

PROYECTO LÍNEAS 3 Y 6 DEL METRO

PENSANDO EN GRANDE

■ La ejecución de dos trazados simultáneos representa uno de los grandes desafíos para la industria. Con ellos, el tren subterráneo ampliará su red en 37 kilómetros. Sin dejar de lado la innovación, Metro de Santiago apuesta a entregar una mayor conectividad en la capital, estimando ahorros de un 50% en los tiempos de viaje.

FABIOLA GARCÍA S.
PERIODISTA REVISTA BIT

EN 2011 SE REALIZÓ EL ANUNCIO de la construcción de las líneas 3 y 6 del Metro de Santiago. Un hito para la compañía de transportes que, hasta ahora, se presenta como el más grande de su historia. El trazado tiene una longitud de 22,5 km para la Línea 6 y de 15,2 km para la Línea 3, totalizando 37 km en ambas líneas (un 34% más de extensión respecto de las vías existentes), con una profundidad media de 25 m a cota de riel, lo que implica una mayor profundidad que las líneas existentes. En total son 28 estaciones, de las cuales 10 son de combinación, duplicando las existentes (de 9 a 19). Así, la red quedará en 140 km de extensión, tendrá 136 estaciones, cubrirá 26 comunas y permitirá 2,7 millones de viajes diarios.

Con un costo de US\$ 2.758 millones, el proyecto alcanzaría el mayor monto de inversión involucrado en su historia, un hito relevante en la empresa, que se suma al hecho que, por primera vez, se construyen dos nuevas líneas en forma paralela con una amplio nivel de innovación. Así lo explica el gerente de Desarrollo de Proyectos de Metro de Santiago, Jaime Adasme, quien compartió con Revista BIT los principales detalles de este desafío.

En términos generales, el proyecto sería uno de los más importantes a nivel nacional no solo en lo cuantitativo sino en lo cualitativo, con lo cual se mejora la calidad de vida de las personas. De modo que, según se estima, las nuevas líneas transportarán a 180 millones de pasajeros por año, acortando en un 50% sus tiempos de viaje. Con todo, la Línea 3 comprende 18 estaciones que conectarán Américo Vespucio Norte con Independencia, Santiago centro, Avenida Matta, Irrazaval, Tobalaba hasta poco más allá de la Plaza Egaña. Mientras, la Línea 6 considera 10 estaciones a través del sector poniente de Santiago para unir Cerrillos con Franklin, Ñuble, el Estadio Nacional y el eje Pedro de Valdivia hasta Providencia. Así, cinco nuevas comunas se beneficiarán del metro: Huechuraba, Conchalí, Independencia, Cerrillos y Pedro Aguirre Cerda.



GENTILEZA METRO DE SANTIAGO

Estación Bío Bío de la Línea 6. Los plazos de entrega son 2017 para la Línea 6 y 2018 para la Línea 3. En lo que respecta a Línea 6 ya se ha comenzado la construcción de los túneles y a la fecha se llevan aproximadamente 6,6 km, mientras que en la Línea 3 se han avanzado 2,5 km.

GENTILEZA METRO DE SANTIAGO



Vea el video del trazado de la línea 3



Vea el video del trazado de la línea 6

FICHA TÉCNICA

LÍNEAS 3 Y 6 DEL METRO

UBICACIÓN: Santiago

MANDANTE: Metro de Santiago S.A.

PRESUPUESTO: US\$ 2.758 millones

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2012 – 2018



Los plazos de entrega son a 2017 para la Línea 6 y 2018 para la Línea 3. Tales fechas son un verdadero compromiso para la compañía.

De acuerdo con Adasme, en lo que respecta a Línea 6 ya se ha comenzado la construcción de los túneles y a al cierre de esta edición, se llevaban aproximadamente 6,6 km (de 22,5 km); mientras que en la Línea 3 se han avanzado 2,5 km (de 15,2 km).

Respecto de los sistemas, añade, que ya se comenzó a realizar el proyecto eléctrico de las nuevas líneas, mientras que los trenes deberían comenzar su montaje a fines de este año en España. “Hoy se están terminando lo que denominamos piques, que es por donde se saca la marina –tierra, piedras y otros– cuando se excava. Quedan por ejecutar los túneles estación e interstación y las estaciones propiamente tal”, grafica el ejecutivo.

BOSQUEJO CONCEPTUAL

La multinacional ARUP participó con bosquejos conceptuales en el año 2012 y fue la encargada de entregar una visión de estaciones orientadas al flujo de pasajeros, con el concepto comercial incluido en ellas. A partir de estos diseños, se fueron perfeccionando en las diversas ingenierías, tanto básicas como de detalle, para llegar a las estaciones actuales, fruto del trabajo de ingenieros y arquitectos de Metro, afirma Adasme.

En detalle, según indica la empresa inglesa de diseño y construcción, aportaron con el diseño de nueve estaciones nuevas que van a interceptar con las estaciones existentes.

En la revisión del diseño se identificaron desafíos para el desarrollo, los que consideraron una accesibilidad consistente, aumentar el uso



El sistema constructivo empleado en el proyecto es el NATM, que aprovecha la capacidad del suelo de tomar los esfuerzos que se generan durante la excavación de un tramo de túnel. Metro decidió innovar con este método ya que minimiza ruidos e impacto, a diferencia de las excavaciones desde la superficie.

eficiente de espacio y desarrollo comercial junto con las estrategias de integración urbanas; una posterior comisión para encargarse del diseño de viabilidad y la mejor opción para las estaciones incorporó un nuevo acceso a la ventilación para garantizar la seguridad de las personas; vestíbulos integrados para el tamaño óptimo de las estaciones y metodologías flexibles de construcción.

Todo esto junto, ahorraría –según explican– aproximadamente un 40% del área del plan original y reduciría los costos de construcción.

EXCAVACIONES

En cuanto a las primeras obras del proyecto, desde su inicio, no hubo problemas con el suelo. “En general, los suelos de Santiago son calificados como buenos y por eso, se ha podido desde los últimos proyectos innovar en con el método de construcción NATM, en vez de hacerlo con excavación desde la superficie”, comenta Adasme. El ejecutivo explica que este sistema constructivo –New Austrian Tunnelling Method, NATM– aprovecha la capacidad del suelo de tomar los esfuerzos que se generan durante la excavación de un tramo de túnel. Requiere seguir una secuencia constructiva predefinida: bóveda, banco, contra bóveda, durante la cual el suelo redistribuye sus esfuerzos internos. Se debe controlar que las deformaciones del suelo tanto a nivel superficial, como de la sección de excavación se mantengan dentro de un rango aceptable. Para controlar lo anterior, a medida que se excava, se colocan marcos de sostenimiento y un revestimiento de hormigón proyectado (shotcrete) que toma los esfuerzos que no toma el suelo. Requiere suelos homogéneos y con regular o buena capacidad de soporte. La excavación se realiza con retroexcavadora convencional, se retira la marina en camiones y se utilizan bombas de shotcrete manuales o robotizadas.

En cuanto a los desafíos, relata Adasme,



hasta el momento han sido que cada uno de los terrenos esté con todos sus servicios. También que posteriormente se instale el contrastista “y eso siempre cuesta, pues tiene mayor inercia en la partida; luego que en las obras las empresas y cada uno de sus trabajadores y proveedores, comprendan la importancia de la opinión ciudadana, que gestionen la seguridad y que todo esto deba dar resultados eficaces y eficientes”.

TÚNEL POLIDUCTO

La falta de accesibilidad para las canalizaciones que alimentarán de energía eléctrica a las nuevas líneas de Metro de Santiago indujo la búsqueda de alternativas que permitirían conectar el edificio principal de subestación de alta tensión, emplazado en el centro de Santiago, con las vías naturales de proyecto que entrega el entorno estructural de las líneas de Metro, explica Christaki Masad, ingeniero civil y gerente de Proyectos de GEOCONSULT.

Se propuso, entonces, la construcción de un túnel liner, es decir, excavación subterránea revestida con planchas de acero del tipo metal corrugado para contener la sección útil.

Esta alternativa, involucró un túnel registrable de diámetro 2,4 m y aproximadamente 500 m de longitud, desarrollado en gran par-



te bajo calle Alonso Ovalle, cuyo trazado cruza las calles San Ignacio, Dieciocho, Autopista Central y Línea 2 del Metro de Santiago, construido a partir de dos piques de diámetro 3,5 m y profundidad aproximada de 6 m y 15 m, espaciados a 425 m. Un segundo túnel registrable de diámetro 2,4 m y aproximadamente 50 m de longitud, se trazó bajo tres vías de tren del recinto de Talleres Neptuno de Metro y bajo la calle Neptuno, construido a partir de una cámara definida a un costado del edificio Sala de Tableros de 20 KV.

Dada la envergadura esta obra, sus ejecutores destacan los avances de 5 m/día una vez sistematizado el ciclo de trabajo y la obtención de nula deformación en superficie.

Al cierre de esta edición, las obras se encuentran en su etapa de término del último tramo a nivel de excavaciones y de terminación y equipamiento de los primeros tramos de túneles.

El proyecto de ingeniería fue elaborado por GEOCONSULT junto con la supervisión de la ingeniería en terreno y la inspección técnica de las obras, mientras que la construcción está a cargo de CONPAX.

TRAMO CERO L6

CONPAX, por su parte, también participa en los trabajos de obras civiles Tramo 0 Línea 6 y las obras previas de talleres y cocheras, movimiento de tierra en la Línea 6. Respecto al Tramo 0 de la Línea 6, desde la empresa indican que se desarrolla en la comuna de Cerrillos al final del trazado, denominándose cola de maniobras, que da paso a los "Talleres de Suiza". Este contrato contempla en su mayo-



GENTILEZA METRO DE SANTIAGO

La estación del Estadio Nacional tendrá un diseño especial relacionado al concepto parque-ciudadanía y considera las grandes afluencias de público que se producen cuando se realizan eventos. Esto se logra con distintos accesos divididos en tres que posibilitan la contención de pasajeros.

ría obras subterráneas destacando los túneles: dos vías, tres vías y una vía. Para la construcción de parte de las obras, explican, es necesario desarrollar un pique de acceso llamado Los Alpes que se sitúa sobre el túnel tres vías, así como también la trinchera suiza que es la comunicación hacia los futuros talleres de la Línea 6, que se emplaza al término del túnel una vía.

Los principales desafíos son pasar con el túnel un vía por debajo de la línea férrea que se dirige a San Antonio, considerando la existencia de una tapada muy pequeña que dificulta la una ejecución de un túnel construido con método NATM, en lo que se deben tomar todas las precauciones de seguridad necesarias para el desarrollo de los trabajos y evitar un posible colapso del túnel.



T-Series / Sistema PVC no reforzado.
"Membrana T80NR soldada antes de la colocación del hormigón estructural interior"

Proyecto Metro Nueva York - USA
30.000m² - T80NR (2mm)
36.000m² - T100NR (2.5mm)





NUESTROS ESTÁNDARES. SU TRANQUILIDAD.
ENTREGANDO INNOVADORES PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN Y SOLUCIONES EN TODO EL MUNDO.

Nuestros Productos.

- Sistemas de impermeabilización preventivos.**
Bentonita de sodio.
Sellos para juntas de hormigón.
Membranas líquidas.
- Sistemas de impermeabilización reparativos.**
Lechada bentonita + polímeros.
Poliuretano hidrofílico.
- Sistemas de drenaje.**
Drenaje nodular
Drenaje georred HDPE.
- Geotextiles.**

Nuestros Servicios.

- Asesoría técnica de proyectos.
- Especificación de proyectos de impermeabilización.
- Asesoría técnica en terreno.

Para mayor información visite nuestro sitio web
www.cetco.com
Oficina Comercial Santiago de Chile.
San Pio X N° 2460, oficina 907, Providencia, Santiago.
+56 2 25735900

Contacto Comercial
Guillermo Guzmán Silva
guillermo.guzman@cetco.com





HALLAZGOS ARQUEOLÓGICOS

EN EL TRAYECTO, se han encontrado vestigios arqueológicos, como el descubrimiento de parte importante de lo que se supone es un cementerio de la cultura Llolleo (cultura precolombina entre el 700 y 900 d.C.), todo esto en plena comuna de Providencia. Por otro lado, muy cerca de la Estación Franklin, se encontraron unos acueductos de principios del siglo XX. Todo esto implica un desafío en la programación de las obras y esfuerzos adicionales para soslayar estos temas, preservando el patrimonio de la ciudad y el país, comenta Adasme. También se encontró agua, como es normal en estas construcciones y para ello en la RCA (Resolución de Calificación Ambiental) Metro queda comprometido a como se debe enfrentar esto, que es infiltrarla.

Sus ejecutores destacan también la delicada misión de realizar el Pique Los Alpes, que se encuentra inmerso en la calzada de la Avenida Suiza, la cual cuenta con un denso tránsito vehicular. Para esto se planteó la ejecución en etapas constructivas, la desviación del tránsito en cada una de ellas, para finalmente dejar el pique dentro de la mediana de la calle, lugar en el que resulta un reducido espacio desde donde se desarrolla el túnel tres vías.

INNOVACIONES BAJO TIERRA

El proyecto ha sido diseñado con los estándares de modernidad más altos del Mundo, se asemejan a lo que se puede observar en las líneas automáticas de Copenhague o la Línea 4 en Sao Paulo, afirma el profesional de Metro. La conducción será centralizada desde un puesto de control, los trenes tendrán cámaras al interior y un sistema de información al pasajero que le permitirá obtener datos en tiempo real del sistema de transporte de Santiago. Al igual que los últimos trenes adquiridos por Metro vendrán con aire acondicionado, lo que permitirá un mayor confort en las épocas de temperaturas más altas, comenta.

Además, las estaciones tendrán accesibilidad universal, es decir escaleras mecánicas y

ascensores en todas ellas, sistema de acceso bidireccionales, pago automático, acceso luz natural y sistema de puertas de andén.

En tanto, la estación Estadio Nacional tendrá un diseño especial relacionado al concepto parque-ciudadanía. Considera las grandes afluencias de público que se producen cuando se realizan eventos masivos en el estadio. Esto se logra con distintos accesos divididos en tres plazos que posibilitan la contención de pasajeros (cierres de accesos), lo que permite controlar flujos. Además se agrega gestión de flujos al interior de la estación. El diseño es abierto espacialmente, es decir la mesanina se integra a la plaza hundida (exterior estación), añade.

ENTORNO Y COMUNIDAD

Una vez publicada la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) de una Declaración de Impacto Ambiental o Evaluación de Impacto Ambiental, los compromisos que de ellas emanan se gestionan para su cumplimiento. En estos ámbitos, relata Adasme, se pueden observar túneles acústicos para reducción de ruidos al ambiente, la implementación de lavado de ruedas a los camiones y otras medidas similares.

En relación a la operación de Metro en estas nuevas líneas, transportar 1.300 personas

que un tren (conjunto de 5 coches) equivale a mover 930 automóviles o 33 Buses, con lo cual se reducen considerablemente las emisiones atmosféricas.

Además, el mismo método NATM reduciría los ruidos e impacto al no ser Cut&Cover (método de excavación desde la superficie y que luego se tapa, como fue Línea 1). Las intervenciones en el tránsito se conversan y acuerdan con las autoridades comunales, de forma de minimizar impactos viales.

Asimismo, en la comuna de Cerrillos, donde se ubicarán los talleres de línea 6, se están recuperando suelos que fueron usados como vertedero y extracción de áridos, los que quedarán disponibles para futuras construcciones.

También se están uniendo 25 parques que quedan en las inmediaciones de la red, lo que acerca al público a estos espacios recreativos, para su mejor y mayor aprovechamiento.

En cuanto a las relaciones con las comunidades el experto indica: "Desde hace 40 años Metro ha estado en estrecho contacto con la ciudadanía y ha integrado en estos años diversos aspectos culturales (museos, exposiciones, murales, intervenciones urbanas, bibliometro, etc.)". En el proyecto se han hecho campañas para sensibilizar a la ciudadanía, se ha informado en la red en sus sitios y en diversos medios de comunicación, se ha acercado a diversas autoridades y vecinos para conocer sus inquietudes y se ha asistido a todas y a cada una de las participaciones ciudadanas. Hoy en cada pique existe un libro de reclamos, un fono denuncia y registramos todas las peticiones de los vecinos y de quien quiera dar su opinión. Por otra parte, se cuenta con una unidad especializada en relaciones con la comunidad".

Este fue un vistazo a los avances del proyecto del Metro de Santiago, Líneas 3 y 6. En futuras ediciones, Revista BIT seguirá indagando el desarrollo de este hito tecnológico, del momento uno de los más importantes en el país. ■

Para las canalizaciones que alimentarán de energía eléctrica a las nuevas líneas de Metro de Santiago se requiere conectar el edificio principal de subestación de alta tensión, emplazado en el centro de Santiago, con las vías naturales de proyecto. Es por ello que GEOCONSULT realizó la ingeniería para construir un túnel poliducto junto a CONPAX.



CALIDAD COMPROMISO SEGURIDAD CONFIABILIDAD



En Maestranza Santiago asumimos un gran compromiso con nuestros clientes, entregándoles soluciones confiables en acero. Para ello contamos con la mejor tecnología en maquinarias y un excelente equipo de trabajo compuesto por profesionales con vasta experiencia en el rubro. Poseemos además una gran superficie en terreno y galpones, lo que nos permite manejar proyectos con gran flexibilidad y seguridad.



Servicios

- Ingeniería
- Montaje
- Fabricación de estructuras metálicas
- Corte y plegado (largos hasta 12 mts y 12 mm)
- Fabricación de vigas y cajones
- Requerimientos especiales

