

Proyecto de Viaducto en el tramo Riudarenes-Santa Coloma de Farners de la C-63

Viaduct Design in Segment Riudarenes-Santa Coloma de Farners (Road C-63)

Miguel A. Higuera Antón^a, Amaya Hernando Martín^b, M. Alejandro Nicolás Pazo^c,
David Nogueira Abal^d, Antonio J. Madrid Ramos^e, Florencio J. del Pozo Vindel^f

^a Máster Ingeniero de Caminos, C. y P. Proes Consultores. Director de Proyectos. mhiguera@proes.es

^b Máster Ingeniera de Caminos, C. y P. Proes Consultores. Directora de Proyectos. ahernando@proes.es

^c Máster Ingeniero de Caminos, C. y P. Proes Consultores. Ingeniero de Proyecto. anicolas@proes.es

^d Arquitecto Técnico. Ingeniero de Edificación. Proes Consultores. Responsable de BIM. dnogueira@proes.es

^e Máster Ingeniero de Caminos, C. y P. Proes Consultores. Jefe del Área de Infraestructuras Terrestres. amadrid@proes.es

^f Doctor Ingeniero de Caminos, C. y P. Proes Consultores. Presidente. fpozo@proes.es

RESUMEN

Proes Consultores ha desarrollado el proyecto constructivo de las estructuras y los muros de la nueva variante de la carretera C-63 en la localidad de Santa Coloma de Farners (Girona). Destaca el Viaducto 1.0 con una longitud de 392 m, cuyo diseño ha estado fuertemente condicionado por el régimen hidráulico del río d'Esplet. Se trata de un puente cuyas luces varían entre 32 y 60 m que se construye por tramos sucesivos para la Generalitat de Cataluña. En el diseño se han desarrollado modelos BIM.

ABSTRACT

Proes Consultores has developed the construction project of the structures and walls of the new variant of the C-63 road in the town of Santa Coloma de Farners (Girona). Viaduct 1.0 stands out with a length of 392 m whose design has been strongly conditioned by the hydraulic regime of d'Esplet River. It is a bridge with spans ranging from 32 to 60 m that is built in segmental construction for Catalunya Generalitat. BIM models have been developed in the design.

PALABRAS CLAVE: viaducto, cajón, pretensado, fases.

KEYWORDS: viaduct, box, prestressed, segmental construction.

1. Condicionantes

La UTE IDP-Euroconsult-Dopec proyecta la variante de la carretera C-63 entre Riudarenes y Santa Coloma de Farners en la provincia de Girona, encargándose Proes Consultores del diseño de los muros y las estructuras.

Entre estas destaca el Viaducto 1.0 sobre el río d'Esplet. Su encaje ha estado totalmente condicionado por aspectos medioambientales. A partir de un estudio hidráulico detallado se marcaron una serie de pautas, como la necesidad de respetar un pasillo de 35 m centrado en el eje del cauce, en el que

no es posible disponer ningún elemento estructural. Además, se impone la restricción de que los terraplenes de acceso estén fuera de la zona de inundación.

Por otro lado, el trazado en planta de la nueva variante hace discurrir la C-63 en una alineación muy esviada respecto al cauce. Todo

lo anterior tiene como consecuencia la necesidad de plantear un vano de 60 m para cruzar el río, obteniéndose una longitud total de viaducto de 392 m. En la Figura 1 se muestra la planta del viaducto.

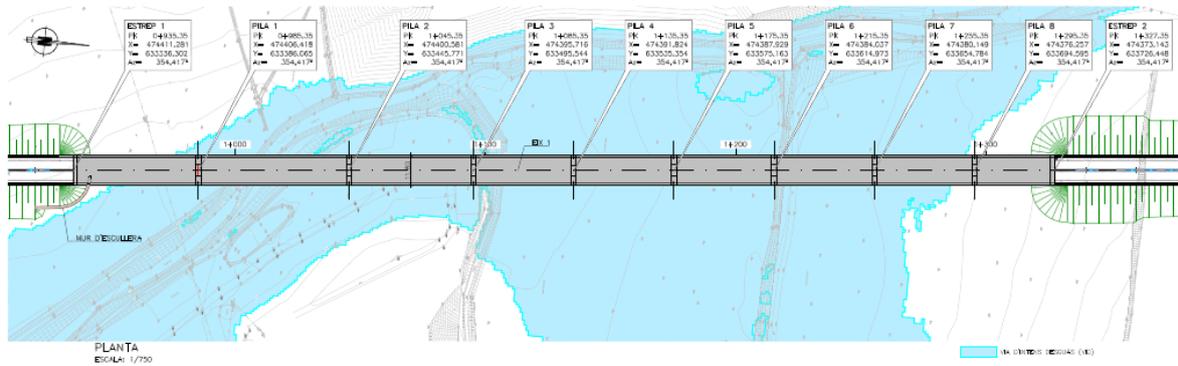


Figura 1. Planta

2 Tablero

Se proyecta una carretera de doble sentido con carril de 3.50 m de anchura y arcén de 1.00 m, reservándose una banda de 1.00 m entre ambos sentidos con el fin de instalar en ella un separador de flujo a base de balizas H-75 de color azul.

En este puente se considera necesario que las barreras aporten un nivel de contención H4b por lo que, teniendo en cuenta su deflexión dinámica, debe reservarse 0.90 m para cada una de ellas.

Todo ello totaliza un ancho de tablero de 11.80 m, con un bombeo del 2%.

Basándose en los condicionantes hidráulicos indicados con anterioridad, se

realizaron varios encajes de luces, llegándose finalmente a un viaducto de 392 m de longitud repartidos de la siguiente manera: 50 + 60 + 50 + 5x40 + 32 m, con lo que se obtiene una correcta compensación de luces, mejorando el trabajo de viga continua. Este es el esquema estructural elegido, considerado óptimo para este rango de luces y los medios constructivos disponibles.

El siguiente paso en el diseño sería elegir el canto de esta viga. Dada la gran diferencia de luces y teniendo en cuenta que el vano sobre el río mide 60 m, se optó por una viga de canto constante de 2.00 m en los vanos de 32 y de 40 m (esbeltez 1/20) (Figura 2).

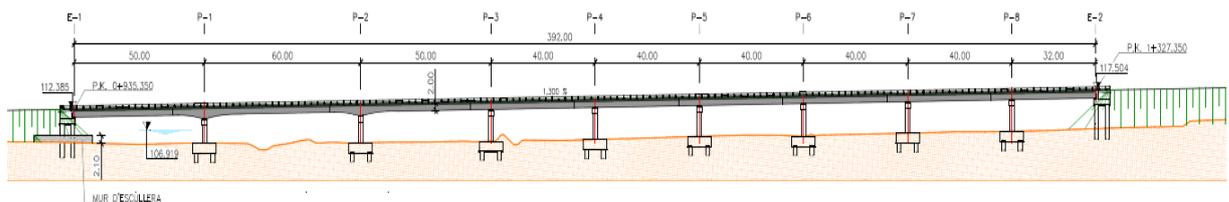


Figura 2. Alzado del viaducto

3 Subestructura

Respecto a la acción sísmica, el diseño viene condicionado por la Norma de construcción sismorresistente: Parte de puentes [3]. La aceleración básica del emplazamiento es de $0.06 \cdot g$ y teniendo en cuenta las condiciones geotécnicas de la zona, se llega a una aceleración de cálculo de $0.08 \cdot g$.

Con el fin de alejar el periodo principal de la estructura de la zona de meseta del espectro de aceleraciones, se proyectan pilas flexibles con las que se obtienen periodos de vibración de 1.79 seg en dirección longitudinal y de 0.87 seg en dirección transversal.

La fuerza sísmica total así obtenida está en el orden de 5.000 kN en dirección longitudinal y de 10.000 kN en transversal, valores asumibles por los fustes y por la cimentación.

La transmisión de cargas entre tablero y pilas y estribos se realiza a través de aparatos de apoyo

tipo POT y de neoprenos. Estos se disponen entre las pilas 4 y 7, ambas inclusive, mientras que en el resto de pilas y en los estribos se colocan apoyos POT, con mayor capacidad de carga y/o de desplazamiento.

En cada línea de apoyo se proyectan dos POT: uno libre y otro con coacción en dirección transversal. En estas zonas se realiza un modelo específico de bielas y tirantes con el fin de diseñar la armadura adecuada.

La cimentación se ejecuta mediante pilotes perforados hasta el estrato competente, atravesando arenas arcillosas y limos con bastante arena, sobre el plioceno.

Se proyectan estribos tipo cargadero pilotado, permitiendo el vertido de tierras. En el caso del estribo 1 resulta necesario ejecutar un muro de escollera en el lado derecho con el fin de encauzar dicho vertido, cumpliendo así con los requerimientos medioambientales (Figura 5).

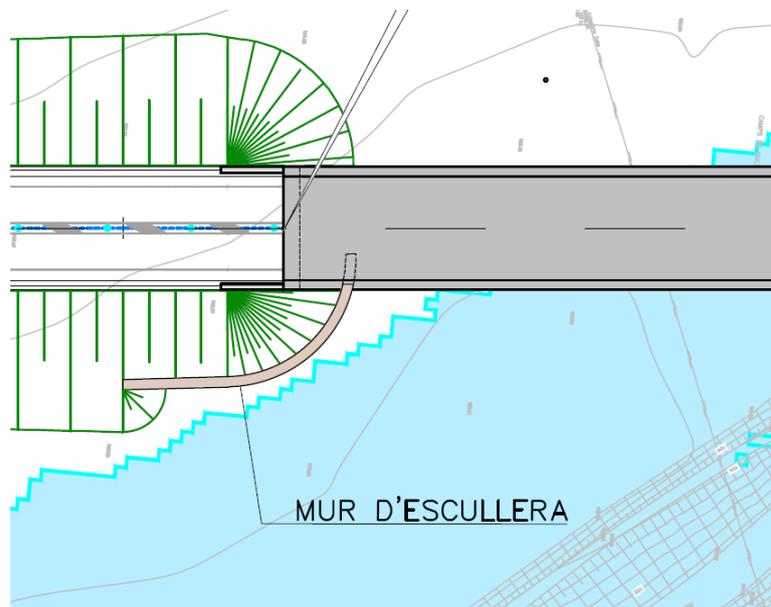


Figura 5. Planta Estribo 1

4 Proceso constructivo

El viaducto se ejecutará mediante la técnica de tramos sucesivos desde el estribo 2 hacia el 1. Esto se hace con el fin de llegar cuanto antes a un apoyo de neopreno, de forma que el anclaje provisional al estribo tenga la menor duración y capacidad posible. Además, cuando se ejecuten los vanos más grandes el tablero ya descansará

sobre cuatro líneas de apoyo de neopreno, con lo que se garantiza su fijación longitudinal.

La construcción con autocimbra presenta la ventaja de que la construcción del tablero se independiza totalmente del terreno. Y esto, en el caso de cruzar un río, tiene doble importancia (Figura 6).

Dada la altura de las pilas y la cota de máxima avenida se prefiere el uso de autocimbra superior.



Figura 6. Autocimbra

A continuación se describe la secuencia constructiva por fases del tablero. Se comienza construyendo un vano completo y un 20% del siguiente, con el fin de situar la junta en la zona de momentos flectores mínimos. Se tesan los cables de pretensado desde el frente de fase

para, a continuación, poder avanzar la autocimbra hasta la segunda fase de trabajo. Esta comprende el resto del vano más un 20% del siguiente. Este proceso se repite nueve veces hasta completar la construcción de todo el tablero (Figura 7).

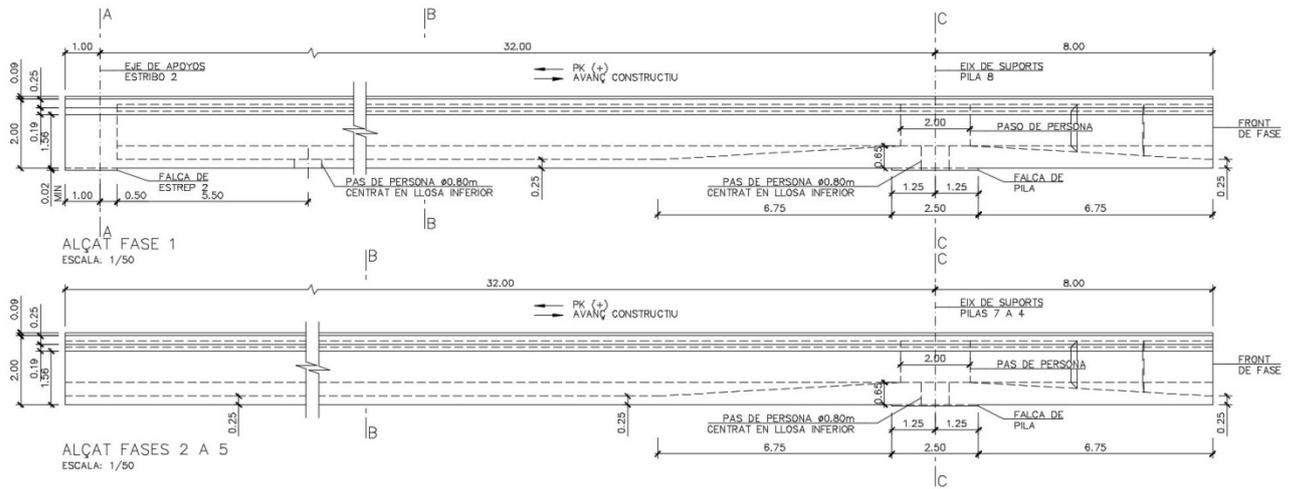


Figura 7. Fases constructivas

En estas condiciones se ha encajado el pretensado necesario para cumplir los requerimientos tensionales prescritos en la Instrucción EHE-08 [1] para una clase de

exposición IIa, que consiste en cuatro cables por cada alma: 16 tendones de 0.6" en la fase 1, 21 tendones en las fases 2 a 6, 26 tendones en la fase 7 y 28 tendones en las fases 8 y 9.

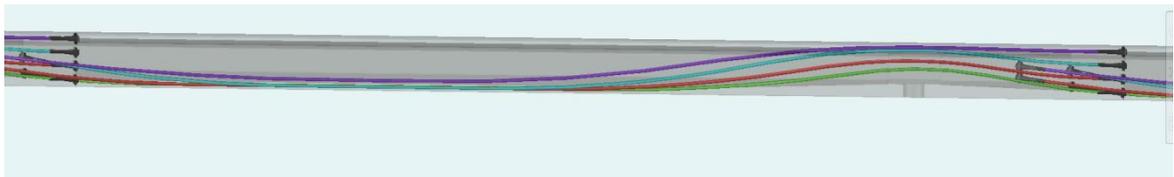


Figura 8. Pretensado tipo

En el vano de 60 m ha sido necesario añadir otros cinco cables de 12 x 0.6", que discurren por la tabla inferior de la sección.

Se disponen cuñas triangulares horizontales en las que anclar este pretensado adicional.

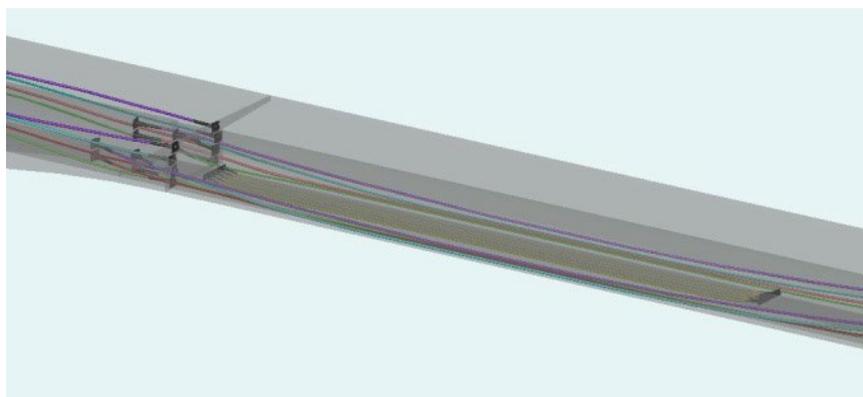


Figura 9. Pretensado fase 8

Todos los cables se tesan desde su extremo frontal, donde se realiza el control de alargamientos.

En esta zona de frente de fase los cables que llegan al final de su trazado (extremo activo) deben cruzarse con los cables que nacen (extremo pasivo). Este cruce se lleva a cabo

mediante cuñas verticales adosadas interiormente a las almas.

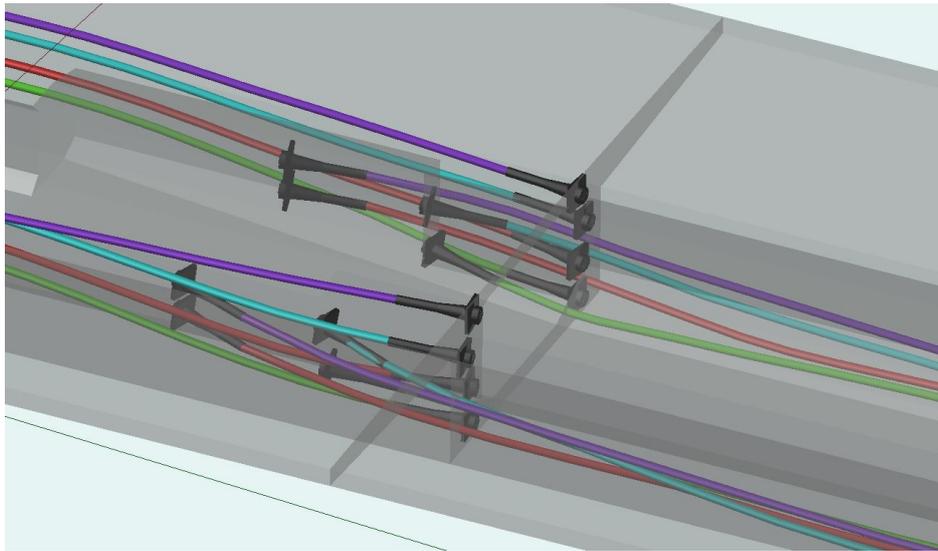


Figura 10. Cuñas de pretensado

En el encaje de este proceso constructivo y en todas las fases de proyecto ha jugado un papel fundamental el uso de modelos BIM, que han simplificado las tareas de comprobación geométrica (por ejemplo, las interferencias en los cables de pretensado) o la revisión de mediciones de los elementos principales de la estructura, con el consiguiente ahorro de

tiempo, minimizando las modificaciones en fases más cercanas a la ejecución.

El uso de herramientas BIM ha supuesto una mejora en la calidad debido al uso de plantillas y ha facilitado la coordinación entre disciplinas.

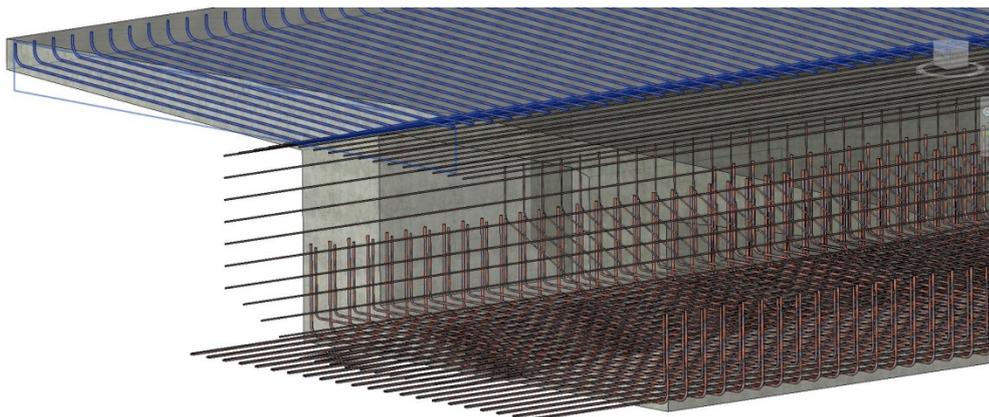


Figura 11. Modelo de BIM de armadura transversal

En el momento de redacción de la presente ponencia se espera la pronta

finalización de los trámites previos a la puesta en marcha de la licitación de las obras.

Referencias

- [1] Comisión Permanente del Hormigón, Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08, Ministerio de Fomento, Madrid, 2008.
- [2] Instrucción sobre las Acciones a considerar en el proyecto de Puentes de Carretera IAP-11, Ministerio de Fomento, Madrid, 2011.
- [3] Real Decreto 637/2007, de 18 de mayo, por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07). BOE 2 de junio 2007.