

## PUENTE CHACAO

# CONECTIVIDAD PARA CHILOÉ

PATRICIA AVARIA R.  
PERIODISTA REVISTA BIT



■ El proyecto, que dará la oportunidad de unir la isla con el continente, se convertirá en el primer puente colgante de grandes luces de vano mayor a mil metros. ■ Una infraestructura que no tan solo será una solución de conexión social y económica, sino que también una obra emblemática para la región.

## FICHA TÉCNICA

### PUENTE CHACAO

UBICACIÓN: Región de Los Lagos

MANDANTE: Ministerio de Obras Públicas

LICITACIÓN: Consorcio OAS, Hyundai, Systra, Aas-Jakobsen

INICIO DE OBRA: 2015

ENTRADA EN OPERACIÓN ESTIMADA: 2020

VIDA ÚTIL: 100 años

**C**ON EL OBJETIVO de unir la Isla Grande de Chiloé con el territorio continental, es que el Ministerio de Obras Públicas (MOP) determinó

construir un puente para que la población que habita en la isla pueda mejorar su conectividad con el país. Se trata del Puente Chacao, estructura que contará con una longitud de más de 2.750 metros y luces de vano mayor a 1.000 metros. La obra se ha llevado a cabo bajo la modalidad de contratación tradicional, a través de la Dirección de Vialidad del MOP.

Durante la década del 2000 el proyecto se conocía como “Puente Bicentenario”, porque este sería construido como forma de conmemorar en 2010 los 200 años del inicio del proceso de independencia de Chile (concluida precisamente con la anexión de Chiloé en 1826). En junio de 2009, el MOP decidió reactivarlo con un nuevo diseño más económico que el original, solución que no rindió frutos. Finalmente, en mayo de 2012, el Presidente, Sebastián Piñera anunció la reactivación de este proyecto, instancia donde se realizó un llamado para una licitación internacional y así concretar la emblemática obra en 2015.

### LICITACIÓN

En diciembre pasado, el Ministerio de Obras Públicas realizó la ceremonia de apertura de la oferta económica para la licitación del diseño y construcción del puente sobre el Canal de Chacao. En la ocasión se dio a conocer el monto oferta-



FOTOS GENTILEZA DIRECCIÓN DE VIALIDAD DEL MOP

La obra que tiene una longitud de 2.750 metros, estará sobre el Canal de Chacao, contempla la construcción de dos macizos de anclaje. Cada módulo del tablero, consideraría 37 metros de largo por 25 m de ancho.

La colocación del cable principal se realizaría a través de torones hexagonales prefabricados confeccionados mediante un gran número de alambres de acero.



La fundación de la pila Central sería de 9.550 m<sup>3</sup> de hormigón y de 1.700 toneladas de acero. Para la del Sur sería de 3.600 m<sup>3</sup> de hormigón y de 300 toneladas de acero y la del Norte contaría de 5.300 m<sup>3</sup> de hormigón y 850 toneladas de acero.



## ROCA REMOLINOS

En la Subfase 1 Campaña Geológica Complementaria se determinó utilizar la roca remolinos que se encuentra ubicada al centro del Chacao. Allí se montará la pila central en forma de Y invertida de 175 metros.

Se trata de un macizo de 500 metros de ancho por 1 kilómetro de largo y en la parte superior hay una superficie de 100 por 200 metros. Esta plataforma presenta una escasa irregularidad, que permite un buen desarrollo de los estudios preliminares.

Asimismo, la resistencia de esta estructura estará influenciada por el peso y el calado de los barcos que transitan por el área.

Para la perforación se utilizó la tecnología Jack up, normalmente utilizada para las excavaciones en la industria petrolera, encargada de realizar los sondajes en la roca para extraer muestras que se deben analizar en laboratorios. En la roca Remolinos se hicieron dos perforaciones de 100 metros, dos de 60 metros, una de 40 metros y otra de 16 metros. La profundidad de los sondajes depende del interés del suelo, como de la longitud de los pilotes.

do por el consorcio OAS, Hyundai, Systra, Aas-Jakobsen, que asciende a los \$360.134 millones, cifra que está por debajo del límite establecido en las bases de licitación, de \$361.080 millones. Además, el plazo de ejecución del proyecto presentado por el consorcio corresponde a 2.379 días, lo que equivale a 79 meses, plazo inferior a los 84 que consideraban las bases de licitación.

Al respecto la ministra de Obras Públicas, Loreto Silva, dijo que "tanto la oferta económica como técnica está dentro de los requisitos, que fueron muy exigentes. Por fin, después de más 50 años los chilotes van a poder cumplir con el sueño de estar conectados con el continente a través de un puente".

Desde la Dirección de Vialidad del MOP cuentan que hoy el contrato se encuentra en proceso de toma de razón por parte de la Contraloría General de la República. "Al momento de adjudicarse el contrato por parte de Contraloría, se trabajará en profundidad el diseño definitivo y los detalles constructivos de la obra, esto durante la etapa de diseño, que contempla la primera parte de desarrollo del contrato de acuerdo a las bases de licitación".

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

La infraestructura que estará sobre el Canal de Chacao contempla la construcción de dos macizos de anclaje. Estas estructuras, ubica-

das en las riberas norte y sur del canal, serán las encargadas de sostener y tensionar todo el sistema de cables del puente y serán enterradas en el terreno, usando más de 20 mil metros cúbicos de hormigón cada una. Las pilas, tendrán alturas de 157 metros (Pila Sur), 175 metros (Pila Central, en forma de Y invertida) y 199 metros (Pila Sur).

Asimismo, desde la Dirección de Vialidad afirman que "el proyecto considera fundaciones de hormigón armado para sostener cada una de las pilas del puente. Estas son profundas con un sistema de pilotes de 2,5 metros y se construirán mediante un sistema de autotrepante". A través de módulos que irán subiendo a medida que se va montando, lo que permitiría un avance de cada 6 a 8 días. La fundación de la pila central sería de 9.550 m<sup>3</sup> de hormigón y de 1.700 toneladas de acero. Para la del sur, se utilizarían 3.600 m<sup>3</sup> de hormigón y de 300 toneladas de acero y la del norte contaría de 5.300 m<sup>3</sup> de hormigón y 850 toneladas de acero.

Respecto de los cables, se proyecta contar con tecnología japonesa y coreana. Su fabricación se realizará en plantas de Hyundai, en Corea, "utilizando técnicas sumamente avanzadas en su construcción", cuentan en la Dirección de Vialidad. Para izarlos, los cables serán remolcados por botes y otros equipos de amarre y protección. La colocación del cable principal se realizaría a través de torones hexagonales prefabricados (se trata de un conjunto de alambres que forman un hexágono. Estos son materializados en fábrica) confeccionados mediante un gran número de alambres de acero. En el aspecto tecnológico proporciona alambres recubiertos en zinc, que evitarían problemas de corrosión.

El tablero será de tipo cajón en materiali-

dad de acero, para cuatro pistas de 22,5 m de ancho (con un diseño aerodinámico que se adecuará las condiciones de viento del entorno), y su construcción se realizará mediante segmentos que se unirán por medio de elevación directa (grúas). Según la Dirección de Vialidad, cada módulo tendría 37 metros de largo por 25 m de ancho, alcanzando una utilización de materia prima de 16.777 toneladas.

Los tableros serán construidos en una maestría que contará con tecnología de punta y que se ubicará en el acceso norte del puente. "A modo de ejemplo, los cortes y soldaduras de las estructuras necesarias para el puente serán realizados por robots", señalan en la Dirección de Vialidad.

La instalación de esta maestría se traduce en ventajas en tanto a la logística (reducción de costos de traslado), como también una oportunidad para la ingeniería chilena, en tanto podrán observar estos procesos.

El Puente Chacao tendrá, entre otras importantes características, amortiguadores dinámicos sísmos resistentes (sistemas activos, en su mayoría hidráulicos, que se instalan en la unión del vano y los accesos, para reducir la aceleración longitudinal del tablero, al momento de ocurrir un sismo) que estarán ubicados en cada extremo de la obra, un sistema de detección de estación meteorológica e instrumentación para la medición de temperatura y humedad.

Por otro lado, en la Dirección de Vialidad señalan que, se incorporarán accesos viales desde la Ruta 5, que tendrían 7,8 km en el sector de Pargua y 5,9 km en el de Chacao. "La tarifa por vehículo será similar a la que se paga actualmente por los transbordadores", aclaran. Otras innovaciones del puente tienen

Se habilitarán recorridos que permitirán contemplar la obra desde distintos miradores. El circuito comenzará en el edificio de difusión, luego se avanzará hasta el mirador Risco y finalmente se llegará al mirador Punta Remolinos.



que ver con la tecnología asociada al monitoreo de su estado (para labores de mantenimiento) como también respecto del tránsito y sistema de avisos de incendios y accidentes.

### **CENTRO DE CONTROL**

El proyecto considera, la construcción de dos edificios de operación, uno en la ribera sur y otro en la norte del Canal de Chacao, ambas instalaciones tendrán oficinas de recepción, administración e informaciones, salas de control, monitoreo, mantenimiento, equipos y materiales. Además, tendrán servicios básicos, camarines, comedor y salas de energía.

La Dirección de Vialidad, explica que el centro de control de la ribera norte, será un espejo funcional del sur (centro matriz), de tal manera que siempre el puente quede bajo el monitoreo y control necesario, incluso si no es posible cruzar a la isla por algún evento natural.

El edificio de la Isla de Chiloé (sur), será el centro de operación matriz y contará con el Sistema de Monitoreo y Control (SMC) que permitirán supervisar y controlar las instalaciones mecánicas y eléctricas. También, será el encargado de generar las alertas frente a imprevistos, control del tránsito, calibración de la instrumentación con la que cuenta el puente, entre ellos: medición de temperatura, humedad, inclinación, aceleraciones, vibraciones, "lo que sin duda entrega una seguridad al usuario y permite un control activo de la estructura, es decir, frente a un problema los operadores actuarán inmediatamente,



El proyecto contempla, la construcción de dos edificios de operación, uno en la ribera sur y otro en la ribera norte del Canal de Chacao, ambas instalaciones contemplarán oficinas de recepción, administración e informaciones, salas de control, monitoreo, mantenimiento, equipos y materiales.

realizando inspecciones o mantenimiento de la zona afectada", explican en la Dirección de Vialidad. Asimismo, se incluirá un control relacionado con la iluminación (ornamental, de uso habitual y de emergencia), las señaléticas y avisos a los usuarios. Algunos sistemas que contará este edificio:

**Sistema de monitoreo de tráfico:** Permitirá inspeccionar el flujo vehicular, incluso pudiéndolos clasificar según la dirección y carril por el que circulan.

**Sistemas de detección:** Vehículos, estaciones meteorológicas, hielo, viento, sensores de visibilidad, peso y altura, señales variables,

semáforos, protección contra rayos, también contempla respecto al tráfico marítimo (marcas de navegación) y aéreo (luces de advertencia).

**Sistema de monitoreo estructural:** En este punto es que se aplica todo el estudio de instrumentación del puente. Contará con última tecnología para conocer el comportamiento en tiempo real frente al viento y sismo, cargas de vehículo entre otros. Además se integrará con estudios del terreno lo que permite calibrar y realizar investigación en la zona (tema sísmico).

**Sistema de mantenimiento:** El centro

cuenta con las instalaciones para la inspección y mantenimiento de la infraestructura, sector de acopio de materiales y equipos, los cuales se utilizarán siguiendo un Manual de Mantenimiento que entregará el contratista al término de las obras. Por contrato se capacitará a chilenos (2 por cargo) en cada una de las funciones de mantenimiento, inspección, control y operación del puente, durante 6 meses (periodo de marcha blanca). Para su inspección contará con carros de inspección, por el cable principal y en el tablero.

**Sistema de Deshumidificación:** Tiene como objetivo deshumidificar el aire de los elementos estructurales y proporcionar ventilación cuando entre en operaciones el puente. Serán instaladas en el tablero y en los 2 macizos de anclaje. El mecanismo permitirá mantener los distintos elementos del puente sin corrosión reduciendo la humedad, permitiendo así cuidarlo y ampliar su vida útil, ayudando a su mantenimiento.

## SALA DE DIFUSIÓN

Risco y Punta Remolinos serán los nombres de dos de los miradores que tendrá el futuro Puente Chacao. Estos sitios, serán la vinculación entre el viaducto de 2,7 kilómetros y un centro de difusión, que estará emplazado al sur de la infraestructura, en la Isla de Chiloé.

### EN SÍNTESIS

→ Proyecto que cruzará el Canal Chacao y tendrá una longitud de más de 2.750 metros, transformándose en uno de los más largos del país.

→ La colocación del cable principal se realiza a través de torones hexagonales prefabricados confeccionados mediante un gran número de alambres de acero.

→ El tablero será de tipo cajón en materialidad de acero, para cuatro pistas de 22,5 m de ancho.

→ El Puente Chacao tendrá, entre otras importantes características, amortiguadores dinámicos sísmicos resistentes que estarán ubicados en cada extremo de la obra.

El edificio de difusión tendrá un total aproximado de 766 m<sup>2</sup> y contempla la habilitación de una sala museográfica, zona de comercio, video y una cafetería. Además, tendrá una oficina de informaciones, administración, comedor, zona de servicios básicos y espacio destinado para 26 estacionamientos de automóviles y dos para buses.

Con el objetivo de vincular el edificio de difusión con el puente, se habilitarán recorridos que permitirán contemplar la obra desde distintos miradores. El circuito comenzará en el edificio de difusión, luego se avanzará hasta el mirador Risco y finalmente se llegará al mirador Punta Remolinos.

En la Dirección de Vialidad, afirman que "los recorridos suponen distintas cargas de público y velocidades de circulación y, por lo tanto, distintos tiempos y modos de contemplación del puente. Se plantean un conjunto de tramos y detenciones que conforman un circuito sugerido para los visitantes". Cada una de estas detenciones puede ser considerada como una estación en la cual se podrá exhibir o entregar información relacionada a este.

Para este recorrido se contemplan pasarelas, que cumplirán con las disposiciones sobre accesibilidad para personas con discapacidad según la normativa vigente.

De acuerdo a los lineamientos prioritarios para el proyecto de arquitectura, la idea es lograr el menor impacto posible en el interior del terreno, tanto en las especies vegetales como sobre el suelo natural, con el objeto de lograr una mayor integración del edificio con el entorno natural. En concordancia con los materiales predominantes observados en la zona, se propone que el material de terminación provenga de la madera, en base a revestimientos de este elemento a la vista, los que serán sometidos a los tratamientos requeridos para lograr un acabado de aspecto natural.

El Puente Chacao, un proyecto que permitirá el intercambio tecnológico y de conocimiento entre el país y el extranjero. Obra emblemática para Chile, que será un gran desafío constructivo. En las próximas ediciones de Revista BIT, seguiremos abordando los avances técnicos y constructivos de este icono. ■

[www.mop.cl](http://www.mop.cl)



Porque tiene un excelente acabado mate, excelente poder cubriente y es de fácil aplicación.

Elija Látex Acrílico Tajamar



TAJAMAR



# REVESTIMIENTOS SIKA RESPUESTA A CADA NECESIDAD

SOLUCIONES PARA HOSPITALES, EDIFICACIÓN COMERCIAL Y PÚBLICA, INDUSTRIA Y MINERÍA



- Pisos y revestimientos de protección (mecánica, química y térmica)
- Revestimientos antibacteria
- Pisos decorativos de alta terminación
- Pisos conductivos y disipativos

# VigueTraba®

## Sistema Constructivo para Losas de Entrepisos



Viguetas prefabricadas de hormigón pretensado y Bovedillas de poliestireno expandido



Rapidez y facilidad en el proceso de montaje de los elementos en obra



Menor cantidad de hormigón por m<sup>2</sup> respecto a las alternativas tradicionales



Resistencia y seguridad



Beneficios al construir con sistema *VigueTraba*®

- Ahorro en tiempo, mano de obra y costo de construcción.
- Sin alzaprimas hasta 3,5 ml.
- Mayor aislamiento térmico y acústico del entrepiso.
- Menor deformación respecto a soluciones de hormigón armado.
- Montaje sin equipo pesado.
- Menor carga muerta en vigas, columnas y fundaciones.
- Reducción de esfuerzos.
- Menor masa a considerar para el cálculo sísmico.
- Fabricación industrial desde 0,50 m a 9,00 m de luz.
- Calidad garantizada.

## HORMIPRET

Prefabricados para la Construcción

Oficina Matriz: Av. Luis Thayer Ojeda 1272 - Providencia.  
Tel: +56 2 24328138 - ventas@hormipret.cl

[www.hormipret.cl](http://www.hormipret.cl)