

# TÚNEL SAN CRISTÓBAL: Cerro adentro

El próximo año debería estar en operación esta obra que promete aliviar el tráfico desde el norte al suroriente de la capital. Con métodos de excavación no muy habituales en nuestro país, un amplio plan de mitigación ambiental y luchando contra la oposición de una parte de los vecinos, este túnel se convierte en una de las principales obras que renovarían la cara de Santiago con miras al Bicentenario.

Por Francisco Maldonado • Fotos Viviana Peláez



**P**ara los habitantes del condominio Bosques de La Pirámide, ubicado en Huechuraba, poco importan las tronaduras que sintieron casi a diario desde julio de 2006. Ni tampoco haber sufrido molestias como la ocurrida el 18 de noviembre del año pasado, cuando el deslizamiento del talud del cerro San Cristóbal produjo el cierre del camino La Pirámide durante cuatro horas, con un taco que superó los tres kilómetros de extensión.

La recompensa es que en el primer semestre de 2008 podrán llegar a Providencia en solo 3 minutos, a diferencia de los 20 minutos que toman en la actualidad y que, debido a los continuos accidentes y tacos en el sector La Pirámide de Américo Vespucio, puede llegar a superar fácilmente la media hora. Todo gracias al Túnel San Cristóbal.

Se trata de una obra que es considerada una de las más importantes del último tiempo en



*El Túnel San Cristóbal empezará a funcionar durante el primer semestre de 2008.*



cio Norte -consorcio conformado por la española Dragados, la alemana Hochtief y las chilenas Belfi y Brotec-, se han destacado no solo por el desafío que significa construir un túnel en condiciones no siempre de lo más favorables y por el uso de tecnología de punta, sino también por el alto impacto que ha generado la realización de la obra, que ha despertado fuertes críticas de algunos de los vecinos que habitan en las cercanías del cerro, especialmente en el sector de Pedro de Valdivia Norte.

Sin embargo, sus promotores destacan el hecho de que se disminuirán considerablemente los tiempos de traslado entre el norte y el suroriente de la capital (se calcula que en solo 3 minutos se podrá ir de Huechuraba y Recoleta a Providencia), y que como, además, se beneficiará indirectamente a las comunas de Vitacura, Las Condes, La Reina, Ñuñoa, Conchalí, Independencia y Colina, su área de influencia abarcará cerca de 2 millones de personas.

### TÚNELES CON SISTEMA DE GALERÍAS

Un aspecto interesante de esta obra es el sistema de galerías que conectará a ambos túneles. En un principio, el proyecto fue licitado con 4 de estas galerías (3 peatonales y 1 vehicular), pero tras un estudio de los sistemas de evacuación -integrados al sistema de ventilación del túnel- se vio la necesidad de duplicar la cantidad de galerías. Así, de las 8 que finalmente se construirán, 1 será vehicular (permitirá, básicamente, el paso de vehículos de emergencia de un túnel al otro) y 7 serán peatonales.

Como informa Carlos Uribe, inspector fiscal de la Coordinación de Concesiones del Ministerio de Obras Públicas, estas se encontrarán constituidas por una escalera de 1,80 metros de ancho y una rampa de 2,20 metros de ancho, con un gálibo mínimo de 3,70 metros.

“La longitud de las galerías varía entre 24 y 35 metros dependiendo de la posición de cada una y se nos ha recomendado que no estén más allá de 250 metros una de la otra”, puntualiza Ana Contreras, gerente general de la constructora. Destaca, además, que al momento de evaluar la seguridad de la obra en casos de emergencia, se han tomado en consideración accidentes ocurridos en túneles europeos.

### ADECUÁNDOSE AL SUELO

Un factor fundamental al momento de desarrollar una obra como esta, es la calidad del suelo en que se trabaja. Para estos efectos se realizaron numerosos estudios geotécnicos y geológicos del terreno. Con estos resultados se trazó un bosquejo con la calidad esperada del suelo, lo que se debería encontrar al momento de excavar. “Ahí, sobre la marcha, vamos comparando lo esperado con lo real. Hay algunas

la capital y que está en ejecución desde principios de 2005. Como parte del Anillo Intermedio propuesto por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago, el proyecto de concesión “Variante Vespucio-El Salto-Kennedy” permitirá conectar la Avenida Américo Vespucio, en el sector El Salto (Huechuraba), con Avenida El Cerro (Providencia) y Avenida Kennedy (Las Condes). Esto se realizará a través de dos túneles paralelos que cruzarán el cerro San Cristóbal (y que suman más de 3.600 metros lineales en total), además de la vialidad superficial que materializará las conexiones ya señaladas.

Las obras, a cargo de la Constructora Vespu-

### PRESUPUESTO Y PLAZOS

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Sociedad Concesionaria          | <b>Sociedad Concesionaria Túnel San Cristóbal S.A.</b> |
| Presupuesto Oficial             | <b>2.500.000 UF</b>                                    |
| Presupuesto de Inversión        | <b>2.468.294 UF</b>                                    |
| Presupuesto de Obras            | <b>1.680.835 UF</b>                                    |
| Fecha Inicio Concesión          | <b>21 de febrero de 2005</b>                           |
| Plazo de Concesión              | <b>390 meses</b>                                       |
| Fecha Inicio Etapa Construcción | <b>1 de marzo de 2005</b>                              |
| Plazo de Construcción           | <b>40 meses</b>  |
| Recuperación de la Inversión    | <b>Peaje</b>   |

### ¿CUÁNTO COSTARÁ?

- De acuerdo a la oferta presentada por la concesionaria, la tarifa base para transitar por el Túnel San Cristóbal es de \$ 125 (valor presentado en 2004 y que es reajutable).
- El costo variará de acuerdo a: día, hora, sentido de circulación y categoría del vehículo.
- Se pagará una sola vez por el paso del túnel.
- Sistema de cobro: Sistema interoperable Free Flow o Flujo Libre (se pagará con televía).
- Los portales de cobro estarán ubicados en la boca norte del túnel.

sika

## A FAVOR DEL TÚNEL

Desde el lado norte del cerro, Ximena Cruzat, que vive en el condominio Bosques de La Pirámide, en Huechuraba, sostiene que “al principio me preocupaba con las tronaduras, porque parecía que estaba temblando. Pero el sacrificio es mínimo comparado con la posibilidad de tener un acceso que pronto permitirá estar muy rápido en Providencia”.

El concejal de Huechuraba, Gabriel Rodríguez, sostiene que “toda obra de adelanto tiene algunos costos y dificultades al inicio, pero que no se comparan con la enorme cantidad de beneficios que reportará cuando esté entregada al uso”.

Para Rodríguez, el próximo Túnel San Cristóbal ayudará a despejar el tránsito de ida y vuelta en Américo Vespucio en el sector de La Pirámide. “Con el Metro y las autopistas concesionadas también hubo algunas opiniones discordantes, así como en el caso de los tag, la concesión de cárceles, puertos y aeropuertos... Son grandes transformaciones que, a la larga, nos enorgullecen y ayudan a que el país crezca y se desarrolle”.



*Stephan Refisch, gerente de administración y finanzas de Constructora Vespucio Norte.*



*Ana Contreras, gerente general de Constructora Vespucio Norte.*

zonas donde han coincidido y otras en que las fallas han aparecido antes, después o más grandes de lo que pensábamos”, explica Ana Contreras. Carlos Uribe, de la Coordinación de Concesiones del MOP, agrega que, mientras en el sector norte se han encontrado rocas de gran consistencia, en el sur predominan los elementos fracturados, con depósitos de baja calidad.

Para Rüdiger Trenkle, gerente técnico de la Sociedad Concesionaria Túnel San Cristóbal, los sectores de mayor cuidado en la ejecución de las obras son aquellos donde los estudios geológicos previos han identificado fallas en la roca. “Son tramos en los que se debe avanzar con sumo cuidado por eventual e importante presencia de agua, o sectores con materiales con menor grado de compactación o conformación muy diferente de su entorno”, señala. Trenkle afirma que hasta la fecha se han enfrentado diez de estos sectores.

De acuerdo a las características del terreno también se determina qué metodologías se utilizarán para la excavación. Como señala Ana Contreras, “cuando los suelos no son de muy buena calidad, la excavación se hace con maquinarias. A medida que se va avanzando, esta se va reforzando con una estructura compuesta de marcos metálicos, que tienen

distintos espaciamentos dependiendo de las condiciones de terreno. En un primer momento, estos marcos cumplen la función de soporte. Después, al colocar el shotcrete, este entra a tomar el sostenimiento del túnel". Para los terrenos de mejor calidad, en tanto, se utilizan explosivos. "Ahí no existe esta entibación, y se colocan directamente pernos y shotcrete", explica Contreras.

En tanto, Stephan Refisch, gerente de administración y finanzas de la constructora, destaca que, por lo general, hay diferencias entre los estándares de seguridad de la minería y de la construcción en general. "En Chile, la minería es más estricta y para esta obra aplicamos, en gran parte, sus estándares", explica, lo que a su juicio se refleja en los bajos índices de accidentes de este proyecto. "La seguridad pasa por dos temas: la tecnología que le corresponde a uno aplicar como empresa (autorrescatadores, señalización de zonas de riesgo, buen tratamiento de explosivos y químicos) y la actitud de las personas, que nos ha costado un poco", agrega Refisch.

Ana Contreras agrega que hay una constante supervisión en terreno de todos los trabajos que se están realizando, además de un novedoso programa de incentivos. "Evaluamos a la gente no solo por el avance, sino también por

la calidad del trabajo que está haciendo y por su adaptación o no a los elementos de prevención. Si están bien en esta evaluación integral, considerando todos los elementos, se les da una determinada retribución. No he visto esto en otras obras", sostiene.

#### LA INELUDIBLE MITIGACIÓN

Como todo proyecto importante, el túnel bajo el cerro San Cristóbal también incluye una serie de medidas de mitigación o compensación por los perjuicios y molestias que podría ir produciendo a los vecinos del sector, todo considerado en el Estudio de Impacto Ambiental Referencial entregado por el MOP al momento de la licitación.

Tal vez uno de los temas más delicados sea el del ruido, dado que durante largos meses se ha trabajado con detonaciones. Para estas se emplean diagramas de disparo normalmente a sección completa con 96 a 102 tiros, y largos de perforación desde 1,8 a 4,6 metros, dependiendo de las restricciones de ruido a generar, la calidad de la roca y la cercanía con fallas. El explosivo utilizado corresponde a la emulsión PDBG para la carga de columna, más Tronex plus como carga de fondo y Softron para el recorte. En el caso de la tronadura estándar se ocupan detonadores Nonel serie MS y LP, más cordón detonante y mecha compuesta

#### VOCES EN CONTRA

Como toda obra vial, el Túnel San Cristóbal tendrá un importante impacto en la vida de los vecinos. Por el lado norte, hay zonas residenciales a 1.600 metros (Bosques de La Pirámide) y 700 metros (El Salto); por el sur, la zona de Pedro de Valdivia Norte se encuentra a 150 metros. Y son los habitantes de este último barrio los que se han manifestado totalmente contrarios a la construcción del túnel, al que califican como "un crimen técnico y económico".

Para el arquitecto de la UC y director del programa Elemental, Alejandro Aravena, "al hacer estos túneles antes de terminar el Anillo, se causarán más problemas, porque la rotonda Pérez Zujovic, por ejemplo, va a colapsar antes de tiempo".

Virginia Vial, concejal de Providencia y presidenta de la Comisión de Urbanismo del concejo comunal, dice que como municipalidad remitieron al MOP alternativas de solución al problema de la salida del túnel por Pedro de Valdivia Norte prolongando el túnel, en dos extensiones tentativas bajo el río, más al sur de la Costanera Andrés Bello. Las soluciones fueron desechadas.



### PRINCIPALES OBRAS DEL PROYECTO

El proyecto contempla, entre otras obras, la construcción de 2,2 kilómetros de camino unidireccional, de dos pistas de 3,5 metros de ancho, con mediana de ancho variable y bermas de 1,5 metros; la construcción de dos túneles unidireccionales con una longitud de 1,8 kilómetros aproximadamente, con 8 galerías de interconexión; la construcción de los portales de cobro electrónico; las conexiones viales de los túneles con el nudo Américo Vespucio-El Salto, Avenida El Cerro y Avenida Kennedy-Lo Saldes, y el suministro e instalación de los equipos de ventilación, iluminación, comunicación y control de incendios.

(cuando no hay restricción de ruido y vibraciones), y para la tronadura silenciosa se emplean detonadores Noneles EZTL más racimos de tubos e iniciación Nonel y mecha compuesta (cuando hay restricción de ruidos).

Para mitigar los ruidos producidos en el sector sur (Pedro de Valdivia Norte), por ejemplo, se han instalado pantallas acústicas de 4,60 metros de altura de panel doble de OSB, con cámara de aire en su interior. La Coordinación de Concesiones asevera que, para la etapa de explotación, se contempla el uso de pantallas acústicas definitivas. También se han utilizado cortinas de caucho en la boca de los túneles.

“Además, hemos hecho mediciones de ruido, tanto para las labores normales de construcción como para las tronaduras. La última que hicimos, a las 6 de la mañana, dio un resultado de 50 decibeles”, comenta Ana Contreras. Como referencia, este ruido es menor al del interior de un restaurante lleno, o al de un secador de pelo. “El ruido tiene un valor molesto cuando está muy cerca de la boca del túnel, pero a medida que uno va avanzando en el frente se va mitigando el efecto hacia afuera”, explica Contreras. “En el sector sur estamos tronando entre 8 y 20 horas, y en el norte, por el avance que llevamos, ya tenemos liberados los horarios. Podemos tronar a cualquier hora”, concluye.

Además del tema del ruido, otra preocupación relevante del EIAR del MOP tenía relación con la conservación de la flora y la fauna del sector. Aunque en todo caso, según afirma Rüdiger Trenkle, el túnel es una obra mayormente subterránea, lo que garantiza el mínimo efecto sobre la vegetación y la fauna del Parque Metropolitano. Pero de todas maneras se realizó la captura y relocalización de reptiles, que fueron encontrados en el sector norte de La Pirámide, y liberados en el sector sureste, en las cercanías del Jardín Chagual. El estudio también establece el corte y reforestación de bosques en los sectores norte y sur del proyecto, con un total de 4,5 hectáreas. Esta tarea está prevista para los meses de mayo y junio de este año.

También se han tomado otras medidas de mitigación durante la ejecución de las obras, como la permanente humectación de caminos y áreas de faena para evitar polvos en suspensión, el lavado de ruedas de los camiones a la salida de las faenas, y el uso de silenciadores en los equipos.

Si todo va según lo planeado, en diciembre de este año debería estar terminada la parte constructiva. Stephan Refisch aclara que después vendrá una etapa de prueba de todos los sistemas, que podría durar alrededor de tres meses más. Así, en el primer semestre de 2008 debería estar inaugurada y lista para su operación esta obra que promete cambiar la vida de los miles de habitantes del sector norte de la capital, y que con este túnel ahorrarán importantes minutos -incluso horas- en cada viaje que realicen al centro de la capital. **EC**

