherida a la cara inferior de la viga (Figura 10). Para momentos negativos sobre apoyo de pilas, se dispone a ambos lados de ésta, en la cara inferior de la losa del tablero, en las cartelas que arrancan del alma de la viga. Aunque se pierde canto, se facilita su colocación.



Figura 10. Fibra de carbono en tejido. Cara inferior de vigas en vano lateral.

6. Sustitución del sistema de contención.

La adecuación del actual sistema de contención de vehículos, su tipología, situación y anclaje, que no cumple la Normativa vigente, en particular la O.C. 35 / 2014, sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos de la D.G.C. del Ministerio de Fomento, incluye diferentes actuaciones. Por un lado, se debe disponer: un nuevo elemento de contención o pretil acorde a la citada Normativa. Y por otro, se debe añadir un

refuerzo estructural en los bordes del puente, necesario para resistir las acciones de impacto que se generan en la zona de anclaje del pretil.

La tipología del refuerzo estructural de los voladizos del tablero, es el mismo que el empleado en el refuerzo a flexión general del tablero, mediante laminados de fibra de carbono. Ahora se colocan, centrados en la placa de anclaje del pretil, mediante un cajado que se practica en la acera, en la cara superior del hormigón del voladizo, para solapar con la armadura transversal del mismo (Figura 11).

El nuevo pretil, según la citada Normativa, tiene las siguientes características:

- Clase de Contención: ALTA
- Nivel de Contención: H1 ó H2
- Deflexión Dinámica: $W < 0,90$ m

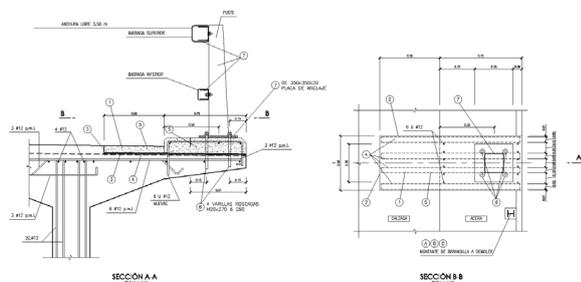


Figura 11. Detalle del pretil y del refuerzo.

Los postes del pretil se espacian 2,50 m, y se anclan directamente en los voladizos del tablero, utilizando el espacio de las aceras. La placa de anclaje de 350x350x20 mm dispone de 4 varillas roscadas de diámetro 20 mm, que se anclan en el voladizo del tablero. Entre ellas, en una banda de anchura de 500 mm, se disponen 4 laminados de 50 mm de anchura y 1300 mm de longitud (Figura 12).

La anchura total libre entre barandas es de 5,50 m, y se mantienen los 5,00 m actuales entre bordillos de acera. Se elimina la barandilla peatonal.



Figura 12. Laminado de fibra de carbono en zona de anclaje de los postes del pretil.

7. Prueba de carga.

Tras las actuaciones descritas de reparación, refuerzo estructural y sustitución del sistema de contención, se realizó la Prueba de Carga del puente, el día 26 de marzo de 2019. Es preceptiva su realización tras la ejecución de una obra nueva, y también tras la realización de actuaciones de rehabilitación y refuerzo de una estructura en servicio, como es este caso.

Se utilizó de un tren de carga formado por vehículos de 3 ejes y carga máxima 26 Tn. Para la Prueba Estática se utilizaron 4 vehículos y cuatro Estados de Carga (Figura 13). Para la Prueba Dinámica se utilizó únicamente uno de los vehículos circulando por el eje de la calzada, la totalidad de la estructura a distintas velocidades.

Se obtuvieron esfuerzos debidos a sobrecarga en las secciones de prueba, con valores hasta el 48 % de los teóricos.

Los resultados de flechas obtenidas se consideran aceptables, con valores de entre el 81 % y el 87 % en el vano central (hormigón armado), y de entre el 81 % y el 100 % en el vano lateral (hormigón pretensado), respecto a los teóricos calculados.



Figura 13. Estado de prueba estática..

8. Resumen y Conclusiones.

Con las obras de conservación, reparación, refuerzo estructural del tablero y sustitución de su sistema de contención, de este magnífico puente de los años 50, proyecto de uno de los mayores ingenieros españoles del s.XX, que ha pasado discreto e inadvertido durante más de 60 años, hemos querido, respetando su originalidad e historia, contribuir a aumentar su periodo de vida útil, con el empleo de materiales de hoy (Figuras 14, 15 y 16).

Creemos que es un buen ejemplo del Patrimonio de Obra Pública que se debe respetar, pero conservar y mantener vivo para generaciones futuras.



Figura 14. Vista desde aguas abajo de la obra terminada



Figura 15. Vista inferior del tablero



Figura 16. Vista desde aguas arriba de la obra terminada

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a la Excm. Diputación Provincial de Soria, propietaria del puente y a cuyo cargo corrió el presupuesto de la obra. Y especialmente a su Ingeniero Jefe, D. Nemesio Gil García, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Director de la Obra. Y al Ingeniero Técnico de Obras Públicas, D. Carmelo Ortiz Vinuesa.

También agradecemos su dedicación, empeño y profesionalidad a la empresa constructora, COMPOSAN Obras y Servicios, y muy especialmente a su Jefe de Obra, D. Francisco García Gutiérrez, Ingeniero Técnico.

Y a la empresa que realizó la campaña de auscultación y ensayos, y mediciones durante la Prueba de Carga, TECNALIA, y en especial a su Jefe de Equipo, D. Jesús Díez.