

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE BOQUERÓN EN EL CORREDOR RUMICHACA – PASTO, COLOMBIA

Design and construction of Boquerón Bridge, in Rumichaca-Pasto. Colombia

Javier Muñoz-Rojas Fernández^a, Silvia Fuente García^b, Joaquín Arroyo Márquez^c

Estela Rivera Puertas^d, Raquel Martín Galán^e, Manuel Fernández Barbacil^f

^a Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. CFCSL. Director de División. jmrojas@cfcsl.com

^b Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. CFCSL. Director de Proyectos. sfuente@cfcsl.com

^c Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. PONDIO Director de Proyectos. jarroyo@pondio.com

^d Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos. PONDIO Responsable de Proyectos. erivera@pondio.com

^e Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos. PONDIO Responsable de Proyectos. rmartin@pondio.com

^f Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. SACYR Construction manager. mfbarcil@sacyr.com

RESUMEN

El corredor Rumichaca-Pasto en Colombia, ha requerido la construcción de numerosas estructuras para salvar quebradas abruptas y valles de cierta longitud. La obra más singular es el puente Boquerón. Cuenta con una longitud de 260 m con distribución de vanos 42-56-125-30. La descompensación de luces proviene de evitar emplazar las pilas en las abruptas. Provoca que en un lado el vano de compensación sea muy corto y sea necesario coaccionar el tablero en el estribo para evitar su levantamiento, coacción realizada contra el estribo por medio de apoyos horizontales deslizantes inversos. La vinculación sísmica del tablero se consigue en la pila central, de mayor altura.

ABSTRACT

The Rumichaca-Pasto corridor in Colombia has required the construction of numerous structures to bridge steep valleys. The most singular work is the Boquerón bridge. It has a length of 260 m with a span distribution of 42-56-125-30. The unbalance of spans comes from avoiding placing the piers on the steep slopes. This means that on one side the compensation span is very short and it is necessary to coerce the deck on the abutment to prevent it from rising, a coercion carried out against the abutment by means of reverse sliding horizontal supports. The seismic restraint of the deck is achieved in the central pier.

PALABRAS CLAVE: Voladizos sucesivos, descompensación luces, diseño sísmico.

KEYWORDS: Balanced cantilever, unbalanced span distribution, seismic design.

1. Introducción

El corredor Rumichaca-Pasto en Colombia, concesión propiedad del grupo Sacyr, ha requerido la construcción de numerosas estructuras para salvar quebradas abruptas y valles de cierta longitud.

El diseño de varias de ellas fue realizado por Carlos Fernández Casado S.L. para el consorcio Prointec-JFSAS. La asistencia técnica durante la construcción la desarrolló PONDIO Ingenieros.

La obra más singular es el puente Boquerón. Cuenta con un tablero único 21.80 m de anchura

para doble calzada y una longitud de 260 m con distribución de vanos 42-56-125-30. La descompensación de luces proviene de evitar emplazar las pilas en las abruptas. Provoca que en un lado el vano de compensación sea muy corto y sea necesario coaccionar el tablero en el

estribo para evitar su levantamiento. En vez de emplear la solución habitual de cables verticales de cosido se recurrió al bloqueo del tablero contra el estribo por medio de apoyos horizontales deslizantes inversos.



Figura 1. Vista del puente de Boquerón en construcción. Orografía

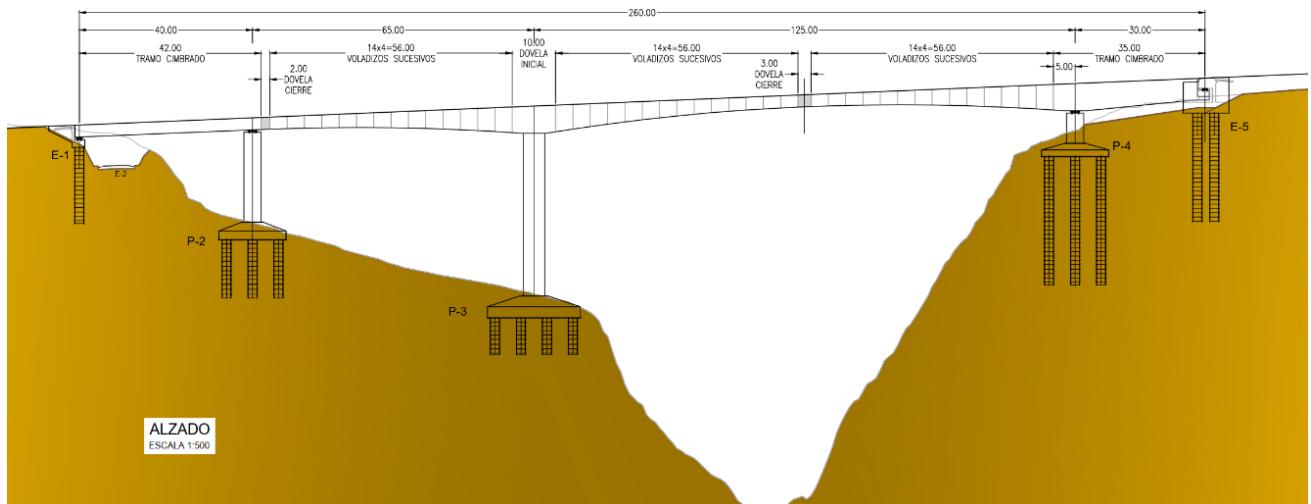


Figura 2. Alzado del puente de Boquerón

El diseño sísmico cobra una particular importancia dada su localización en la cordillera andina. La gran descompensación entre las

alturas de las pilas llevó a combinar una vinculación monolítica sólo en la pila central con el aislamiento longitudinal en todas las demás. Aunque en consecuencia toda la acción sísmica longitudinal se concentra en la pila central esta

cuenta con la adecuada flexibilidad, resistencia y ductilidad para absorber y disipar toda la energía introducida por el sismo.

El proceso constructivo consistió en la ejecución del vano central y el contiguo a la pila alta por voladizos y los extremos sobre cimbra. La estabilidad de los voladizos se garantizaba con el empotramiento en la pila de mayor altura y en la otra con el vano de compensación previamente ejecutado sobre cimbras. El tablero se ejecutó con sección completa.

2. Descripción

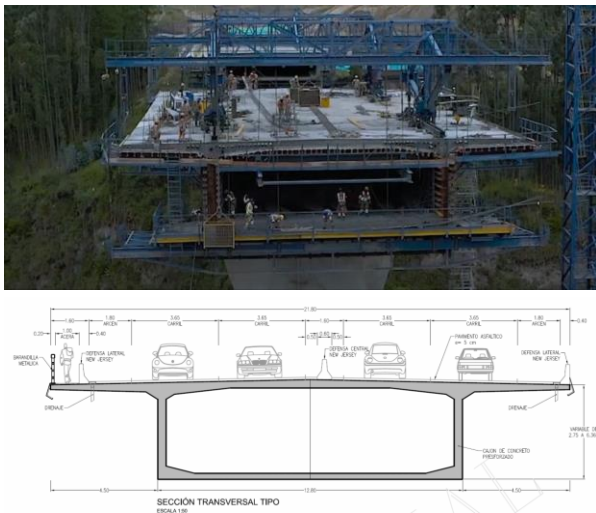


Figura 3. Sección transversal.

La estructura tiene un total de 260.00m, distribuido en cuatro vanos de 40.0+65.0+125.0+30.0 y con una pendiente constante de 4.7%. El trazado en planta empieza con una curva de radio 140.0 y una clotoide 102.0 para alcanzar una recta en los últimos 178.29 m. Se materializa en un tablero de 21.80m en el que se definen dos calzadas de 9.60m cada una y una acera de 1m. El tablero está formado por un cajón hormigonado insitu de canto variable, de 2.75 m en centro de vano a 6.25 m en apoyos.

La descompensación de vanos, planteada para evitar las pilas e la ladera abrupta, unido a

una construcción por voladizos sucesivos, obliga a ejecutar un vano corto, y disponer apoyos invertidos en el estribo para empotrar uno de los voladizos.



Figura 4. Sección transversal.

Las pilas están formadas por un fuste de sección hueca rectangular 4.00m x 8.50m hasta 4.00m x 12.50 m en la cabeza superior, y almas de 0.50 m a 0.70 m según las pilas.

Cada fuste está cimentado sobre un encepado de 3.00m, 5.00 m y 3.00 m de canto para las pilas P2, P3, y P4, respectivamente, con 8, 16 y 9 caissons de 2.00m de diámetro.

El estribo 1 es un cargadero convencional pilotado, de baja altura y carga limitada al estar compensado el vano.

La sección del tablero se adapta al peralte de la curva mediante un giro, obligando a situar los apoyos del estribo a diferente cota.

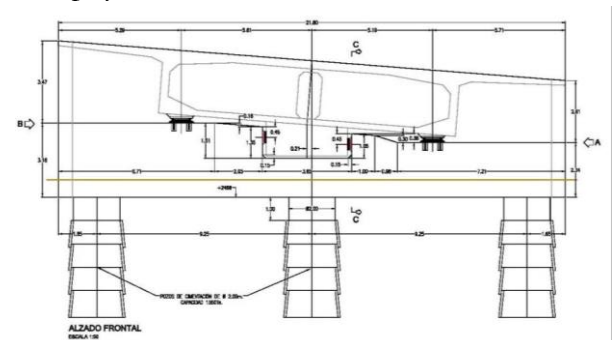


Figura 5. Sección por estribo 1 convencional.

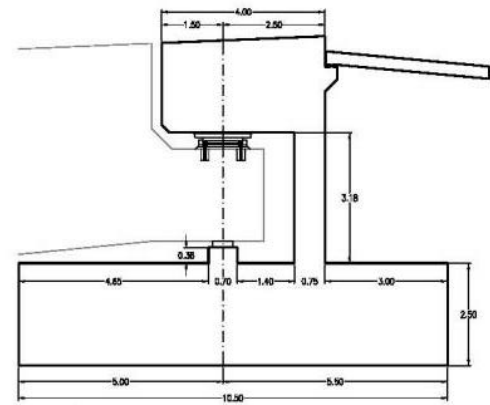


Figura 6. Estribo 5 de empotramiento con apoyo invertido

3. Diseño sísmico

La estructura se encuentra en una zona de alta sismicidad en la cordillera andina. Está situada en una zona de orografía complicada, con pilas a media ladera y gran diferencia entre la altura de las mismas, lo que llevó a fijar longitudinalmente el puente en la pila central, de mayor altura y ductilidad.

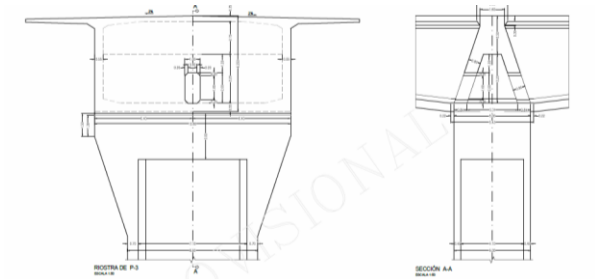


Figura 7. Empotramiento del tablero en pila.

Los apoyos en todas las pilas son con apoyos tipo POT y guías centrales para resistir los esfuerzos transversales, excepto en la pila P3, en la cual el tablero está empotrado en la pila, y en el estribo E5, donde no hay sujeción transversal.

3. Proceso constructivo

El viaducto se ejecutó por voladizos sucesivos con carro de avance desde las pilas centrales. La pila de mayor altura permitía la ejecución de voladizos compensados, y el vano

adyacente de compensación se realizó con cimbra apoyada en el suelo, ya que la orografía de la ladera lo permitía



Figura 8. Carro de avance.



Figura 9. Tramo cimbrado.

La pila 4, de menor altura, no permitía un vano de compensación suficiente, por lo que se cimbró un vano corto que sirve de contrapeso al vano principal mediante apoyos invertidos en el estribo.



Figura 10. Vista del puente de Boquerón en construcción

Agradecimientos

Nuestros agradecimientos los equipos de las empresas intervinientes en el proyecto, en especial de Carlos Fernández Casado, PONDIO y Sacyr.



Figura 11. Vista del puente de Boquerón terminado