

Ampliación del Puente sobre la Riera de Ribes

Bridge widening over the Ribes River

Manuel Reventós Rovira^a, Jaume Guàrdia Tomàs^b

^a Administrador e ingeniero de caminos, canales y puertos. Enginyeria Reventós, S.L.

^b Jefe departamento de estructuras e ingeniero de caminos, canales y puertos. Enginyeria Reventós, S.L.

RESUMEN

El puente sobre la Riera de Ribes situado en la carretera BV-2113 conecta los municipios de Sant Pere de Ribes y Vilanova y la Geltrú. Forma parte de la red de la Diputación de Barcelona y juntamente con el propio Ayuntamiento de Sant Pere han mejorado la conexión peatonal y ciclista con un paseo de 5 m de ancho. Este cuando llega al Puente se estrechaba a 1 m y formaba un cuello de botella. En el proyecto y obra de ampliación se ha ampliado el puente mediante una estructura formada por costillas metálicas y losa de hormigón para alojar la plataforma funcional de 5 m. Todo respetando y restaurando el puente arco existente.

ABSTRACT

The bridge over the Riera de Ribes is located on the BV-2113 road and connects the towns of Sant Pere de Ribes and Vilanova i la Geltru. It is part of the Diputación de Barcelona network and together with the City Council of Sant Pere they have improved the pedestrian and cyclist connection with a 5 m wide path. The pavement when reaches the bridge it is narrowed to 1 m and form a bottleneck. In the project and works the bridge has been widened using a structure formed by steel ribs and concrete slabs to accommodate the 5 m functional platform. All respecting and restoring the existing arch bridge.

PALABRAS CLAVE: Puente, acero, ampliación, costilla, rehabilitación, patrimonio histórico.

KEYWORDS: Bridge, steel, widening, rib, restoration, historical heritage.

1. Emplazamiento y motivación

La salida oeste de Sant Pere de Ribes, municipio de la Provincia de Barcelona, forma parte de la red de la Diputación de Barcelona. La carretera BV-2113 cruza sobre la Riera de Ribes mediante un puente tipo arco de hormigón en masa construido en la segunda mitad del s. XX y se sitúa justo en la entrada del municipio, por lo que tiene un carácter más urbano a pesar de estar en una carretera (figura 1 y 3).

El puente sobre la Riera de Ribes ha sufrido varias ampliaciones y actualizaciones de la plataforma funcional. En la situación final

antes de la presente ampliación, el puente contaba con una calzada de 6,7 m y dos aceras de 1 m de ancho cada una, aunque de estas dos sólo una es funcional (figura 2).

El escaso nivel de servicio se agrava debido a que la carretera tiene un significativo movimiento de peatones, ya que conecta con el Hospital de Sant Camil y la urbanización de Puigmoltó. Además, Diputación de Barcelona y el Ayuntamiento han promovido obras de refuerzo de este eje mediante la construcción de

un carril bici segregado para conectar hasta Vilanova y la Geltrú.

De forma que en la carretera existe un paseo con una acera de 2,50 m más un carril bici de 2,50 m separados por un parterre, los cuales forman una plataforma separada de la calzada por una barrera tubular de acero. Esta sección al llegar al puente sobre la Riera de Ribes pasaba de los 5 m funcionales a 1 m escaso.

El puente no solo hacía de cuello de botella funcional, sino que también era un foco de inseguridad ya que las barreras eran de tipo bionda y muchos de los ciclistas saltaban a la calzada debido al paso estrecho. Todo justo en la entrada de Sant Pere de Ribes.

La administración no tenía ninguna información sobre el proyecto original o *as-built* del puente existente, lo cual ha dificultado nuestro trabajo. Por un lado, la falta de información técnica nos ha dado más incertidumbre a la hora de proponer soluciones, y por otro, la falta de contexto histórico hace que una actuación sobre el patrimonio existente carezca de más trasfondo.

Mediante fotografías aéreas sí que se ha podido datar el puente a mediados de siglo XX. En las fotos de los vuelos de 1956 disponibles en el Instituto Cartográfico de Catalunya (ICC) se aprecia que ni la carretera ni el puente existían aún. No se tiene información sobre el año de la construcción, pero por la tipología (arco de hormigón en masa) no puede ser muy posterior, es poco probable que el puente sea haya construido en los años 70, ya que en esa época el

uso del hormigón armado ya era común. Lo cual nos da una horquilla que va de 1957 hasta 1969.



Figura 1. Puente en estado inicial.

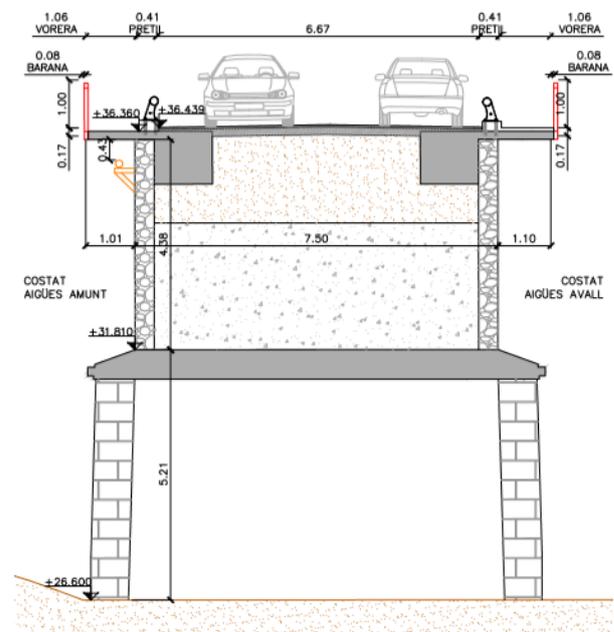
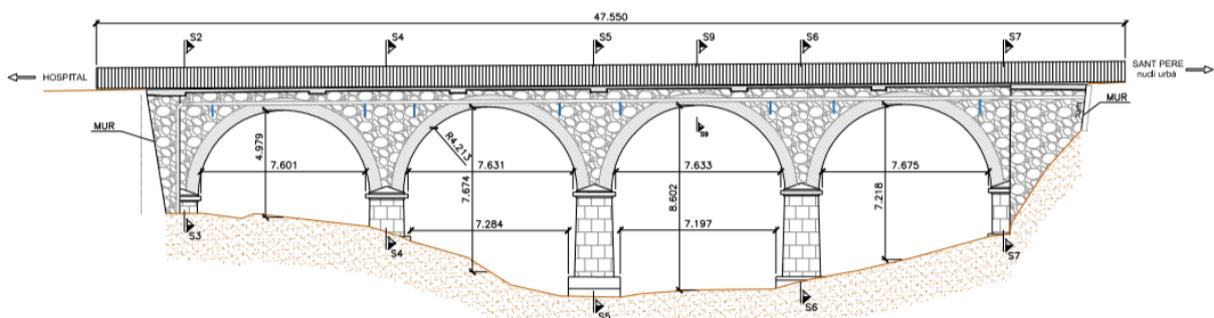
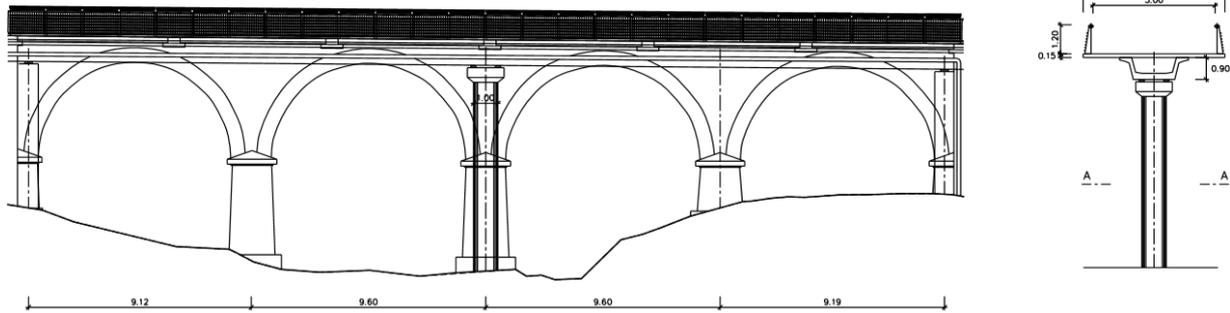


Figura 2. Sección inicial.





2. Estudios previos

Antes de llegar a la solución construida la Diputación de Barcelona encargó un estudio de alternativas para construir una pasarela separada del puente existente con una plataforma funcional de 5 m. Se buscaba ejecutar la obra sin afectar al tráfico viario y dar continuidad al itinerario peatonal y ciclista que quedaba interrumpido en el puente existente (figura 4).

Dicho proyecto no acabó cuajando debido al elevado coste; el posible efecto sobre la capacidad hidráulica en episodios de avenidas extraordinarios; y el impacto paisajístico de construir una nueva infraestructura tan cerca de un puente antiguo. Por lo que se descartaron todas las opciones.

Recientemente, la Diputación ha realizado ampliaciones y restauraciones de puentes históricos de forma exitosa (Gelida, Montornés, Manlleu, etc.), por lo que no es extraño que quisiera explorar esta opción.

Con este objetivo recibimos el encargo de la Diputación. Las premisas iniciales fueron buscar una opción que cumpliera los siguientes objetivos:

- Ser más económica que la construcción de una nueva pasarela.
- Desvinculación del fondo de la Riera, para evitar problemas de erosión y de capacidad hidráulica.

- Contemplar un proceso constructivo que no cortara completamente el paso de vehículos.
- Ampliar hasta tener una sección de acera de 5 m.

Con estos condicionantes se planteó una ampliación de la sección funcional del puente que consistía en demoler el voladizo existente (de 1 m de longitud) y ejecutar uno nuevo de 5 m. Para ello era necesaria la construcción de unas costillas metálicas que sobresalieran del puente existente.

Para compensar la actuación sobre la estructura antigua se contempló desde inicio una restauración completa de loa existente, aunque no se tenían detectadas patologías graves creímos que la ampliación era la oportunidad para hacerle un lavado de cara. Hay que decir que se pudo hacer esta propuesta gracias a que la solución constructiva de la ampliación era más económica que la de construir una nueva pasarela.

En resumen, partíamos de un puente existente tipo arco pero sin un especial valor histórico ni arquitectónico. Como mínimo así era percibido por los habitantes de Sant Pere de Ribes y la Diputación.

Nuestra propuesta tenía la intención de cumplir con todos los requerimientos funcionales, constructivos y económicos del promotor, pero además también buscaba resaltar el carácter del puente existente.

Las costillas metálicas propuestas cumplían este requisito ya que se situaban sobre las pilas masivas, dejando libre la vista de los arcos.

3. Solución adoptada

Después de dos estudios de alternativas la solución finalmente desarrollada y ya construida es la de la ampliación del puente en 5 m de plataforma extra para dar continuidad a la acera y carril bici existente. Para materializar tal ampliación nos valemos de 5 costillas de acero apoyadas en las pilas existentes en la base y sujetadas a tracción mediante micropilotes perforados en la propia pila. Se estudiaron múltiples configuraciones distintas hasta llegar al diseño final, con el objetivo de dar al conjunto de un carácter propio, pero integrándolas dentro del puente existente (figura 5).

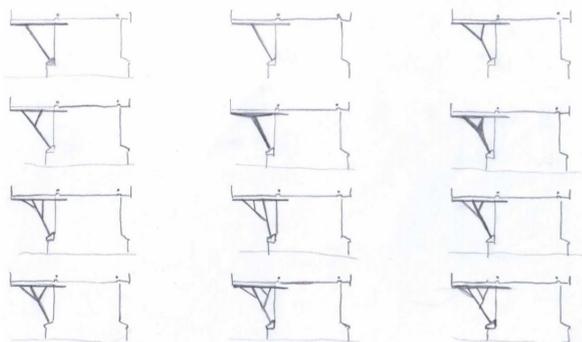


Figura 5. Análisis de alternativas de costillas.

Normalmente estas actuaciones tienen que lidiar con una cierta incertidumbre sobre la estructura existente. En nuestro caso contábamos con 4 sondeos que se hicieron, 2 desde la plataforma superior de la calzada, y los otros 2 directamente perpendiculares a la pila.

Des estos sondeos se dedujo que las pilas estaban rellenas de hormigón pobre mezclado con roca, y en la parte superior del tablero había una parte de relleno con tierras.

También se delimitó el tamaño del contrapeso del voladizo existente, el cual era de hormigón armado, pero totalmente insuficiente

para poder anclar el nuevo voladizo de 5 m. Y la construcción de un nuevo contrapeso no era posible tampoco a causa del gran tamaño requerido.

Así que el momento generado por el voladizo debía llevarse a cotas más resistentes del terreno.

Con la intención de reducir la reacción sobre el puente y terreno se propuso una solución que transformaba el momento flector del voladizo en un par de fuerzas de compresión y tracción lo más separadas posible. Cuanto mayor es el brazo menor son las reacciones necesarias (figura 6).

La compresión se llevó directamente contra la pila, ya que esta es de hormigón en masa. Y la tracción se ancló al propio puente mediante micropilotes.

Con esta premisa se realizó un estudio de alternativas con diferentes configuraciones de las costillas con el objetivo de buscar aquella de tanto a nivel estructural como visual tuviera una mayor claridad en el traslado del peso del voladizo a sus apoyos.

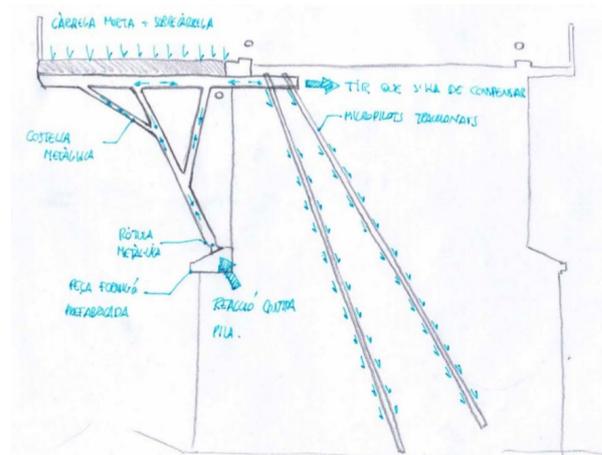


Figura 6. Croquis del funcionamiento estructural.

4. Descripción de la solución

4.1 Sección funcional

La sección funcional de la ampliación se compone por una plataforma de 5 m de ancho, con 2,5 m para peatones y otros 2,5 m de carril bici resaltado con un *slurry* de color rojo.

Para separar esta plataforma hay una barrera tubular de acero anclada sobre un zuncho de hormigón armado.

En estribo lado Vilanova ya llega una sección similar por lo que solo es necesaria una pequeña zona de transición para adaptar los anchos.

En el lado de Sant Pere no existía carril bici, por lo que se da continuidad hasta la siguiente esquina (figura 8).

4.2 Esquema estructural

La longitud de la ampliación es de 52,36 m, distribuidos en 6 vanos de 8,50 + 9,33 + 9,59 + 9,57 + 9,37 + 6,00 m (figura 9).

Los 5 apoyos intermedios corresponden con las 3 pilas del puente antiguo y sus 2 estribos. Los estribos de la ampliación se separan de los existentes de forma que la ampliación es más larga que el puente existente, así se evita la construcción de grandes muros de contención que generarían un impacto visual importante.

La ampliación se materializa mediante losas alveolares prefabricadas, donde su capa de compresión también conforma el pavimento de acabado.

Las losas se apoyan sobre 5 costillas de acero, las cuales se conforman por un dintel horizontal, un puntal principal inclinado, el cual tiene la función principal de dirigir las cargas verticales directas a la pila y dar una componente horizontal que garantiza la no aparición de tracciones en el hormigón en masa (figura 7).

Las costillas tienen 2 brazos secundarios que reducen los esfuerzos flectores en los elementos metálicos y permiten una mayor esbeltez.

Las 5 costillas quedan arriostradas entre ellas mediante una celosía plana tipo 'K' situada debajo de las losas.

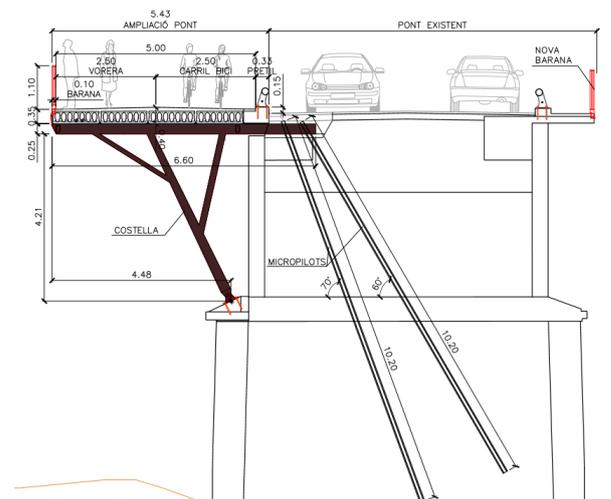


Figura 7. Sección de la ampliación.

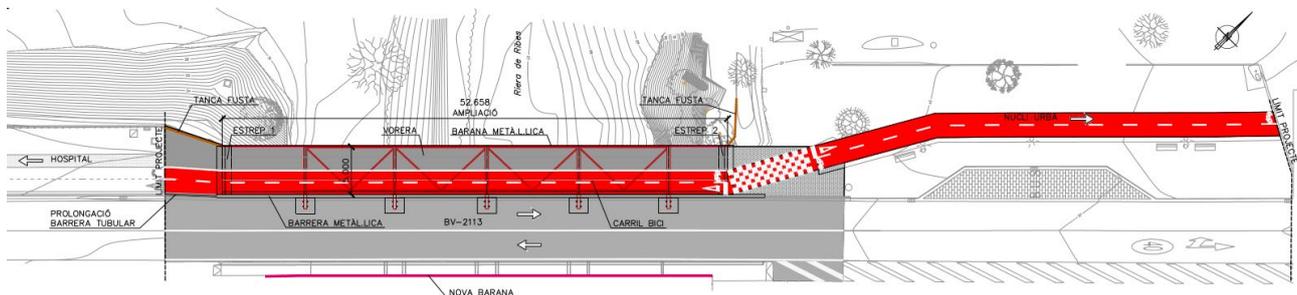


Figura 8. Planta de la actuación.

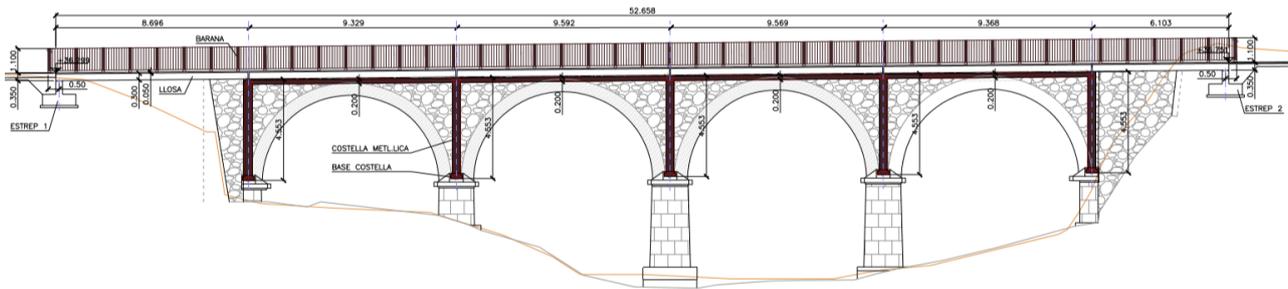


Figura 9. Alzado de la actuación.

4.3 Subestructura y apoyos

La parte inferior del puntal de la costilla acaba en rótula, la cual se configura mediante orejetas metálicas y pasadores de alta resistencia. Además, para asegurar el correcto anclaje de la placa base se demolió en zócalo de la pila y se colocó una pieza prefabricada de hormigón, la cual va anclada al hormigón en masa de la pila y se apoya sobre una base de mortero autonivelante.

Esta pieza tiene especial interés, ya que tenía que mimetizarse con la pila existente y servir para integrar lo antiguo con lo nuevo. Para eso fue necesario un estudio formal en 3D que garantizara la correcta integración (figura 10).



Figura 10. Detalle del apoyo en pila (foto: Marta González).

En la parte del dintel se sitúan 4 micropilotes que hacen de anclaje para resistir la tracción generada por el voladizo. Estos se hunden dentro de la pila y transmiten esta tracción mediante fricción al hormigón en masa de estas (figura 11).

Los micros permiten unas perforaciones mucho más precisas y con inclinación que favorecería un funcionamiento estructural más adecuado. Durante la obra se ensayaron 3 micropilotes para garantizar que se cumplían las hipótesis sobre el relleno interior de las pilas.



Figura 11. Detalle del anclaje de los micropilotes.

Los estribos son tipo cargadores con cimentación superficial. A pesar de que el terreno tiene poca capacidad portante, el sistema de losas prefabricadas apoyadas isostáticamente permite ciertos asentamientos de los estribos sin afectar estructuralmente al conjunto.

4.4 Acabados

dentro del diseño urbano, pero sin salirse del limitado presupuesto (figura 12).

La barandilla, imposta e iluminación se integran conjuntamente. Los montantes de la barandilla sirven para ubicar la iluminación, que queda a nivel del peatón. También se incluyó una iluminación desde la parte inferior del tablero hacía las arcadas del puente existente a modo de iluminación ornamental, que además mejora la seguridad de la zona durante la noche ya que hasta entonces era un punto oscuro (figura 13).

Para la barrera entre vial y acera se aprovechó la existente, simplemente se repararon los elementos dañados por el tráfico y se pintó del mismo color que la barandilla.

Respecto al acabado de los elementos metálicos (estructura, barrera, barandilla e imposta) se escogió el mismo color para todos, así se refuerza el valor del conjunto.

Se pintó de color rojo negruzco, los tonos oscuros ‘esconden’ la estructura, y el tono rojizo recuerda a los elementos metálicos de forja que es muy acorde con el contraste de la piedra y los arcos.

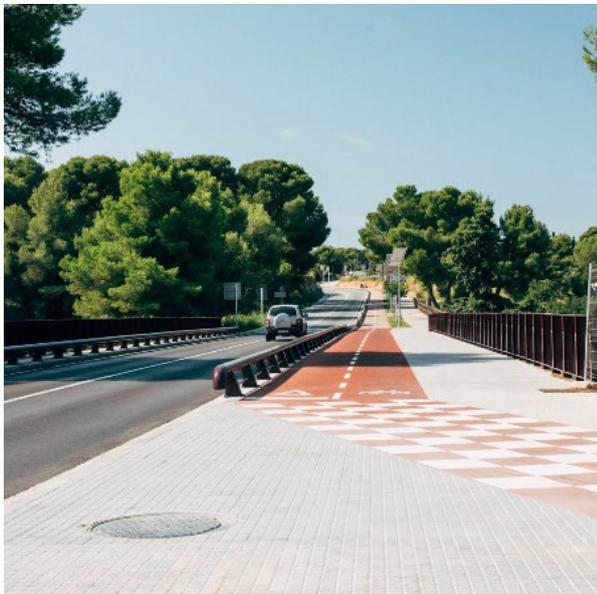
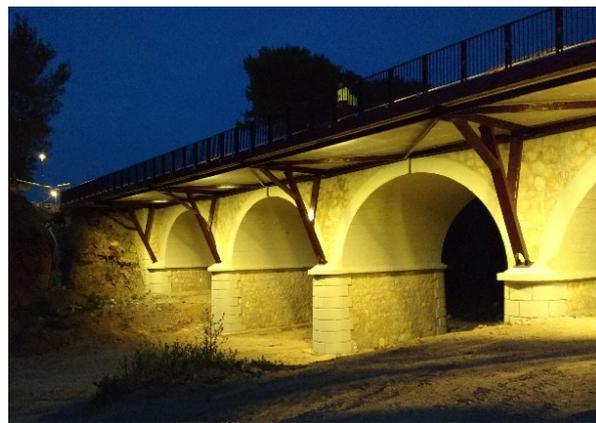


Figura 12. Plataforma superior acabada (foto: Marta González).



5. Proceso constructivo y ejecución de la obra

La solución constructiva se planteó de forma que se pudiera trabajar siempre manteniendo el tráfico en el carril opuesto a la obra. Por lo que la mayoría de las actividades se podían hacer con maquinaria de pequeñas dimensiones.

La construcción tuvo las siguientes fases:

- Ejecución de los micropilotes y estribos. A pesar de tener un margen de 60 cm hubo un caso que la perforación se desvió fuera de la pila. Por lo que se realizó otro micropilote de refuerzo en este punto, se cortó el micro desviado y se reparó la pila con piedra el similar a la existente.
- Retirada de barandilla existente y barrera (esta se guardó para volver a montarla en el mismo sitio).
- Demolición del voladizo y les zócalo de las pilas donde apoyan las costillas.
- Demolición del encaje del dintel en la parte superior del puente.

- Fabricación en taller de las bases de apoyo de las costillas.
- Fabricación en taller de las costillas y traslado a obra.
- Montaje de las bases prefabricadas y de las costillas de acero.
- Soldadura en obra de las costillas con las placas de apoyo de los micros y de los perfiles de arriostramiento.
- Montaje de las placas alveolares.
- Encofrado de los laterales y ferrallado de la losa y zuncho de la barrera.
- Hormigonado de la capa de compresión y zuncho de la barrera.

- Acabados de barandilla, imposta, barrera y pavimentos.

Paralelamente también se llevaron a cabo los trabajos de restauración del puente existente, que consistieron en chorrear todas las superficies para sanearlas, restaurar los desconches del hormigón en masa con mortero de reparación, inyección con resinas de las fisuras, restitución de la obra de mampostería deteriorada. Finalmente se pintó con pintura anti-carbonatación las partes de hormigón y con pintura antigraffiti las partes de mampostería.



Figura 14. Vista de la ampliación terminada (foto: Marta González).

6. Resumen de datos relevantes

- Promotor: Diputación de Barcelona y Ayuntamiento de Sant Pere de Ribes.
- Estudio previo, proyecto constructivo y dirección de las obras: Enginyeria Reventós, S.L.
- Contratista: Civil Stone, S.L.
- Fecha del Estudio previo: 12/2015
- Fecha del Proyecto ejecutivo: 12/2017
- Duración de las obras: 02/2019 – 08/2019.
- PEM: 309.788,62 € (sin baja de adjudicación).
- PEM/m²: 1225,43 €/m².
- PEC (sin IVA): 376.999,28 €.
- Longitud de la ampliación: 52,66 m.
- Distribución de vanos: 8,50 + 9,33 + 9,59 + 9,57 + 9,37 + 6,00 m.
- Ancho útil: 5,00 m.
- Voladizo máximo: 4,48 m.
- Superficie de la ampliación: 252,8 m² (solo puente).
- Superficie de la actuación: 1036 m² (con accesos).



Figura 15. Vista de la ampliación terminada (foto: Marta González).

Referencias

- [1] Comité de Puentes de la ATC, Criterios de intervención en puentes de fábrica, Asociación Técnica de Carreteras, 2014.
- [2] M. Reventós, J. Pascual, G. Mundet, J. Guàrdia, Manteniendo / Aprovechando el patrimonio. Rehabilitación / Ampliación de puente. Ingeniería Reventós, V Congreso de ACHE, 2011.
- [3] M. Reventós, J. Guàrdia, R. Mora, D. Berdiel, Estrategias de ampliación de puentes y de recuperación de patrimonio, VII Congreso de ACHE, 2017.
- [4] M. Reventós, J. Pascual, G. Collell, J. Guàrdia, Footbridges in bridges, 4th International Conference Footbridge 2011, Wroclaw, 2011.