



Canal de Chacao

EL PUENTE DEL FUTURO

SERÁ, QUIZÁS, UNA DE LAS OBRAS MÁS EMBLEMÁTICAS QUE CONSTRUYA EL ESTADO DE CHILE EN ESTAS PRIMERAS DÉCADAS DEL SIGLO XXI. CON ELLA, LA ISLA DE CHILOÉ QUEDARÁ DEFINITIVAMENTE INCORPORADA AL CONTINENTE. DESPUÉS DE VARIAS IDAS Y VUELTAS, PARECE QUE EL PUENTE BICENTENARIO COMENZÓ SU MARCHA FINAL.

Por Jorge Velasco_Imágenes Gentileza Ingeniería Cuatro S.A.

Los beneficios de la construcción del Puente Bicentenario o Puente sobre el Canal de Chacao podrían ser muchos: mejorar la conectividad de los habitantes de Chiloé, permitir la instalación de nuevas industrias, incentivar el turismo y lograr un traslado más expedito entre el archipiélago y el continente. Pero, en realidad, el asunto va más allá. “Estos son temas de visión de Estado. Este puente le da un largo continental a Chile de 200 kilómetros más. Es un puente continental”, dice el ingeniero Rodolfo Saragoni, quien trabajó con Ingeniería Cuatro en los estudios sísmicos originales del proyecto. La iniciativa, impulsada por el gobierno de Ricardo Lagos y frenada por el de Michelle Bachelet, fue relanzado por el Presidente Sebastián Piñera en su discurso del 21 de mayo.

“Siempre que se hacen anuncios como el de la construcción del Puente sobre el Canal de Chacao, lo celebramos. Chile necesita más y no menos infraestructura que impul-

se el desarrollo de las actividades productivas, genere mayor conectividad y mejore la calidad de vida a la gente”, agrega Carlos Zeppelin, presidente del Comité de Obras de Infraestructura Pública de la CChC.

A pesar de ello, la historia del Puente sobre el Canal de Chacao es tan extensa como sus 2635 metros de largo. Sólo su último capítulo ha implicado más de quince años de estudios. El primero de ellos, el Estudio Preliminar de Inversión Puente en Canal de Chacao, tenía por objetivo comprar las alternativas de puente, túnel y transbordadores a nivel conceptual, en un horizonte de largo plazo. Fue contratado por el MOP a Ingeniería Cuatro S.A., quien lo completó en 1997. La evaluación social concluía que la mejor solución, a partir del año 2012, era la de un puente colgante apoyado en la denominada Roca Remolinos, cuya capacidad de soporte debía ser confirmada. Señalaba además, la pertinencia de estudiar la eventual concesión de dicha solución, atendiendo a una tarifa similar a la de los transbordadores, que permitiría pagar la inversión en un plazo menor a la vida útil del proyecto.

A raíz de ello, en 1999 la Coordinación General de Concesiones licitó el Estudio de Ingeniería Concesión Internacional Puente

sobre el Canal de Chacao, que se adjudicó el consorcio formado por Ingeniería Cuatro (Chile) y Cowi (Dinamarca). Este contempló los estudios de base y tipológicos del puente, que confirmaran la factibilidad técnica de la obra, la definición de las Bases de Cálculo de la estructura propuesta y el desarrollo del Diseño Avanzado de Ingeniería y Especificaciones para ser licitado como una concesión, completándose a fines de 2001.

Lo siguió Ciprés Ingeniería, que profundizó el movimiento potencial estimado en 1997 y en 2002 Steere Davies hizo una proyección de la demanda del puente. Un segundo estudio de evaluación social se llevó a cabo entre 2003 y 2004, y estuvo a cargo de la Coordinación de Concesiones del Ministerio de Obras Públicas (MOP).

El proyecto, finalmente, se licitó en 2005. Se presentaron tres consorcios (Skanska, Challenger y Consorcio Puente Bicentenario). Fue el tercero de ellos, compuesto por empresas de Francia, Alemania, Estados Unidos y Chile, el que ganó un contrato por UF19,4 millones (US\$678 millones de la época). Se trataba de una concesión a 35 años, cuyos ingresos se obtenían por peajes, con un mínimo garantizado por el Estado.

A partir de ahí se realizaron dos fases de



estudios. Dentro de la segunda, en la llamada subfase dos, se ejecutó un recálculo de la ingeniería general del puente y se estimó que los montos estimados a gastar no eran UF19,4 millones, sino UF27,4 millones. En ellos incidieron el ascenso de las tasas de interés (tanto por razones de mercado como por el plazo de la concesión) y el aumento en el costo del acero. Fue entonces que el MOP extinguió el contrato y pagó UF300 mil de indemnización al consorcio que había ganado la licitación.

Los diseños del puente ya estaban bastante avanzados y sólo faltaba la ingeniería de detalles. Pero, por su alto costo, el proyecto pasó a dormir varios años.

EVALUACIÓN SOCIAL

En 2011, el Presidente Sebastián Piñera decidió reestudiarlo. Se tomaron todos los análisis previos, se revisaron y actualizaron, empleando siempre opciones conservadoras. El MOP actualizó por polinomios los estudios de la subfase dos y concluyó que se necesitarían UF20 millones (US\$864 mi-

llones) para realizar el puente, lo que para efectos de evaluación social –descontando el IVA– desciende a US\$651 millones.

La evaluación de la iniciativa se realizó a 45 años plazo, considerando 5 para construir y 40 para operar. Los factores más importantes a considerar fueron flujo vehicular y el tránsito medio diario anual (TMDA), valor social del tiempo, ahorros de tiempo que genera el puente, nivel de inversión.

Para el TMDA se midió el flujo vehicular que se da en un año a través del Canal de Chacao. En promedio, en 2011 cruzaron 1800 vehículos al día. Esta cifra pasaría a ser de 1941 este año y se proyecta –suponiendo que el flujo crecerá 4,4% anual en las próximas dos décadas, al igual que el PIB– a 2500 vehículos en 2018 y 7500 en 2056. Estas cifras no consideran la demanda inducida, que se daría gracias a que el costo por cruzar de cada vehículo caería 19,4 % en comparación a la actualidad, según explica Erik Haindl, jefe de estudios de la Dirección de Obras Públicas del MOP.

“Siempre cuando uno realiza una eva-

luación de proyecto, lo que hace es comparar los beneficios de la situación que uno está evaluando contra la situación base en la que uno no hace el puente”, explica Haindl. Eso, en resumen, implicaría continuar con los transbordadores, lo que para algunos no sería problema. Carlos Soto, presidente de la Comisión de Transporte del Colegio de Ingenieros, señala que “no se han detectado desincentivos al acceso a la isla con el sistema actual de conexión que tiene. Desde el punto de vista técnico, la conexión actual que tiene la isla es óptimo”. Carlos Soto cita como referencia el Estrecho de Messina, que conecta el continente con la isla de Sicilia, en Italia. “Registra hasta 40 mil cruces al día y todavía no existe puente”, afirma.

Pero la infraestructura actual no será suficiente para la demanda futura. Hoy existen ocho transbordadores: cuatro de 210 mts. de largo y otros más pequeños. Al año 2050 se necesitarían 16 ferries de 500 mts. lineales de capacidad, con cuatro rampas por lado. En este sentido, se calcula que el costo de inversión alcanzaría US\$240 millones en naves,

Si el proyecto se logra llevar a cabo la Isla de Chiloé quedará finalmente conectada al continente y por menos de 5 minutos.



Foto Cristóbal Avendaño





mantenciones y rampas, a lo que hay que sumar el combustible y tiempo valorizado.

En relación a los ahorros de tiempo, el puente sería un aporte considerable. Las autoridades estiman que hoy un vehículo tarda 33,3 minutos promedio en cruzar el Canal: 20 minutos de cruce más 9,3 minutos de estiba y 4 minutos en bajar. A ello hay que sumarle las esperas en la cola, que aumentarán conforme sube el flujo vehicular a través de los años. En tanto, cruzar por el puente demoraría sólo dos o tres minutos y a menor precio. A diciembre, las tarifas de los ferries eran, como referencia, de \$9500 por auto y \$26750 por bus. “Vimos que las tarifas actuales son más altas que las que generarían una rentabilidad del 15% después de impuestos para los transbordadores”, explica Haindl. Por ello, el peaje podría ser inferior.

Los factores que se tomaron en cuenta en la evaluación social incluyeron costos de inversión, mantenimiento, ahorros de tiempo valorizados, combustible y operación. De esta manera, se llegó a una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 5,35%. El proyecto no es rentable con los cálculos de 2006 actualizados. Pero si se disminuye la inversión en 14,3% se logra llegar a una rentabilidad de 6%, cifra que corresponde a la Tasa Social de Descuento del Mideplan. Si a ello se le agrega la demanda inducida (y se considera que los ferries no funcionan de noche y el puente sí), podría al-

canzarse una cifra mayor. El Presidente Piñera autorizó una inversión de US\$740 millones, que considera estos factores. A ese valor, por lo tanto, el proyecto sí es rentable socialmente.

PUENTE COLGANTE

El puente pasará por la “Punta de San Gallán”, un sector más angosto que el lugar por donde se realiza, actualmente, el cruce por transbordadores. Por ello habrá que construir un acceso norte de 7,8 kilómetros y uno sur de 5,9 kilómetros; ambos serían de tres o cuatro pistas, de acuerdo a qué decisión se tome en relación al ancho del puente.

Uno de los factores fundamentales para haberse decidido por este lugar es la existencia de la Roca Remolinos. El puente, que tiene una longitud total de 2635 metros, se apoya en tres torres o pilares (la sur es de 160,7 metros y las restantes miden 179,6). La luz secundaria –distancia entre la torre sur y la central– sería de 1055 metros y la principal, de 1100. Las torres sur y norte se anclarían en tierra. Debido a que la profundidad del estrecho alcanza los 120 metros, hubo que buscar un apoyo sólido en algún sitio más elevado. La Roca Remolinos, que está a unos 20 metros debajo del borde del mar, se encuentra casi en la mitad del trayecto y jugará un rol fundamental para sostener el pilar del centro, que podría anclarse unos cuarenta metros dentro de la roca.

“CHILE NECESITA más y no menos infraestructura que impulse el desarrollo de las actividades productivas, genere mayor conectividad y mejore la calidad de vida a la gente”, explica Carlos Zeppelin.



Rodolfo Saragoni, ingeniero civil estructural de la empresa SYS Ingenieros Consultores, trabajó en los estudios sísmicos originales. “En la etapa anterior se discutía si en una zona tan sísmica se podía hacer un puente y si en esa Roca Remolinos era posible colocar sus fundaciones”, cuenta. El puente se ubicará en la zona del terremoto de 1960, lo que se consideró en el diseño, tomando en cuenta que un sismo de esta naturaleza ocurre cada 275 años.

Había diversas opciones para llevar a cabo el proyecto. Una era el puente atirantado, en el cual se colocan barras rígidas para soportarlo. Sin embargo, se necesita un ancho mínimo de 30 metros –que obliga a colocar cuatro pistas–, es rígido y necesita pilares de 300 metros de alto, que ofrecen desventajas frente a los sismos.

Otra opción era el puente flotante, pero las altas variaciones de mareas en la zona –cinco metros– y corrientes de ocho nudos no la hacían factible. Una tercera alternativa –también descartada por los riesgos sísmicos y ambientales– fue la construcción de una plataforma submarina, que consiste en rellenar el canal con un dique submarino sobre el cual se pondrían bloques de concreto de 20 metros de altura. Finalmente, construir un túnel requeriría de una inversión de US\$ 1100 millones: dada la profundidad de más de 120 metros, se necesitaría un túnel de 11 kilómetros con un 3 % de pendiente para

permitir el adecuado descenso y ascenso de los vehículos. Hay que considerar que la norma europea actual exige también un túnel adicional de emergencia.

Las autoridades, en conclusión, optaron por un puente colgante. Este se compone de dos cables que atraviesan el estrecho de lado a lado. De ellos se cuelgan fierros que quedan soldados y de los que pende la plataforma (el tablero) por donde va el camino. “El viento es la sollicitación de fuerzas más complicada y el comportamiento del puente colgante es el mejor, porque produce menos resistencia”, señala Haindl. La estructura aguantaría vientos de hasta 200 k/h. Otra ventaja adicional es que se puede angostar y emplearlo con cuatro o tres pistas.

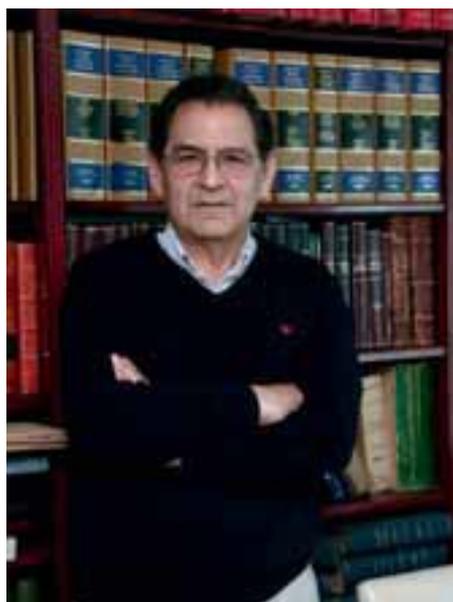
El diseño original del puente tenía dos pistas por lado distribuidas en 21,6 metros. Pero éste contemplaba 4,6 metros en separaciones entre las pistas centrales y en los bordes. “Por eso planteamos la posibilidad de rediseñarlo, si le quitamos la holgura que hay al medio y en la berma”, explica Haindl. Como consecuencia, se podría alivianar el puente y abaratarlo, quedando todavía en cuatro pistas de 3,5 metros de ancho cada una, o bien dejarlo en tres pistas. Sin embargo, esto todavía no se ha decidido.

Existen ejemplos de puentes que respaldan la opción de enangostar. El puente High Coast en Suecia tiene un ancho de 17,8 metros y un diseño de cuatro pistas. En No-

ruega, el puente Halogaland tiene un ancho total de 13 metros y diseño en tres pistas. Por ello, pensar en bajar de 21,6 a 17,8 metros (18% menos) o a 13 metros (40%) sería factible y significaría un ahorro importante. De esta manera, se alcanzaría la reducción de costo necesaria para alcanzar los US\$740 autorizados y el TIR de 6%.

El MOP decidió licitar el diseño junto con la construcción del puente. Durante el segundo semestre se va a realizar un llamado de precalificación de empresas internacionales, para el cual se abrirá un registro especial. “Deben venir empresas o consorcios internacionales con experiencia en puentes de este tamaño”, dice Haindl, aludiendo a que en el país no existen compañías con la dimensión y experiencia suficientes por sí solas. El año que viene se va a llevar a cabo la licitación. Será a suma alzada y se adjudicará a fines de 2013. El sistema de concesiones fue descartado, debido a sus altos costos: implica US\$220 millones más sólo por concepto de intereses financieros.

A pesar de estas buenas noticias, Carlos Zeppelin comenta que la materialización de esta obra deberá tener en cuenta algunas consideraciones: flexibilidad en el proceso de licitación para permitir la innovación en los diseños y métodos constructivos, orientados a disminuir el costo de la obra; buscar mecanismos que resguarden el presupuesto regional para la ejecución de la cartera habitual de proyectos; y conformar una unidad especial de Gestión de Proyectos en el MOP, con apoyo de asesorías externas especializadas, que aseguren una adecuada coordinación de las distintas especialidades, estudios y etapas del proyecto. De esta forma, se podrá concretar sin contratiempos una obra ambiciosa y con visión de futuro.



Carlos Soto, presidente de la Comisión de Transporte del Colegio de Ingenieros;
Erik Haindl, jefe de estudios de la Dirección de Obras Públicas del MOP.