

Intervención en el puente de fábrica de Deba. Argumentos para decidir

Intervention in the Deba masonry bridge. Arguments to decide.

Fco. Javier León González^{*, a}, Iñaki Jaime Azpiazu^b, Francisco Prieto Aguilera^c,
Isabel Lorenzo Pérez^c

^a Dr. Ingeniero Caminos, Canales y Puertos, FHECOR Ingenieros Consultores, S.A., Director Técnico

^b Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. INJELAN S.L.

^c Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. FHECOR Ingenieros Consultores, S.A.

RESUMEN

El puente de fábrica de Deba se inauguró en 1866. Constaba originalmente de tres bóvedas de fábrica y un tramo metálico levadizo, sustituido en 1955 por una bóveda de hormigón chapada en piedra caliza. El puente tiene tres pilas cimentadas en el cauce de la ría mediante pilotes de madera. En julio de 2018 colapsó súbitamente la cimentación de la pila central, que descendió del orden de un metro. En esta comunicación se exponen los trabajos de emergencia citados para evitar el colapso total de la obra, así como los criterios adoptados para definir el alcance de la intervención de rehabilitación que se prevé realizar a partir de 2020.

ABSTRACT

The Deba masonry bridge construction ended in 1866. It was originally a three masonry vaulted span bridge with an additional steel draw bridge span, which was substituted in 1955 by a new plain concrete vault. The three central piers are supported on wooden piles embedded in the sandy tidal river soil. In July 2018 the central pier wooden pile foundation collapsed, and provoked a pier settlement of about one meter. This paper describes the emergency works performed to prevent the collapse of the bridge, and outlines the criteria that have been weighed for the definition of a prospective rehabilitation intervention scheduled for 2020.

PALABRAS CLAVE: puente, fábrica, bóveda, madera, pilote, teredo, micropilotes, restauración.

KEYWORDS: bridge, masonry, vault, wood, pile, shipworm, micropile, restoration

1. Introducción

El Puente de Deba es una obra de un gran valor patrimonial ([1] y [2]) que cuenta con un alto nivel de protección. Está considerada en el *Catálogo de puentes de Gipuzkoa anteriores a 1900* [3] como *la obra más representativa y que mejor conserva,*

a nivel provincial, el carácter de la arquitectura de puentes de la segunda mitad del siglo pasado.

El puente se abrió al tráfico en 1866 tras la construcción de la carretera que unía las localidades de Deba y Mutriku por la costa (fig. 1).

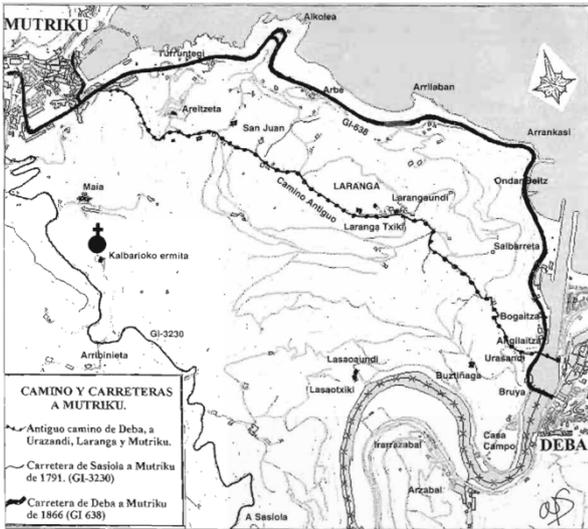


Figura 1. Caminos entre Deba y Motrico [2]



Figura 3. Puente de Deba antes del fallo de la cimentación de la pila 2. Fotografía: J.C. Aperribai

2. Descripción del puente

El puente cruza la ría de Deba perpendicularmente al cauce (fig. 2), con planta recta y rasante horizontal (fig. 3) hasta el fallo de la cimentación en julio de 2018. Tiene además una rampa de acceso desde el estribo del lado Deba, de unos 30 metros de longitud.



Figura 2. Planta del puente de Deba



Figura 4. Puente de Deba antes de la eliminación del tramo metálico móvil en 1955

La cimentación, típica de los puentes de fábrica con importantes potencias de suelos aluviales como es el caso, es de pilotes de madera. Estos pilotes, de unos 30 cm de diámetro, y provistos de azuche o puntaza, se hincaban en el lecho a partir de un replanteo definido en retícula ([4], [5] y [6]). Sobre las cabezas de los pilotes se disponía un emparrillado de vigas de madera que daba soporte, a su vez, al entarimado de madera en el que se apoyaba finalmente la base del plinto de la propia pila de sillería. Bajo el entarimado, en los cajones que deja el emparrillado de vigas, se disponía una escollera hormigonada para asegurar apoyo suficiente al conjunto. La figura 5 muestra una imagen descriptiva tomada del proyecto de refuerzo de 1892.

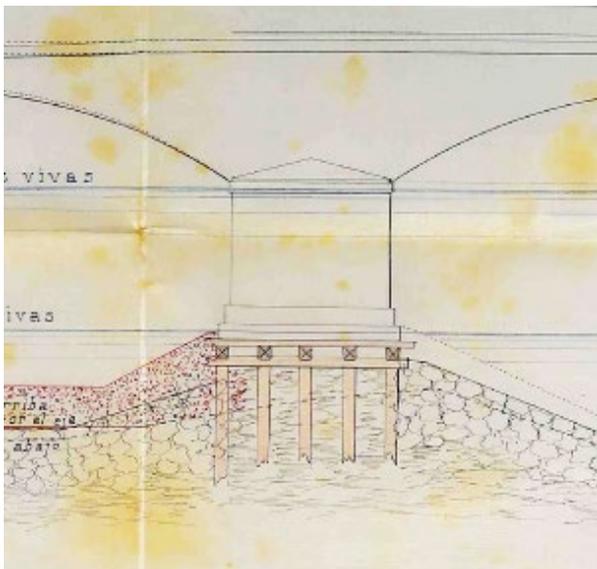


Figura 5. Detalle (típico) de emparrillado, tarima y zampeado tomado del proyecto de refuerzo de 1892

El último episodio en la cimentación ocurrió el 5 de julio de 2018. A partir de este colapso se han realizado una serie de intervenciones de las que se trata en esta comunicación.

3. El colapso de la cimentación de la pila 2

En la madrugada del jueves 5 de julio de 2018, y sin que anteriormente se hubiera observado movimiento alguno en el puente, se produjo el asentamiento vertical y el giro de eje longitudinal de la pila 2, con un descenso medio del orden de 0,80 m. Estas deformaciones acarrearán daños a todo el puente, principalmente a las dos bóvedas centrales, cuyos arranques sobre la pila 2 acompañaron a ésta en su movimiento y sufrieron desplazamientos, torsiones, pérdida de piezas y agrietamientos. A consecuencia de ello, y como primera medida de seguridad, se procedió a la prohibición de la circulación peatonal sobre el puente y del paso de embarcaciones bajo el mismo.

Las causas del colapso se determinaron gracias a la inspección subacuática realizada el 24 de julio de 2018, en la que se extrajo un fragmento de los pilotes. El pilote mostraba síntomas claros de ataque por xilófagos, lo que permitió descartar la hipótesis de pudrición de la madera. Este ataque se identifica por las perforaciones, más o menos densas y con forma sensiblemente tubular y longitudinal, en el cuerpo de la madera (fig. 6). El resultado, en términos mecánicos, es que el pilote pierde paulatinamente sección resistente hasta llegar al colapso, casi siempre de manera frágil, sin aviso previo, que es como sucedió.

Particularmente, y sin descartar otros, este molusco xilófago es el *Teredo navalis*, también

llamado *broma*. El hábitat de este molusco es el agua libre, no el fango o las arenas, por lo que el desarrollo del ataque se ha producido en la zona socavada, que ha sido estable mientras los pilotes tuvieron capacidad portante suficiente. La pérdida de sección ha sido paulatina, no necesariamente uniforme en todos los pilotes, hasta que la capacidad mecánica de la sección remanente ha sido insuficiente para resistir el peso propio de la estructura, ya que no había sobrecargas, ni empuje especialmente fuerte de la corriente en el momento del colapso.



A este respecto resulta de interés resaltar que ya en el proyecto de 1892-93, los resultados de la inspección de los cimientos arrojaron como resultado «que el maderamen que constituye la base o cimiento artificial aparece en parte atacada de los teredos que tanto abundan en los puertos de esta Provincia». No aprendemos suficientemente las lecciones del pasado.

4. Daños provocados por el colapso de la cimentación

Se describen a continuación, sucintamente, los daños ocurridos en la estructura (figs. 7 a 15) como consecuencia del hundimiento y giro de la pila 2.

Destaca el significativo asiento de la pila 2, del orden de 1 metro por el lado de aguas abajo, lo cual supuso una depresión importante en la plataforma. Dicho asiento estuvo acompañado de una rotación de la pila según el eje longitudinal, mientras que el giro según el eje

transversal era muy improbable por estar confinada la pila por dos bóvedas iguales con cargas iguales.



El movimiento de la pila 2 supuso la rotura por compresión y pandeo lateral del pretel de fábrica (figs 10 y 11), que entró en compresión al querer funcionar el conjunto como viga, y su despegue del tímpano por incompatibilidad de movimientos.

Además, la cinemática de las bóvedas en su descenso motivó la formación de rótulas significativamente simétricas, con pérdida de algunos sillares en riñones y en hombros de ambas.



En la fig. 12 se han trazado las líneas presuntamente horizontales de la imposta (roja superior) y las paralelas a ésta por la rótula más baja. De alguna forma, y suponiendo que no se produce antes el colapso por agotamiento a compresión de los sillares o por pérdida del relleno, el hundimiento se produciría al descender la pila 2 (en el centro) hasta que las rótulas cercanas a la pila 2 se alinearan con el arranque de las bóvedas sobre dicha pila (cambio de concavidad a convexidad) o, conservadoramente, hasta alcanzarse la horizontal trazada. Como puede verse, no hay margen para descensos adicionales.

Siguiendo el esquema de rótulas formado, se produjo la rotura en compresión del intradós de las bóvedas (fig. 13), coincidiendo con la de hombro-clave, así como la apertura de las juntas entre piezas en el intradós, coincidiendo con la rótula de riñones (fig. 14).

Existen líneas diagonales de rotura en el interior de las bóvedas que se asocian a fenómenos de torsión (el citado giro de eje longitudinal de la pila 2), como se muestra en la fig. 9, en la que se aprecia también el giro de la pila 2 descendida. Se observan también fisuras antiguas, ya reparadas durante la intervención de 2002.





En el tajamar de aguas arriba de la pila 3 existe una separación entre los tendeles de los sillares de, al menos, 2 cm en altura (fig. 15).



En último lugar cabe destacar la importancia de las elevadas compresiones que supusieron la rotura de los sillares del tímpano de la pila 2 por compresión (fig. 16), así como la separación de las dovelas.



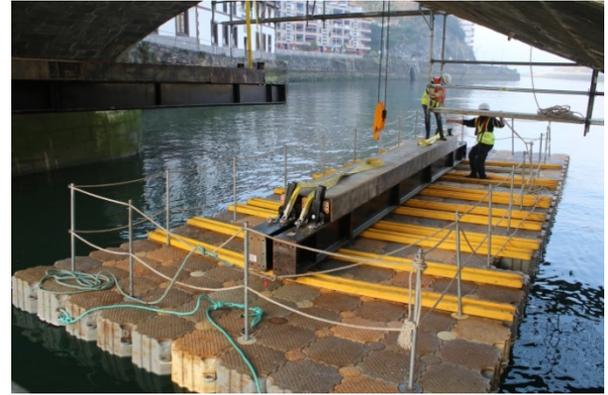
5. Obras de emergencia 2018-2019

Entre septiembre de 2018 y marzo de 2019 se realizaron intervenciones de emergencia en el puente que se pueden sintetizar en:

- Recalce de las pilas 1 y 3.
- Disposición de una cimbra apoyada en las pilas 1 y 3 (fig. 17), como elemento auxiliar de apeo para las bóvedas 2 y 3 en caso de que se produjera el colapso, bien de las bóvedas, bien de la pila 2.
- Colocación de encofrados transversales al puente (cimbra colgante, figuras 17 a 20), bajo las bóvedas 2 y 3, colgados de la cimbra mediante barras de cuelgue que permiten también el tesado. Estas barras de cuelgue se tesaron hasta transferir a la cimbra un peso estimado en el 70% del peso de los vanos 2 y 3 para asegurar que ante un eventual hundimiento adicional de la pila 2 no colapsen de las bóvedas.
- Instalación de una pasarela peatonal por el interior de la cimbra para restablecer provisionalmente el paso de peatones, prohibido sobre el puente deformado.



Tras la conclusión de la obra de emergencia se encuentran recalzadas las pilas 1 y 3, mientras que las bóvedas 2 y 3 están sostenidas por encofrados colgados de una cimbra apoyada en el propio puente, sobre las pilas recalzadas.



6. Criterios de actuación en las próximas intervenciones

Una vez finalizadas las obras de emergencia para la consolidación, se ha redactado un proyecto de rehabilitación, teniendo en cuenta que el puente goza de una protección especial dentro del Conjunto Monumental del Camino de Santiago (Decreto 2/2012 que califica como

Bien Cultural Calificado el Camino de Santiago a su paso por el País Vasco).

Según el citado decreto, la protección especial tan sólo permite actuaciones de restauración del aspecto arquitectónico y el restablecimiento del estado original de lo alterado.

El ámbito de actuación puede, por tanto, parecer muy limitado pero entendemos que es imprescindible reflexionar acerca de los criterios y los argumentos con que hay que plantear la intervención.

Aunque se ha escrito mucho acerca de las diferentes posturas que cabe adoptar ante una construcción que requiere de intervención, no hay doctrina universal aplicable porque la casuística es infinita e infinitos son también los enunciados y posiciones. En sintonía con autores como Ignasi de Solà-Morales [8], creemos que no hay que dejarse encorsetar por postulados generales y abstractos, sino que hay que centrarse en el problema concreto de una construcción concreta en un entorno y circunstancias muy concretas, cuyo análisis profundo es primordial para identificar el problema y las posibles soluciones. En esa línea, analizamos qué posibilidades cabría considerar y justificar por qué nos hemos decantado por la orientada a una restitución del *statu quo* formal y funcional de la víspera de la incidencia. Así, cabe plantear:

- Demolición y sustitución. Se descarta porque no atiende a la premisa básica de salvaguarda.
- Consolidación de la ruina y construcción de nueva pasarela adyacente. Se elimina porque al coste que supone consolidar la estructura actual como ruina, se une el de la nueva construcción y el mantenimiento de ambas, además de ofrecer muchas dudas conceptuales, como sucede con las obras en paralelo, más o menos cercanas. A veces se potencian, pero con frecuencia se detestan.
- Demolición de las bóvedas 2 y 3, así como de la pila 2, construyendo un nuevo tramo entre P1 y P3. Esta solución tiene precedentes conocidos, como el famoso Pont Trenca del valiente y certero Xavier Font [9], pero no es equiparable aquí. En esta reflexión ha sido muy útil la idea acertada transmitida desde la Diputación Foral de Gipuzkoa: la decisión debe contemplar la visión que se tenga de la intervención dentro de 5, 20 o 30 años, cuando la mirada retrospectiva inquiera, quizás, si no habría sido posible restituir la obra a la

posición previa a la de la incidencia, lo que aporta el valor consolidado de que la sociedad de este ya avanzado siglo XXI es capaz de superar antiguas posiciones resignadas, y que sabe aprender de las lecciones del pasado para resaltar su valor redivivo.

- Reconstrucción hasta aproximarse lo más posible al estado formal previo a la incidencia. Tiene también precedentes muy conocidos. Es el caso del Campanile de la plaza de S. Marcos en Venecia, reconstruido *dov'era e com'era* (donde estaba y como era), convertido en lema y verdadero leitmotiv de la restauración tras el colapso completo de 1902. Fue el caso también de tantos monumentos destrozados por las guerras que asolaron Europa en el s. XX, cuando la sociedad no quiso resignarse a convivir de por vida con ruinas evocadoras permanentemente de un pasado desagradable. La famosa Kaiser Wilhelm de Berlín, p.e., es huella suficiente de su función memorial.

Nosotros entendemos que la reconstrucción es la mejor solución. No exenta de dificultades y aun requiriendo de una inversión importante, la reconstrucción es la opción más adecuada cuando, como es el caso, la incidencia es tan reciente que no se ha generado memoria colectiva de la ruina (que quedará oportunamente registrada como leve y aleccionadora cicatriz), como pasa con tantos monumentos centroeuropeos devastados por la guerra y reconstruidos más o menos fidedignamente. Nos plantearíamos también reconstruir la cubierta de Notre-Dame, aguja incluida, conforme al estado previo al desgraciado incendio de abril de 2019. Entendemos que las generaciones venideras se merecen que leguemos ahora, en lo posible, una intervención restituidora que incluya el estudio y la documentación de la obra, y de las reflexiones realizadas. Estas situaciones

no admiten narcisismos, sino restauraciones respetuosas.

En nuestra opinión la intervención no restará autenticidad al puente pues, como recuerda Antoni González Moreno-Navarro [10], la sustancia material de la obra no condiciona su valor, de la misma manera que la renovación biológica que experimentamos los seres vivos, que apenas conservamos un mínimo porcentaje de las células con que vinimos al mundo, no nos privan ni un ápice de autenticidad en el sentido que importa del término.

Agradecimientos

Agradecemos a la Diputación Foral de Gipuzkoa la confianza depositada en nosotros. El equipo de la corporación que ha colaborado en los trabajos ha estado formado por Eli Arriola Goenaga, Gabriela Vives Almandoz, Josu Maroto Peñagarikano y Ainara Iroz Zalba.

Nuestro trabajo no habría sido posible sin la contribución de José María García de Miguel, Catedrático de Petrología de la ETS de Ingenieros de Minas de la UPM.

En nuestro trabajo hemos contado con la ayuda inestimable de un número muy importante de empresas especializadas en trabajos submarinos, rehabilitación de construcciones históricas, medios auxiliares, cimentaciones especiales, etc. Nuestro agradecimiento para todas ellas.

Un agradecimiento especial a nuestro colaborador geotécnico en este trabajo, Juan Antonio Cea Soriano.

Referencias

- [1] Aldabaldetrecu, Patxi. “El Puente de Deba (Carretera a Mutriku por la costa). Revista Deba. Número Uda 2001.
- [2] Aldabaldetrecu, Roque; Castro, Javier. Puente de piedra sobre la ría del Deba. Editado por los autores. Deba, 2019.
- [3] Núñez, Julio. “Catálogo de puentes de Gipuzkoa anteriores a 1900 - 1900 Urtea

baino lehenagoko Gipuzkoako zubien katalogoa”. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, 1994.

- [4] Comité Técnico de Puentes. Grupo de Trabajo de Puentes de Fábrica. Asociación Técnica de la Carretera. “Cimentaciones de fábrica en puentes”. Madrid, 2008.
- [5] León, J. “Proyecto y construcción de puentes de fábrica”. Capítulo del libro “Los puentes de piedra (o ladrillo) antaño y hogañ”, coordinado por J. León y J.M. Goicolea. Colección “Lecciones Juanelo Turriano de historia de la ingeniería”. Fundación Juanelo Turriano. Madrid, 2017.
- [6] León, J. “Construcción y reparación de puentes según cuatro tratadistas españoles de la Edad Moderna”. Capítulo del libro “Sueño e Ingenio: libros de ingeniería civil en España: del Renacimiento a las Luces”, de la exposición (enero-abril de 2020) en la Biblioteca Nacional de España. Comisario: Daniel Crespo. Ministerio de Cultura y Deporte; Biblioteca Nacional de España; Fundación Juanelo Turriano. Madrid, 2020.
- [7] Sagaseta, César, et al. “Recalce de la cimentación de un puente de sillería mediante columnas de “jet-grouting”. Comunicación relativa a las actuaciones de recalce en la pila 1 del puente de Deba.
- [8] Solà-Morales de, Ignasi. Teorías de la intervención arquitectónica. Quaderns d'Arquitectura i Urbanisme. Col·legi d'Arquitectes de Catalunya. núm.155, diciembre de 1982.
- [9] Font, Xavier. “Restoration of the Pont Trençat. Barcelona, Spain”. Conf. “Arch'04”. Barcelona, 2004.
- [10] González Moreno-Navarro Antoni. La restauración objetiva. Método SCCM de restauración monumental. Memoria SPAL 1993-1998. Diputación de Barcelona. Área de Cooperación. Servicio del Patrimonio Arquitectónico Local.