



METRO EXPRESS

ALTA VELOCIDAD

La ambiciosa propuesta consiste en la construcción de una Línea 1 Expressa para el Metro, a unos 30 metros bajo la superficie y a seis metros de la actual red que recorre la Alameda. La iniciativa contempla sólo ocho paradas entre las estaciones Pajaritos y Escuela Militar. Todo un reto.

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT



U

N VIAJE casi por el centro de la tierra, a 30 metros bajo la Alameda. Por ahora es un proyecto, pero si se materializa, esta iniciativa revolucionaría el transporte público de la capital. Se trata de construir una línea de metro expresa, un túnel subterráneo bajo la actual Línea 1, que disminuiría sustancialmente la congestión de la principal vía del ferrocarril metropolitano.

La iniciativa, que ya analiza Metro S.A., busca reducir drásticamente la densidad en la Línea 1 que en el crítico período inicial del Transantiago llegó a transportar siete pasajeros por metro cuadrado, mientras que hoy bordea las seis personas. El tema preocupa si se considera que la densidad ideal está entre 4 y 4,5 pasajeros por metro cuadrado.

La sociedad Nexus –conformada por Burmeister Arquitectos Consultores (BAC) y Zañartu Consultores de Ingeniería–, firmas que trabajan actualmente con la estatal en la línea 5 a Maipú, presentó al directorio del tren capitalino el proyecto Línea 1 Expresa, que correría exactamente por debajo de la actual red del mismo nombre que conectaría, a través de 15 kilómetros y en cerca de 18 minutos aproximadamente (la actual línea demora cerca de 27 minutos), las estaciones Pajaritos y Escuela Militar. Un viaje al más allá, que podría hacerse realidad en el año 2011.

El proyecto

La idea es simple, menos estaciones y más velocidad. “Por su carácter de expresa, la línea fue ideada sólo con ocho estaciones y con una velocidad comercial cercana a los 40 kilómetros por hora”, indicó el arquitecto consultor de BAC, Enrique Burmeister.

Las estaciones que contempla el proyecto y que vincularían con otros puntos de la red de Metro o con zonas claves son: Pajaritos (terminal de buses y Transantiago), Estación Central (combinación tren, Metrotren, futuro Melitren), Los Héroes (unión L2), Universidad de Chile (nexo futura L3), Baquedano (enlace L5), Pedro de Valdivia, Tobalaba (combinación L4) y Escuela Militar (anillo Américo Vespu-

cio). Según sus impulsores, la Línea 1 Expresa podría extenderse hacia el poniente u oriente, a menos profundidad o en superficie, por avenida Las Condes hasta la Plaza San Enrique, sumando tres o cuatro estaciones adicionales.

La idea de Nexus nació hace cuatro años, pero recién en 2007 su análisis se tornó urgente por la exigente situación que enfrenta el Metro. Hay que recordar que el tren metropolitano se proyectó para 1.200.000 pasaje-

ros diarios y “hoy superamos ampliamente los 2 millones de usuarios. Esto provocó una serie de inconvenientes en la operación de las líneas, que todos conocemos”, señaló el arquitecto.

Sistemas constructivos

La obra –similar a la existente en París, donde el Metro en su línea más rápida alcanza una velocidad promedio de 40 km/h– tendría un costo cercano a los US\$ 1.000 millones, monto que involucra la construcción, cuyo plazo sería cerca de 4 años, y el material rodante.

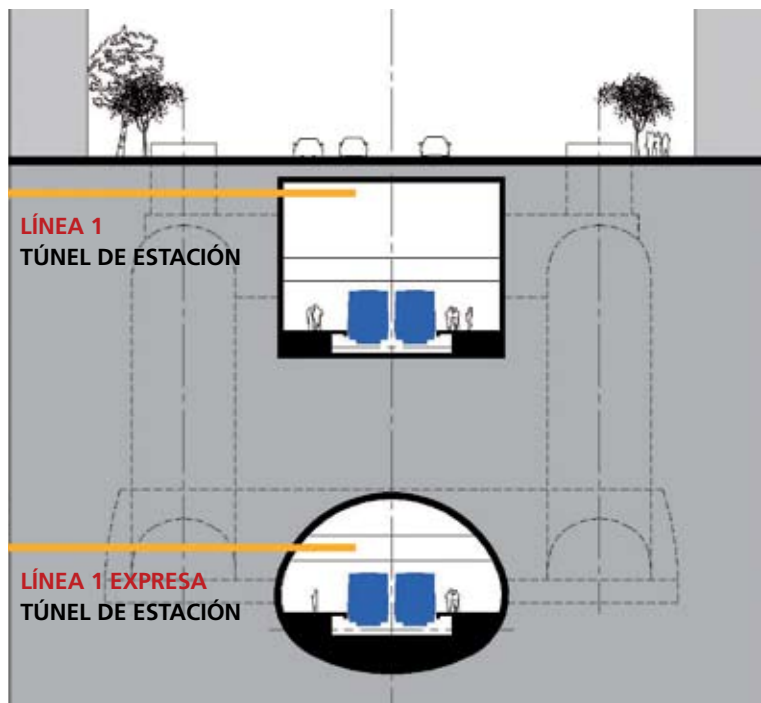
De aprobarse el proyecto, hay dos métodos constructivos en evaluación. Uno de ellos es el sistema austriaco NATM, New Austrian Tunneling Method (más información en Revista Bit 39, página 22, www.revistabit.cl), ampliamente aplicado en la construcción de las más recientes líneas de Metro en Santiago. El otro, que constituiría una gran novedad para la construcción de túneles en Chile, sería el basado en máquinas tuneleadoras, empleadas en el extranjero.

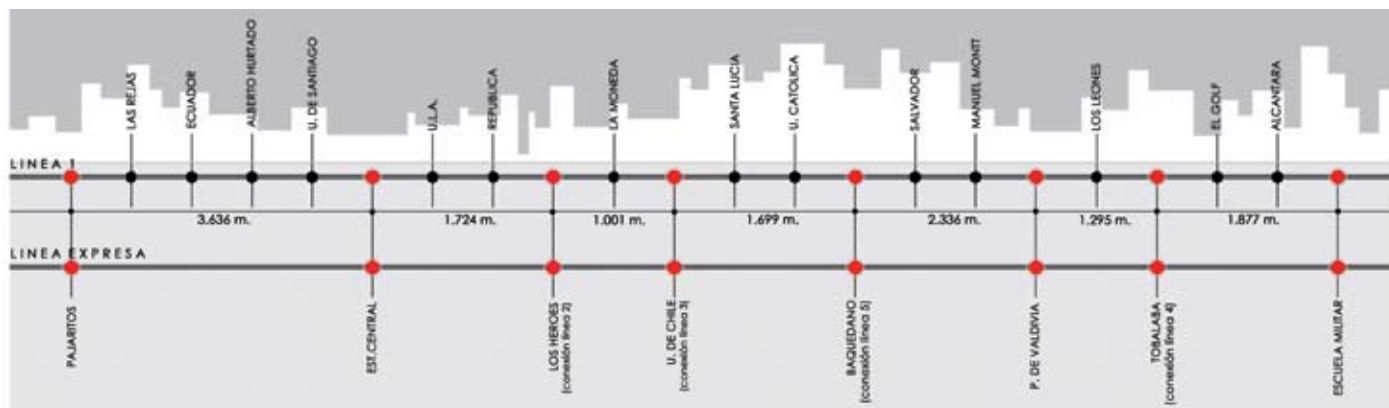
En principio, el NATM lleva la delantera. “La idea es aplicar el mismo método, porque se trata de un sistema constructivo que nos

FICHA TÉCNICA

- Proyecto:** Línea 1 Expresa
- Trayecto:** 15 km, desde Metro Escuela Militar hasta Metro Pajaritos
- Tiempo de recorrido:** 18 minutos aproximados
- Velocidad comercial trenes:** 40 km/h
- Material rodante:** Trenes con ruedas de acero y catenarias aéreas
- Extensión:** Seis carros
- Costo:** Cercano a los US\$ 1.000 millones

En el esquema se muestra la actual estación de la L1. Bajo ella se proyecta construir, a cinco o seis metros, una estación que destaca por su forma de bóveda.





En 18 minutos la línea expresa recorrería el tramo comprendido entre Escuela Militar y Pajaritos. Actualmente la Línea 1 demora 27 minutos.

permite hacer faenas con mínimo impacto para la ciudad, sin interrumpir el tránsito ni intervención de la Alameda”, detalla Sergio Clavería, gerente general de Zañartu Ingenieros Consultores S.A. El método consiste básicamente en hacer un pique de gran diámetro hasta llegar a la cota necesaria, y desde allí, por medio de la construcción de una galería se conecta el pique con la estación o el túnel interestación según corresponda, y luego se empiezan a atacar ambos frentes. “En los nuevos diseños, el pique de acceso se aprovecha para alojar los recintos propios de la estación”, indica Clavería.

La otra alternativa consiste en el empleo de máquinas tuneleadoras (TBM). La única experiencia en el país fue en la construcción de un colector de ESVAL, pero se trató de un topo para hacer un alcantarillado de un 1,5 metros de diámetro cercano a 1,7 m². Muy lejano de este proyecto de Metro Express que considera secciones de más de 60 m² en túneles interestaciones, 125 m² en galerías y 150 m² en estaciones. En el extranjero principalmente en Alemania se fabrican máquinas de gran diámetro, con la consiguiente ventaja de que por un extremo del túnel se introduce la tuneleadora y se retira en el otro extremo, obteniendo la obra de excavación terminada.

Las máquinas tuneleadoras cuentan con dos modelos que se diferencian por el tipo de corte o excavación del terreno: las de sección completa (la herramienta es una rueda giratoria dentada que ocupa toda la sección transversal del túnel) y las de ataque puntual o escudo abierto (la excavación se realiza con un brazo articulado mediante palas o fresas hidráulicas).

Los equipos de sección completa tienen sus

aplicaciones en terrenos homogéneos y permiten la realización de túneles de diámetros importantes como para transporte vehicular y ferroviario. El sostenimiento del frente de excavación se logra con la presión directa de la rueda de corte contra el terreno cuando éste es seco o con presión de lodo, utilizando un fluido en la cámara de corte al trabajar en terrenos saturados. Las máquinas de ataque puntual permiten la excavación de terrenos heterogéneos en diámetros más reducidos (1,80 a 4,50 m útiles). “Las tuneleadoras no se han aplicado acá en redes de transporte de pasajeros, por lo que sería un gran adelanto para Chile. Su principal desventaja se encuentra en el alto costo, cerca de US\$ 30 millones por una máquina de segunda mano”, indica el profesional de Zañartu.

Independiente del sistema que se elija, en ambos casos las expropiaciones serían mínimas. “Van enfocadas más en hacer las instalaciones de faena de los piques y una conexión con la superficie para poder extraer la marina (material de los túneles) procedente de la excavación”, indica Sergio Clavería.

Adelantos bajo tierra

De aprobarse la idea, hay numerosas variables a considerar. “Para cumplir plenamente con su objetivo de disminuir el tiempo de viaje, esta línea debería contar con un andén central y dos laterales”, adelanta el arquitecto. Un bandejón o andén central sería muy útil, de manera que los carros abran las puertas por ambos lados para facilitar el ascenso y descenso de usuarios. “Esto ahorraría entre 10 a 15 segundos por cada estación y eliminaría la pugna por subir o bajar del carro”, indica el profesional de BAC.

El material rodante también estaría definido. Si bien Metro posee trenes tanto con ruedas de acero como de goma, en Nexus han pensado en trenes de seis carros con ruedas

de acero y, a medida que los flujos lo justifiquen, podrían ir aumentando la capacidad hasta ocho carros como en la línea tradicional. Asimismo, y por razones de seguridad, podrían tener tomas de corriente con catenarias aéreas y no por los rieles. “En la mayoría de los trenes subterráneos en Europa se observan catenarias aéreas”, señaló Clavería.

La seguridad y el diseño también son prioritarios. “Vamos a incorporar el concepto de ‘Espacios Seguros’. Esta es una ventaja que las actuales líneas de Metro no poseen. Si consideramos que en los túneles la mayoría de los accidentes se producen por choques o



incendios, las personas generalmente sufren asfixia, por lo que controlar los humos se torna vital”, expresó el profesional de Zañartu.

“Ante alguna emergencia, queremos dotar a las estaciones de un espacio que, estando en profundidad, se encuentre cercano a la estación y donde la gente pueda acceder a una galería cubierta libre de los efectos de un incendio, que es la amenaza más importante dentro de un túnel, y de esta manera darle tiempo a los usuarios para que evacúen la estación hacia la superficie de manera eficiente a través de amplias escaleras y ascensores de alta velocidad y gran ca-

EL PANORAMA ACTUAL

En agosto de 2007, Nexus presentó esta iniciativa al presidente de Metro, Clemente Pérez. Aún se espera la decisión oficial. En el tren subterráneo confirmaron que recibieron la propuesta: "se está analizando, pero no hay definición al respecto", son las escuetas palabras aparecidas en la prensa.

El proyecto, señalan sus promotores, apunta en gran medida a recuperar el estándar de calidad del servicio de Metro que tenía previo al inicio del Transantiago. Así, su puesta en marcha permitiría bajar la actual densidad a 4 o 4,5 pasajeros por metro cuadrado. En Nexus consideran que la mejor fórmula para descongestionar la Línea 1 consiste en construir una vía gemela subterránea. Como argumento, destaca además que en torno a esa ruta están los más importantes polos comerciales, laborales y también residenciales de la zona.

A la vez, Burmeister explica que en la Línea 1, Metro estableció un servicio con intervalos entre trenes de sólo 93 segundos, "lo que es todo un récord, técnicamente casi imposible de superar". Igualmente, la firma estatal ya no puede extender más sus trenes, porque llegó al límite de ocho carros por formación y que, sumados, igualan el largo de las estaciones.



El método NATM sería el más viable de aplicar en la construcción de la línea expresa.

pacidad", apunta Burmeister. Algo así como un bunker bajo tierra que pueda mantener a los usuarios resguardados de un posible siniestro por algunos minutos.

Otra de las variables que han considerado es la iluminación arquitectónica, condición de diseño fundamental en un proyecto subterráneo, ya que elimina la sensación de estar encerrado y aún más cuando el túnel de la estación proyectado es a manera de bóveda, de sección más pequeña que los actuales, vale decir, de unos 14 metros. El ejemplo más palpable se da en los andenes de la Estación Tobalaba que va hacia Puente Alto. "Los hicimos recordando las cabinas de un avión, donde hay luces indirectas que dan la sensación de liviandad y espacio abierto", comenta Burmeister.

Ventajas express

En la actualidad, la estación más profunda de la Línea 1 tiene 14 metros aproximadamente, mientras que en la Línea 5 el terminal Quinta Normal bordea los 24 metros. La línea expresa en teoría aparece sencilla de excavar, conside-

rando que son sólo entre cinco a seis metros bajo la red tradicional. Sólo en teoría. Hay que tener precaución. "Debiéramos construir una línea con algún desfase en los ejes, para no producir daños ni deformaciones en la estructura superior", apunta Clavería.

Otra de las ventajas del proyecto es que toda la línea expresa sería "zona paga" por lo que se aprovecharían las actuales boleterías de las estaciones, lo que evitaría contratar más personal e instalar una serie de equipos de peaje. Sólo deberían construirse escaleras de conexión entre las líneas y nuevos ascensores, junto con sistemas de ventilación y evacuación para los usuarios. De hecho se han proyectado 16 piques a lo largo del recorrido entre estaciones y otros 16 más en interestaciones. Estos últimos quedarían como ventilaciones para apoyar a las ya existentes.

"La ventaja de la red expresa es que no interrumpe la Línea 1 mientras se construye, por lo que no genera mayor conflicto. Es muy clara, fácil y tiene la ventaja de que a esa profundidad casi no interfiere con ninguna instalación de alcantarillado, agua potable, ni servicios", contó Enrique Burmeister. Además se ahorraría en inversiones adicionales en obras como ventilación y señalética.

Un detalle no menos importante es que los suelos en Santiago presentan buena calidad y ya son conocidos por Metro. En este eje está el tramo prospectado, la mecánica de suelo y la clasificación geológica. "Estimamos que a 30 m de profundidad no va a variar casi nada la composición del suelo, igual hay que hacer una prospección adicional de geología con sondajes que debería ser complementaria a la que ya existe. En este eje el suelo es fluvial, se trata de ripio tradicional de Santiago y como tal se comporta bien para este tipo de excavación", revela Clavería. En suelos como el de Santiago es probable que el método NATM

presente ventajas frente al uso de una máquina tuneadora TBM, dado que estas tienen un mayor rendimiento en suelos rocosos de una dureza media.

El proyecto incluye un mejoramiento de la circulación vertical con escaleras nuevas, debido a la mayor profundidad. La idea apunta no sólo a la descongestión de la Línea 1, articuladora principal de la red, sino también a del resto de las líneas subsidiarias. "Sería un sistema muy eficiente, porque la gente podría elegir, por ejemplo, el viajar cinco estaciones en forma rápida y luego subir a la línea tradicional y avanzar otras dos estaciones y llegar a destino", continúa Burmeister.

Un dato de fondo. Hay líneas expresas en numerosas ciudades del extranjero. "La ventaja de este sistema es que los trenes se detendrían cada tres o cuatro estaciones, las mismas que hoy en día funcionan como estaciones de interconexión con otras líneas", propone Burmeister.

Si bien el proyecto se presentó a Clemente Pérez, presidente de Metro, hace un par de meses, éste aún se encuentra en estudio. "Creemos que ésta es la solución que más se adapta a la situación de Santiago y a la del Metro actual", prosigue Burmeister. La idea es volver a disfrutar un paseo por el tren subterráneo. ■

www.burmeister.cl y www.zanartu.cl

EN SÍNTESIS

Con un costo cercano a los 1.000 millones de dólares y un tiempo de construcción de unos cuatro años, la iniciativa busca descongestionar la principal arteria del tren subterráneo pasando a cinco o seis metros bajo al actual línea 1. La aplicación de nuevos conceptos como Espacios Seguros, mejor ventilación e iluminación, destacan en una iniciativa que pretende mejorar el Metro capitalino.