

EL VIADUCTO DEL CORGO Y EL VIADUCTO TRANS - RHUMEL. DOS EJEMPLOS DE CONSTRUCCIÓN IN SITU DE TABLEROS ATIRANTADOS EJECUTADOS POR VOLADIZOS SUCESIVOS

Aquilino RAIMUNDO

Ingeniero Civil
STRUKTURAS AS
Marketing and sales Manager
ar@struktur.no

José Antonio BECERRA MOSQUERA

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
AVENSI INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN, S.L.
Ingeniero
j.a.becerra@avensi.es

Daniel RODRÍGUEZ PEREIRAS

Ingeniero Técnico Industrial
AVENSI INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN, S.L.
Gerente
daniel.rodriquez@avensi.es

RESUMEN

El viaducto del Corgo y el viaducto Trans - Rhumel son dos ejemplos de tableros de puentes atirantados con tablero de hormigón construido in-situ por medio de carros de voladizos sucesivos.

El viaducto del Corgo, de hormigón pretensado, tiene una longitud total de 2.796 metros y se divide en tres sub-pasos elevados continuos, el oeste, el este y el centro, que consta de un tramo central atirantado entre dos pilonos.

La parte central sobre el río Corgo presenta un tablero atirantado de tres vanos, construido por voladizos sucesivos en consola. El restante viaducto fue construido por tramos ejecutados mediante cimbras autolanzables. La coronación de los pilonos está a 300m de altura con respecto al nivel del cauce del río.

Con una longitud de 2.796 metros y un tramo central atirantado de 300 m de luz, el Viaducto de Corgo se inserta en la autopista Trasmontana entre Vila Real y Bragança. El viaducto, que se levanta al sur de la ciudad de Vila Real, entre la parada Dies y Folhadela, será el más alto construido en el país.

Las pilas principales del puente son de 134 metros de altura entre la cimentación y la placa base (inclusive), mientras que los mástiles se elevan 63 metros sobre el tablero. La altura desde la base hasta la cima de los pilonos es de 197 metros. El punto de mayor altura sobre el fondo del valle, cuenta con una altura de 230 m sobre el río Corgo.

El caso del viaducto Trans - Rhumel es muy similar al viaducto del Corgo. Se trata de un viaducto con una longitud total de 1119 metros, con una parte central atirantada de 3 vanos y una luz máxima de 245 m. La altura de los pilonos es de 130 metros construida por voladizos sucesivos en consola. Este puente es localmente conocido por ser el primer suceso de especial interés en la ciudad desde la independencia, con lo que es comúnmente conocido como el puente de la independencia entre los vecinos.

ABSTRACT

Corgo and Trans - Rhumel viaducts are two examples of cable-stayed decks build by the “in situ” balanced cantilever method using two pairs of Formtravellers.

Corgo viaduct, is a pretessed concrete bridge, with a total length of 2796 meters, and is divided in three different zones with a central cable-stayed deck and two Pylons.

The central part over Corgo River is a three span deck build by the “in situ” balanced cantilever method using two pairs of Formtravellers. The rest of the viaduct has been built with a Movable Scaffolding System (MSS). The top of the pylon is 300 meters heigh over the river.

With a total length of 2796 meters and a main span of 300 meters, the Corgo Viaduct is in the Transmontana highway, between Vila Real and Bragança. The viaduct, wich is constructed at the south part of Vila Real, between Dies and Folhadela, will be the tallest in the country.

The main piles of the bridge are 134 m tall between the foundation and the deck, and the pylons are 63 m over the deck, so the total height from the foundation to the top are 197 meters. The tallest zone is more than 230 meters over the Corgo river.

The Trans - Rhumel viaduct is closed to Corgo Viaduct. It's a viaduct with a total length of 1119 metros, with a central cable-stayed part of 3 spans with a maximum span of 245 m build by the “in situ” balanced cantilever method. The pylons are 130 meters height. The Trans - Rhumel viaduct has been described as the most important achievement in the city since Independence. Referred to as the “Bridge of Independence” by locals, the cable-stayed bridge which features a futuristic design measures 1.119km. It is the 8th bridge in the City of Bridges, and is named after Salah Bey whose rule of the city (1771-1797) witnessed major urban development.

PALABRAS CLAVE: Atirantado, voladizos sucesivos, carros de voladizo, hormigonado in-situ

KEYWORDS: Cable-Stayed, balanced cantilever method, Form Traveller, concrete in-situ

1. Introducción y breve descripción de ambos viaductos

1.1. Viaducto del Corgo

El norte de Portugal ha sido tradicionalmente una de las regiones más remotas e inhóspitas del sur de Europa. Apartada de los grandes centros económicos e industriales del viejo continente, la región necesitaba superar las dificultades orográficas mediante una moderna red de carreteras y obras como el Viaducto del Corgo. El viaducto es uno de los más largos y altos del país, forma parte de la Autopista Transmontana, la cual unirá la ciudad de Oporto con la frontera española. El distrito de Vila Real, donde está ubicado el viaducto, pertenece a la región histórica de Tras-Os-Montes, área donde nació Portugal como país.

El Viaducto del Corgo tiene una longitud total de 2.795 metros y una altura de 230 metros desde el fondo del valle, junto con un vano principal de 300 metros. La nueva estructura salva tres carreteras nacionales y comarcales y una línea férrea.



Figura 1. Viaducto del Corgo. Vista general y Tramo Principal atirantado.

1.2. Viaducto Trans - Rhumel

La ciudad de Constantine, en Argelia, ocupa un enclave natural estratégico sobre una plataforma rocosa de calizas, rodeada por las gargantas del río Rhumel en el extremo norte y este, y un escarpe vertical en el oeste. Su privilegiada disposición territorial y defensiva ha hecho de ella una de las más antiguas ciudades del Magreb, donde se instalaron fenicios, nómadas, romanos, vándalos, árabes, otomanos y franceses. El desarrollo de la ciudad ha estado siempre relacionado con los puentes que le daban acceso, por lo que a lo largo de su historia, las diferentes culturas han construido puentes, constituyendo una colección patrimonial excepcional; no en vano, Constantine es conocida como «la ciudad de los puentes».

El viaducto de Trans - Rhumel, un puente atirantado, actualiza el patrimonio de los puentes históricos de Constantine, introduciendo un nuevo tipo en su catálogo estructural. La estructura está acertadamente concebida, tanto en su alzado y encaje en el valle, como en la atractiva solución formal de pilonos, pilas y tablero; y también cuidadosamente construida, con atención a los detalles, encuentros y acabados.

El viaducto de Trans-Rhumel es imagen del proceso de renovación de la ciudad de Constantine, que será capital cultural del mundo árabe en 2015, y representa el impulso de modernización del conjunto del país.



Figura 2. Viaducto Trans - Rhumel. Tramo Principal atirantado

2. Ejecución mediante el procedimiento de construcción de voladizos sucesivos compensados

En ambos casos, tanto para el Viaducto del Corgo como para el Viaducto Trans - Rhumel, para la construcción del vano principal se ha empleado el método constructivo de "Ejecución mediante voladizos sucesivos compensados con carro frontal", dado el plazo estimado de realización de los trabajos así como los condicionantes existentes y características tipológicas de ambos viaductos.

STRUKTURAS AS, empresa líder mundial en ingeniería y suministro de este tipo de maquinaria ha propuesto una solución mediante el uso de un Carro de Voladizo, específico para cada uno de los viaductos considerados.

A continuación, a modo de introducción general, se resumen las partes fundamentales del carro de voladizo empleado (FT = Form Traveller):

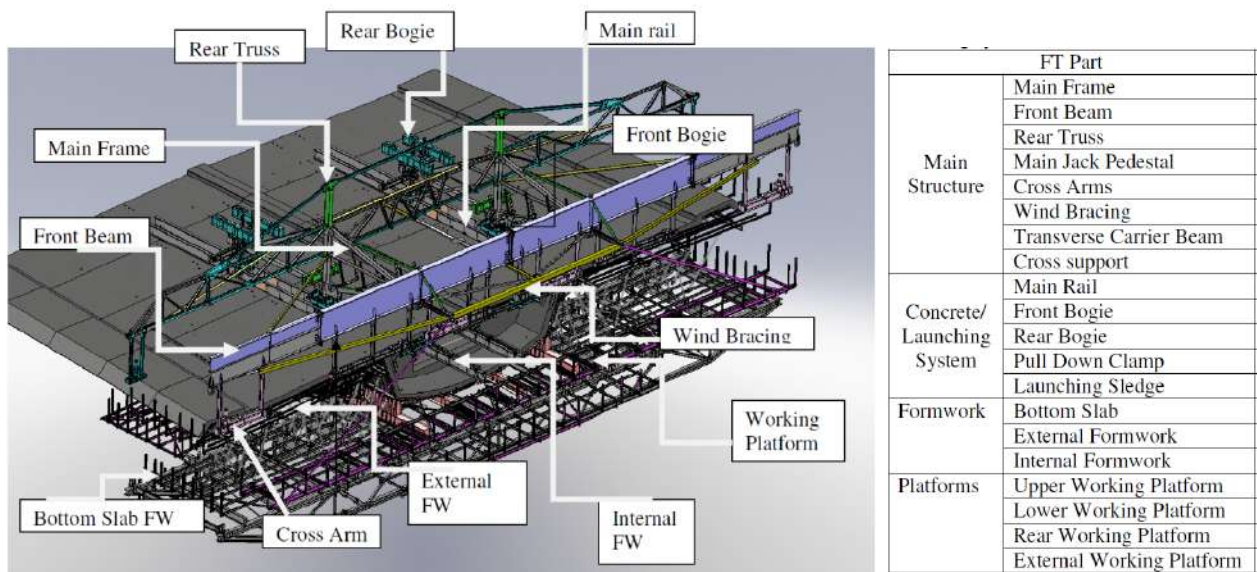


Figura 3a. Carro de voladizo - Definición General Estructura Principal

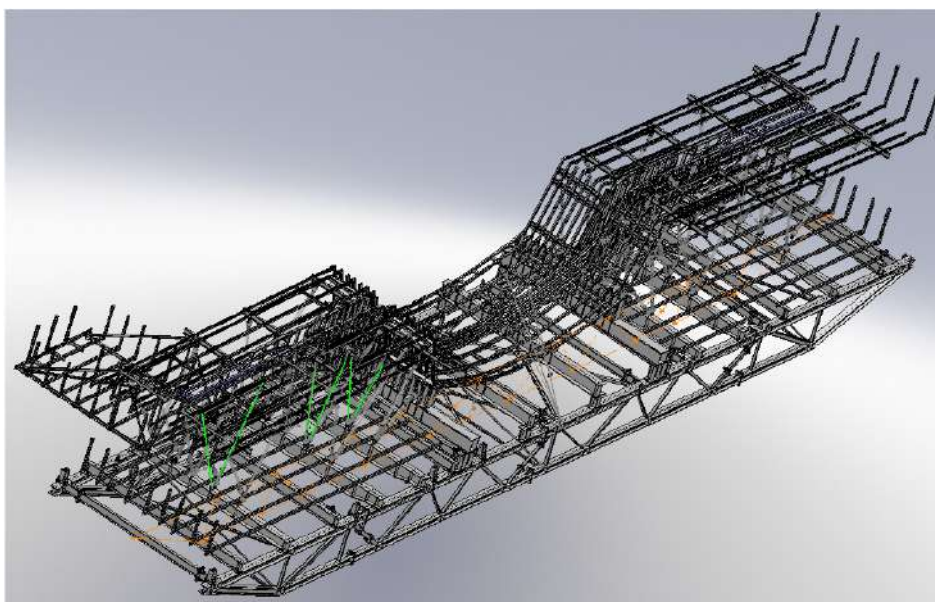


Figura 3b. Carro de voladizo. Definición General - Encofrado y Plataformas de Trabajo

En los siguientes apartados se resumen las características principales de los Carros de Voladizo empleados para cada uno de los Viaductos objeto de esta ponencia:

2.1. Viaducto del Corgo

- Longitud de Dovela: 6,0 m
- Peso Máximo Dovela: 280,0 t
- Anchura Máxima del Tablero: 28,0m
- Curvatura - Radio mínimo: N/A
- Pendiente máxima longitudinal: N/A
- Pendiente máxima transversal: N/A
- Deformación Máxima Viga PPal: L/400
- Vmax Viento durante el Lanzamiento: 20,0 m/s
- Vmax Viento durante el Hormigonado: 32,0 m/s

El rendimiento en este viaducto, para la parte del hormigonado con carros de voladizo, ha sido de una puesta por semana y carro, con lo que se construían 12 m de tablero todas las semanas. Este rendimiento, sin embargo, no es finalmente el verdadero, ya que cada dos puestas de cada carro, se deben esperar unos 2 días para el tesado del correspondiente tirante, con lo que lo que podría llegar a ser un rendimiento teórico de 12 m de tablero por semana, se rebaja ligeramente hasta un rendimiento medio final de unos 9 m por semana.

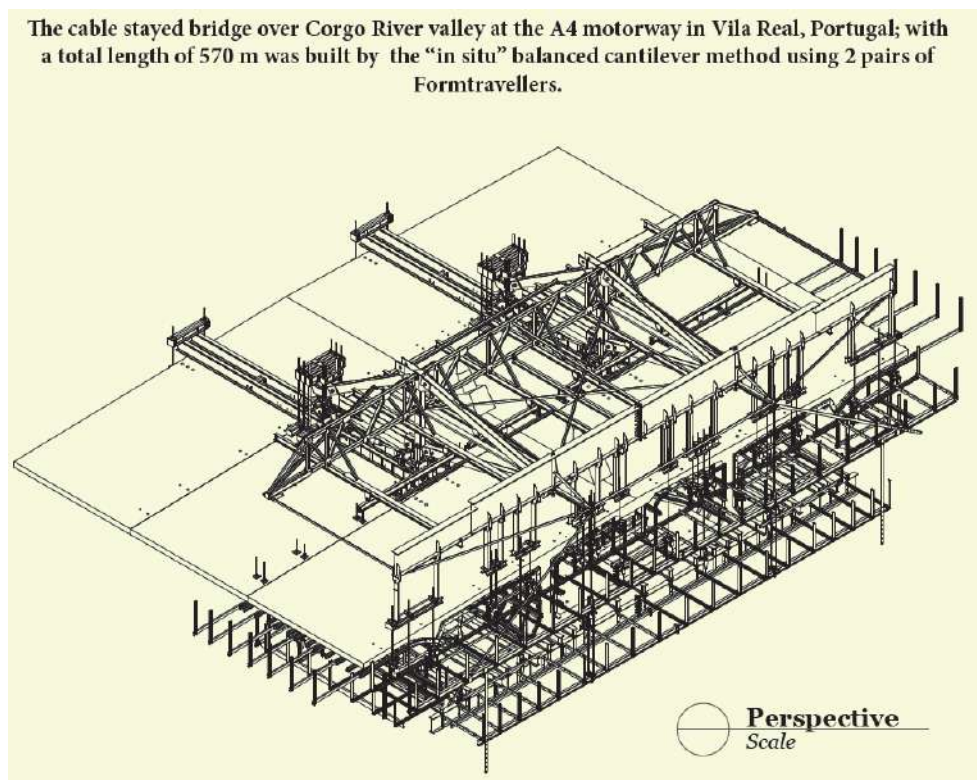


Figura 4. Viaducto del Corgo. Carro de Voladizo - Esquema 3D

A continuación se muestran algunas imágenes del Carro de Voladizo del Viaducto del Corgo durante las diferentes fases de ejecución del tablero:



Figura 5. Carro de Voladizo - Vista Inferior



Figura 6. Carro de Voladizo - Vista Superior



Figura 7. Vista de ambos Carros de Voladizo aproximándose a la dovela de cierre

2.2. Viaducto Trans - Rhumel

- Longitud de Dovela: 3,5 m
- Peso Máximo Dovela: 175,0 / 238,0 t
- Anchura Máxima del Tablero: 30,40 / 34,24 m
- Curvatura - Radio mínimo: 312,42m
- Pendiente máxima longitudinal: 2,15 %
- Pendiente máxima trasversal: 4,9 %
- Deformación Máxima Viga PPal: L/400
- Vmax Viento durante el Lanzamiento: 20,0 m/s
- Vmax Viento durante el Hormigonado: 32,0 m/s

Los rendimientos conseguidos en este proyecto han sido de una puesta por semana y carro, es decir, cada semana se avanzaba la pareja de carros, consiguiendo un avance de 7 m de tablero por semana. En este caso, el rendimiento se ha independizado del tesado de los tirantes, con lo que, al contrario que en el viaducto del Corgo, no existe ningún elemento externo que haga perder rendimiento en el ciclo. Vemos en este caso, que a pesar de que el carro es del orden de la mitad de longitud que el del viaducto del Corgo, el rendimiento no es tan bajo comparativamente hablando, ya que es del orden de un 25 % más bajo, cuando en longitud el carro casi es un 45% menor.

Recognizable for the elegance of its two slender spires, rising above the 130m high towers, and its white cables, Independence Bridge, or the “Transrhmel”, has already taken its place as a symbol of this ancient Constantine city.

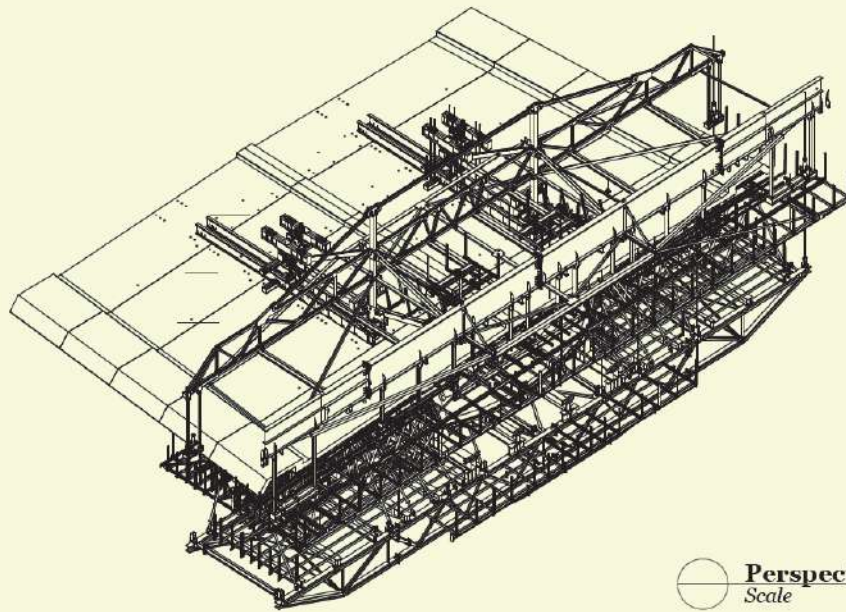


Figura 8. Viaducto Trans - Rhumel. Carro de Voladizo - Esquema 3D

A continuación se muestran algunas imágenes del Carro de Voladizo del Viaducto del Corgo durante las diferentes fases de ejecución del tablero:



Figura 9. Carro de Voladizo - Vista Inferior

Carro de voladizo tras el avance. Fase previa a la colocación del encofrado en posición geométrica para el hormigonado.



Figura 10. Carro de Voladizo - Vista Superior



Figura 11. Vista de ambos Carros de Voladizo avanzando desde de la Pila Principal

En la fotografía se aprecia la diferencia de color entre la “dovela 0”, y la dovela 1, ya hormigonada con los carros de voladizo. Una de las principales dificultades de este tipo de obras, es que la “dovela 0” suele tener muy poca longitud, con lo que no se pueden anclar los 2 carros a la vez por falta de espacio. En estos casos, lo habitual es utilizar un montaje con crossmember, que lo que hace es solidarizar ambos carros para que uno contrapesa y soporte al otro.

3. Participantes en el proyecto y obra

Viaducto del Corgo, Portugal:

Nombre del proyecto: A4 – Viaduto sobre o vale do rio Corgo na Autoestrada Transmontana

Pais: Portugal

Longitud: 2796 m

Vano principal: 300 m

Altura del pilono: 197 m

Financiación: AUTO-ESTRADAS XXI, SUBCONCESSIONÁRIA TRANSMONTANA, S.A.

Constructora: CAET XXI ACE (FCC y Soares Da Costa)

Ingeniería y suministro de Carros de Voladizo: Strukturas AS (Noruega)

Viaducto Trans-Rhumel, Argelia:

Nombre del proyecto: Wilaya de Constantine Concrete Cable-Stayed pedestrian and road bridge

Pais: Algeria

Longitud: 750 m

Vano principal: 245 m

Altura del pilono: 130 m

Financiación: Algerian Ministry of Public Works and the city Of Constantine

Constructora: Andrade/Gutierrez (BR)

Ingeniería y suministro de Carros de Voladizo: Strukturas AS (Noruega)

4. Referencias

- [1] Pretessed Concrete Bridges Built Using the Cantilever Method. SETRA. Service d'Etudes techniques des routes et autoroutes. 2007.
- [2] <https://autovias.wordpress.com/paisajescarretera/>
- [3] <http://www.soaresdacosta.com/pt/>
- [4] VI congreso de ACHE (Madrid 2014) Ponencia 339. Puente “El Carrizo” - (Mexico) Construcción de un puente atirantado de doble voladizo con lanzadoras. Patrick Ladret , Sergio Del Olmo , Nicolás Trotin