VIADUCTO DE ARAFAT ROAD RIAD. ARABIA SAUDI

Viaduct at Arafat Road. Riyadh. Saudi Arabia

Guillermo Ferrer Gutiérrez[*, a], **Jose Antonio Crespo Martínez** [b], **Domingo Lorenzo Esperante** [c]

[a] Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. SILGA SL. g.ferrer@silga.es

[b] Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. SILGA SL. j.a.crespo@silga.es

[c] Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. SILGA SL, d.lorenzo@silga.es

RESUMEN

El viaducto se encuentra en la carretera Arafat a su cruce con la carretera Al Azizia, en la ciudad de Riad, Arabia Saudí. Se trata de un viaducto de hormigón pretensado de sección cajón multicelular. En este artículo se cubren aspectos del diseño y cálculo del viaducto.

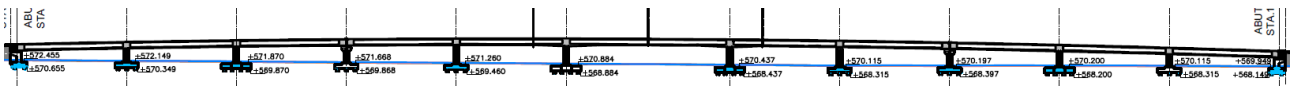
ABSTRACT

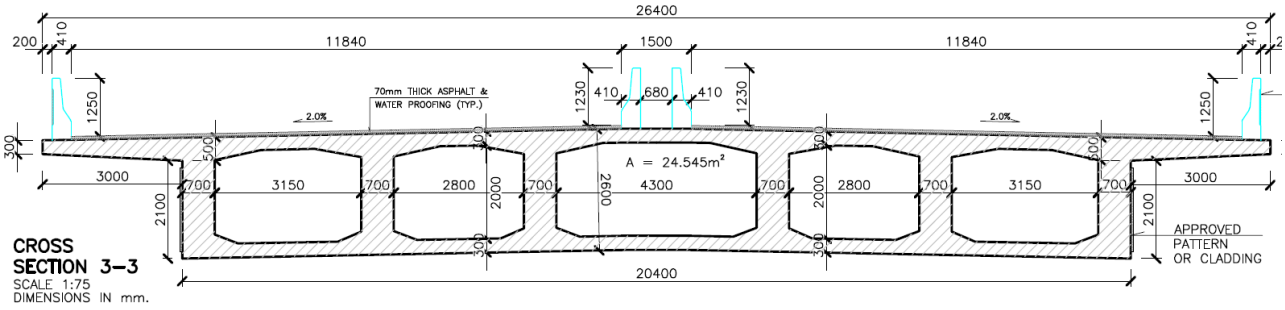
The viaduct is located at the intersection between Arafat Road and Al Azizia Road, in Riyadh, Saudi Arabia. The bridge consists of a prestressed multiple cell concrete bridge. In this article, the main aspects of design and analysis are presented, with special attention to the launching process and the dimensioning of the launching nose.

PALABRAS CLAVE: Viaducto, cajón, hormigón, optimización, Arabia Saudí
KEYWORDS: Viaduct, box girder, concrete, optimization, Saudi Arabia

1. Introducción

El viaducto proyectado se encuentra en la carretera Arafat en su cruce con la carretera Al Azizia, en la ciudad de Riad, Arabia Saudí. Se trata de un viaducto de hormigón pretensado de sección cajón multicelular. La longitud total es de 517 metros dividida en once vanos de 5x45-67-5x45 metros. El ancho total es de 26.40 m.





La característica más singular de este viaducto es que su ejecución fue iniciada aproximadamente hace cinco años e interrumpida cuando se habían realizado parte de las cimentaciones y arranques de pilas. Los autores de esta ponencia recibieron el encargo de realizar un nuevo proyecto de la estructura teniendo en cuenta lo ya ejecutado, a la vez que se introducían modificaciones cuyo objetivo era reducir los tiempos de construcción.

Las modificaciones afectaron al tablero, pero sobre todo a las fases de ejecución y a la vinculación entre tablero y pilas. Por razones de tiempos de suministro, se buscó eliminar en lo posible los apoyos en pilas y recurrir a empotramiento de las mismas en el tablero. Se introdujeron también modificaciones en las fases de manera que se pudiera trabajar en varias fases simultáneamente. En las secciones siguientes se describen más en detalle estas estrategias de optimización.

2. Situación inicial

A comienzo de los trabajos el viaducto tenía la subestructura en fases de ejecución variable en función del elemento. Todos los pilotes se encontraban ejecutados, mientras que solo alguno de los encepados y en algún caso parte de alzados de pilas se encontraban realizados:

Figura 3. Subestructura parcialmente ejecutada por el contratista anterior

3. Estrategias para la optimización

El contrato de ejecución era del tipo habitual en Arabia Saudí, en donde no existe un precio cerrado y el cliente abona en función de lo realmente ejecutado. En esas circunstancias no existe un incentivo para los contratistas para la optimización de materiales. Sin embargo, sí existe el interés, y en este caso la presión, de ejecutar las obras a la mayor celeridad posible. En este contexto el contratista planteó varias estrategias en función de sus previsiones de planning de ejecución. Estas consistían básicamente en los puntos siguientes:

- Eliminación en lo posible de aparatos de apoyos convirtiendo las pilas en monolíticas.
- Reducción de fases constructivas y ejecución del mayor número posible de ellas en paralelo.
- Posibilidad de ejecutar los terraplenes de acceso hasta su cota final sin necesidad de esperar a la finalización del tablero

La necesidad de eliminar en lo posible aparatos de apoyos surgía en relación con los tiempos de suministro de estos. El contratista necesitaba iniciar la ejecución de algunas fases sin depender de ese suministro. La eliminación de apoyos, haciendo monolítica la conexión entre tablero y pilas tenía el reto de que gran parte de la subestructura se encontraba ya ejecutada. Convertir pilas con apoyos deslizantes en monolíticas introduce en general mayores esfuerzos en la subestructura. En todos los casos los pilotes estaban ejecutados, y solo en algún caso se podía actuar sobre armadura de encepado y fustes no construidos. Se realizó un esfuerzo para maximizar el número de pilas monolíticas, recurriendo a análisis en los que los esfuerzos se calculaban con precisión teniendo en cuenta relajaciones por efecto de fluencia y fisuración. El resultado fue la posibilidad de eliminar aparatos de apoyo en el 40% de las pilas. El diseño de la pila monolítica se hace a través de un prisma de sección reducida para no influir en la estética de la pila respecto a su configuración original con apoyos.

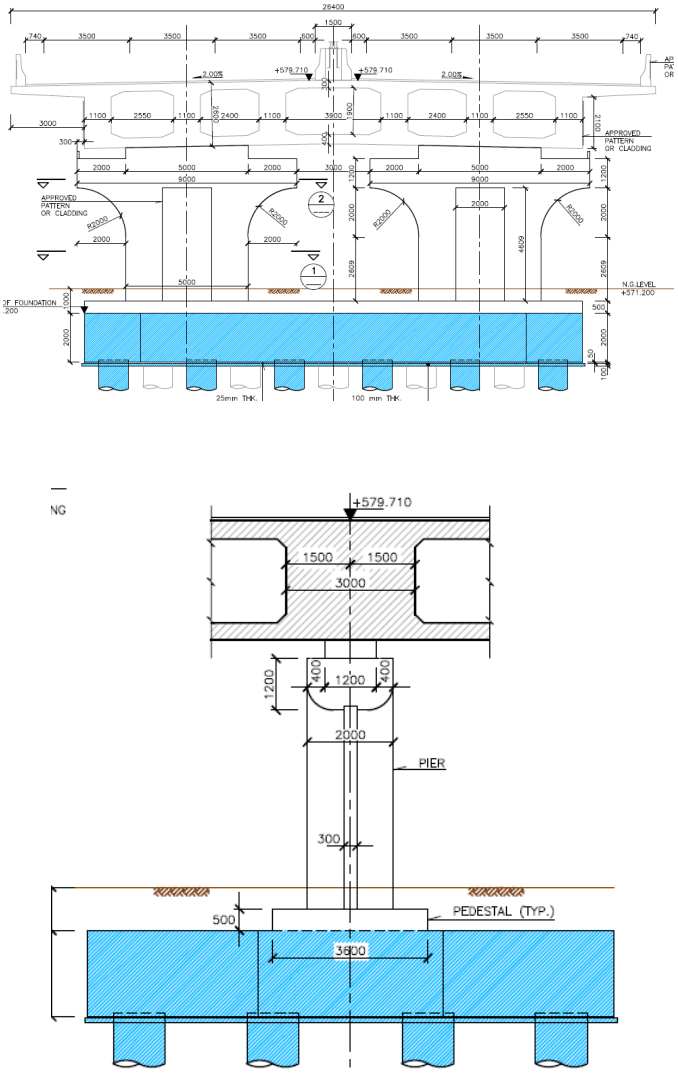


Figura 4. Pila monolítica

Las fases constructivas del tablero se modificaron de acuerdo con el esquema siguiente:

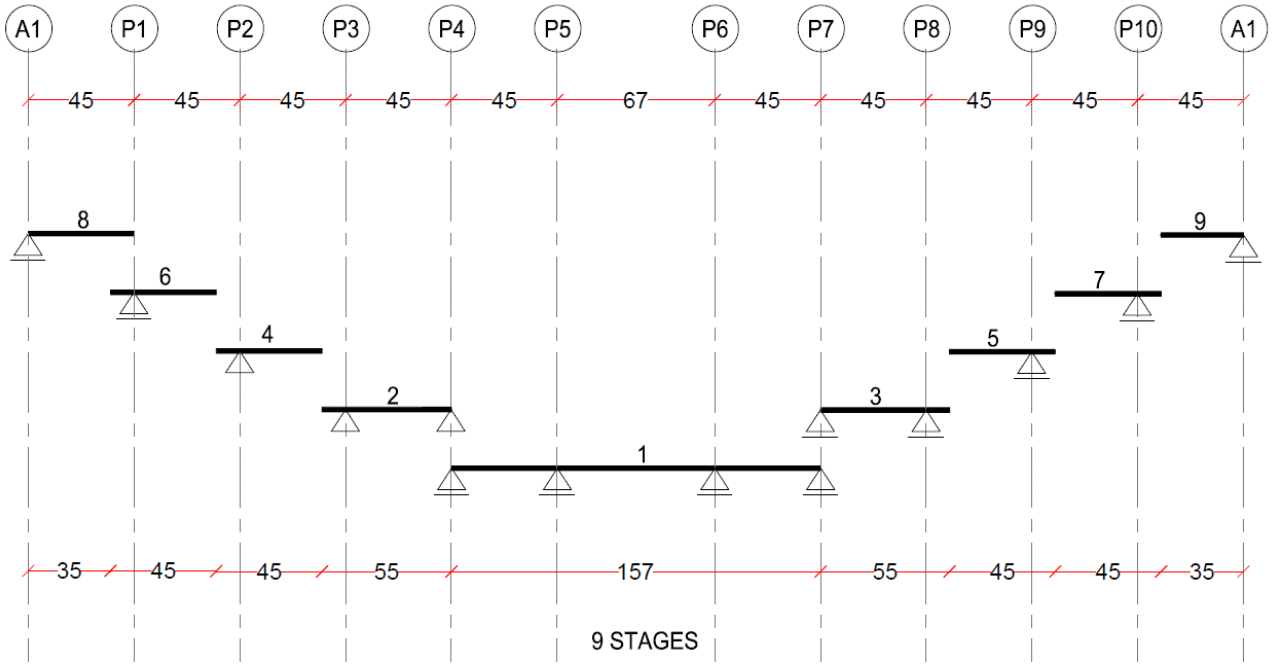


Figura 5. Fases constructivas del proyecto original

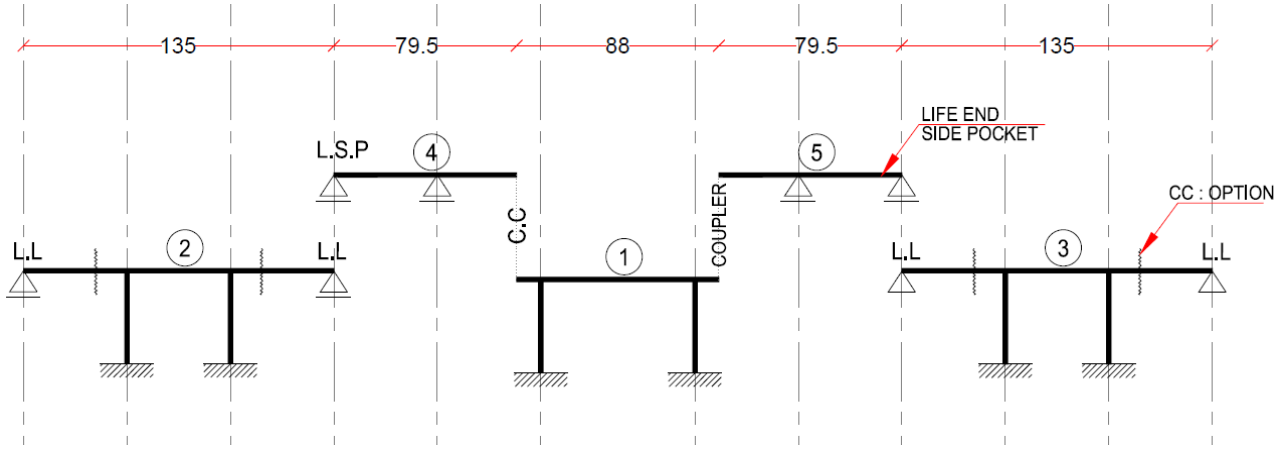


Figura 6. Fases constructivas modificadas

Las fases constructivas se reducen de 9 a 5. Si contamos fases reales teniendo en cuenta la posible simultaneidad el número se reduce de 5 a 2. En términos de ahorro de tiempo de ejecución se obtiene una ganancia de cinco meses.

El reto de realizar la ejecución de acuerdo con las fases propuestas es que las dos fases intermedias tienen que tesarse sin acceso desde los extremos, bloqueados por los tramos anteriores ya ejecutados.

La solución para esto consistió en realizar los diafragmas de los lados activos en dos fases de acuerdo con el diseño que se muestra en la figura

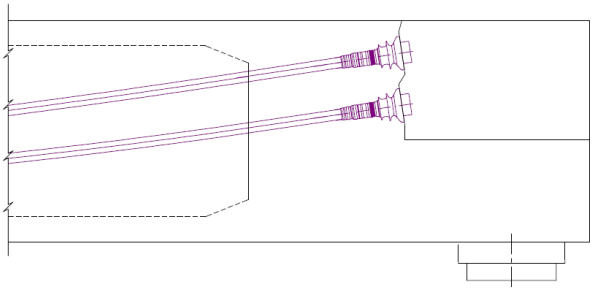


Figura 7. Diafragmas de extremo activo en las fases finales 4 y 5

La última estrategia mencionada es la de poder ejecutar las rampas de acceso, con muros de suelo reforzado, hasta su cota final sin necesidad de esperar a tener finalizado el tablero. Esta espera es habitual por la necesidad de acceso para las operaciones de tesado. Para evitar esto se diseña el estribo con una forma que permite completar el terraplén y seguir manteniendo espacio suficiente para el acceso con los gatos de tesado, como puede verse en la figura siguiente:

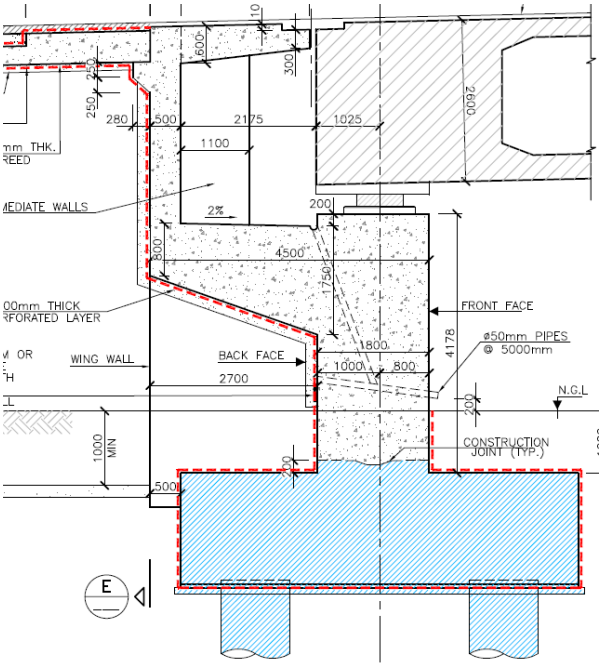


Figura 8. Estribos

Los gatos se sitúan en la galería de acceso, cuya losa superior se ejecuta una vez finalizadas las operaciones de tesado.

4. Reportaje fotográfico

En el momento de redactar este artículo (Nov 2019) viaducto se encuentra finalizado a falta de remates de acabados. La obra ha sido realizada por Advanced Construction Company para el Ayuntamiento de Riad. En las fotos siguientes se muestran diversas fases de la ejecución. Se incluye también una infografía de la propuesta para revestimiento decorativo.

Figura 9. Primeras fases de ejecución del tablero

Figura 10. Vista general

Figura 11. Viaducto completado a falta de remates

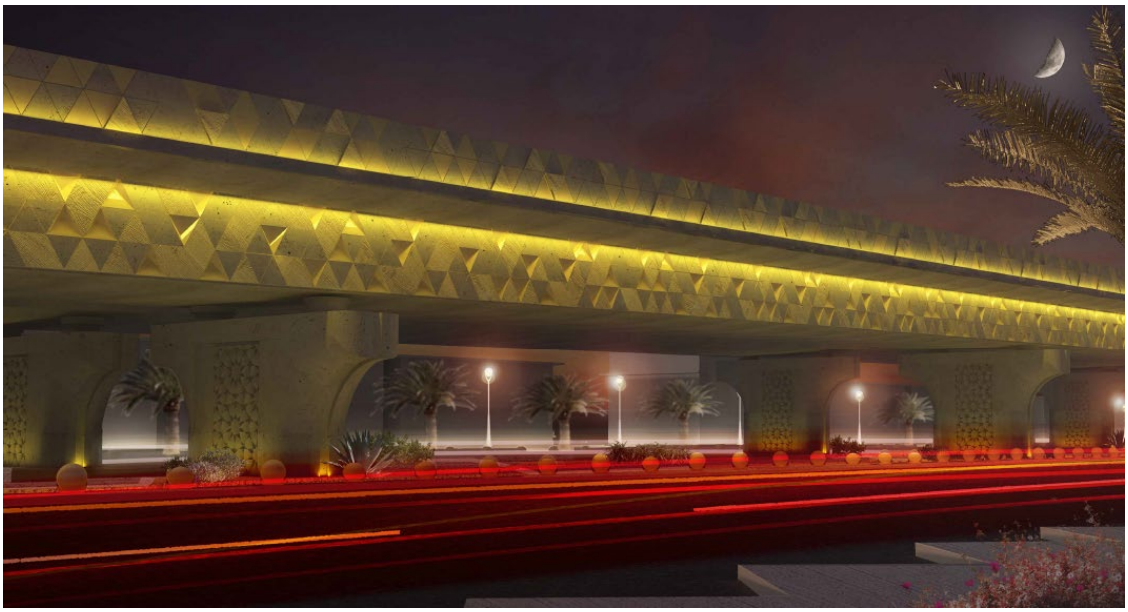


Figura 12. Propuesta de acabado decorativo con paneles GRC