

VIADUCTO DE ARBIZELAI

Leonardo FERNÁNDEZ TROYANO

Dr. Ingeniero de Caminos
Carlos Fernández Casado, S.L.
Ingeniero
cfcs1@cfcs1.com

Lucía FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ingeniero de Caminos
Carlos Fernández Casado, S.L.
Ingeniero
luciafm@cfcs1.com

Guillermo AYUSO CALLE

Ingeniero de Caminos
Carlos Fernández Casado, S.L.
Ingeniero
gayuso@cfcs1.com

RESUMEN

La autopista del valle del Deba requiere en el tramo entre Arrasate y Eskoriatza viaductos de gran envergadura, situados en zonas cuasi-urbanas. El de Arbizelai pasa cerca del pueblo de Arrasate-Mondragón; por ello tiene una fuerte incidencia en el paisaje periurbano de esta población.

El proyecto de este viaducto se hizo para la Diputación de Guipúzcoa en colaboración con la empresa guipuzcoana de proyectos Sestra. La UTE Laurena (Construcciones Moyua, Dragados S.A., Geocontrol S.A. y Obras Subterráneas S.A.) adjudicataria de la obra, se presentó con unas modificaciones que no afectaban al planteamiento del viaducto. La construcción se hizo de acuerdo con el proyecto y con el proceso de construcción planteado en él. Sin embargo el desarrollo del estudio definitivo incluyendo las modificaciones, y el de las fases de construcción, lo hizo FHECOR que se presentó al concurso con la UTE para estudiar las variantes.

PALABRAS CLAVE: Viaducto atirantado, viaducto mixto, viaducto empujado.

1. Introducción



Figura 1. Viaducto de Arbizelai

El viaducto de Arbizelai tiene una longitud de 424,32 metros y una altura máxima de la calzada sobre el suelo del orden de 25 metros. Está situado en una zona periurbana de Arrasate-Mondragón, porque se encuentra en la circunvalación de esta población de la autopista.

La principal dificultad de este viaducto es el paso sobre el río Deba y sobre el enlace Sur de la carretera actual para acceder a Mondragón. El viaducto cruza las carreteras del enlace y el río, con una fuerte oblicuidad, y con la dificultad añadida de que el río y los ramales de la carretera están muy próximos, lo que ha obligado a una luz principal del viaducto de 140 metros.

La solución más lógica en un viaducto de 140 metros de luz es la de tablero único para las dos calzadas, con un solo cajón central y losa superior con grandes voladizos laterales apoyados en jabalones. El cajón se apoya sobre pilas únicas, abiertas en cabeza para dar estabilidad transversal al tablero. El procedimiento de construcción y las dimensiones de los tirantes llevaron a plantear una estructura mixta con cajón y jabalones metálicos, y losa superior de hormigón.

El ancho del tablero es de 25,20 metros que aumenta en un extremo del viaducto, porque pasa de 25,20 metros a 27,37. Esto se traduce en un aumento de los voladizos laterales, porque el cajón metálico se mantiene con las mismas dimensiones. Pensamos que la solución de tablero único es más adecuada en este caso que la solución de dos viaductos independientes. En primer lugar porque con luces grandes es más económica, y en segundo lugar porque el número de pilas se reduce a la mitad, lo que mejora extraordinariamente la fisonomía del conjunto.

1.1. Descripción del viaducto

El viaducto de Arbizelai tiene 424,32 metros de longitud, con siete vanos de 31,20+46,80+59,28+59,28+140,40+49,92+37,44 metros de luz. El tablero es una viga mixta continua de 2,65 metros de canto, constante a lo largo de todo el viaducto, formada por un cajón metálico bicelular trapecial de 9 metros de ancho inferior, y losa superior de hormigón. Se ha utilizado también en el entorno de algunos apoyos, losa inferior de hormigón sobre la chapa metálica del fondo del cajón, para aumentar la eficacia de la sección.



Figura 2. Vanos laterales

La plataforma del tablero está formada por dos aceras de 1 metro, donde se sitúan las defensas, dos arcones exteriores de 2,50 metros, 2 arcones interiores de 1,00 metro, dos carriles de 3,50 metros por calzada, y una mediana de ancho variable. Con este ancho, los voladizos laterales

desde el borde del cajón, tienen más de 7 metros. Se han resuelto con jabalcones inclinados metálicos situados cada 3,12 metros, que parten del borde inferior del cajón y sirven de apoyo a la losa de hormigón cerca del extremo del voladizo.

La viga continua de canto constante está atirantada en el vano principal y en los dos adyacentes, mediante haces de tirantes situados en el eje del puente, con dos torres formadas por pila verticales, situadas en la mediana. Estas torres son metálicas, rellenas de hormigón autocompactable. El viaducto es curvo en planta, con un radio del orden de 1000 metros. Donde más se ha acusado esta curvatura en la estructura es en las torres, porque ha producido una flexión transversal en ellas que ha sido el factor dominante en su dimensionamiento.

La sección transversal del tablero está resuelta de forma diferente en la zona atirantada y en la zona de los accesos. En la zona atirantada, el cajón está rigidizado cada 3,12 metros mediante diafragmas transversales, que transmiten las cargas de las almas laterales al alma central, donde se anclan los tirantes. En los vanos laterales no afectados por los tirantes, la sección está triangulada cada 3,12 metros mediante diagonales internas que completan la triangulación creada por los jabalcones exteriores.



Figura 3. Vanos atirantados

La losa superior es de hormigón armado y canto variable, apoyada en el borde exterior en los jabalcones, con un nervio longitudinal que une los apoyos de todos ellos.

Las pilas están formadas por un fuste de sección pseudo rectangular y ancho variable, que se abre en cabeza mediante aletas, en cuyos extremos se sitúan los apoyos de las almas laterales.

Las cimentaciones de las pilas son directas. La más conflictiva ha sido la de la pila 1 que se cimenta en el frente de una antigua cantera, lo que ha obligado a hacer una excavación extraordinaria en los rellenos, y en la roca del frente de cantera para asegurar un buen apoyo de la zapata.

1.2. Proceso de construcción

El procedimiento de construcción que se adoptó para este viaducto consiste en el empuje de dos tramos de la estructura metálica desde los dos estribos. Los voladizos de los frentes se

atirantaban provisionalmente desde las torres definitivas, y se unían en la clave del vano de 140 metros.

La estructura a empujar es el cajón metálico sin losa superior, es decir, estrictamente la parte metálica de la sección mixta.

El trazado en planta del viaducto se encuentra en una curva circular de radio 1083, excepto los extremos, 80 metros en el extremo del estribo 1, y 56 metros en el extremo del estribo 2, que se encuentran en las clotoideas de transición. Esto produce un retranqueo respecto de la curva circular de 0,50 metros aproximadamente sobre los estribos. Para efectuar el empuje del cajón es necesario que la curva completa sea circular para que el puente se inscriba en sí mismo. Por ello se ha hecho el cajón con directriz circular en planta con voladizos simétricos, lo que produce un sobreancho adicional de 0,50 metros en los extremos del viaducto.



Figura 4. El cajón metálico en el parque de montaje

El alzado plantea el mismo problema durante el empuje que la planta: el puente debe estar inscrito en una línea recta o en una curva circular. En este caso nos encontramos en un acuerdo circular y por tanto se puede empujar.

El proceso de construcción planteado en el proyecto es el siguiente: El primer vano de cada lado se empuja en voladizo libre, porque su longitud es pequeña, pero los vanos de 50 y 56 metros y los voladizos finales de 70 metros del vano principal, se empujan utilizando tirantes provisionales que pasan sobre las torres por una silla. Estos tirantes se van tesando y destesando en función de la posición de la torre respecto de las pilas.

Una vez empujado todo el puente se montan los tirantes definitivos con una carga inicial. Montados los tirantes, se cierra la clave del vano de 140 metros y se construyen las losas de hormigón.



Figura 5. Proceso de empuje del tablero

La losa de hormigón se construye en dos fases. En la primera se montan unas prelosas sobre el cajón con un pequeño voladizo exterior, y sobre ellas se hormigona la losa. Terminada esta primera fase, se hormigona el resto de los voladizos, mediante unos carros contrapesados que se apoyan en la losa ya construida y sostienen el encofrado del voladizo. También deben sostener los jabalcones metálicos, que se montan en el parque antes del empuje.

1.3. Cambios introducidos por la constructora en el proyecto

Los cambios que introdujo en el proyecto la constructora fueron los siguientes:

- A. Supresión del estribo 1 de hormigón en voladizo, motivado por la antigua cantera. El cambio consistió en prolongar la estructura metálica hasta llegar a un estribo convencional.
- B. Supresión de un vano en el estribo 2. La topografía final, una vez suprimidos los árboles, era distinta de la que se utilizó en proyecto, y por ello se pudo suprimir este vano. El viaducto se continúa con un muro de tierra armada de grandes dimensiones. Hubiera quedado mejor prolongar el viaducto en la media ladera, pero es una solución más cara.



Figura 6. Carros de construcción de los voladizos laterales

- C. Otro cambio planteado consistió en suprimir el apoyo del alma central en las pilas, salvo en las dos principales que tienen las torres de atirantamiento sobre ellas.

- D. El empuje en vez de hacerse solo con el cajón metálico se hizo añadiendo en el parque los jabalcones y las prelosas sobre el cajón.
- E. Los tirantes provisionales durante el empuje se tesaron con gatos situados en sus extremos en vez de utilizar un gato en la torre como se preveía en el proyecto.
- F. Todos estos cambios requirieron un estudio de detalle del proyecto y del proceso de construcción que llevó a cabo FHECOR. Nosotros participamos en la construcción como asistencia técnica a la dirección de obra, que hizo la asociación de empresas EPTISA-CINSA.