

# RECUPERACIÓN DE UN PUENTE METÁLICO EN TUI

(REPAIR AND RECYCLE OF A METALIC BRIDGE IN TUI)

Antonio González Serrano, Ingeniero de Caminos. Patólogo. Autor del Proyecto y Asistencia Técnica de la Dirección

Julio Besiga Díaz-Blanco, Arquitecto. Colaborador en todo el Proceso

Federico Saldaña Martín, Demarcación de Carreteras del Estado en Galicia. Unidad de Pontevedra. Director del Proyecto y Director de Obra

Fecha de recepción: 10-II-03

ESPAÑA

560-34

## RESUMEN

*En este artículo se expone el proyecto de reparación de un puente metálico situado sobre el río Tripes en Tui, provincia de Pontevedra, que estaba seriamente dañado, procediendo a su recuperación para el tráfico peatonal, al quedar enmarcado dentro de la trama urbana de la ciudad.*

## SUMMARY

*This paper explains the repair and recycle of a metalic bridge in steel. The new bridge has a pedestrian use because these one is situated inside of the village.*

## BASES DE PARTIDA

La actuación realizada ha tratado de recuperar la estructura del puente, respetando al máximo su tipología, conservando la imagen ya consolidada del puente en la trama urbana.

Lo nuevo, es decir, lo realmente aportado en el proyecto y en la ejecución de la obra, ha tratado de respetar al máximo la preexistencia, el puente metálico, recuperando los elementos dañados con la solución técnica más adecuada a cada problema.

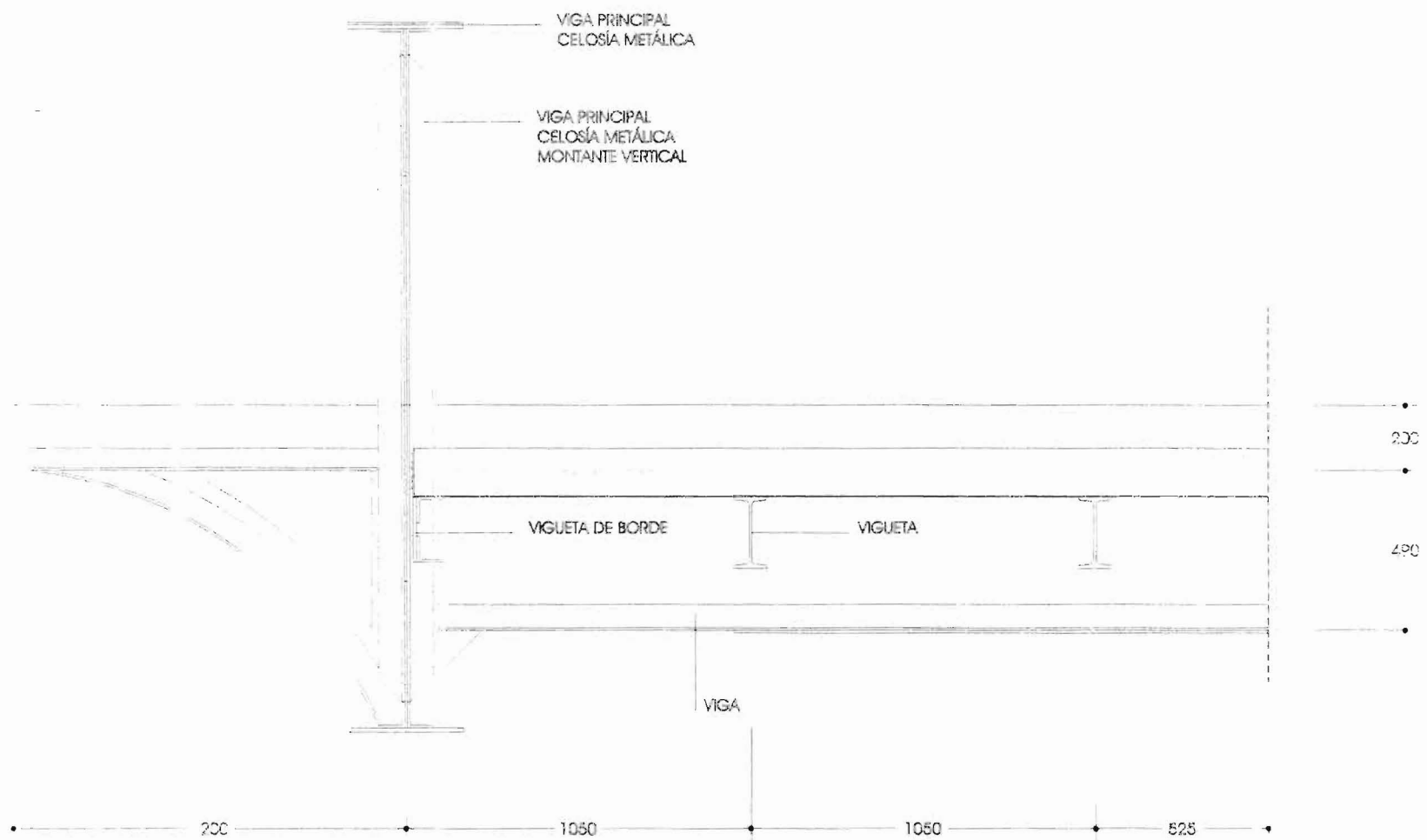
## TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL DEL PUENTE EXISTENTE

El puente sobre el que se realizó la intervención es un puente metálico de tablero intermedio, isostático, de 21,00 m de luz. El tablero se apoya en dos vigas metálicas longitudinales en celosía, separadas 5,25 m entre sí. El puente tiene dos aceras en voladizo, con vuelos de 1,20 m, con un ancho total de 7,65 metros (Foto 1).

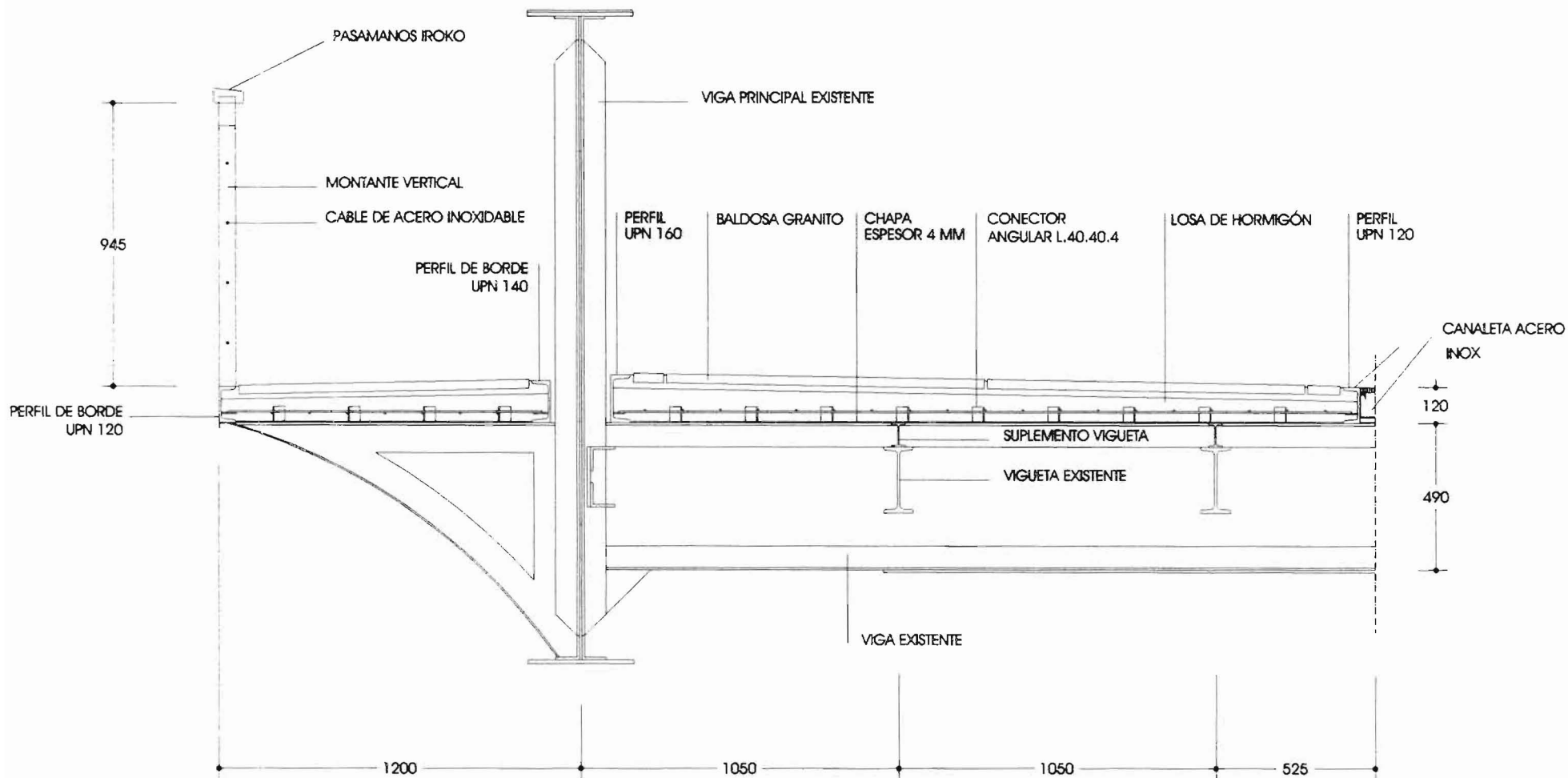
En el plano 1 se puede ver la sección transversal del puente, antes de repararlo, y, en el plano 2, se muestra la misma sección, una vez reparado.



Foto 1.- Estado inicial. Vista general.



Plano 1.- Tablero existente. Sección.



Plano 2.- Tablero definitivo. Sección.

Las vigas metálicas longitudinales, en celosía, tienen 2,10 m de canto. El cordón superior e inferior es una sección compuesta en "T", formada por un alma y dos angulares, a los que se une el ala de refuerzo, que está formada por chapas de 350 mm de ancho de diferentes espesores que varían a lo largo de la directriz del puente en función de los esfuerzos.

Los montantes, dispuestos cada 2,10 metros, están formados, a excepción del montante extremo, por cuatro angulares en forma de cruz ("+" ).

Las diagonales están compuestas por dos chapas paralelas con espesores variables a lo largo de la directriz. Los recuadros centrales están rigidizados mediante dos diagonales cruzadas, formadas, igualmente, por chapas metálicas.

El tablero del puente está formado por once vigas transversales compuestas en doble "T", coincidentes con los nudos de las celosías laterales. Las vigas tienen 490 mm de canto, estando formadas por un alma + cuatro angulares. El ala superior e inferior se refuerzan en la zona central.

El tablero tiene 6 viguetas por tramo, dispuestas con separaciones de 1,05 m, a excepción del voladizo en que la separación es mayor. Las viguetas están formadas por IPN 220, que están colocados a un nivel inferior al de las vigas transversales (Fotos 2 y 3).

El tablero se une a las vigas longitudinales a través de un perfil compuesto en forma de "U", formado por una chapa y dos angulares, uno superior y otro inferior.

El tablero, con un canto total de 15 cm, estaba formado por perfiles "Z" de 75 mm de canto, utilizados simultáneamente como elemento resistente y como encofrado perdido, formando una estructura mixta de hormigón nervada, rematada con una capa de compresión de hormigón de 75 mm (Foto 2).



Foto 2.- Estado inicial. Vista inferior del Tablero.



Foto 3.- Proceso de reparación. Vista general.



Foto 4.- Estado inicial. Apuntalamiento.

El apoyo en el lado Tui era un apoyo deslizante, típico de la época, formado por rodillos de acero que, al oxidarse, dejó de funcionar, provocando daños en los estribos. El apoyo del lado opuesto era un apoyo metálico fijo.

El puente se encontraba apuntalado con dos estructuras auxiliares de madera cimentadas en ambos márgenes del río con dados de hormigón dividiendo, de esta forma, la luz del puente en tres vanos (Fotos 1 y 4).

La estructura de madera estaba muy dañada, con una función resistente dudosa, habiéndose prohibido, incluso, el tránsito peatonal.

### **PATOLOGÍA DETECTADA**

La patología más generalizada es un proceso de corrosión muy elevado en los elementos de la estructura. El hierro de la estructura se fue transformado, progresivamente, en óxido poroso de hierro hidratado, que se conoce por “herrumbre”, que se distribuye en una serie capas muy blandas y superpuestas.

La formación de la «herrumbre» va acompañada de un elevado incremento de volumen o expansión, lo que conlleva la formación de estas capas.

El deterioro se produjo por el elevado grado de humedad y la pluviosidad de la zona. La estructura metálica estaba muy dañada en las zonas en las que se podía acumular el agua de lluvia.

Las vigas metálicas principales estaban muy dañadas a la cota de la capa de rodadura del tablero, porque era la zona que estaba en contacto permanente con el agua de lluvia.

Los perfiles “Z” que formaban el elemento metálico del tablero, estaban muy deteriorados, por su débil espesor, así como la estructura de las ménsulas del tablero, hechos que obligaron a la sustitución de estos elementos.

### **RECUPERACIÓN DE LA ESTRUCTURA**

El acero de la estructura es muy antiguo, con una importante cantidad de azufre que lo hacía, inicialmente, insoldable en condiciones normales.

Las uniones y las secciones estaban muy debilitadas, fundamentalmente, en las áreas más atacadas por el proceso de corrosión, que coincidían, como se indicó anteriormente, con las zonas en las que se podía acumular el agua de lluvia, o que estaban en contacto permanente con ella.

Los refuerzos y reparaciones se ejecutaron mediante soldadura, sacando muestras previamente de material para elegir un procedimiento de soldadura adecuado, respetando, en todo momento, la tipología inicial, cuyas uniones primitivas eran roblonadas.

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Inasmet que determinó que el acero era de tipo ferrítico de características mecánicas bajas ( asimilable a un ST-37 según especificación DIN ), con baja presencia en carbono, silicio y manganeso y un porcentaje alto en fósforo y muy alto en azufre.

Los electrodos de revestimiento básico fueron los más recomendados aunque también se aceptaban los electrodos de rutilo tipo E-6013 ó E-6024.

Por las características anteriores se desaconsejaron las uniones a tope, para evitar la posible acumulación de segregaciones en zonas cercanas a los cordones, aconsejando soldaduras en ángulo con bajas tensiones de trabajo.

No se trató, en ningún caso, de buscar un mimetismo con las soluciones técnicas empleadas en su día durante la ejecución del puente, sino que, fundamentalmente, se trató de buscar el método de reparación y refuerzo que combinara la practicidad, la seguridad y que, al mismo tiempo, las actuaciones realizadas fueran fácilmente identificables.

Los refuerzos se ejecutaron sustituyendo el material dañado, regenerando los elementos y añadiendo chapas metálicas.

La eliminación del tráfico rodado sobre el puente y, por lo tanto, su conversión en tráfico peatonal, permitió regenerar exclusivamente los elementos dañados sin ser necesario el refuerzo de la estructura con las secciones iniciales, lo que hubiese conllevado una solución más costosa (Fotos 5 y 6).



*Foto 5.- Proceso de reparación. Regeneración.*

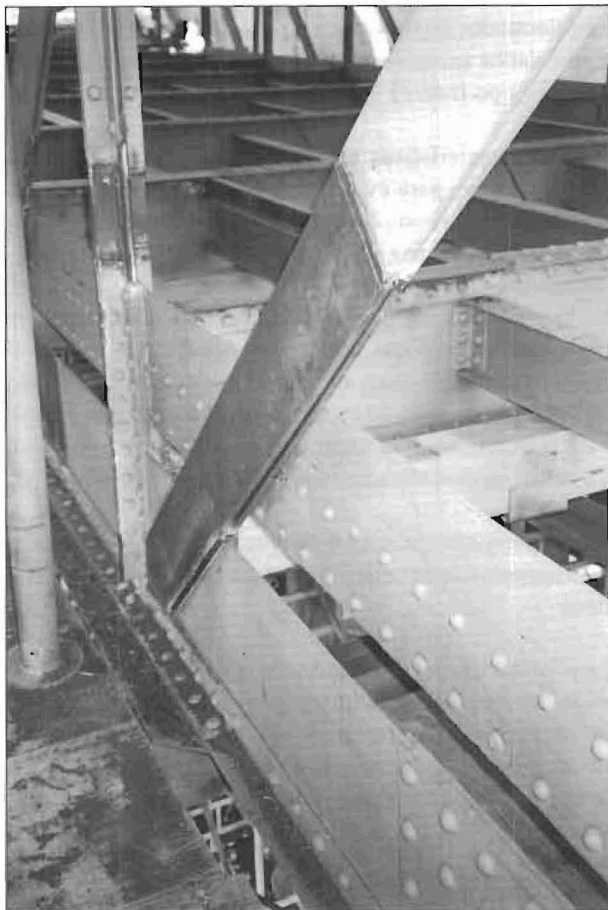


Foto 6.- Proceso de reparación. Regeneración.

## PROCESO DE EJECUCIÓN

El importante grado de corrosión de los perfiles "Z" que formaban el elemento metálico del tablero, obligó a eliminar y regenerar totalmente el tablero inicial, como ya se indicó.

Como el nuevo tablero se ejecutó a la misma cota, fue necesario recrecer las viguetas, formadas por IPN 220, que se encontraban 80 mm por debajo de las vigas transversales. Este recrecido se materializó con IPE 80 colocado sobre los IPN 220 existentes. De esta forma las alas superiores de las vigas y viguetas quedaron enrasadas a la misma cota, foto 3.

Se dispuso una chapa base de 4 mm, sobre el conjunto de vigas y viguetas, dividiéndola en recuadros de 2,10 x 1,05 m, que, a su vez, se subdividieron en cuadrados de 1.05 x 1.05 m, con la disposición de un LD soldado a la chapa base (Foto 7).

Finalmente, se hormigonó una losa de hormigón sobre la chapa base, con espesores variables desde 70 a 116 mm, debidamente conectada con casquillos de angulares dis-

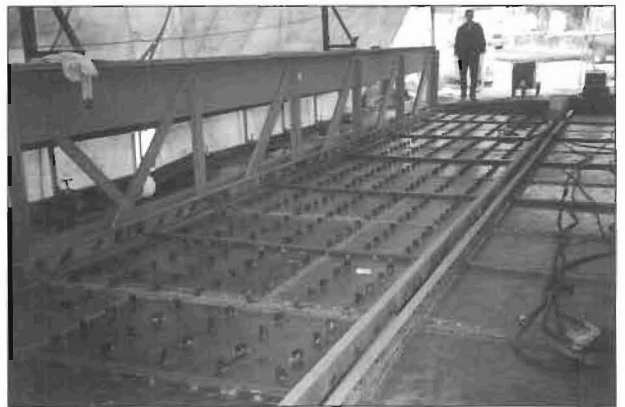


Foto 7.- Proceso de reparación.

puestos en retícula. La losa de hormigón se armó con un mallazo.

Como los voladizos tenían un deterioro muy importante, se tuvieron que demoler y regenerar, proyectando nuevas vigas apuntaladas análogas a las iniciales.

Al actuar se corrigieron los errores que habían causado la patología, impidiendo el contacto del tablero con las vigas en celosía, recogiendo, además, del agua de lluvia en una canaleta central (Fotos 9 y 10).

El apoyo deslizante, totalmente oxidado y sin poder cumplir su función, se sustituyó por apoyos de neoprenó, que permiten el giro, y los movimientos térmicos.

La recuperación del puente para tránsito peatonal permitió un mayor acercamiento en la escala de trabajo, llegando al mínimo detalle, utilizando la piedra, la madera y el acero inoxidable en pavimentos y barandillas. (Fotos 8 y 10).



Foto 8.- Estado definitivo. Vista general.



Foto 9.- Estado definitivo. Vista inferior del Tablero.

## CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Propiedad: Concello de Tui  
 Organismo Contratante: Ministerio de Fomento  
 Ubicación: Río Tripes. Tui. Pontevedra  
 Autor del Proyecto: Antonio González Serrano  
 Director de Obra: Federico Saldaña Martín  
 Asistencia Técnica a la D.O.: Antonio González Serrano  
 Arquitecto colaborador: Julio Besiga Díaz-Blanco  
 Empresa Constructora: Necso



Foto 10.- Estado definitivo. Detalle.

## RECONOCIMIENTOS

Se quiere dejar constancia de la eximia labor desarrollada por Agustín Costas Fernández de Construcciones Metálicas Cymas S.A. que fue la subcontrata de la obra.

El autor del Proyecto desea, finalmente, expresar el agradecimiento y la confianza deposita por parte de José Ma-

nuel Piris Ruesga, que tuvo, además, la sensibilidad de recuperar esta obra, que se hubiese perdido en el tiempo, lo que nos hizo recordar a Gustavo Adolfo Becquer, cuando dice : "En nombre de los poetas y de los artistas, en nombre de los que sueñan y de los que estudian, se prohíbe a la civilización que toque a uno solo de estos ladrillos con su mano demoleadora y prosaica".

\*\*\*