

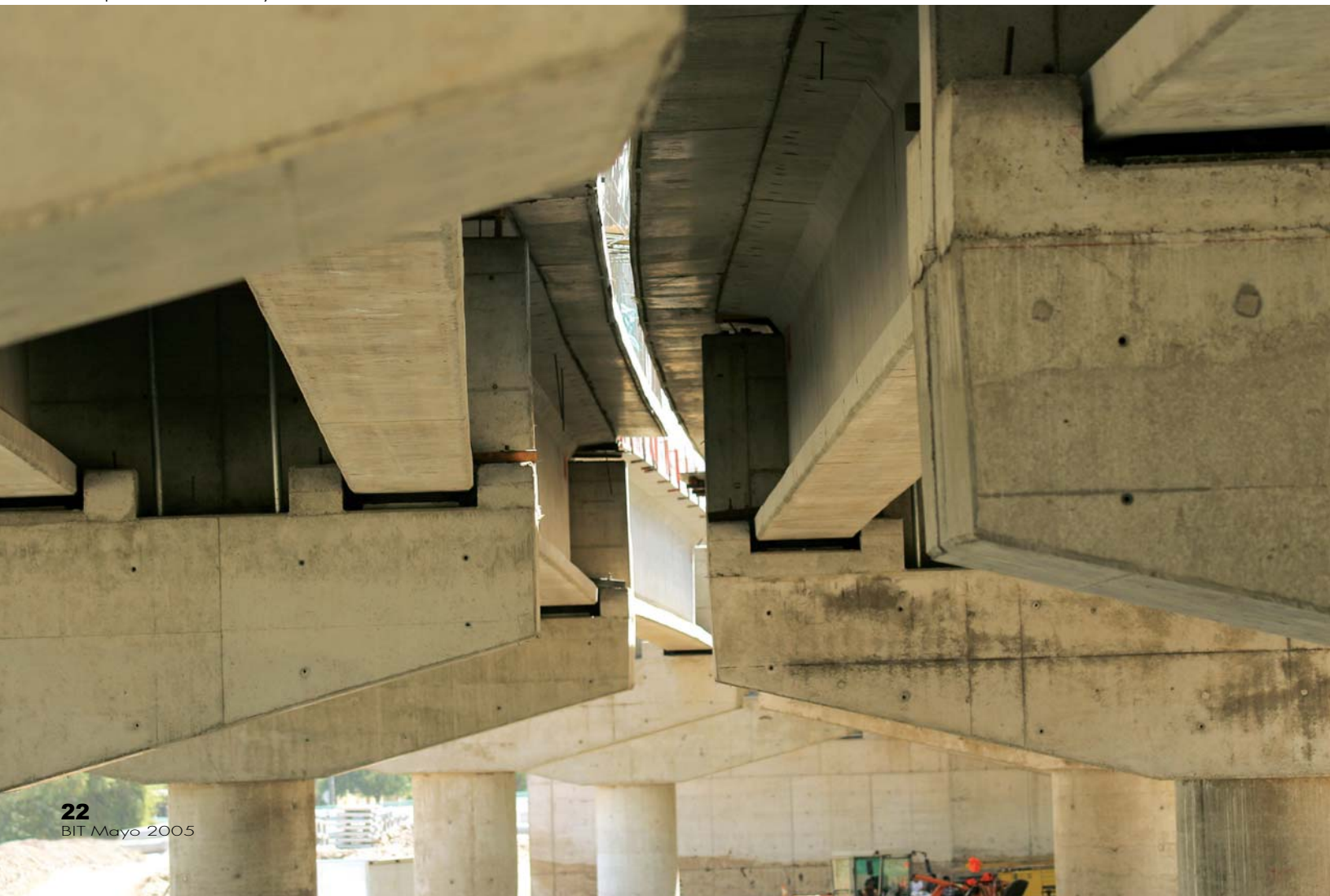
Puente sobre el Mapocho

La tecnología cruza el río

El puente más largo de Santiago forma parte de la Autopista Central y unirá las comunas de Quinta Normal y Renca. La estructura alcanza los 681 metros y cuenta con un avanzado sistema antisísmico.

La extensión total del puente alcanza los 1.022 metros, 681 corresponden a la estructura y 341 metros son de tierra armada.

Marcelo Casares
Editor Revista BiT





A marzo del 2005 la obra presentaba un 51% de avance, el plazo de entrega se estima para julio de este año.

Ficha Técnica

Proyecto:

Puente de Mayor Envergadura - Autopista Central

Longitud total:

1.022 metros

Vanos:

17 en calzada oriente y 17 en calzada poniente

Luces:

28,8 metros (mínima) a 47,24 metros (máxima)

Ancho de la calzada:

12 metros (tres pistas de 3,5 m cada una)

Bermas:

1,0 m (exterior) y 0,5 m (interior). Incluyen barandas tipo New Jersey

Ancho Total:

24 metros (12 m x 2 tableros)

Inversión:

US\$ 8,5 millones

Fecha de entrega:

Julio del 2005 (Al 28-02-2005 el avance alcanzaba el 51%)

Al otro lado del río se llega con tecnología, con innovación y con poderosas estructuras, como la que se construye en la Autopista Central para cruzar el Mapocho a la altura de las comunas de Quinta Normal y Renca. Se trata del Puente de Mayor Envergadura, obra que hace honor a su nombre por tratarse del viaducto más largo de Santiago con 681 metros, que sumados a los 341 de tierra armada, totaliza 1.022 metros.

Ejecutar un proyecto de estas características en una gran ciudad no es tarea sencilla, más si se consideran desafíos adicionales como encauzar las aguas del río, trasladar líneas de servicio y coordinarse con las obras que se efectúan en la zona la Costanera Norte, sin colapsar el tránsito en las vías locales. Como se ve, nada fácil. «Tuvimos que modificar la conducción del río para construir las cepas, las que se emplazan en el cauce y en la ribera se construyeron en base a pilotes mientras que las restantes se fundaron en forma directa. Además, trasladamos una línea de energía que conecta con la central Renca, actividad que demandó más de 18 meses. También hicimos un fuerte trabajo de coordinación con las obras de Costanera Norte, ya que ambas autopistas se cruzan en la ribera norte del río Mapocho, y realizamos los desvíos de tránsito necesarios para permitir un

fluido desplazamiento vehicular en el sector», señala Wladimir Morales, jefe del Departamento de Control de Construcción de Autopista Central.

El monto total de las obras correspondientes a la estructura del puente y los muros de contención alcanza los US\$ 8,5 millones y se estima que el plazo de entrega será en julio del 2005, considerando una cuadrilla de trabajo de aproximadamente 80 personas con un avance equivalente al 51% al 28 de febrero del 2005.

El proyecto

El puente forma parte del Tramo F2 (Avenida Ecuador - río Mapocho) del eje vial General Velásquez, incluido en el proyecto Concesión Internacional Sistema Norte - Sur (Autopista Central), y se diseñó para que los vehículos puedan circular a una velocidad de 100 kilómetros por hora. Para materializar este enlace, se mantiene el nivel de las vías locales y se elevan las vías principales. A su vez, la Costanera Norte se ubica en un nivel inferior, delimitada por muros de contención.

El viaducto posee 681 metros de longitud, 24,24 m de ancho y 6 calzadas (3 por sentido). Se encuentra estructurado por dos estribos (entrada y salida) y 16 cepas que generan 17 vanos con luces que van desde los 47,24 m hasta los 28,8 metros. Los vanos se salvan con vigas del mismo largo y 2,25 m de alto. La sección total del puente cuenta con 8 vigas por vano.

Las dos calzadas del Eje General Velásquez están constituidas por tres pistas de 3,50 metros, y el ancho de cada calzada tiene 12 metros, separadas entre sí por 24 centímetros. En cuanto a bermas, existe una exterior de 92 cm y una interior de 52 centímetros. En ambas bermas se incluyen barreras New Jersey, las que representan un aporte interesante a la seguridad del proyecto pues gracias a su diseño son capaces de contener y redireccionar los eventuales impactos de vehículos livianos y buses a 15° y a 84 kilómetros por hora.

Fundaciones y estribos

Las diez cepas situadas fuera del cauce del río Mapocho se han proyectado con fundación directa mediante zapatas de 8,50 x 8,50 x 2,00 m³, mientras que las seis ubicadas dentro del cauce tendrán una fundación indirecta mediante zapatas de 8,00 x 8,00 x 2.00 m³ con cuatro pilotes preexcavados de sección circular y 1,50 m diámetro.

Por otra parte, los estribos se han proyectado cerrados, comunes para ambas calzadas, con un espesor constante de 1,75 m y un sistema de fundación directa mediante zapatas de 7,75 m de ancho y 1,75 m de alto. Se ha conside-



El puente cuenta con 16 cepas que forman 17 vanos, los que se salvan con vigas (8 vigas por vano).

rado que el relleno para el trasdós de ambos estribos se confecciona con Pumicita compactada al 95% del Proctor Modificado.

Innovación

A los datos técnicos se deben sumar una serie de novedades, propias de un proyecto de esta magnitud. «La innovación principal consiste en construir un puente de grandes dimensiones en una ciudad, con las complicaciones de un flujo vehicular continuo y pasar sobre un río, una autopista y calles de servicio. También se destaca la pilotera especial que utilizamos para hincar los pilotes que es capaz de alcanzar los 15 metros de profundidad. Además, es interesante la prefabricación de las vigas pretensadas en planta y su montaje con grúas de alta capacidad de levante. Los encofrados son de alta calidad, obteniendo terminaciones del hormigón superiores a los estándares de este tipo de obras en Chile. Por último, la repetición de procesos permitió alcanzar mejoras en tiempos y en calidad», sostiene César Varas, Inspector Fiscal de la obra Autopista Central.

Al desmenuzar las novedades enumeradas por el profesional se encuentran datos adicionales como que la pilotera es de origen italiano, alcanza un rendimiento de 5 a 7 me-

tros por hora y su definición técnica consiste en una pilotera perforadora hidráulica sobre orugas Casagrande B-180. En cuanto al moldaje es del tipo Handset utilizando diversos modelos para cada necesidad, ya sea en hormigones emplastillado (H05-20-8), zapata (H30-20-8), columna y dintel (H35-20-10), estribo (H30-20-8), losa (HB30-20-08) y defensas (HB30-20-12). Las dos grúas, que realizan el montaje de las vigas prefabricadas, cuentan con una capacidad de 300 y 400 toneladas, respectivamente.

Claro que la fabricación de las vigas en la planta de la empresa Alchisa, responsable de la producción y el montaje, representa uno de los aspectos de mayor grado de interés. «Primero se arma la estructura de acero, con los estribos, barras principales, reparticiones y refuerzos. Después se atraviesan los cables de un extremo a otro (entre el 90 y 100% en el talón de la viga). A continuación se pretensan a aproximadamente el 75% del valor de ruptura, según sollicitación de la viga. Se instala el moldaje, se realiza el hormigonado y se cortan los cables cuando el hormigonado alcanza su resistencia de transferencia (en aproximadamente 4 días). Luego se forma la contraflecha de la viga, que se controla agregando o sacando cables y no variando el tensando, y finalmente se parchan los extremos donde se cortó el cableado. Así quedan listas las vigas para transportarlas a terreno y hacer la operación de montaje», explica Wladimir Morales.

A estos aspectos relevantes se suma el sistema antisísmico aplicado en la superestructura, uno de los elementos con mayor grado de desarrollo incluido en este proyecto.

Superestructura

Las condiciones sísmicas de nuestro país obligan a tomar todas las precauciones necesarias, en especial cuando se trata de un puente de grandes dimensiones. Por esto, en el Ministerio de Obras Públicas (MOP) señalan como las principales exigencias técnicas impuestas a la Autopista Central el cumplimiento de la Norma Norteamericana AASHTO, el Manual de Carreteras del MOP y la Norma Antisísmica Chilena.

El método de análisis sísmico y diseño se realiza según los criterios establecidos por el MOP en el Capítulo 3.100 del Manual de Carreteras (Puentes y Estructuras - Diseño Sísmico) y la División I-A (Seismic Design) de la Norma AASHTO 1996 (American Association of State Highway and Transportation Officials). Para todos los cálculos se utilizó un nivel de socavado de un 100%. Esto se traduce en la utilización de barras antisísmicas que conectan la superestructura a la infraestructura, diseño de topes transversales que restringen el desplazamiento sísmico transversal de la superestructura, y juntas de



General Velásquez
Tramo F
Emplazamiento Puente Mayor
y Menor Emvergadura
Planta

■ Obras hormigonadas
■ Obras asfálticas
■ Vigas ejecutadas
■ Obras sin ejecutar

dilatación entre tableros con espaciamentos que garantizan un desplazamiento sísmico completo de las placas de apoyo. «Las armaduras de refuerzo de columnas y pilotes también responden al análisis sísmico. Las vigas están montadas sobre apoyos antisísmicos (neoprenos) que permiten un movimiento horizontal controlado de la estructura en caso de sismos. Adicionalmente se dispone de topes laterales y longitudinales de hormigón para casos extremos, y barras antilevantamiento del tablero para asegurar que éste se mantenga en contacto con los apoyos», explica Varas.

La superestructura se compone de dos tableros independientes, separados por una junta longitudinal de 24 centímetros que impide el golpeo incontrolado entre los tableros durante el sismo. Las juntas transversales de dilatación se ubican cada dos o tres tramos según corresponda, variando la distancia entre los 90 y los 134 metros. Cada tablero cuenta con cuatro vigas isostáticas prefabricadas, dispuestas a 3,00 metros de separación y conectadas a una losa superior de hormigón armado de 12,00 metros de ancho y entre 20 y 25 centímetros de espesor. Las vigas son pretensadas y su altura varía de 2,25 a 1,86 metros, según las luces que deban salvar las que van desde los 30,39 hasta los 45,41 metros. En cuanto a su instalación, sólo se apoyan con continuidad de losas. La cantidad total de vigas asciende a 136, considerando los 17 vanos por sentido.

Infraestructura

La infraestructura del Puente de Mayor Emvergadura está formada por dos estribos cerrados comunes para las dos calzadas, contando cada una de ellas con 16 cepas. Todas éstas se componen de una columna circular de 2,00 metros de diámetro, rematada en la parte superior por un dintel de 11,46 metros de longitud y altura variable. El ancho del dintel es de 2,40 metros y se ha proyectado en su eje una viga riostra de 50 centímetros de espesor y de altura varia-

ble en función de la viga. La ubicación de las cepas ha estado condicionada por el encauzamiento del río Mapocho por el trazado de la Costanera Norte y por la situación de las diferentes vías locales que atraviesan bajo la estructura.

En la infraestructura tampoco se descuidan las medidas para disminuir los efectos de un eventual movimiento telúrico, ya que tanto en los dinteles como en los estribos se han dispuesto barras y topes transversales antisísmicos como elementos adicionales de seguridad frente al sismo. «Para mayor eficiencia se ha previsto el hormigonado de los topes antisísmicos en una fase posterior al hormigonado del dintel, y después de efectuado el replanteo de las vigas», agrega Morales. **E**

en síntesis

En la Autopista Central, particularmente en el Tramo F2 del eje vial General Velásquez, se ubica el Puente de Mayor Emvergadura, el viaducto más largo de Santiago con 681 metros, que sumados a los 341 de tierra armada, totaliza 1.022 metros.

El desafío principal de la obra está en su ubicación céntrica que la obligó a sortear complicaciones de tránsito, pasar sobre un río, una autopista y calles de servicio. Entre las innovaciones tecnológicas está el uso de una pilotera que alcanza los 15 metros de profundidad además de grúas y moldajes especiales.

El puente cuenta con un avanzado sistema basado en barras antisísmicas que conectan la superestructura a la infraestructura, diseño de topes transversales que restringen el desplazamiento sísmico transversal de la superestructura, y juntas de dilatación entre tableros.

www.autopistacentral.cl