

METRO DE QUITO

CONSTRUYENDO UNA NUEVA FORMA DE VIAJAR

— Utilizando un método constructivo denominado “cut and cover”, aplicado para obras subterráneas con el fin de generar menor afección al entorno urbano, avanza la construcción de la primera línea del Metro de Quito. Con 15 estaciones distribuidas a lo largo de 22 km de extensión, se espera que el proyecto entre en marcha en 2020.

ALFREDO SAAVEDRA L.
PERIODISTA REVISTA BIT



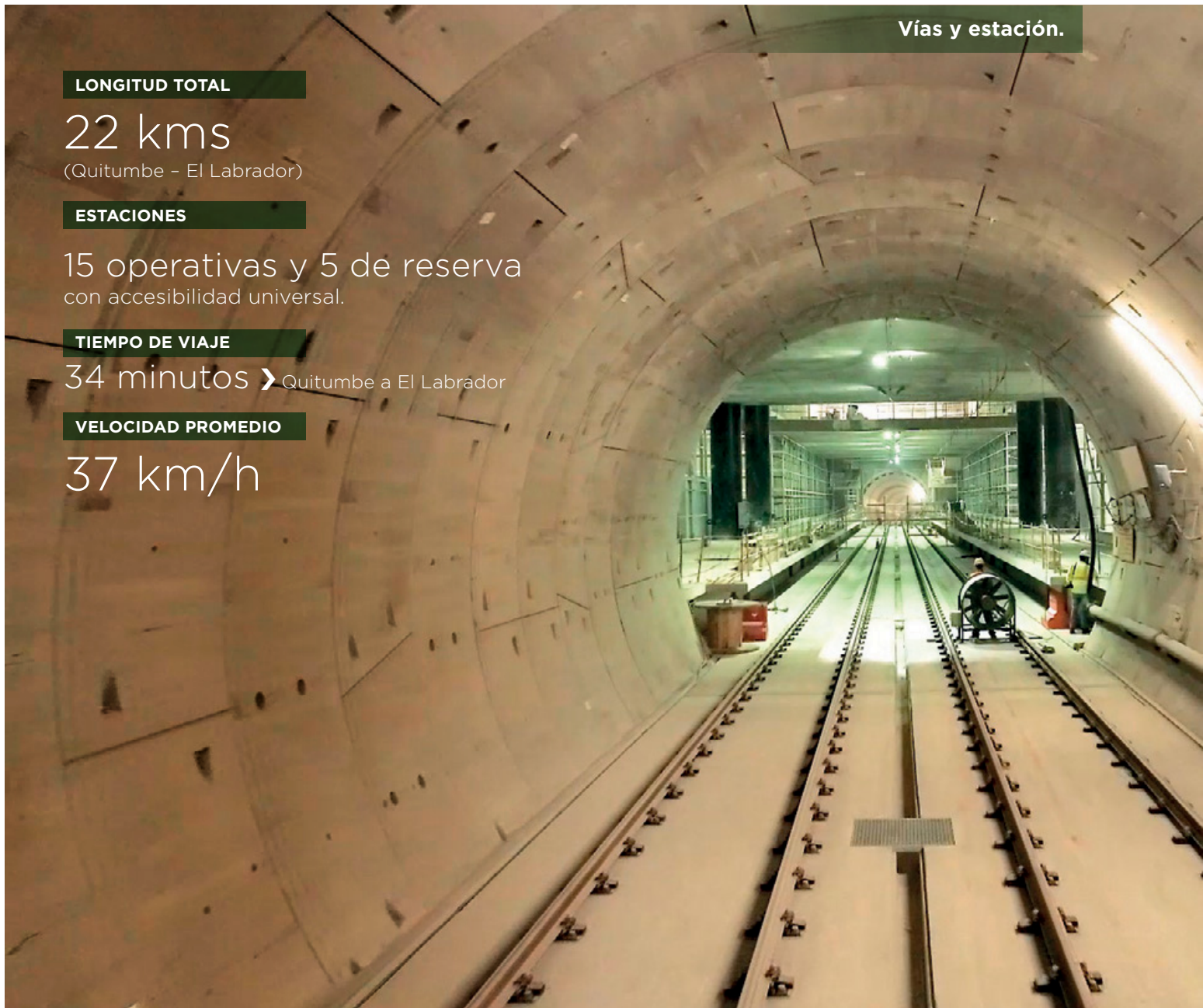


CON UNA EXTENSIÓN de 22 km y 15 estaciones, la nueva línea 1 del Metro de Quito se transformará en la primera del transporte subterráneo de la ciudad. De acuerdo a estimaciones de la empresa Metro de Quito a través de su web, esta línea transportará a 400.000 pasajeros por día, los que podrán ir desde Quitumbe hasta El Labrador, en 34 minutos. Con un avance actual superior al 80%, el término de las obras de construcción está previsto para fines de año, para luego iniciar la puesta en marcha oficial del tren subterráneo durante el primer trimestre de 2020. “Las obras civiles de las 15 estaciones que contempla el proyecto están prácticamente concluidas y en estos momentos nos estamos abocando a las terminaciones de arquitectura y a finalizar la instalación de los rieles”, cuenta José María Creus, gerente de Ingeniería de la Línea 1 de ACCIONA, empresa que participa en el desarrollo y construcción de la obra.

FOTOS GENTILEZA ACCIONA



Montaje de vías.



Vías y estación.

LONGITUD TOTAL

22 kms

(Quitumbe - El Labrador)

ESTACIONES

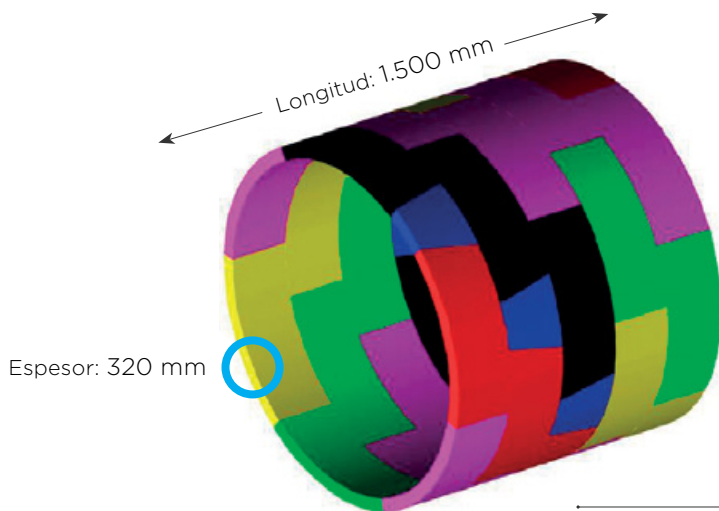
15 operativas y 5 de reserva
con accesibilidad universal.

TIEMPO DE VIAJE

34 minutos ▶ Quitumbe a El Labrador

VELOCIDAD PROMEDIO

37 km/h



CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS DOVELAS

Anillo tipo "universal"

Resistencia de Hormigón: $f'c = 45 \text{ MPa}$

Las dovelas se calculan teniendo en cuenta todos sus estados de carga.

Cuantías de acero de las dovelas:

165 kg/m³ de acero en barras más 20 kg/m³ de fibra de acero.

Se instalaron dos plantas de dovelas: una en el norte y otra en el sur de la ciudad.



EL METRO EN NÚMEROS

CAPACIDAD POR DESPLAZAMIENTO

1.500 personas
por viaje en cada tren.

DEMANDA ESPERADA

400.000 pasajeros
en el primer año de operación.

MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Tuneladora (16 km)
tradicional (2,1 km)
y entre pantallas (1,2 km)

TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN

Fase 1 (18 meses) - fase 2 (36 meses)

MATERIAL MÓVIL

18 trenes de 6 vagones,
en total 108 vagones.

MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Según explican desde ACCIONA, el proceso de construcción de las estaciones aplicado en el Metro de Quito se conoce como "cut and cover" (o también llamado "entre pantallas") y es ampliamente utilizado en la construcción de obras subterráneas, porque genera una menor afección al entorno urbano que otros métodos constructivos. En el caso de Línea 1, la afectación en la superficie será mínima ya que el sistema busca el confinamiento de la obra entre pantallas de concreto con el objetivo de evitar interferencias con la actividad productiva de la ciudad. De acuerdo a lo indicado en el sitio de Metro de Quito, las estaciones y un tramo del túnel en Quitumbe serán construidos con este sistema que coloca primero pantallas verticales de contención en el sitio del trabajo, luego una losa superior, que permite restituir los servicios y bienes afectados para, una vez confinado el espacio subterráneo de trabajo, continuar con el proceso de construcción. "Se han utilizado pantallas con espesores de 1 metro y 1,20 metros, hasta profundidades de 32 metros. Las pantallas, por término general, bajan como unos ocho metros por debajo del nivel de contra bóveda", explica Creus, agregando que una vez ejecutadas, se procede a construir la losa de cubierta de la estación, que va a servir como el primer nivel de apuntalamiento de las pantallas. "En esta fase ya se podría devolver una parte de la superficie ocupada durante la ejecución de las pantallas", comenta. Posteriormente, se comienza a excavar la estación bajo el nivel de losa de cubierta, utilizando para ello rampas de acceso a los diferentes niveles que se han construido con este fin. "En función de la profundidad a la que se encuentre la estación y los niveles de esfuerzos de las pantallas, se pueden requerir varios niveles de apuntalamiento, que se corresponden con los diferentes niveles de la estación (losa mezzanina, losa de vestíbulo, etcétera)", explica el gerente de Ingeniería de ACCIONA, indicando que cuando se llega a uno de



**TUNELADORA
“LA GUARAGUA”**
Ejecutó 7.260 m de túnel en 526 días, obteniendo una media mensual de 414 m/mes, con una punta en el mes de julio de 2018 de 1.324 metros. La media móvil máxima obtenida por esta máquina se situó en 1.326 m/mes.

RENDIMIENTOS OBTENIDOS POR CADA MÁQUINA TUNELADORA



TUNELADORA “LA CAROLINA”
Ejecutó 3.426 m de túnel en 426 días, obteniendo una media mensual de 246 m/mes, con una punta en el mes de marzo de 2018 de 496 metros. La media móvil máxima obtenida por esta máquina se situó en 683 m/mes.



**TUNELADORA
“LUZ DE AMÉRICA”**
Hizo un recorrido de 9.092 m, con una media mensual de 541 m/mes y una punta en el mes de junio de 2018 de 1.367 metros. La media móvil máxima obtenida por esta máquina se situó en 1.491 m/mes, lo que, según ACCIONA, constituye un récord mundial de ejecución de túnel con tuneladora EPB.



estos niveles, se detiene la excavación y se hormigona la losa correspondiente contra el terreno. “Una vez alcanzado el nivel de resistencia requerido para el hormigón de estas losas, se continúa con la excavación bajo este, reiniciando el proceso, hasta llegar al nivel de contra bóveda”, detalla. En algunas estaciones, como San Francisco, en lugar de muros de pantalla como elementos de contención, se usaron pilotes de gran diámetro. Por su parte, para las excavaciones de los pozos, se ha utilizado la técnica de ir construyendo anillos de altura en el entorno de 2 m, que se hormigonaban contra el terreno una vez excavada esa profundidad. Con esta tecnología, se han alcanzado profundidades en torno a los 35 metros. En el caso del túnel, para el revestimiento se utilizan anillos de tipo “universal” que se conforman mediante dovelas prefabricadas de hormigón. El diámetro interior del anillo es de 8,43 m y el exterior de 9,07 metros”, explica Creus, agregando que cada anillo está formado por siete dovelas, cada una con un ancho de 1,5 metros. “La característica geométrica fundamental del anillo universal se basa en el hecho de que las dos secciones terminales del mismo no son paralelas. Eso origina que cada segmento tenga longitudes diferentes entre ellos, lo que produce diferencias entre las generatrices del anillo, de manera que es posible modificar el trazado tanto en planta como alzado”, detalla el gerente de Ingeniería.

MAQUINARIA DESTACADA

Como se mencionó anteriormente, el Metro de Quito será subterráneo en su totalidad, construido en su mayoría con máquinas tuneladoras denominadas Escudos de Presión de Tierras (EPB) o topos, que extraen la tierra y a su vez colocan dovelas de hormigón armado para conformar el túnel (de 9,43 m de diámetro exterior) y que aseguran la tecnología más adecuada a las condiciones geotécnicas, hidrológicas y sísmicas del subsuelo, similares a las ciudades con grandes infraestructuras de metro como México, Sevilla, Valencia, Santiago, entre otras. Según detallan desde ACCIONA, se han usado tres tuneladoras EPB con las siguientes características: el diámetro de excavación es de 9,405 mm, diámetro externo del anillo 9,070 mm y diámetro interno del anillo 8,430 milímetros. El relleno del “gap”

DESAFÍOS DE UNA GRAN OBRA

AL TRATARSE DE UN PROYECTO de gran magnitud, los desafíos constructivos han sido variados, destacando lo realizado para la ejecución del túnel bajo el centro histórico de la ciudad, sin ninguna afección a superficie y con tratamiento integral de los restos arqueológicos encontrados, compatibilizando construcción con patrimonio. Y es que en este caso, la estación San Francisco se emplaza bajo la plaza del mismo nombre, en el Centro Histórico de la ciudad de Quito, el cual fue declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en el año 1978, siendo el lugar mejor conservado de Latinoamérica. Otros desafíos a los que se tuvo que hacer frente, incluyeron la ejecución de un túnel con un elevado nivel freático, sin afecciones por parte del agua, la ejecución de estación y túnel (La Pradera) con elevados índices de contaminación del suelo, la estación de Solanda y la logística asociada a un pozo con dos tuneladoras y los niveles de artesianismo (estaciones de Cardenal y Solanda) que han obligado a métodos de ejecución complejos.



El Metro de Quito iniciaría su puesta en marcha en 2020. En las imágenes, la futura estación Ñaquito.



(espacio existente entre el anillo y la excavación) se ha realizado mediante bicomponente, inyectado desde el escudo de cola de la tuneladora. Según explica Creus, este bicomponente presenta ventajas tales como su consistencia inicial fluida para poder ser bombeado y rellenar el espacio anular, una permeabilidad baja para contribuir al sellado del revestimiento del túnel, contar con suficiente rigidez para absorber las convergencias del terreno y minimizar los asentamientos en superficie. “A largo plazo, este bicomponente, asegura un empuje uniforme del terreno sobre el revestimiento, brinda un transporte y colocación mucho más fácil y rápida que los morteros tradicionales y además, utiliza plantas y bombas más sencillas, con menor demanda de mantenimiento y con mucha menor posibilidad de atasco que los morteros tradicionales”, comenta Creus.

Así avanza la construcción de la primera línea de transporte subterráneo de la ciudad, que espera convertirse en la nueva gran forma de viajar en Quito. ■



NUEVA APLICACIÓN MAESTRO POLPAICO

AHORA LA MEJOR HERRAMIENTA
SE GUARDA EN TU TELÉFONO.



En Polpaico estamos atentos a las necesidades de nuestros clientes. Por esta razón desarrollamos una innovadora herramienta que ayudará a los profesionales de la construcción en sus proyectos haciéndoles la vida mucho mejor.

Con la aplicación Maestro Polpaico podrán cubicar de manera fácil y rápida, acceder a capacitaciones, etc.

¡Te invitamos a descargarla y conocerla!

