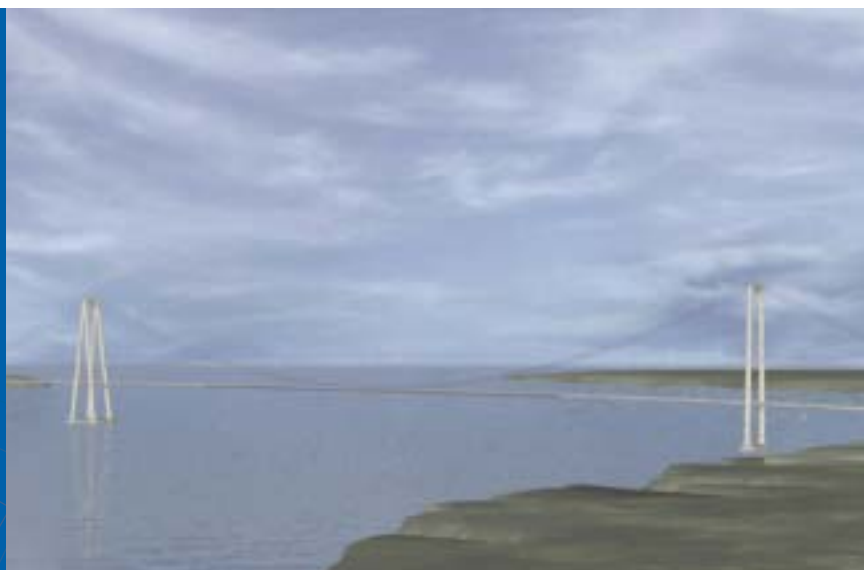


# Proyecto de licitación del puente sobre el Canal del Chacao

José Romo Martín  
Hugo Corres Peiretti  
Alejandro Pérez Caldentey  
Laura Granda San Segundo



## 1. Introducción

La presente comunicación describe el Proyecto de Licitación del Puente del Canal del Chacao realizado por el Consorcio Ingeniería Cuatro–COWI. Este proyecto constituye la continuación de los estudios previos ya presentados en el Congreso de 1999 de ACHE en Sevilla.

No se incluyen en la presente comunicación los trabajos de campo y estudios específicos, que han generado las bases de cálculo que han permitido redactar el proyecto de licitación que aquí se describe y el futuro proyecto de construcción del Puente.

## 2. Condicionantes fundamentales del proyecto

Los condicionantes fundamentales del proyecto han sido:

- Aceleración máxima (sismo de diseño):  $1g$  ( $m/s^2$ ).
- Velocidad de ráfaga de viento de proyecto: 53.5 m/s.
- Fuerza máxima de impacto de barcos: 167 MN.
- Corrientes del estrecho (en cada carrera de marea): 5 m/s.
- Profundidad típica del canal: 90 m.

## 3. Estudio de alternativas

Durante las primeras fases del proyecto, se realizó un análisis de alternativas en el que se estudiaron, entre otras, soluciones de puentes colgantes de un sólo vano o puentes colgantes y atirantados con dos vanos

Proyecto de licitación  
del puente sobre el Canal  
del Chacao

principales con una pila central, aprovechando la existencia de una elevación en el fondo del canal (figura 1).

Las conclusiones del estudio de alternativas fueron:

- La solución de puente colgante de un solo vano (2.030 m de luz) resultó ser mucho más costosa que las soluciones con un apoyo intermedio.
- La solución de puente atirantado con dos vanos principales requiere construir un tablero de mayor ancho que el estrictamente necesario, con el sobrecoste consiguiente.
- La solución más económica resultó ser la de puente colgante continuo con dos vanos principales de 1.100 y 1.055 m, con un apoyo en una zona central en la que el canal posee un calado mínimo. Esta es la solución que se ha desarrollado en el proyecto de licitación.

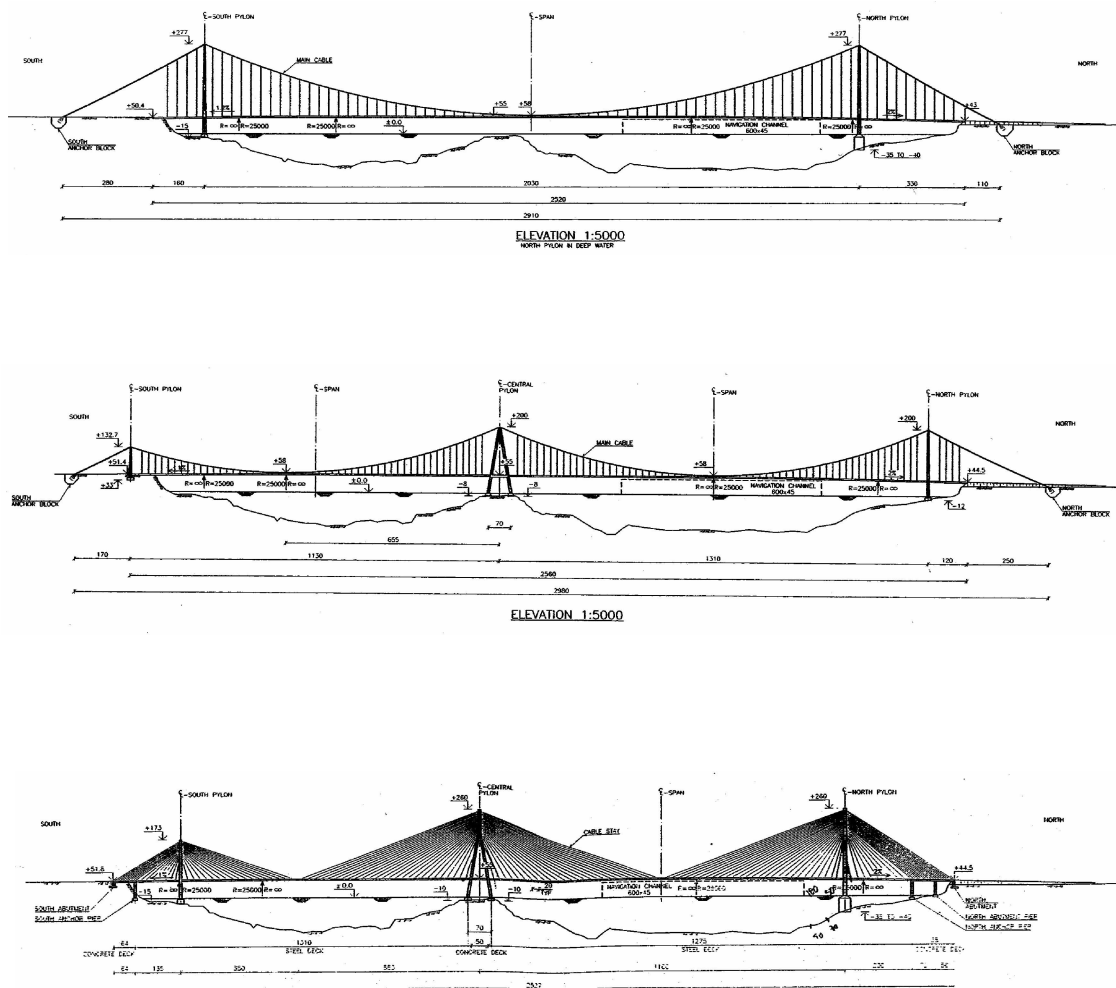


Figura 1.Soluciones principales del Anteproyecto.

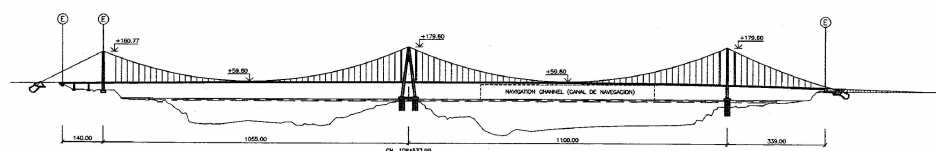
## 4. Descripción de la solución

Proyecto de licitación  
del puente sobre el Canal  
del Chacao

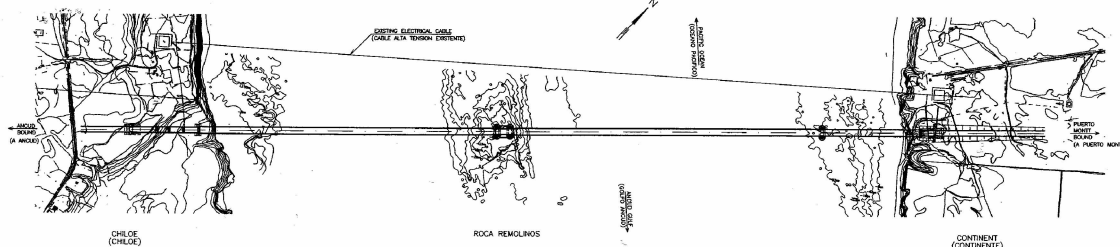
### 4.1. Concepto global de diseño

La solución de puente continuo se basa en establecer una relación entre vanos y altura de pilas que haga que para cargas permanentes exista equilibrio de fuerzas horizontales en la cabeza de la pila central. Esta configuración permite, por una parte, realizar un montaje del cable en la forma tradicional y, por otra, tener la pila central en una configuración de cargas simétricas para el estado de cargas permanentes.

Con el fin de hacer el puente lo más simétrico posible, y aprovechando la situación más favorable de la costa norte, se ha colocado allí una de las pilas laterales (pila norte); ésto permite dos luces principales prácticamente semejantes.



ELEVATION (ELEVACION) 1:5000



PLAN (PLANTA) 1:5000

**NOTES (NOTAS):**

DIMENSIONS: DIMENSIONS ARE IN METERS. (DIMENSIONES EN METROS)  
 (ONES ARE IN METERS RELATIVE TO BRIDGE POINTS REFERENCE LEVEL. (ONES EN METROS RESPECTO DEL NIVEL DE REFERENCIA DEL PUNTO)  
 (MUL-OFF-ONE METERS GEODENSICAL REFERENCE) (MUL-OFF-ONE METERS GEODENSICAL REFERENCE) (MUL-OFF-ONE METERS GEODENSICAL REFERENCE) (MUL-OFF-ONE METERS GEODENSICAL REFERENCE)  
 CHANNEL (ONE IS IN METERS FOR EACH AND FIVE S. (CANAL EN METROS RESPECTO DEL NIVEL DE REFERENCIA DEL PUNTO)  
 (MUL-OFF-ONE METERS GEODENSICAL REFERENCE) (MUL-OFF-ONE METERS GEODENSICAL REFERENCE) (MUL-OFF-ONE METERS GEODENSICAL REFERENCE) (MUL-OFF-ONE METERS GEODENSICAL REFERENCE)

**LEGENDS (LEYENDAS):**

① DIMENSION POINT (LANTA DE EXPANSION)

Figura 2. Solución adoptada.

Para controlar las deformaciones de los vanos principales, la pila central tiene una tipología especial con “patas” inclinadas que da al conjunto una rigidez longitudinal suficiente.

El tablero es continuo sin juntas intermedias y con una sección transversal de la escuela europea (sección cajón cerrada) con un canto muy estricto 2.80 m.

### 4.2. Cimentaciones

La pila Norte se ha situado en la zona costera. La cimentación de esta pila se ha previsto mediante pilotes de gran diámetro (3.00 m). El diá-

Proyecto de licitación del puente sobre el Canal del Chacao

metro de los pilotes y la configuración de ésta cimentación, que es la más crítica del proyecto, han venido condicionados por el impacto de buques sobre el encepado, que supone una carga horizontal en cabeza de cada pilote de 12 MN.

### 4.3. Pilas

Las pilas se han proyectado en hormigón armado y su diseño esta condicionado fundamentalmente por la actuación del sismo. La forma cuasicircular elegida para la sección transversal de las patas permite una reducción de las cargas de viento, tiene un comportamiento mejor bajo el punto de vista sísmico y se ha juzgado estéticamente más agradable que las secciones convencionales en forma rectangular.

El máximo momento flector solicitante en las patas de las pilas es de 400 MNm.

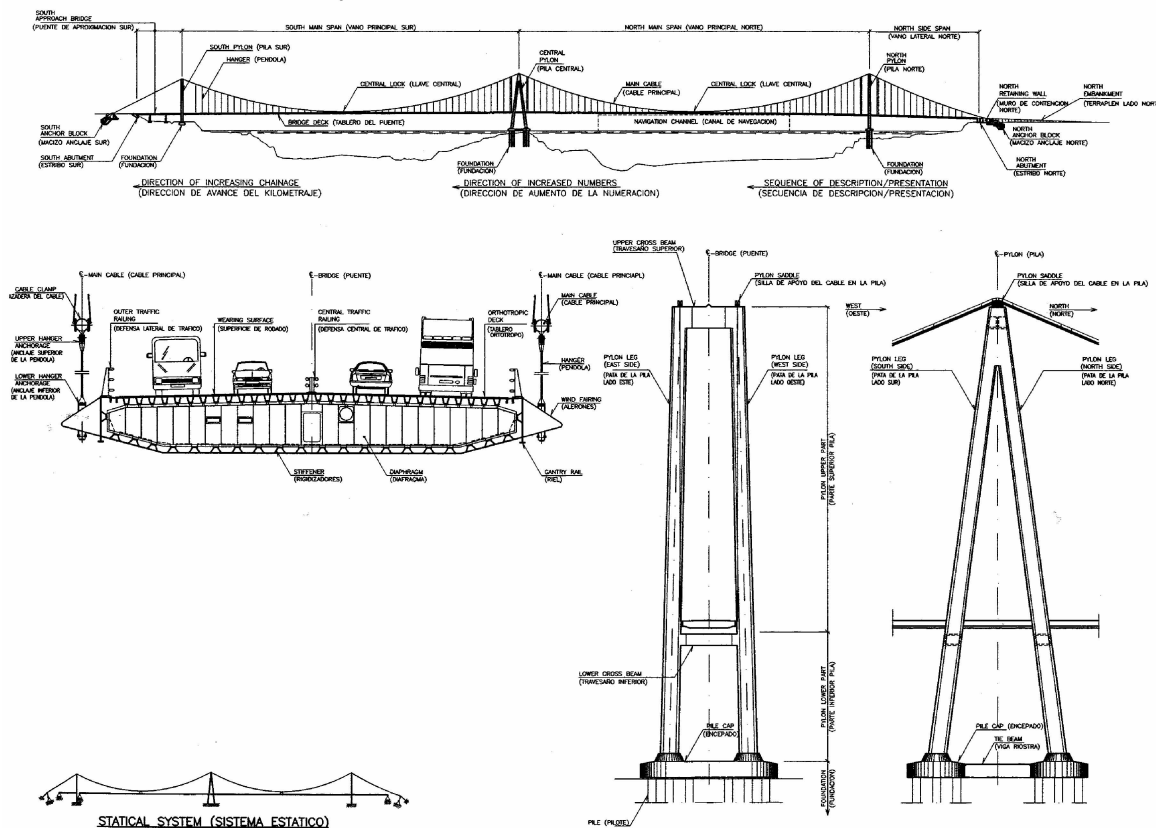


Figura 3. Configuración general.

### 4.4. Contrapesos

El anclaje de los cables principales se realiza mediante contrapesos de gravedad, cada uno de ellos tiene un peso total incluido el relleno de aproximadamente 50.000 t.

La fuerza transmitida por cada cable en el anclaje es aproximadamente de 180 MN.

Proyecto de licitación del puente sobre el Canal del Chacao

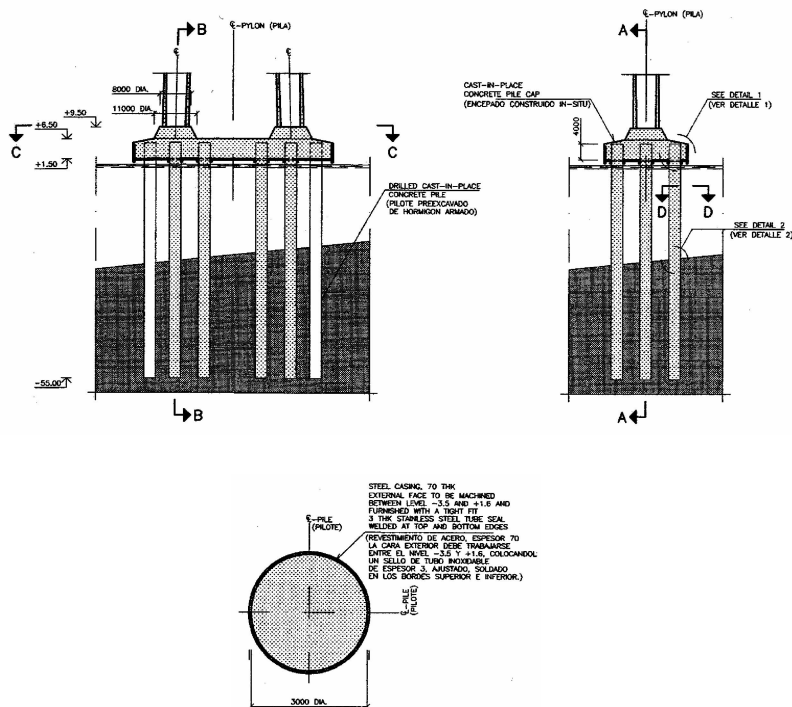


Figura 4. Cimentación de la pila norte.

### 4.5. Cables

Los cables principales están compuestos por 9120 alambres de 5.22 mm de diámetro, lo que supone un área de acero por cada cable de 0.195 m<sup>2</sup> (figura 7).

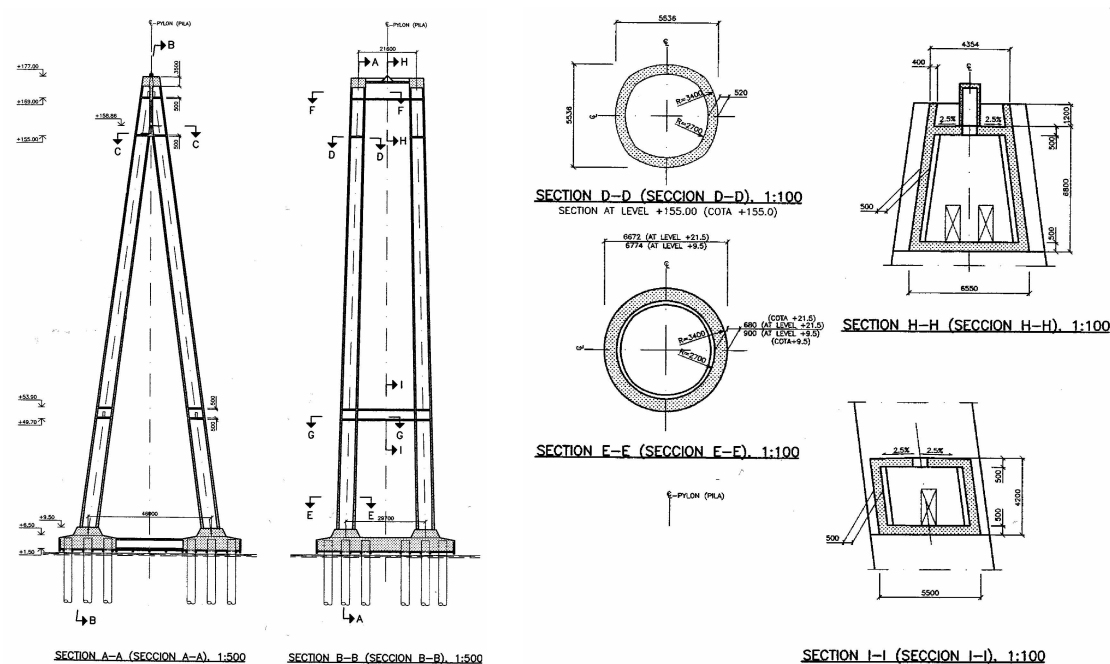


Figura 5. Alzado de la pila norte.

Proyecto de licitación del puente sobre el Canal del Chacao

La máxima tracción en el cable es de 181 MN, para situación de cargas mayoradas según AASHTO.

### 4.6. Conexiones de los cables

La cama de apoyo del cable de la pila central debe transmitir la carga horizontal consecuencia de la presencia de dos vanos principales de gran longitud. Para ello, se ha diseñado un dispositivo que aumenta el rozamiento del sistema, para asegurar la ausencia de deslizamiento.

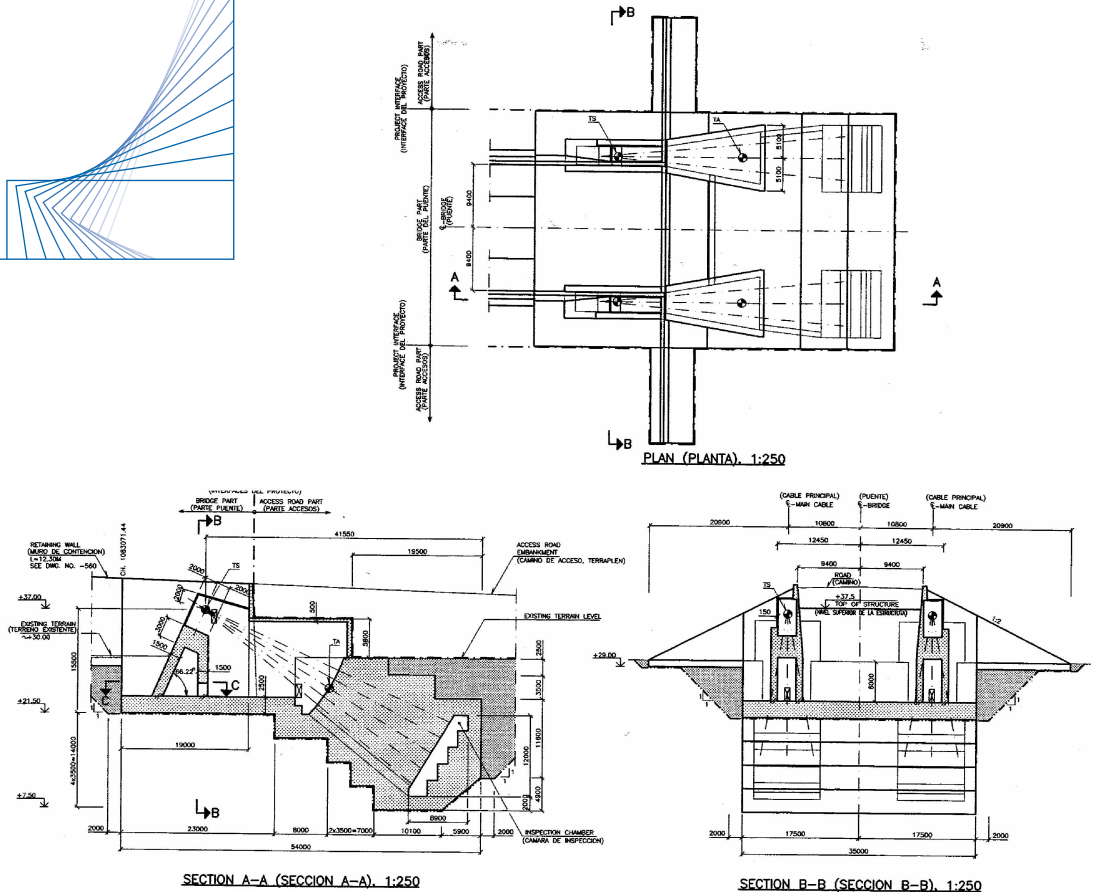


Figura 6. Detalle del contrapeso norte.

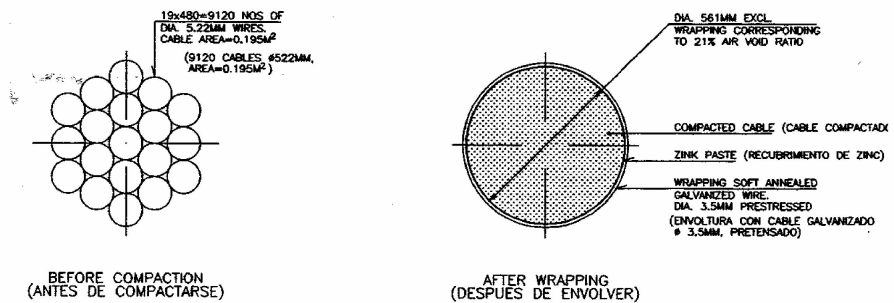


Figura 7. Sección transversal del cable antes y después de su compactación.

Proyecto de licitación  
del puente sobre el Canal  
del Chacao

Asimismo, se ha diseñado un sistema de anclaje a la cabeza de hormi-  
gón de la pila, mediante barras de pretensado, para evitar el despegue  
de la chapa de fondo (figura 8).

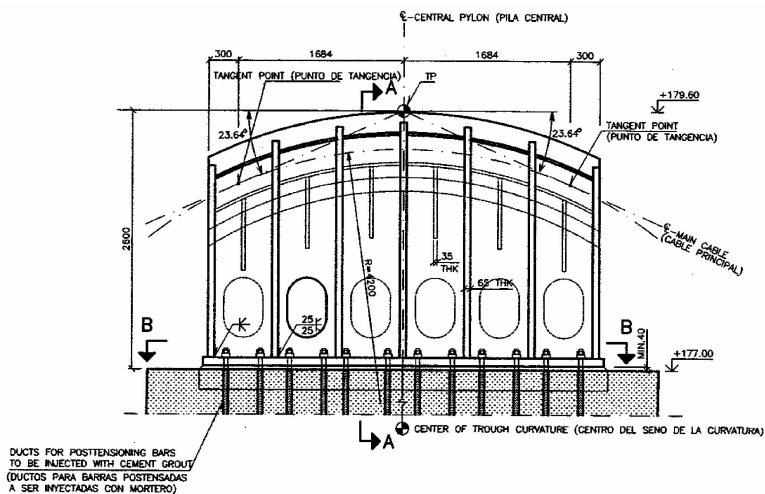
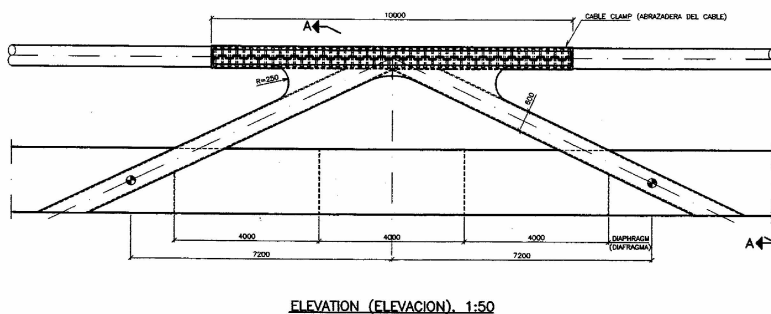


Figura 8. Detalle de la cama del cable sobre la pila central.



ELEVATION (ELEVACION), 1:50

Figura 9. Conexión del cable al tablero en los dos vanos principales.

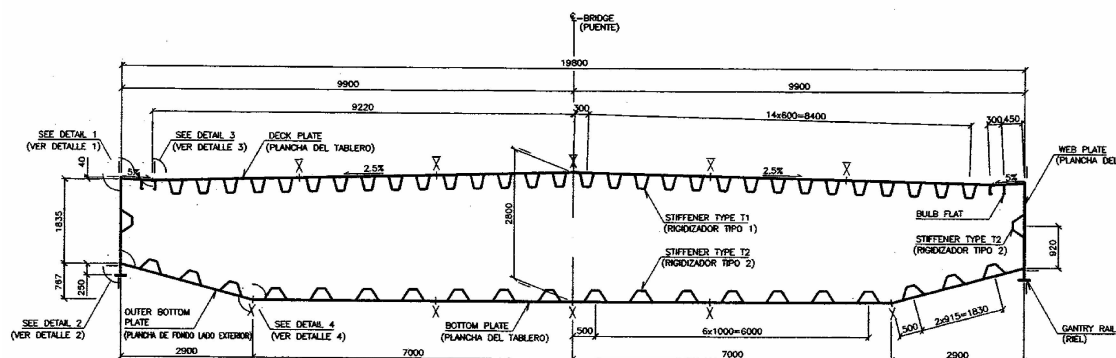


Figura 10. Sección transversal del tablero.

Proyecto de licitación  
del puente sobre el Canal  
del Chacao

Debido a la continuidad del tablero y a la presencia de dos vanos principales, las conexiones centrales entre los cables y el tablero están sometidas a unos esfuerzos longitudinales superiores a los habituales en esta tipología de puentes, por lo que ha sido necesario proyectarlos con una longitud mayor de la habitual (figura 9).

#### 4.7. Tablero

El tablero es una sección cajón cerrada rigidizada, tiene una relación canto/luz de 1/393, y una relación ancho/luz de 1/55. Los espesores típicos de chapa son de 13 y 9 mm, que se aumentan hasta 16 en las zonas próximas al estribo Norte y a las conexiones centrales.

#### 5. Conclusiones

El puente sobre el Canal del Chacao supone la realización de una tipología nueva para el rango de luces de los 1.000 m y en una zona de alta sismicidad, lo que ha supuesto la necesidad de desarrollar algunos elementos específicos: pila central con alta rigidez longitudinal, tablero de 2.5 km de longitud continuo con dos conexiones centrales, y una cama especial de apoyo del cable en la pila central, que se han descrito brevemente en la presente comunicación.