



Alamys

Asociación Latinoamericana de  
Metros y Subterráneos

# La Primera Línea del Metro de Quito

Visión y Experiencia de la  
Gerencia de Proyecto  
**(CONSORCIO GMQ)**



## La PLMQ: Visión y experiencia de la GERENCIA del PROYECTO

1. EL CONSORCIO GMQ: Quiénes somos
2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL en la PLMQ
3. DATOS PRINCIPALES DE LA PLMQ
4. EVENTOS MÁS IMPORTANTES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA PLMQ
  - I. *OPTIMIZACIONES*
  - II. *ACTA DE ENTENDIMIENTO DE 22 DE ABRIL DE 2016*
  - III. *TOMA DE DECISIONES*
5. CONCLUSIONES

## 1. EL CONSORCIO GMQ: QUIENES SOMOS

SOCIO	NACIONALIDAD	%
	ESPAÑOLA	60
	ESPAÑOLA	40

## 1. EL CONSORCIO GMQ: QUIENES SOMOS



### QUIÉNES SOMOS

BUSTREN PM S.L. es una empresa compuesta por un equipo humano de elevada cualificación y con un gran know how en materia de infraestructuras del transporte, acreditados por su trabajo como equipo técnico perteneciente a la Comunidad de Madrid entre 1991 y 2011.

Para explicar el alcance y calidad de los servicios profesionales que BUSTREN PM S.L. puede prestar a sus clientes es inevitable referirse a las sucesivas ampliaciones de la red del Metro de Madrid, así como a otras infraestructuras de transporte colectivo ferroviario, realizados en la Comunidad de Madrid principalmente en los últimos 15 años. Las ampliaciones de la red del Metro de Madrid han supuesto un hito, difícilmente superable a nivel europeo y mundial, en cuanto a lo que supone de capacidad de gestión de unos programas de inversión especialmente ambiciosos.

Esta capacidad de gestión se ha puesto de manifiesto a nivel internacional al conseguir colocar a Madrid en el primer plano de las infraestructuras de transporte urbano.



www.bustrenpm.es

### A QUÉ NOS DEDICAMOS

#### DISEÑO CONCEPTUAL DE SISTEMAS INTEGRADOS DE TRANSPORTE

- Análisis y diagnóstico de la situación actual del transporte.
- Estudio de corredores de transporte.
- Estudios de alternativas de sistemas de transporte.
- Diseño conceptual de un sistema integrado de transporte
- Estudios de demanda por corredores de transporte.
- Estudio integral y modelización de la movilidad en la ciudad y su área metropolitana.

#### DISEÑO CONCEPTUAL DE INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE

- Ubicación y diseño conceptual de estaciones e intercambiadores.
- Estudio de alternativas de trazado y análisis multicriterio.
- Estudios de viabilidad, diseños funcionales y proyectos básicos.
- Estudios de impacto ambiental.
- Estudios de protección del patrimonio histórico-artístico afectado por operaciones de puesta en servicio de grandes infraestructuras de transporte.

#### PROYECTOS Y DISEÑOS DE DETALLE

- Dirección de proyectos constructivos de obra civil.
- Desarrollo y dirección de proyectos de instalaciones y sistemas.
- Definición de especificaciones para material móvil.
- Preparación de pliegos y análisis de ofertas de todos los procesos contractuales.

#### RECEPCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO

- Diseño de protocolos y pruebas para la recepción de las obras civiles.
- Asistencia para la recepción definitiva de las obras.
- Pruebas, certificación y validación de instalaciones y sistemas.
- Asistencia para la puesta en servicio de instalaciones y sistemas.

#### OBRAS

- Dirección y/o coordinación de direcciones de las obras civiles.
- Asesoría geotécnica y de procesos constructivos.
- Dirección y/o coordinación del control de calidad.
- Unidad de auscultación, seguimiento y control.
- Coordinación de la seguridad y salud de los trabajos.
- Dirección del suministro y puesta en obra de instalaciones y sistemas.

#### PROJECT MANAGEMENT

La experiencia acumulada por el equipo de BUSTREN PM S.L. en el desarrollo y dirección de Estudios, Proyectos y Obras de infraestructuras del transporte en la región de Madrid le permiten ofrecer servicios de Consultoría y Project Management para la implementación y puesta en servicio de infraestructuras tipo:

- Metro Ligero, tranvía y Tram-Train.
- Metro convencional y ferrocarril.
- Bus Rapid Transit (BRT).

### PROYECTOS EMBLEMÁTICOS

#### LÍNEA 1 METRO DE QUITO | 2013 - ACTUALIDAD

Características del contrato:  
Dirección de la ejecución de todos los elementos que comprenden la denominada infraestructura de la Línea 1 del Metro de Quito, incluyendo las distintas fases de la obra civil, material móvil y todas las instalaciones.

Características de la línea:  
• 22 Km de túnel  
• 15 estaciones  
• 18 trenes  
• 1 cochera



#### METRO DE MOSCÚ (RUSIA) | 2013 - ACTUALIDAD

Diseño de Obra Civil y Sistemas de:  
• Tramo 2 Línea Kozhúkhovskaya, Aviomotórnaya - Nekrásovka.  
• Tramo Oeste del Tercer Anillo, Joroshévskaia - Kúntsevskaya.  
• Tramo Noreste del Tercer Anillo, Nizhnaya Máslovka - Aviomotórnaya y Elektrozavódskaia - Nizhnaya Máslovka.  
• Tramo Este del Tercer Anillo, Kashirskaya Nizhegoródskaia úlitsa.

Características del contrato:  
• Diseño de Obra Civil: 38 Km, 4 estaciones  
• Diseño de Sistemas: 45 Km, 17 estaciones



#### LÍNEA 3 METRO DE LIMA (PERÚ) | 2014 - ACTUALIDAD

Elaboración de los estudios de preinversión a nivel de perfil y de factibilidad con la finalidad de identificar, formular, evaluar y obtener la viabilidad técnica, económica, financiera, ambiental, y sostenibilidad de la implementación del Proyecto y la elaboración del Comparador Público Privado. Longitud: 34,25 Km y 28 Estaciones.



## 1. EL CONSORCIO GMQ: QUIENES SOMOS



### INGENIERÍA GLOBAL

Comenzamos nuestra andadura profesional en 1970 siendo una de las primeras empresas de ingeniería civil creadas en España.

Casi 50 años después nos hemos convertido en un referente internacional en ingeniería, arquitectura y consultoría de infraestructuras, urbanismo y medio ambiente.

+45

AÑOS DE EXPERIENCIA

+1.800

KMS LÍNEAS FERROVIARIAS

+65

PAÍSES CON PROYECTOS REALIZADOS

+300

PROYECTOS AEROPORTUARIOS

+3.000

KMS EN PROYECTOS DE CARRETERAS

PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE BAJO METODOLOGÍA BIM

### GESTIÓN INTEGRAL DE PROYECTOS FERROVIARIOS, DE METRO Y TRANVÍA



### CASOS DE ÉXITO



PALMA DE MALLORCA

SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL  
Y ESTACIÓN INTERMODAL EN PALMA DE MALLORCA

Gestión Integral del proyecto: proyecto constructivo y asistencia técnica a la dirección de obra: obra civil, arquitectura e instalaciones

8,5 km  
2,630 MC presupuesto ejecución material  
2 Estaciones de pasajeros  
1 Intercambiador modal Metro, Ferrocarril, Suburbano y Autobuses



MADRID

INTERCAMBIADOR DE CHAMARTÍN, MADRID (ESPAÑA)

Asistencia técnica y supervisión de las obras: Obra Civil, arquitectura e Instalaciones

122,8 M\$ de presupuesto de construcción  
4.610 ml de pantalla de pilotes  
8.000 m<sup>2</sup> de muro pantalla  
4 niveles

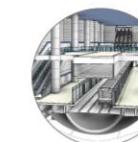


RIAD

ESTACIONES LÍNEA 5 – METRO DE RIYADH (ARABIA SAUDÍ)

Ingierencia de Detalle de la Obra Civil, Arquitectura e Instalaciones sobre BIM

8 Estaciones subterráneas de pasajeros  
3 Niveles  
96.000 m<sup>2</sup> en total



MOSCÚ

AMPLIACIÓN METRO DE MOSCÚ

Proyecto Constructivo. Obra Civil

3 Estaciones de pasajeros  
1 Intercambiador modal  
60 km/h. Velocidad de diseño  
8,5 Kms Túnel EPB



ARGEL

AMPLIACIÓN LINEA AIN NAADJA – BARAKI I

METRO DE ARGEL (ARGELIA)

Proyecto Constructivo y Asistencia Técnica al diseño durante las obras.

2 Estaciones elevadas  
1 Estación subterránea  
1.466 ml. Viaducto empujado



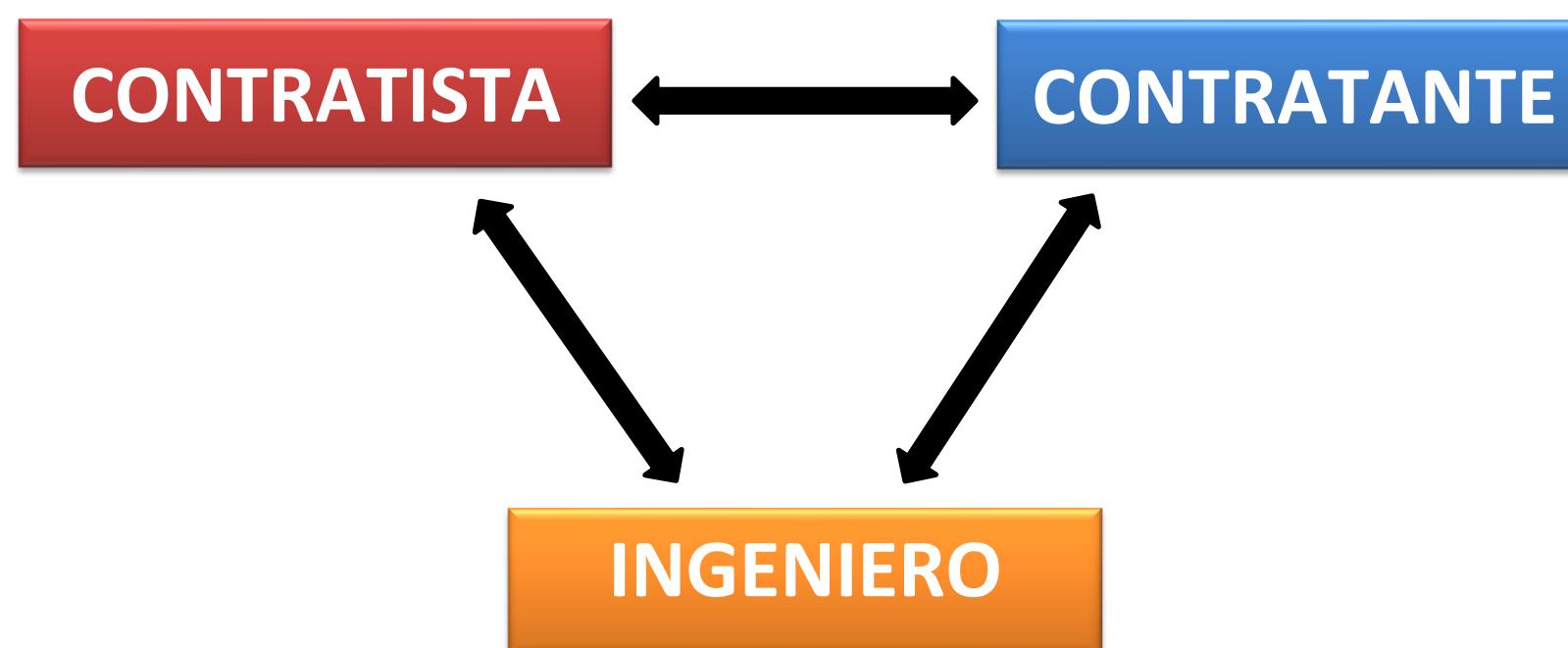
QUITO

GERENCIAMIENTO INTEGRAL DE LAS OBRAS DE LA LÍNEA 1 DEL METRO DE QUITO

22 kms  
44.000 viajeros estimados en hora punta  
15 estaciones, incluidos varios intercambiadores modales  
Talleres y cocheras

## 2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL EN LA PLMQ

### EL FIDIC (Libro Rosa – Const. armonizado por Bancos)



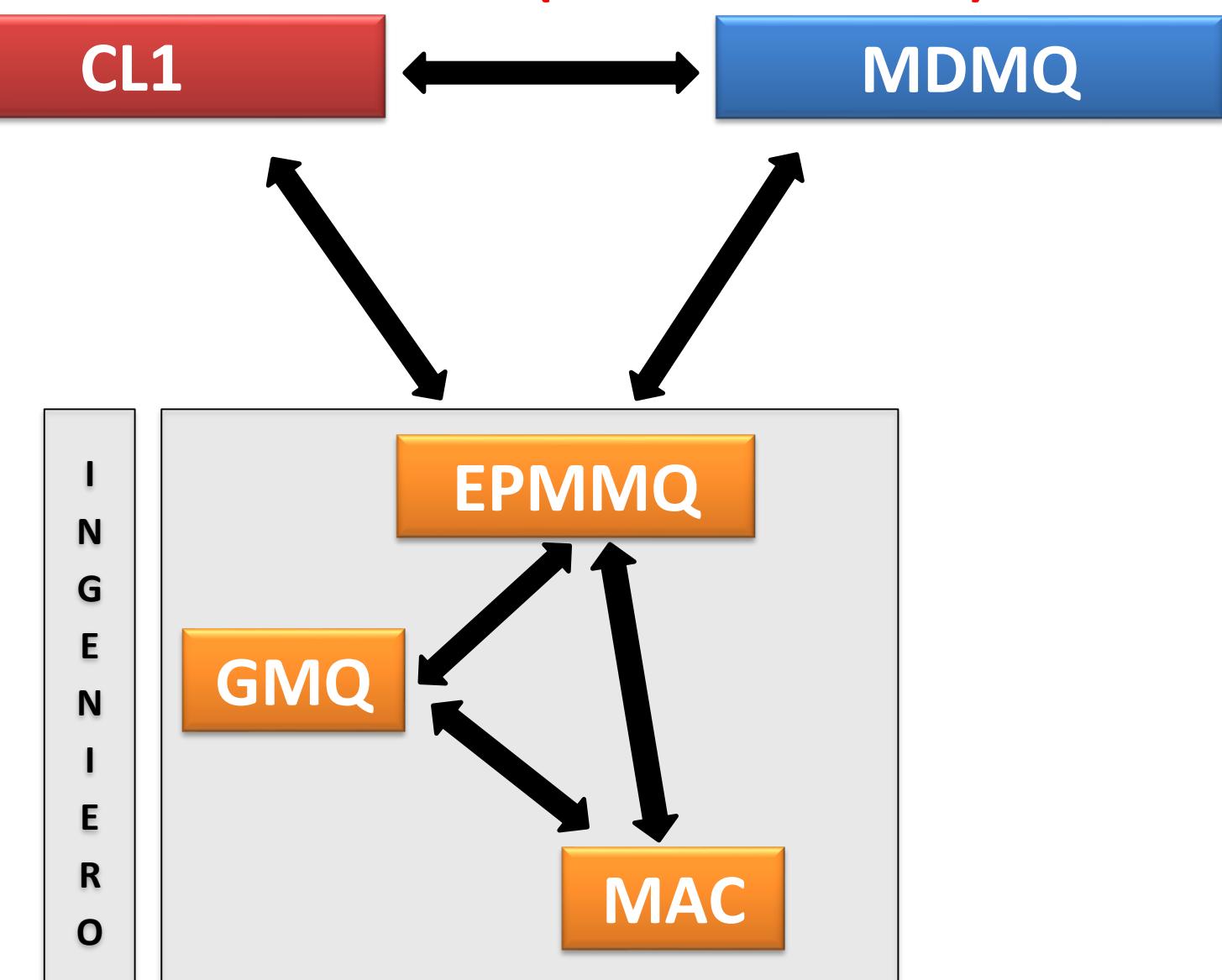
#### ***Cláusula 3.***

El Contratante designará al Ingeniero quien cumplirá las obligaciones que se le asignen en el Contrato. El personal del Ingeniero incluirá ingenieros debidamente calificados y otros profesionales competentes para cumplir esas obligaciones. [...] El Ingeniero podrá ejercer las facultades que se le confieran explícitamente en el Contrato o se deriven implícitamente del mismo.

## 2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL EN LA PLMQ

### EL CONTRATO DE CONSTRUCCIÓN EN LA PLMQ (basado en FIDIC)

El **objetivo principal** de la Gerencia del Proyecto del Proyecto Metro de Quito es asegurar el **desarrollo de las obras** conforme las memorias, planos, prescripciones técnicas, cronogramas, plazos, presupuestos y más requisitos que están establecidos en los estudios de ingeniería definitiva [...]. Para el efecto, actuará en plena **representación de la EPMMQ** en todos aquellos asuntos de carácter técnico relacionados con las obras de Construcción de la Línea 1 del Metro de Quito, que le competan al propietario; y, **asesorará de forma continua a la EPMMQ** en los asuntos que sean de su directa incumbencia.



## 2. ESTRUCTURA ORANIZACIONAL EN LA PLMQ FUNCIONES DEL INGENIERO

G  
E  
R  
E  
N  
C  
I  
A

- A. APROBAR PLANES de OBRA PROPUESTOS POR CONSTRUCTOR.
- B. PROPOSER Y APROBAR OPTIMIZACIONES, DISEÑOS INGENIERÍA Y CUALQUIER PARTE O RUBRO DE LA OBRA.
- C. APROBAR VARIACIONES TÉCNICAS, PLAN AMBIENTAL, SEGURIDAD Y SALUD, EQUIPOS, MATERIALES O SERVICIOS ADICIONALES DE LAS OBRAS.
- D. APROBAR JUNTO FISCALIZADOR ACTAS INICIO, OCUPACIONES, CERRAMIENTOS Y RETIRADA ARBOLADO Y MOBILIARIO URBANO.
- E. RESOLVER DISCREPANCIAS TÉCNICAS, OMISIONES, FALTAS DE DISEÑO Y NUEVOS REQUERIMIENTOS.
- F. ANALIZAR Y RESOLVER, CON EL FISCALIZADOR, DUDAS SOBRE PLANOS DEL PROYECTO.
- G. APROBAR MEDIDAS CORRECTIVAS, SOLUCIONES, DETALLES, MÉTODOS CONSTRUCTIVOS Y SUS REVISIONES. OBTENER CONSENSO DE LAS PARTES.
- H. APROBAR SUMINISTROS SISTEMAS Y SUS PLANES DE OBRA. COLOCACIÓN E INTEGRACIÓN CON OBRAS CIVILES.
- I. DISPONER QUE EL CONTRATISTA CORRIJA DEFECTOS O VÍCIOS, DETECTADOS POR SI MISMO O POR LA FISCALIZACIÓN, INCLUSO DEMOLICIÓN. ESTABLECER UN PLAZO RAZONABLE.
- J. DISPONER LA REPARACIÓN DE DEFECTOS POR UN TERCERO, DESCONTANDO LOS HABERES AL CONTRATISTA.
- K. DISPONER LA SUSPENSIÓN DE PARTE O TOTALIDAD DE LA OBRA, PREVIO INFORME RAZONADO DEL FISCALIZADOR.
- L. DISPONER EL PAGO DE PLANILLAS A FAVOR DEL CONTRATISTA, PREVIAMENTE APROBADAS POR EL FISCALIZADOR. DISPONER EL PAGO DE LAS PLANILLAS DEL FISCALIZADOR.
- M. APROBAR LOS PLANOS AS BUILT.
- N. SUSCRIBIR, CONJUNTAMENTE CON METRO DE QUITO, LAS ACTAS DE RECEPCIÓN PROVISIONAL Y DEFINITIVA.

**DIRECTOR  
INGENIERO**

- 1.- VERIFICAR QUE EL CONTRATISTA DISPONGA DE LOS DISEÑOS, ESPECIFICACIONES, PROGRAMAS, LICENCIAS Y RESTO DE DOCUMENTOS CONTRACTUALES PARA EJECUTAR LAS OBRAS.
- 2.- COORDINAR CON EL CONTRATISTA EL PROCESO CONSTRUCTIVO.
- 3.- REVISAR LOS DISEÑOS DE INGENIERÍA Y DE SUS PARÁMETROS FUNDAMENTALES.
- 4.- UBICAR EN EL TERRENO LAS OBRAS, CORDINADO CON EL CONTRATISTA.
- 5.- EXPEDIR CERTIFICADOS DE ACEPTABILIDAD DE EQUIPOS, MATERIALES Y OBRAS.
- 6.- CALIFICAR EL PERSONAL TÉCNICO DEL CONTRATISTA Y RECOMENDAR SU REEMPLAZO, SI PROcede.
- 7.- REVISAR LOS PROGRAMAS DEL CONTRATISTA Y RECOMENDAR SU ACTUALIZACIÓN.
- 8.- EVALUAR EL CUMPLIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE TRABAJO.
- 9.- REVISAR LAS TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS PROPUESTAS POR EL CONTRATISTA. SUGERIR MODIFICACIONES PERTINENTES..
- 10.- SUGERIR LA ADOPCIÓN DE SOLUCIONES TÉCNICAS/CORRECTIVAS EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS.
- 11.- EXAMINAR Y CONTROLAR LA BUENA CALIDAD DE LOS MATERIALES Y RUBROS, SUPERVISANDO CON PERSONAL PROPIO LOS ENSAYOS PERTINENTES.
- 12.- MEDIR LAS CANTIDADES DE OBRA EJECUTADAS, ELABORAR, VERIFICAR Y CERTIFICAR LA EXACTITUD DE LAS PLANILLAS DE PAGO, INCLUYENDO LOS REAJUSTES DE PRECIO.
- 13.- RECOMENDAR AL GERENTE ( DIRECTOR ) SOLUCIONES, ANTE DUDAS EN PLANOS, ESPECIFICACIONES, DETALLES U OTRAS CUESTIONES TÉCNICAS.
- 14.- COMPROBAR LOS EQUIPOS REQUERIDOS. NÚMERO MÍNIMO Y CONDICIONES USO.
- 15.- ANOTAR EN EL LIBRO DE OBRA LAS INSTRUCCIONES AL CONTRATISTA Y ENVIARLE LOS OFICIOS NECESARIOS.
- 16.- ASEGURAR QUE EL CONTRATISTA REGISTRE EN LA DOCUMENTACIÓN TODOS LOS CAMBIOS DE OBRA. EXIGIRLE LOS PLANOS AS BUILT.
- 17.- PREPARAR MEMORIAS TÉCNICAS SOBRE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.
- 18.- EXIGIR QUE EL CONTRATISTA CUMPLA LA LEGISLACIÓN LABORAL Y DE SEGURIDAD.
- 19.- EXIGIR QUE EL CONTRATISTA CUMPLA LAS LEYES MEDIOAMBIENTALES Y EL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.
- 20.- PREPARAR LOS INFORMES DE FISCALIZACIÓN.
- 21. PARTICIPAR COMO OBSERVADOR EN LAS RECEPCIONES PROVISIONAL Y DEFINITIVA, INFORMANDO SOBRE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE LOS TRABAJOS EJECUTADOS Y LA LEGALIDAD Y EXACTITUD DE LOS PAGOS REALIZADOS.

F  
I  
S  
C  
A  
L  
I  
Z  
A  
C  
I  
Ó  
N

## 2. ESTRUCTURA ORANIZACIONAL EN LA PLMQ

### **PRINCIPALES FUNCIONES DE LA GERENCIA COMO INGENIERO**

- A. APROBAR PLANES DE OBRA PROPUESTOS POR CONSTRUCTOR.
- B. PROPONER Y APROBAR OPTIMIZACIONES, DISEÑOS INGENIERÍA Y CUALQUIER PARTE O RUBRO DE LA OBRA.
- G. APROBAR MEDIDAS CORRECTIVAS, SOLUCIONES, DETALLES, MÉTODOS CONSTRUCTIVOS Y SUS REVISIONES. OBTENER CONSENSO DE LAS PARTES.
- L. DISPONER EL PAGO DE PLANILLAS A FAVOR DEL CONTRATISTA, PREVIAMENTE APROBADAS POR EL FISCALIZADOR. DISPONER EL PAGO DE LAS PLANILLAS DEL FISCALIZADOR.

## 2. ESTRUCTURA ORANIZACIONAL EN LA PLMQ

### LA GERENCIA COMO INTEGRADOR FERROVIARIO

- La Gerencia como nexo de unión entre administraciones públicas y el resto de actores del proyecto (ámbito político/administrativo – ámbito técnico).
- Es labor de la Gerencia obtener el consenso de los tres integrantes de la figura de El Ingeniero (EPMMQ-FISCALIZACIÓN-GERENCIA) y con el Contratista.
- La Gerencia asegura la integración de la obra civil, los sistemas y el material móvil.
- Todas las decisiones tomadas en la fase de ejecución toman en consideración la funcionalidad requerida para el sistema final en la operación.

### 3. DATOS PRINCIPALES DE LA PLMQ

- 22,6 km de línea, 15 estaciones, 28 pozos, un recinto de Patios y Talleres y una zona de estacionamiento.
- 5 reservas de trazado para posibles estaciones futuras.
- Totalmente subterránea.
- Velocidad comercial 37 km/h. Tiempo total de recorrido Quitumbe –El Labrador: 34 minutos.
- 18 Trenes.
- Eje Troncal Norte-Sur que vertebría la ciudad pasando por el Centro Histórico.
- Eje vertebral del Sistema Integrado de Transporte Metropolitano (SITM) de Quito
- Presupuesto 2.009 M\$.



## 4. EVENTOS MÁS IMPORTANTES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA PLMQ

### I. OPTIMIZACIONES

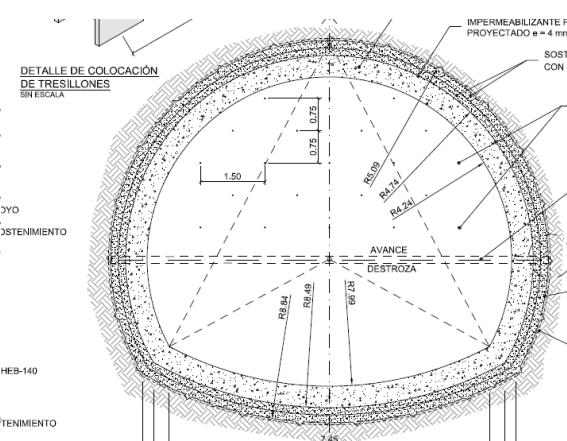
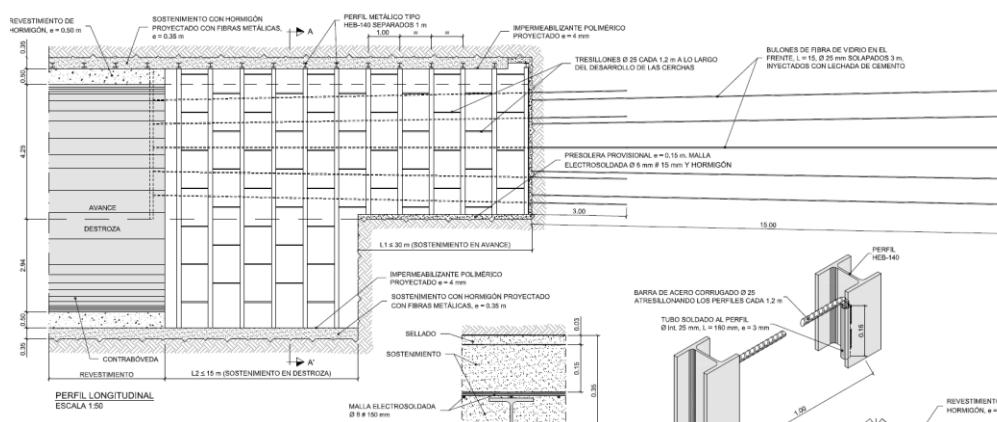
- Obtener margen de maniobra económica del 5 % (75 M\$) manteniendo funcionalidad.
- Mejora de procedimientos constructivos más adaptados a la realidad de Quito en estaciones, túneles y pozos.
- Mantenimiento de plazo global.

## CRITERIOS GENERALES DE LA OPTIMIZACIÓN

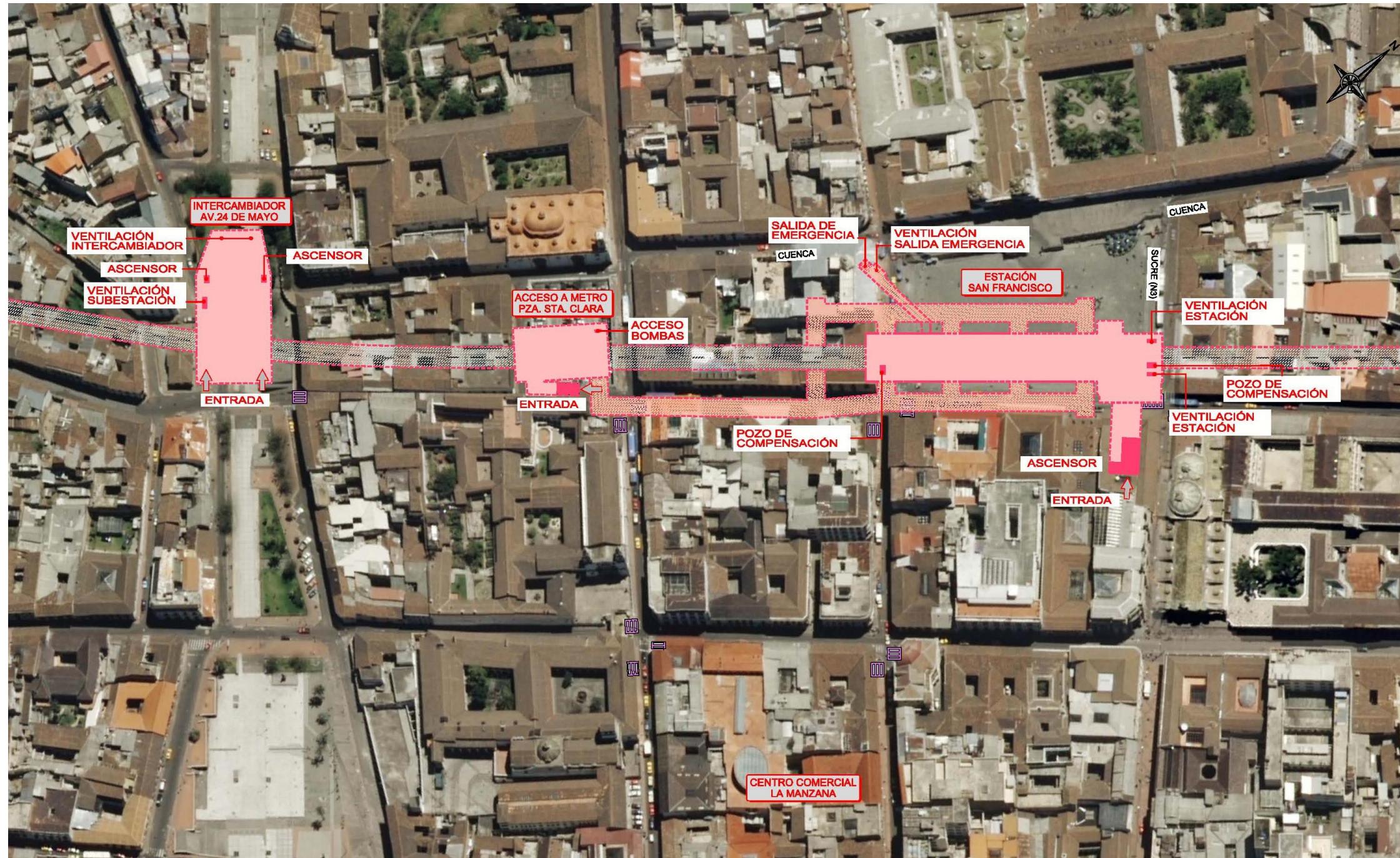
1. La mayoría de las optimizaciones realizadas son geométricas, de túnel y estaciones que permiten:
  - Reducir el tamaño general de las estaciones sin reducir tamaños de andenes ni funcionalidades.
  - Aumentar la seguridad en la ejecución de túneles y estaciones.
2. Se han considerado otras **optimizaciones generales** que se basan en cambio de enfoque al aplicar la normativa vigente.
  - Se opta por estructuras dúctiles y flexibles en vez de estructuras rígidas para el diseño estructural frente al sismo.
  - Se adoptan parámetros de trazado contrastados en Proyectos de Metro en servicio.
3. Los diseños mantienen todas las funcionalidades de la línea.

## ■ PASO DEL CENTRO HISTÓRICO CON TUNELADORA

Asociación Latinoamericana de  
Metros y Subterráneos



- ESTACIÓN DE SAN FRANCISCO

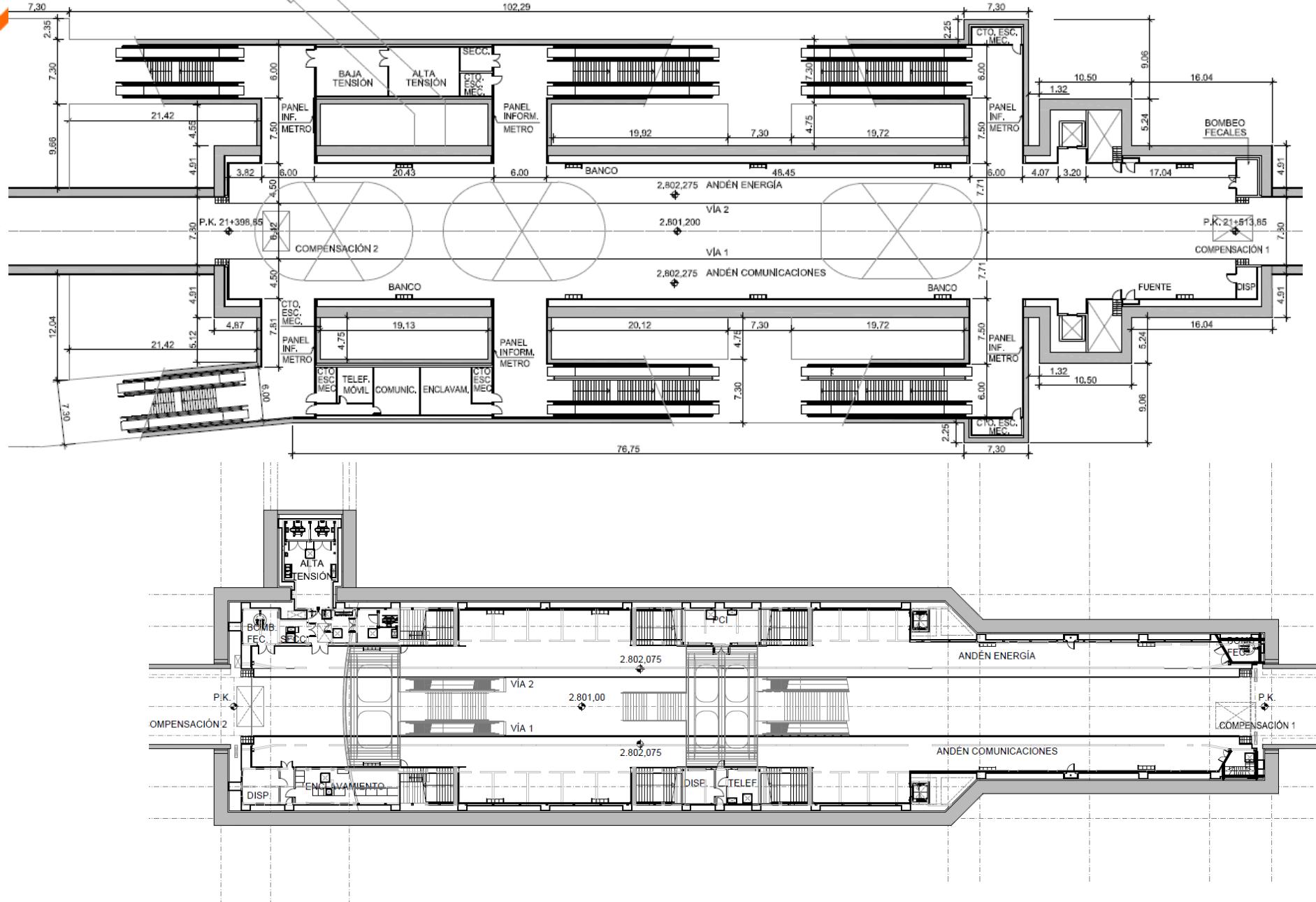


- ESTACIÓN DE SAN FRANCISCO

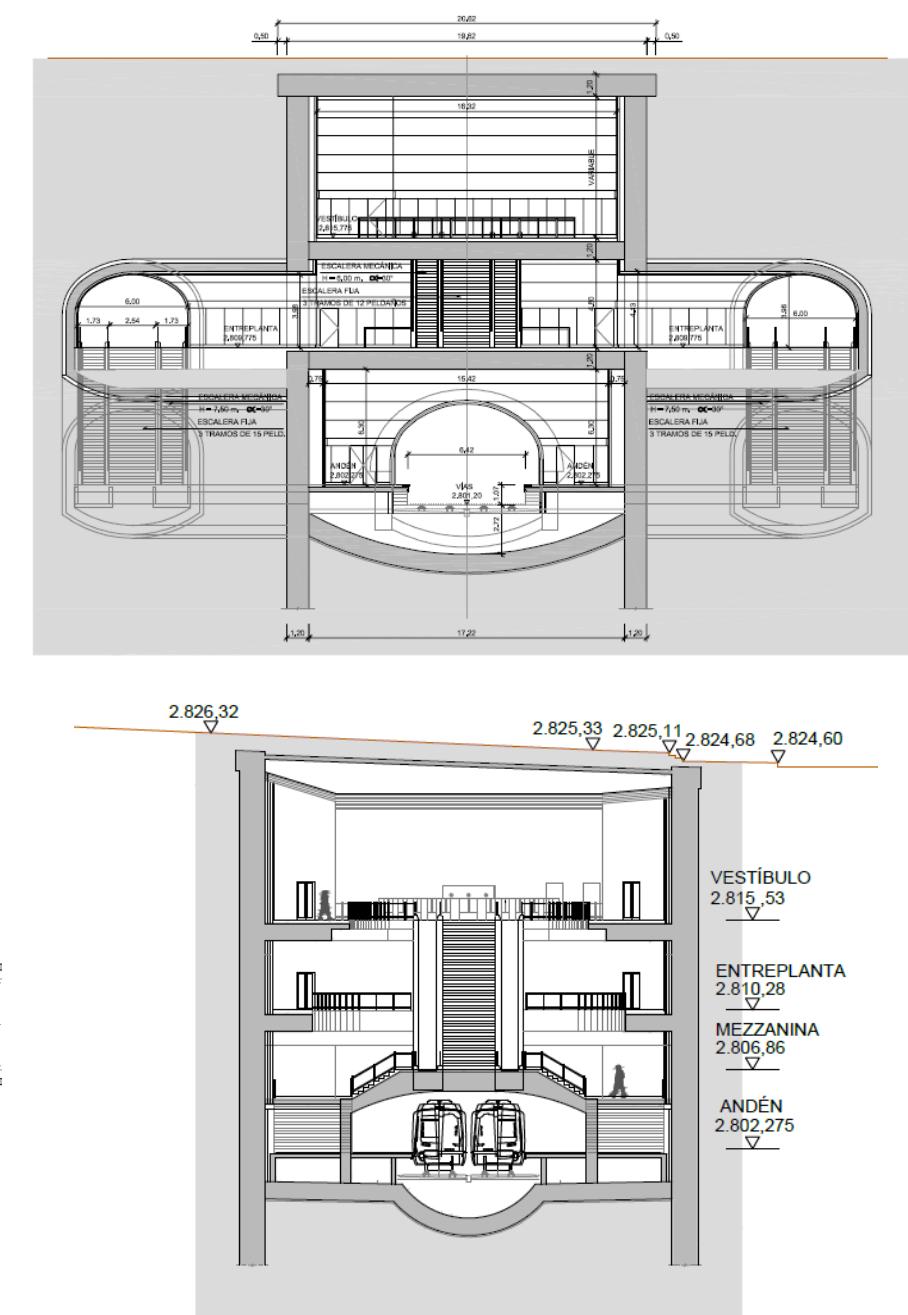


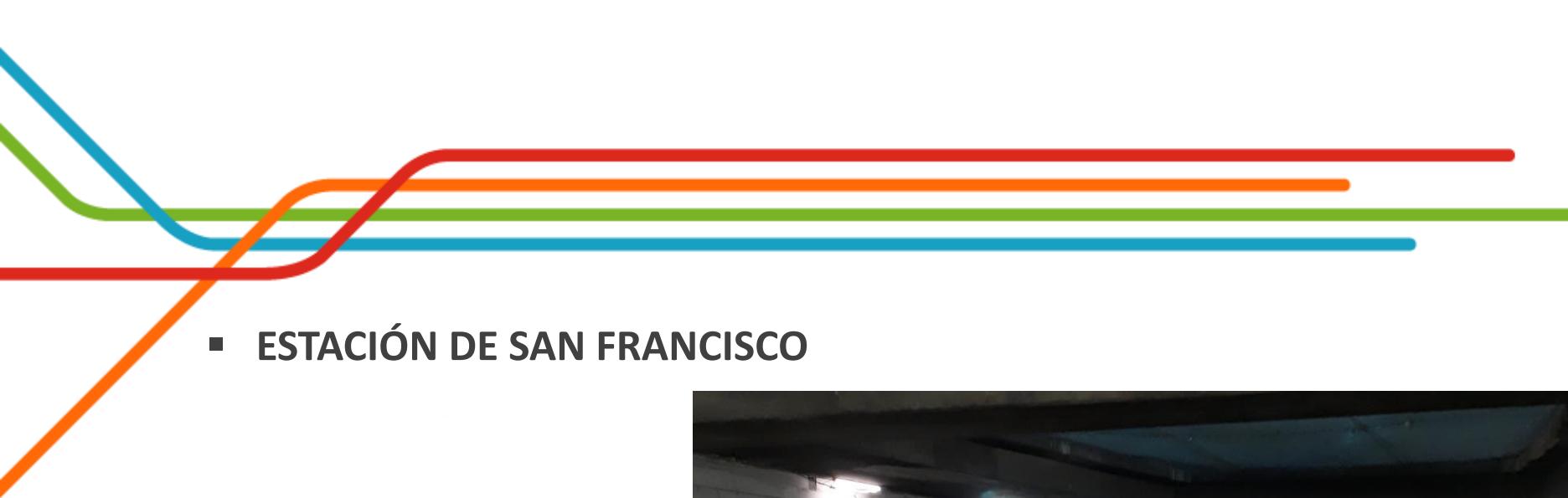


## ■ ESTACIÓN DE SAN FRANCISCO

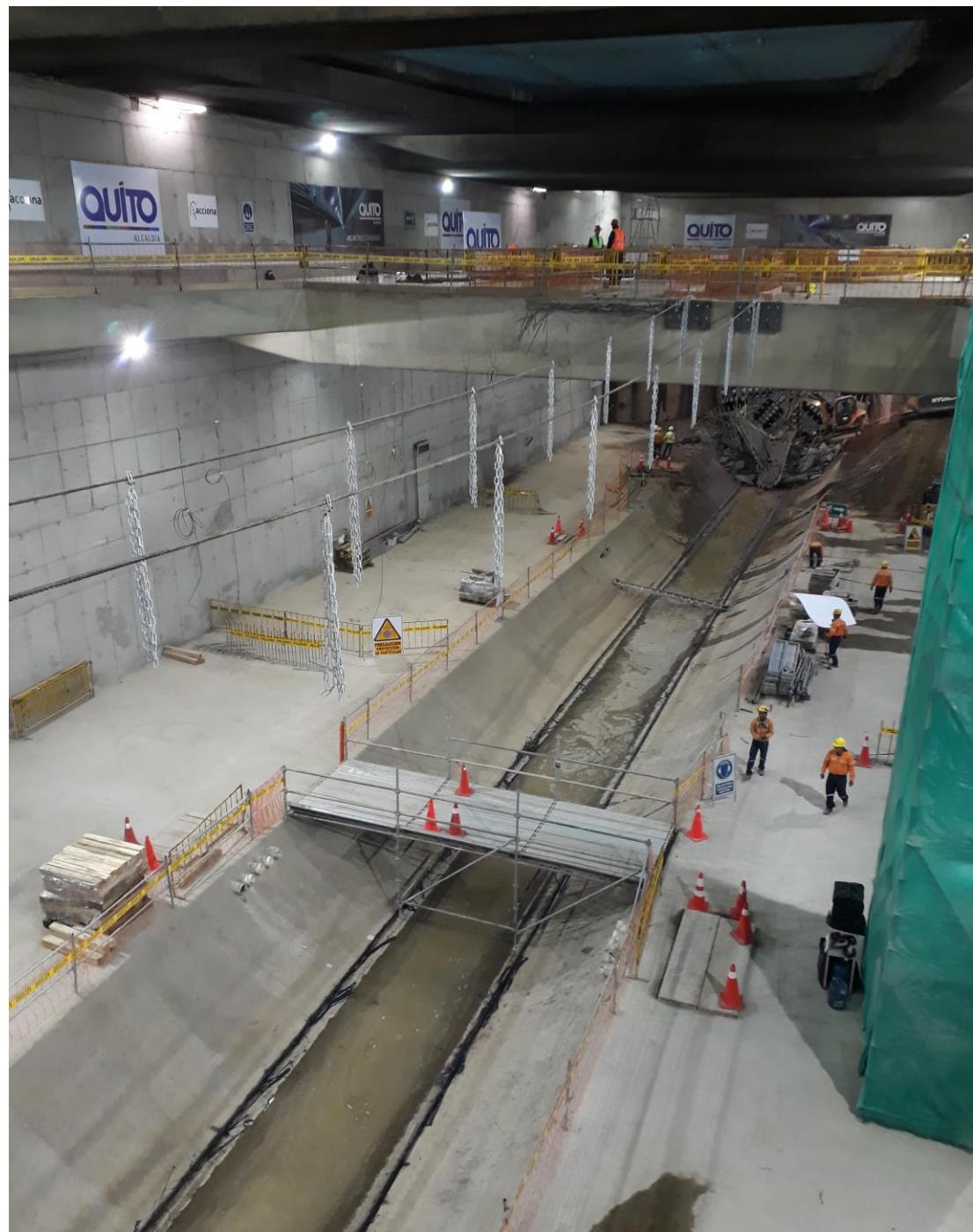


## Asociación Latinoamericana de Metros y Subterráneos





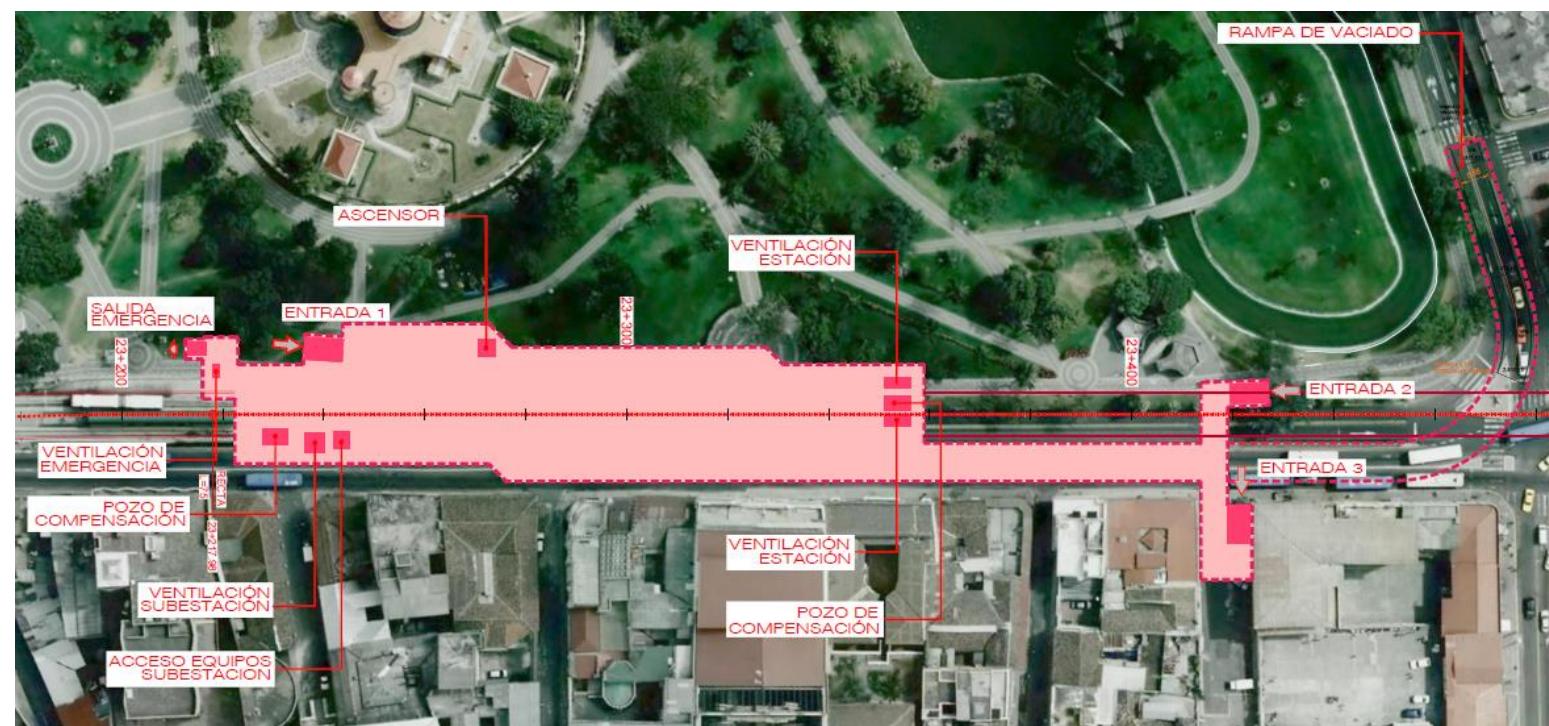
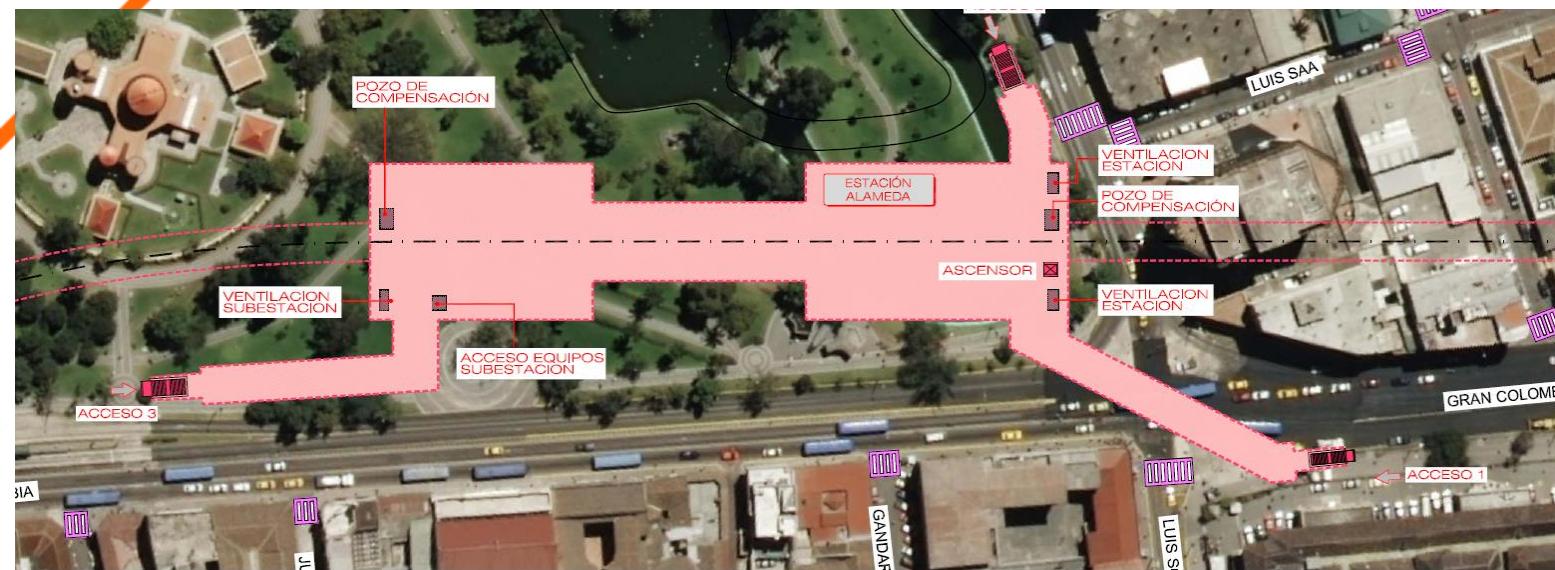
- ESTACIÓN DE SAN FRANCISCO



Alamys

Asociación Latinoamericana  
de  
Metros y Subterráneos

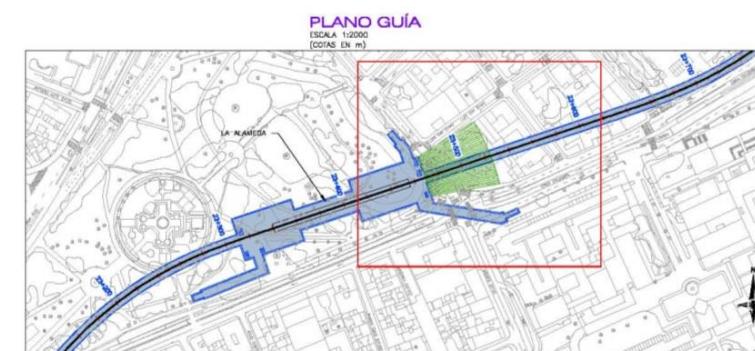
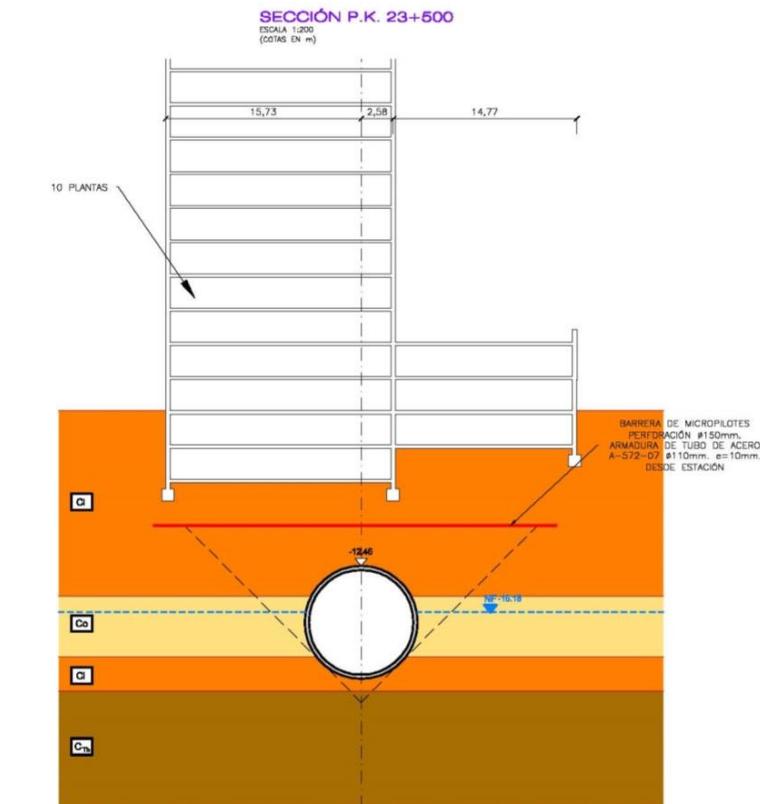
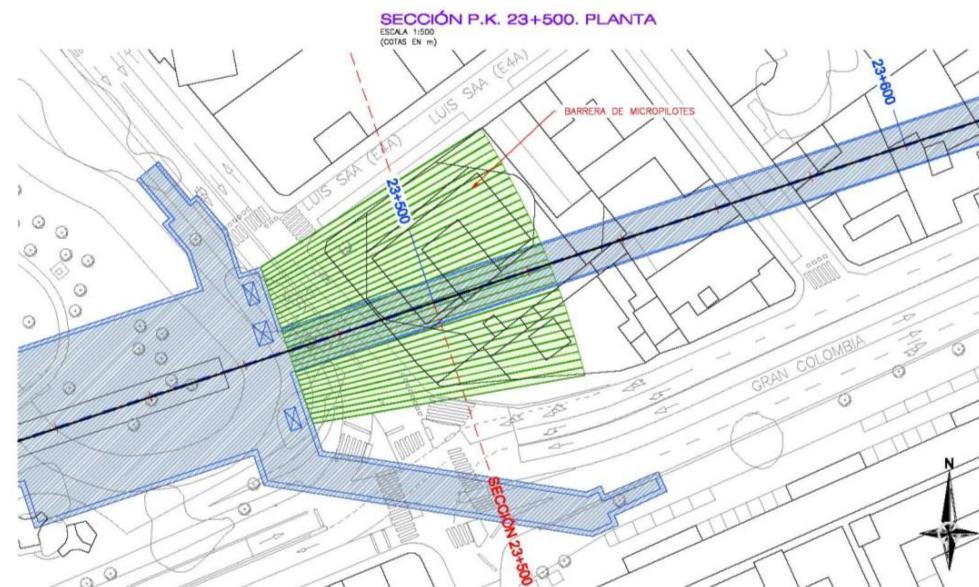
■ ESTACIÓN DE LA ALAMEDA



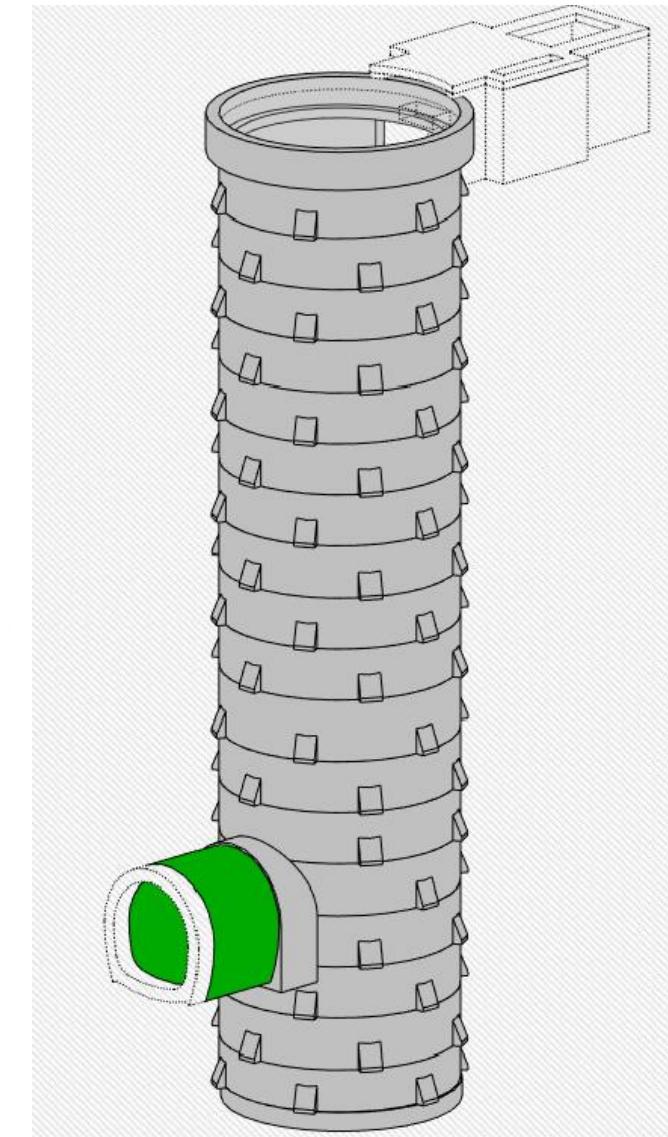
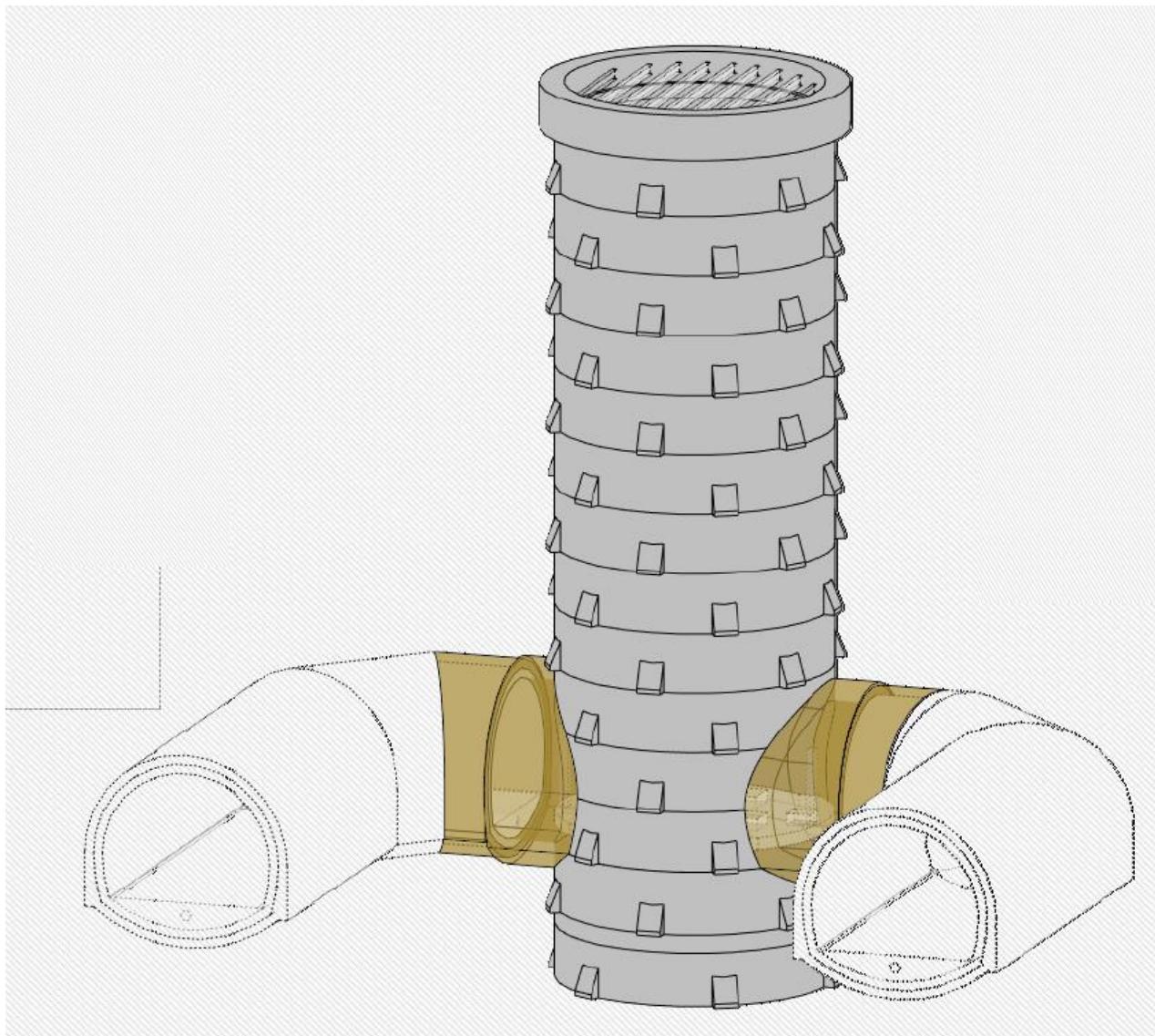
■ ESTACIÓN DE LA ALAMEDA



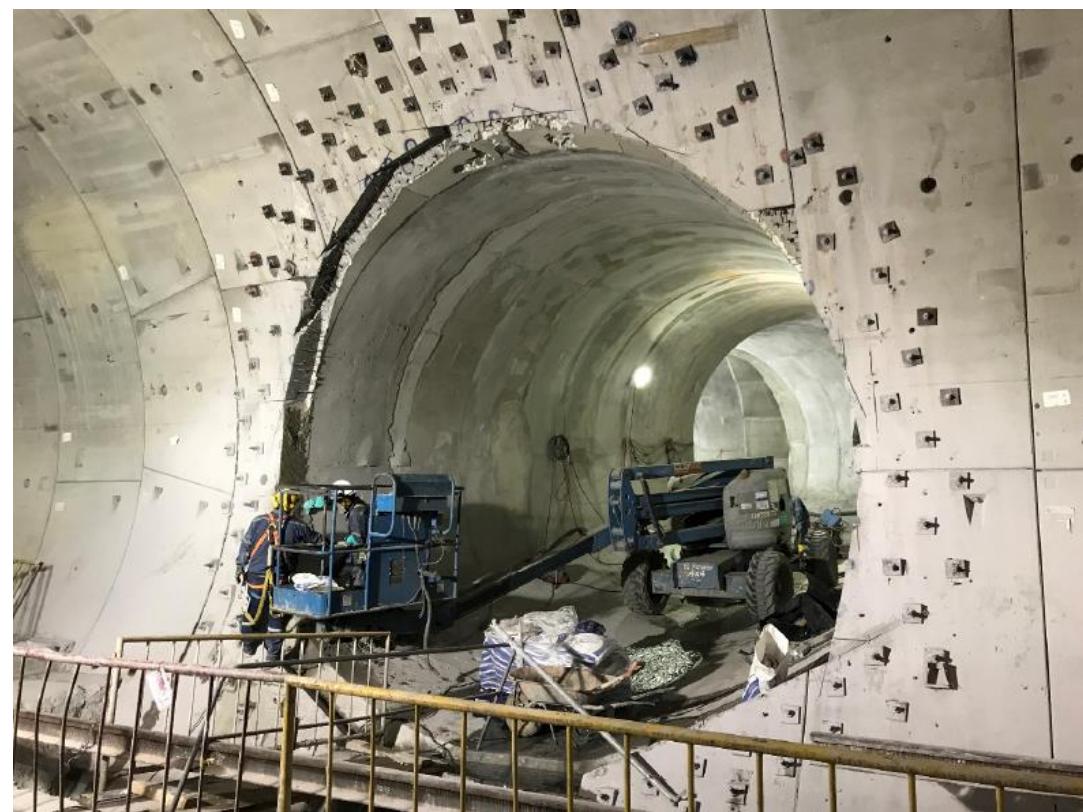
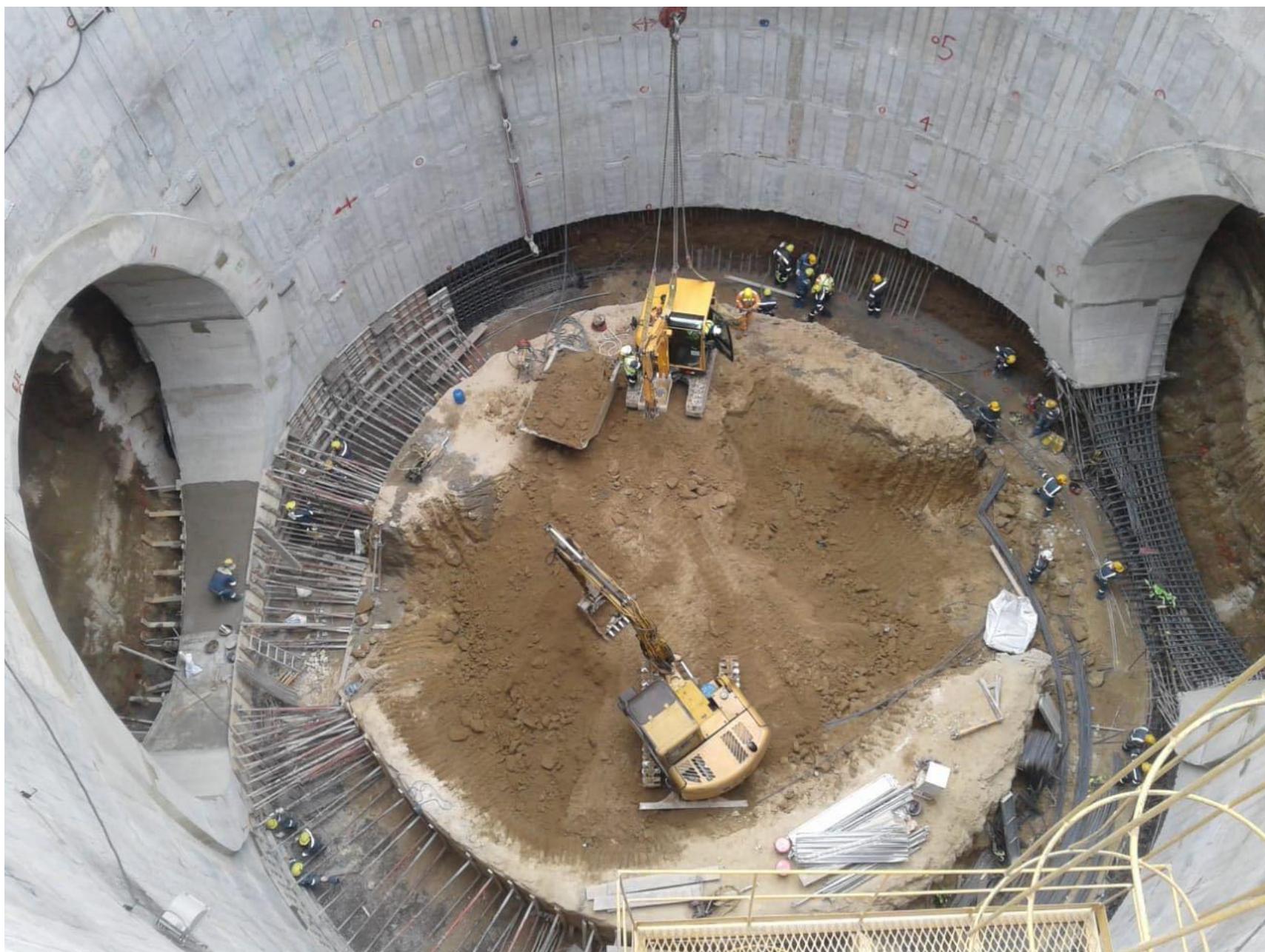
■ TRATAMIENTOS



- POZOS



■ POZOS



## 4. EVENTOS MÁS IMPORTANTES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA PLMQ

### II. ACTA DE ENTENDIMIENTO

- Se firma en Abril de 2016. Es el inicio de la obra.
- Permite implementar las optimizaciones.
- Permite introducir una tercera tuneladora para la ejecución del túnel
- Permite materializar un margen económico de ejecución del 5 % del presupuesto (75 M\$).
- Se mantiene el plazo de obra previsto (42 meses).

#### 4. EVENTOS MÁS IMPORTANTES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA PLMQ

### III. TOMA DE DECISIONES DURANTE LA EJECUCIÓN

- Ante las dificultades inevitables en este tipo de proyectos de obras subterráneas, la Gerencia de Proyecto ha realizado nuevos diseños funcionales, constructivos y estructurales para resolverlas. La toma de decisión se ha producido siempre en plazos muy breves. **Decisiones en tiempo real.**
- La Gerencia tiene una **función integradora de los diferentes sistemas** del proyecto: material rodante, instalaciones, obras civiles, etc.

## 5. CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES

- El contrato FIDIC es un buen instrumento porque permite una gestión eficaz y equilibrada entre las partes. FIDIC vs legislación local.
- El Contratista “solo construye”, se recomienda licitar con Estudios de Detalle, reduce riesgos e incertidumbres permitiendo un mayor ajuste del plazo y presupuesto.
- Se está consiguiendo mantener sustancialmente el plazo y el coste de las obras.
- El coste total, incluyendo el material móvil, supone 90 M\$/Km.
- La obra siempre debe ser “gerenciada” técnicamente. La Gerencia NO es la Fiscalización.



Asociación Latinoamericana  
de  
Metros y Subterráneos

Gracias por su atención