

Obras de reparación de las estructuras de la carretera N-630 entre los PKs 87+900 y 96+100 (Puerto de Pajares)

Repair Works on the N-630 Road structures between PKs 87+900 and 96+100 (Pajares Pass).

Ignacio PULIDO SÁNCHEZ^a, Santiago SALAS FERNÁNDEZ POLANCO^b y
Pablo SOLERA PÉREZ^c

^a Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. TYLin Spain. Desarrollo de Negocio. ignacio.pulido@tylin.com

^b Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. TYLin Mexico. Jefe de Proyectos. santiago.salas@tylin.com

^c Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. TYLin Spain. Jefe de Proyectos. pablo.solera@tylin.com

RESUMEN

Tras la inspección de diferentes estructuras en el puerto de Pajares (carretera N-630) se detectaron ocho estructuras en las cuales el fuerte nivel de deterioro, asociado principalmente a la circulación de agua con sales fundentes por sus paramentos y a los ciclos hielo-deshielo, comprometía su nivel de seguridad estructural, haciendo necesaria la intervención en las mismas. Dichas actuaciones consistieron tanto en la reparación y refuerzo de los tableros, como la actualización de las plataformas y la implantación de sistemas de contención conforme a los estándares actuales.

ABSTRACT

Following the inspection of various structures in the Pajares Pass (N-630 road), eight structures were identified in which the high level of deterioration, mainly related to the circulation of water with melting salts on their faces and freeze-thaw cycles, compromised their level of structural safety, making it necessary to intervene in them. These actions consisted of repairing and reinforcing the decks, updating the platforms and installing containment systems in accordance with current standards.

PALABRAS CLAVE: Reparación y refuerzo, sales fundentes, hielo-deshielo, bóveda, losa nervada, pretil.

KEYWORDS: repair, reinforcement, de-icing salts, freeze-thaw, vault, ribbed slab, parapet.

1. Introducción

La carretera N-630, a su paso por el Puerto de Pajares, cuenta con numerosas estructuras que permiten salvar los cauces de los diferentes ríos y arroyos de alta montaña de la zona. Entre ellas, se encuentran ocho estructuras, situadas entre los PKs 35+380 y 96+100, donde el fuerte nivel de deterioro, asociado principalmente a la circulación de agua con sales fundentes por sus paramentos y a los ciclos hielo-deshielo,

comprometía la seguridad bien sea de las propias estructuras o del tráfico sobre las mismas.

Entre las estructuras encontramos bóvedas de hormigón en masa con importantes pérdidas de volúmenes de hormigón; bóvedas de fábrica con lavado generalizado de llagas, meteorización de sillares, incluso descuelgues parciales de estos y tableros formados por losas nervadas de hormigón armado donde tanto los

propios nervios como la losa presentaban nuevamente importantes pérdidas de volumen de hormigón y un estado generalizado de corrosión de armaduras con pérdidas muy significativas de sección en estas.

Junto a lo anterior, resaltar el deficiente estado de los sistemas de contención existentes en la traza, donde los postes de las diferentes tipologías implantadas presentan de forma generalizada un deficiente anclaje en los tableros, terraplenes y muros de acceso, llegando incluso a encontrarse postes en el aire.

Las actuaciones acometidas consistieron, por un lado, en la reparación de los daños existentes siendo necesarios complejos refuerzos estructurales, recrecidos de elementos, rehabilitaciones integrales, o la propia construcción de losas micropilotadas de punteo de ciertas estructuras. A su vez, se procedió a la actualización de la plataforma y la implantación de sistemas de contención conforme a los estándares actuales. Las obras, no solo despiertan interés por su diversidad y complejidad técnica o constructiva, sino también por la compleja gestión del tráfico realizada en una carretera de alta montaña con un importante tráfico de vehículos pesados.

En el presente artículo se tratan los principales daños que manifiestan las estructuras, así como las actuaciones de reparación encaminadas a recuperar los niveles mínimos exigidos en cuanto su funcionalidad y seguridad.

2. Localización de las estructuras

Las estructuras se encuentran en la traza de la carretera nacional N-630, concretamente en el tramo comprendido entre el PK 87+900 y el PK 96+100. Se trata de las siguientes estructuras:

- 0N-0630-0087+900 Paso sobre río Bernesga
- 0N-0630-0088+980

- 0N-0630-0089+500
- 0N-0630-0091+095 Paso sobre río Bernesga
- 0N-0630-0091+270 Pontón sobre el río Bernesga
- 0N-0630-0093+525 Pontón sobre el río Bernesga
- 0N-0630-0094+400
- 0N-0630-0096+100



Figura 1 Vista general de la estructura situada en el PK 91+270

3. Estructura 0N-0630-0087+900

La estructura situada en el PK 87+900 de la N-630 se corresponde con un paso sobre el río Bernesga. Dicha estructura consiste en una bóveda de hormigón en masa de luz reducida de unos 4,50 m que cuenta a su vez con muros en prolongación igualmente de hormigón.



Figura 2 Vista general de la estructura

Los principales daños detectados en la estructura se corresponden con el fuerte deterioro que presentan los paramentos de hormigón fruto de los ciclos hielo-deshielo y de la acción de las sales fundentes, lo que ha provocado que tanto el tímpano como los muros

en los accesos hayan sufrido una importante pérdida de volumen de hormigón.



Figura 3 Degradación de paramentos de hormigón

La erosión de estos muros de hormigón ha provocado que los postes de la barrera metálica que forma el sistema de contención se encuentren en deficiente estado debido a la falta de anclaje. Anclaje, que en alguno de los casos es inexistente estando los postes “en el aire” con el consiguiente riesgo para el usuario.



Figura 4 Detalle del anclaje de los postes de la barrera

Las actuaciones de reparación realizadas tuvieron como objetivo recuperar un nivel adecuado de seguridad tanto desde el punto de vista estructural como desde el punto de vista de la explotación:

- Impermeabilización de la bóveda. Para ello se procedió al fresado/demolición del firme en un espesor de 20 cm para, posteriormente, ejecutar una capa de hormigón de rasanteo. Sobre dicha capa de hormigón se dispuso el sistema de impermeabilización y posteriormente se procederá a la reposición del firme.



Figura 5 Impermeabilización de la bóveda

- Saneo de los paramentos de hormigón degradados.
- Reconstrucción/recricado de dichos paramentos. El recricado del muro se vincula al muro existente mediante una armadura de cosido anclada al muro existente mediante taladros rellenos con resina. El sistema de drenaje del trasdós del muro se plantea mediante drenes californianos.



Figura 6 Reconstrucción de paramentos de hormigón degradados

- Ejecución de una losa de hormigón armado tanto sobre la cabeza de los muros como sobre el terreno para el anclaje del sistema de contención. Dicha actuación lleva asociadas actividades como la demolición del firme, excavación localizada en la zona de la losa, encofrado, ferrallado, hormigonado, impermeabilización, protección del zócalo y posterior reposición del firme.



Figura 7 Ejecución de la losa de hormigón

- Sustitución del sistema de contención. Se instaló un pretil metálico con nivel de contención H2.



Figura 8 Vista general de la estructura tras las actuaciones de reparación

4. Estructura 0N-0630-0088+980

La estructura situada en el PK 88+980 se corresponde con un puente que permite a dicha nacional salvar el cauce del río Bernesga. La estructura está formada por dos estribos de hormigón en masa sobre los que descansa una losa nervada de hormigón armado.



Figura 9 Vista general de la estructura

La luz de la estructura es de unos 8 m si se mide en dirección perpendicular a los muros de frente de los estribos. El puente cuenta con un esviaje de unos 40°, siendo la luz en la dirección esviada de aproximadamente 12 m. En cuanto a la sección transversal, el tablero estaba formado originalmente por una losa nervada con 5 nervios que, tras su ensanche en 1972, pasó a tener un total de 9 nervios.

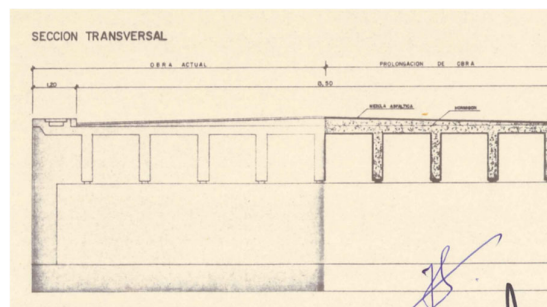


Figura 10 Sección transversal (Fuente: Proyecto Modificado: Mejora y ensanche del firme CN630, de Gijón a Sevilla PK 326,500 al 384,800. Tramo: León-Puerto de Pajares)

Los principales daños detectados en la estructura están asociados nuevamente al fuerte deterioro que presentan los elementos de hormigón.

En lo que se refiere a los estribos, estos presentan una fuerte degradación de sus paramentos, observándose importantes volúmenes de hormigón en el suelo fruto de la citada degradación. Dichos daños a su vez hacen que las condiciones de apoyo del tablero se vean seriamente comprometidas.



Figura 11 Degradación de los paramentos de hormigón



Figura 12 Deficientes condiciones de apoyo

El tablero de la estructura presenta igualmente un fuerte deterioro del hormigón debido a los ciclos hielo-deshielo y al uso de sales fundentes que acelera dicho deterioro. Asimismo, el agua que se infiltra desde la plataforma con sales fundentes, debido a la ausencia de un sistema de impermeabilización, ha dado lugar a la corrosión de las armaduras tanto de los nervios como de la losa lo que ha generado múltiples desconchones de dimensión no despreciable.



Figura 13 Desconchones con armadura vista en avanzado estado de oxidación en los nervios del tablero



Figura 14 Vista de la cara inferior del voladizo

Las actuaciones de reparación desarrolladas para reparar los anteriores daños son las siguientes:

- Saneamiento y reconstrucción/recricado de los estribos.
- Protección de los paramentos de los estribos frente a la socavación a base de piedras de escollera.
- Reparación del tablero. La reparación del tablero consiste en la limpieza, saneamiento y pasivado de las zonas degradadas. Posteriormente se fresa el hormigón de la losa hasta descubrir las armaduras y se ejecutará una nueva losa de hormigón armado sobre la existente. A su vez se procede al recricado de los nervios de la

estructura el cual se conectará a la nueva losa. Los voladizos de la estructura, dado su avanzado nivel de deterioro, fueron demolidos y reconstruidos posteriormente.

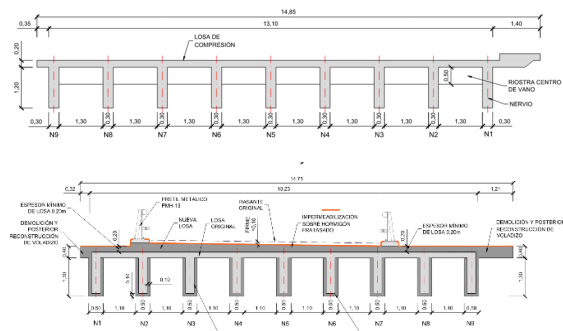


Figura 15 Sección transversal existente y sección transversal tras las obras de reparación



Figura 16 Recreido de nervios

- Instalación de nuevos aparatos de apoyo de neopreno zunchado. Para poder alojar los gatos necesarios para esta operación, resultó necesario ejecutar ménsulas cortas en los estribos.



Figura 17 Ménsula corta para apoyo de gatos hidráulicos

- Actuaciones en plataforma, consistentes en la impermeabilización, ejecución de imbornales, reposición del firme e instalación del sistema de contención.



Figura 18 Vista de la plataforma

En cuanto a los accesos a la estructura, se ha realizado la reparación de los muros laterales y se ha ejecutado una losa para permitir el anclaje del sistema de contención.



Figura 19 Reparación de muros laterales



Figura 20 Losa para anclaje del sistema de contención en accesos

5. Estructura ON-0630-0091+095

La estructura situada en el PK 91+095 es de idéntica tipología a la anterior y presentaba un nivel de deterioro análogo producido igualmente por la circulación de agua con sales fundentes y los ciclos hielo-deshielo.



Figura 21 Armadura activa al descubierto en avanzado estado de oxidación



Figura 22 Vista de la cara inferior del voladizo y zona de anclaje del sistema de contención

La reparación de esta estructura se realizó siguiendo el procedimiento expuesto para el caso anterior.



Figura 23 Vista de la estructura tras las actuaciones de reparación



Figura 24 Vista de la estructura tras las actuaciones de reparación

6. Bóvedas de fábrica

En el tramo de la N-630 estudiado se encuentran una serie de bóvedas de fábrica que, en general, presentaban un estado de conservación muy deficiente caracterizado por un lavado generalizado de llagas, meteorización de sillares e incluso descuelgues parciales de dichos sillares.



Figura 25 Vista general de una de la bóveda situada en el PK 89+500



Figura 26 Lavado de llagas y descuelgue parcial de sillares



Figura 27 Lavado de llagas y descuelgue parcial de sillares

Por otro lado, estas estructuras presentaban numerosas deficiencias en los sistemas de contención o presentaban sistemas de contención de fábrica obsoletos, los cuales no cumplían con los estándares actualmente vigentes.



Figura 28 Deficiente anclaje de la barrera bionda



Figura 29 Deficiente anclaje de barrera bionda sobre muro de hormigón fuertemente erosionado

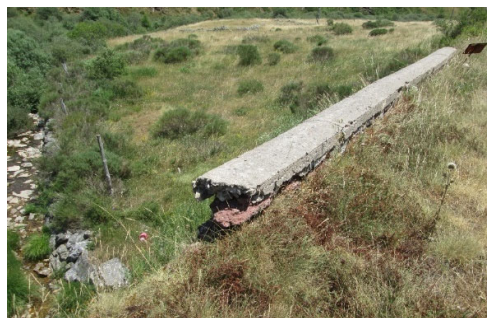


Figura 30 Rotura de sistema de contención de fábrica

Las principales actuaciones de reparación desarrolladas en las estructuras se corresponden con la reparación de la bóveda y muros de sillería. Por un lado, se ha realizado el saneo de los sillares degradados, rejuntado de llagas, reposición de pérdida de sillares y cosido de sillares sueltos.



Figura 31 Vista de la estructura del PK 89+500 tras el rejuntado de llagas



Figura 32 Cosido de bóveda en la estructura del PK 93+525

Las zonas donde se había producido un descuelgue generalizado de sillares fueron encofradas para posteriormente, realizar el

vertido de un grout para asegurar el monolitismo de la obra de fábrica.



Figura 33 Reparación de zonas con descuelgue de sillares

Asimismo, en aquellas estructuras donde la capacidad estructural de las bóvedas originales no se podía garantizar, se planteó como solución estructural alternativa la ejecución de una losa de hormigón micropilotada en los extremos, con el objetivo de puentear las cargas del tráfico sobre la bóveda y, de esta forma, garantizar la seguridad estructural de estas estructuras.



Figura 34 Ejecución de losa micropilotada

Finalmente, en todas las estructuras se ha realizado la sustitución de los deficientes sistema de contención existentes por unos pretiles metálicos. Para la instalación de estos elementos, fue necesario realizar losas de hormigón para poder garantizar el anclaje.



Figura 35 Ejecución de losa sobre la estructura del PK 93+525 para anclaje del sistema de contención



Figura 36 Losa de hormigón para anclaje del sistema de contención



Figura 37 Vista del sistema de contención instalado en el PK 96+100

7. Conclusiones

A lo largo del presente artículo se han expuesto los importantes daños durables de una serie de estructuras situadas en una zona de alta montaña como es el puerto de Pajares en la carretera

N-630. Dichos daños, en gran parte de los casos se han acabado traduciendo en daños relevantes de carácter estructural, lo que llevó a la necesidad de actuación en dichas estructuras.

En cuanto a las actuaciones de reparación acometidas, se puede diferenciar las acometidas en las estructuras nervadas, en donde se optó por acometer su completo saneado y posterior encamisado, así como, aprovechando el sobre espesor del firme existente, a la ejecución de una nueva losa superior resistente, evitando de esta forma la necesidad de su refuerzo, tanto por su estado de conservación como por su necesidad de adecuación a las nuevas acciones normativas.

Por otro lado, en cuanto a las obras de fábrica, se aplicaron soluciones particularizadas en cada caso en función del nivel de daños que presentaban, pasando desde el simple acondicionamiento de la plataforma para la implementación del sistema de contención, hasta la ejecución de una nueva losa bajo calzada que puentee las cargas del tráfico.

Resaltar que gran parte de las soluciones y decisiones técnicas aplicadas han estado altamente condicionadas por la necesidad de mantener en todo momento la circulación de vehículos, tráfico alternativo, así como por la programación de las obras, la cual debía ser compatible con la vialidad invernal.

8. Principales participantes

Propiedad:	Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. Demarcación de Carreteras del Estado en Asturias
Dirección de obra:	<i>D. Javier Uriarte Pombo D. José María Zamora</i>
Empresa Constructora:	OPR
Diseño de solución de reparación y asistencia técnica:	TYLin <i>D. Ignacio Pulido Sánchez D. Santiago Salas Fernández- Polanco D. Pablo Solera Pérez</i>