

OBRAS MIXTAS

Proyecto: Línea 2 y Ramal Av Faucett –Av Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao

Descripción General

El proyecto “Línea 2 y Ramal Av Faucett –Av Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao”, es un proyecto que dotará de un moderno sistema de transporte público masivo a Lima y Callao de tipo Metro subterráneo, de 35 km de extensión total, que comprenderá el Eje Vial Este-Oeste (Ate - Lima - Callao) y el ramal de conexión en la Av. Faucett hacia el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (Línea 4 Ramal).

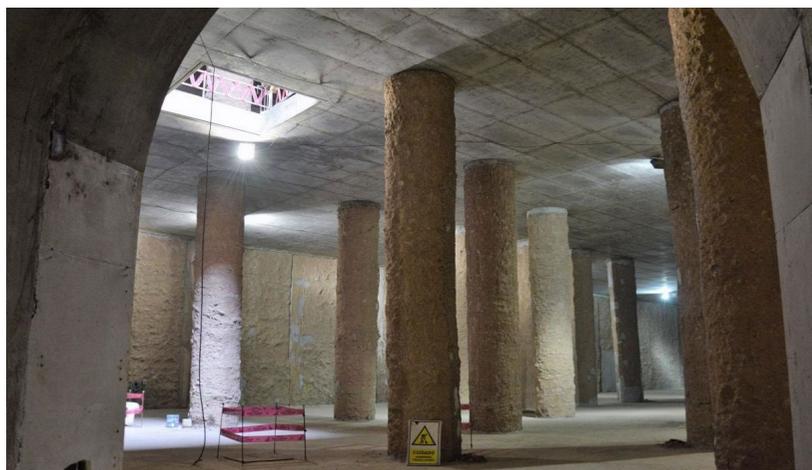


Fig. 1: Muros Pantalla y Pilas Pilote ejecutadas en la Estación 24 “Mercado Santa Anita”

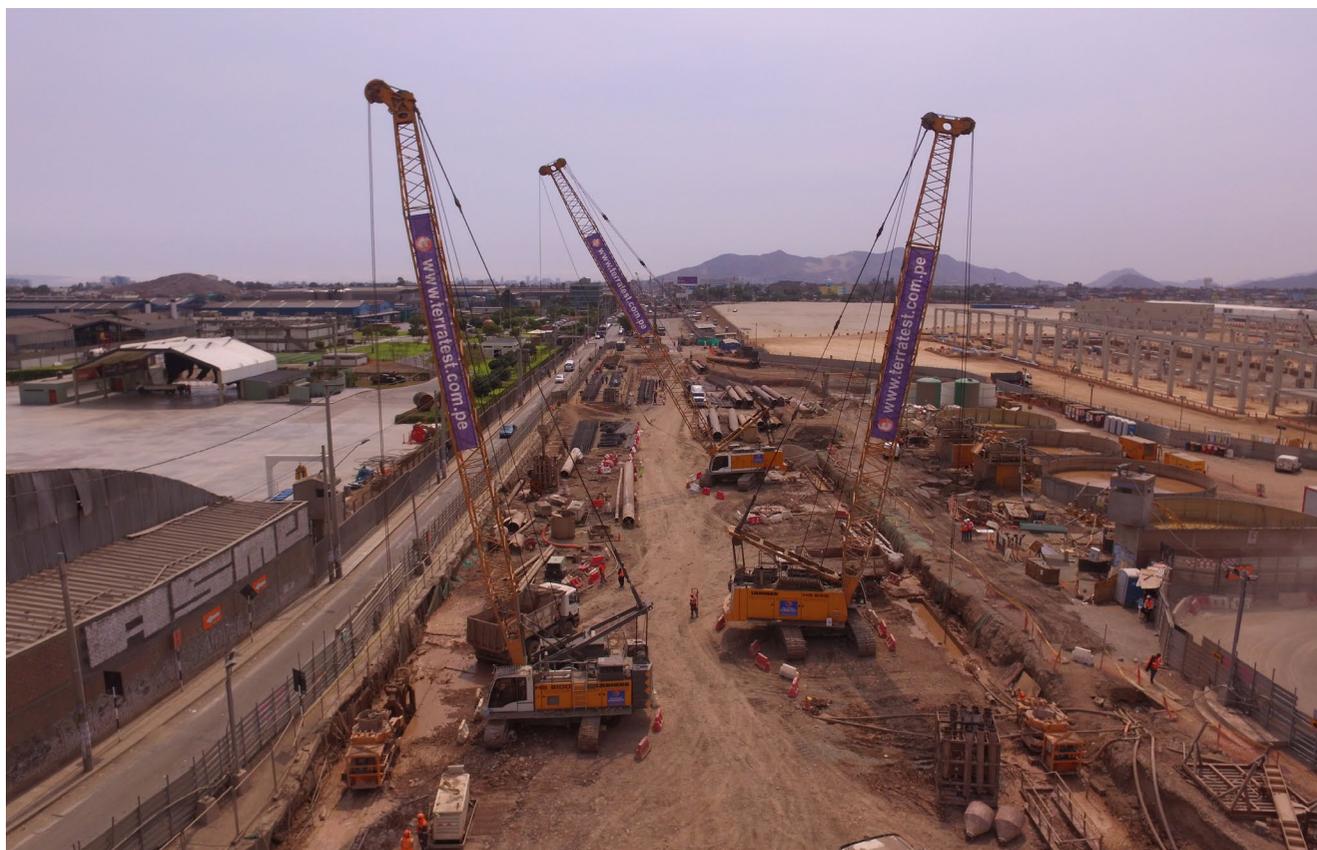


Fig. 2: Ejecución de Pantalla y Pilas Pilote en la Estación 24 “Mercado Santa Anita”

OBRAS MIXTAS

Proyecto: Línea 2 y Ramal Av Faucett –Av Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao

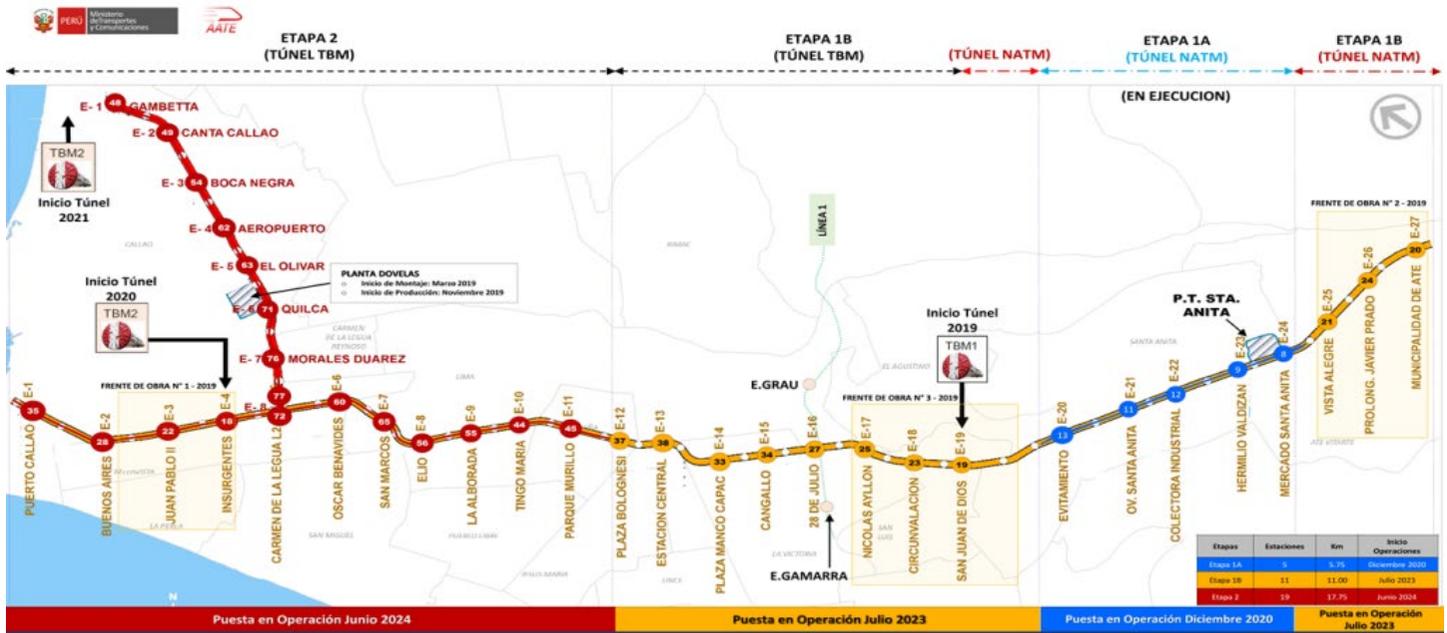


Fig. 3: Estaciones de Línea 2 y Ramal Av. Elmer Faucett de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.

El proyecto contará con 35 estaciones en total (27 estaciones de la Línea 2 y 8 estaciones de la Línea 4).

El proyecto cuenta con las siguientes 3 etapas:

1) Etapa 1-A Corresponde al tramo 5:

Comprendido entre las Estación 20 “Evitamiento “ y Estación 24 “Mercado Santa Anita”. Cuenta con 5 estaciones ; 4 pozos de ventilación; y 5km de Túneles NATM.

Adicionalmente para compatibilizar la construcción del Tramo 4 y 6 con la Etapa 1-A , se prevé construir también :

- Desde la Estación 20 hasta el pozo de ventilación PV-19b.
- Desde la Estación 24 hasta el pozo de ventilación PV-24

- PV-24
- Estación 24 - “Mercado Santa Anita” 
- Patio Taller

- ✓ PV-23
- ✓ Estación 23 - “Hermilio Valdizán” 
- ✓ PV-22
- ✓ Estación 22 - “Colectora Industrial” 
- ✓ PV-21
- ✓ Estación 21 - “Óvalo Santa Anita” 
- ✓ PV-20
- ✓ Estación 20 - “Evitamiento” 
- ✓ PV-19b

2) Etapa 1-B Esta dividido en Etapa 1-B1 y Etapa 1-B2 :

Cuenta con 11 estaciones ; 13 pozos de ventilación y emergencia interestación ; 4km de Túneles NATM; y 7.25km de Túneles TBM1.

2.1) Etapa 1-B1 Corresponde al tramo 3 y 4 :

Comprendido entre Pozo de la Estación 11 (PV-11) y Pozo de la Estación 19 (V-19b). Cuenta con 8 estaciones y 10 pozos de ventilación y emergencia interestación.

OBRAS MIXTAS

Proyecto: Línea 2 y Ramal Av Faucett –Av Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao

- ✓ PV-19b
- ✓ PV-19
- ✓ Estación 19 - "San Juan de Dios" 
- ✓ PV-18
- ✓ Estación 18 - "Circunvalación" 
- ✓ PV-17
- ✓ Estación 17 - "Nicolás Ayllón" 
- ✓ PV-16
- ✓ Estación 16 - "28 de Julio"
- ✓ PV-15
- ✓ Estación 15 - "Cangallo"
- ✓ PV-14
- ✓ Estación 14 - "Plaza Manco Capac"
- ✓ PV-13
- ✓ Estación 13 - "Estación Central "
- ✓ PV-12
- ✓ Estación 12 - "Plaza Bolognesi"
- ✓ PV-11

2.2) Etapa 1-B2 Corresponde al tramo 6:

Comprendido entre Pozo de la Estación 24 PV-24 y la cola de maniobras situada después de la Estación 27 "Municipalidad de Ate" . Cuenta con 3 estaciones y 3 pozos de ventilación.

- ✓ Cola de maniobras
- ✓ Estación 27 - "Municipalidad de Ate"
- ✓ PV-26
- ✓ Estación 26 - "Prolongación Javier Prado" 
- ✓ PV-25
- ✓ Estación 25 - "Vista Alegre"
- ✓ PV-24

3) Etapa 2- Línea 2 Corresponde al tramo 2:

Comprendido entre la Estación 01 "Puerto del Callao" y Estación 11 "Parque Murillo". Cuenta con 11 estaciones ;10 pozos de ventilación; 6.25km de Túneles TBM1 ; y 4km de Túneles TBM2.

- ✓ Estación 11 - "Parque Murillo"
- ✓ PV-10

- ✓ Estación 10 - "Tingo María "
- ✓ PV-09
- ✓ Estación 09 - "La Alborada"
- ✓ PV-08
- ✓ Estación 08 - "Elio"
- ✓ PV-07
- ✓ Estación 07 - "San Marcos "
- ✓ PV-06
- ✓ Estación 06 - "Óscar R. Benavides"
- ✓ PV-05
- ✓ Estación 05 - "Carmen de la Legua (Línea 2)"
- ✓ PV-04
- ✓ Estación 04 - "Insurgentes"
- ✓ PV-03
- ✓ Estación 03 - "Juan Pablo II"
- ✓ PV-02
- ✓ Estación 02 - "Buenos Aires"
- ✓ PV-01
- ✓ Estación 01 - "Puerto del Callao"

Etapa 2- Línea 4C :

Comprendido entre la Estación 01 "Gambetta" y Estación 08 "Carmen de la Legua (Línea 4)". Cuenta con 8 estaciones ; 7 pozos de ventilación ; y 7.7km de Túneles TBM2.

- ✓ Patio Taller Bocanegra
- ✓ Estación 08 - "Gambetta"
- ✓ PV-07
- ✓ Estación 07 - "Canta Callao"
- ✓ PV-06
- ✓ Estación 06 - "Bocanegra"
- ✓ PV-05
- ✓ Estación 05 - "Aeropuerto Jorge Chavez"
- ✓ PV-04
- ✓ Estación 04 - "El Olivar"
- ✓ PV-03
- ✓ Estación 03 - "Quilca"
- ✓ PV-02
- ✓ Estación 02 - "Morales Duárez"
- ✓ PV-01
- ✓ Estación 01 - "Carmen de la Legua (Línea 4)"

OBRAS MIXTAS

Proyecto: Línea 2 y Ramal Av Faucett –Av Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao

Sistema Constructivo TOP - DOWN

El sistema constructivo empleado en el proyecto es el TOP-DOWN “Ascendente –Descendente” o también conocido como “Cut and Cover”. Consiste en construir inicialmente los muros perimetrales y columnas de soporte de la estructura con muros pantalla o pilotes excavados, luego se excava hasta la cota inferior de la primera losa, y se hormigonan las vigas y losa directamente sobre el terreno, repitiendo este proceso en cada nivel de subterráneos, excavando y hormigonando contra terreno, se completa así la estructura bajo la superficie (descendente) mientras la estructura superior (ascendente) puede comenzar a construirse en forma independiente apoyándose en la primera losa ya construida, a medida que avanza el proceso. Es decir, tanto la construcción por encima y debajo del nivel 0.00 van en paralelo reduciendo el plazo convencional. Sin embargo, aquí la excavación y retiro de suelo requiere un proceso más lento, ya que se tienen restricciones de circulación por la presencia de columnas y con galibo reducido.

Pilotes Terratest Perú S.A.C tiene a su cargo la ejecución de básicamente cuatro soluciones relacionadas a cimentaciones especiales denominados muros pantalla, pilotes, pilas-pilote y prueba de carga con Celda de Osterberg.

El **muro pantalla** es una tecnología de cimentación profunda muy utilizada para resolver problemas relacionados a estabilidad de taludes durante la etapa de excavación, ya que implica la construcción de un muro de contención de espesores definidos desde una plataforma única del proyecto o la cota 0; para ello, Pilotes Terratest cuenta con un equipamiento de grúas y cucharas de fabricantes de primera línea como Liebherr y Stein que nos ha permitido brindar el soporte técnico adecuado a la magnitud del proyecto.

Los **pilotes** son también una solución de cimentaciones especiales que consiste, en resumen, en la ejecución de elementos, en este caso, de concreto armado, circulares de diámetro determinado y profundidad definida que tienen como finalidad transmitir las cargas de cimentación hacia estratos inferiores de mayor capacidad portante.

Las **pilas – pilote** son una variación constructiva de los pilotes que considera que ciertos tramos de los pilotes serán columnas vistas en la estructura a construir. Al igual que en el caso de las pantallas, para las operaciones de estas dos últimas soluciones de cimentación, Pilotes Terratest se ha equipado con perforadoras BAUER, marca alemana de primera línea en la rama de equipos especiales dedicados a cimentaciones especiales.

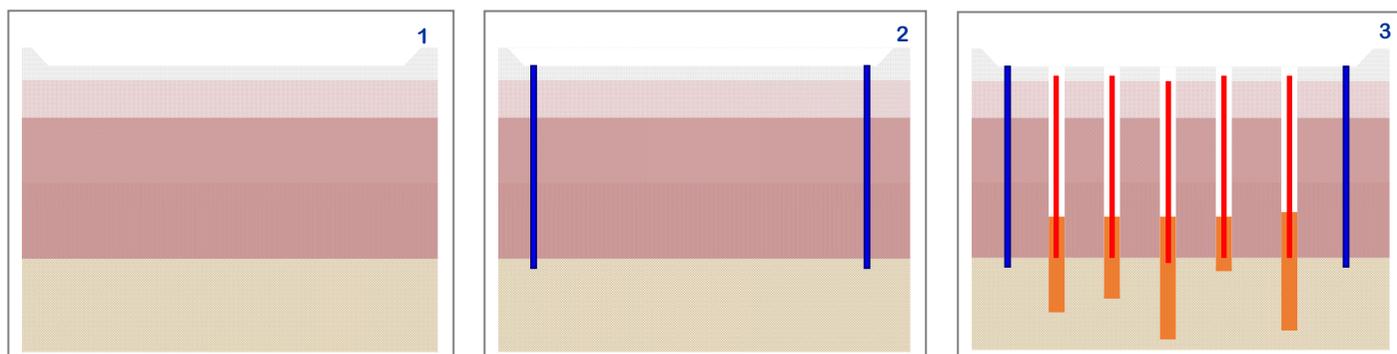
Pilotes Terratest ha sido pionera en el Perú en llevar a cabo el **ensayo de carga mediante Celda Osterberg** con resultados exitosos, en lo que respecta a la comprobación de la capacidad portante del terreno para los pilotes ejecutados adicionalmente en el proyecto.

OBRAS MIXTAS

Proyecto: Línea 2 y Ramal Av Faucett –Av Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao

Proceso Constructivo

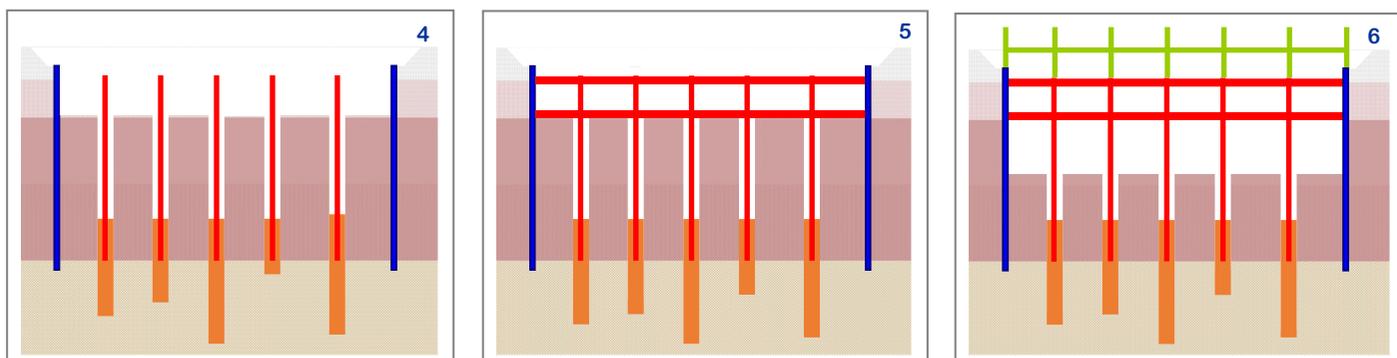
Fases de Ejecución – Etapa Descendente



Fase 1: Preparación de la plataforma de trabajo

Fase 2: Construcción de los Muros Pantalla o Pilotes perimetrales, dependiendo del tipo de suelo y solución.

Fase 3: Excavación de Pilotes centrales, los que pueden ser completamente de hormigón armado o mixtos, con hormigón armado en las fundaciones y columnas de acero en la altura de los sótanos



Fase 4: Excavación Subterráneo 1

Fase 5: Construcción Subterráneo 1

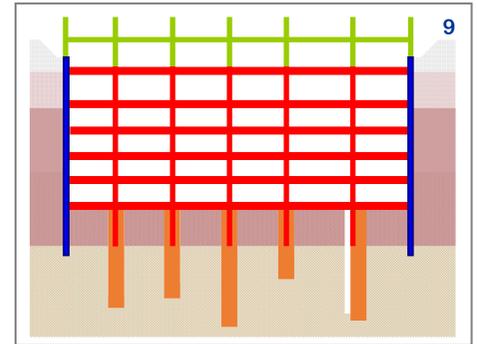
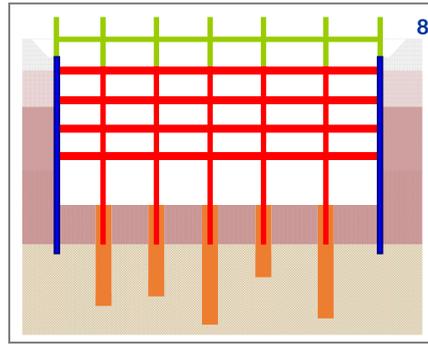
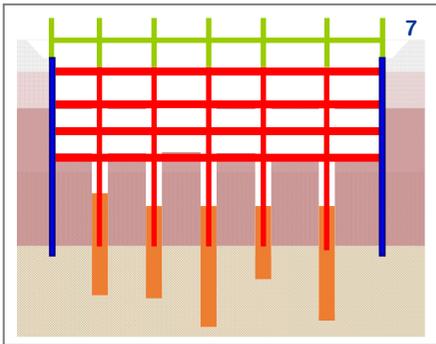
Fase 6: Excavación Subterráneo 2, 3 y comienzo de la construcción de la estructura del primer nivel

OBRAS MIXTAS

Proyecto: Línea 2 y Ramal Av Faucett –Av Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao

Proceso Constructivo

Fases de Ejecución – Etapa Ascendente



Fase 7: Construcción Subterráneo 2, 3 y continúa en forma ascendente la construcción de las plantas superiores

Fase 8: Excavación hasta Subterráneo 5

Fase 9: Construcción Subterráneo 4 y 5.

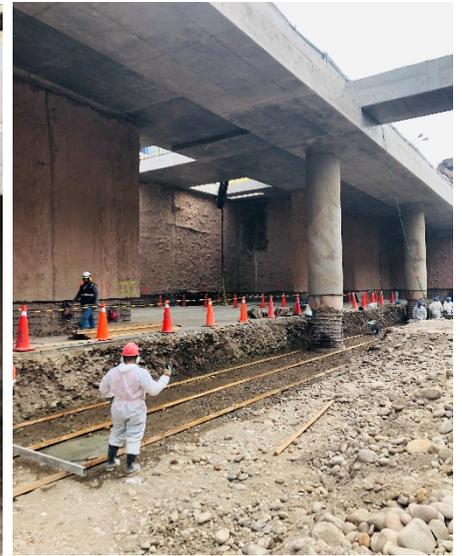


Fig. 4: Durante armado de losa de la Estación 19-Nivel Vestíbulo

OBRAS MIXTAS

Proyecto: Línea 2 y Ramal Av Faucett –Av Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao

✓ Estación 17- “Nicolás Ayllón”

Muros Pantalla

- Fecha de ejecución 14.07.2020 al 02.10.2020
- 71 muros pantalla ejecutados
- 7,871.61 m2 de muro pantalla de E=1000mm
- 625.60 m2 muro pantalla sin armadura E=1000mm
- 26.50 m máxima profundidad de excavación

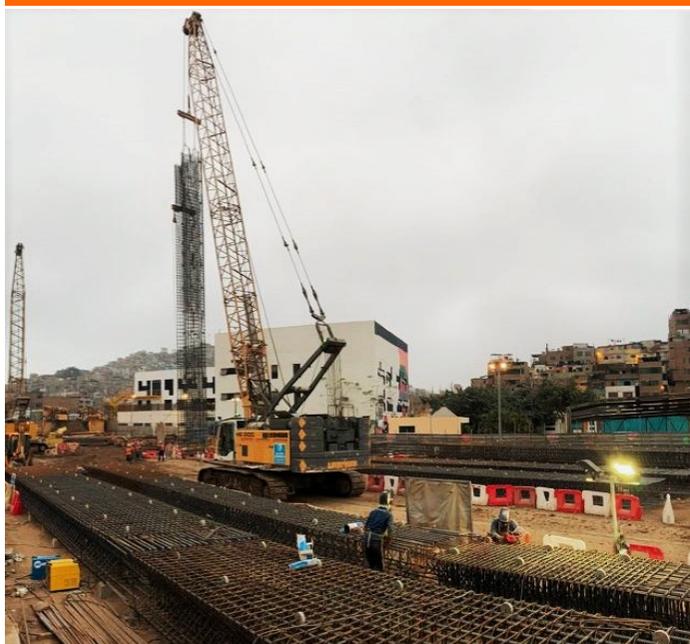
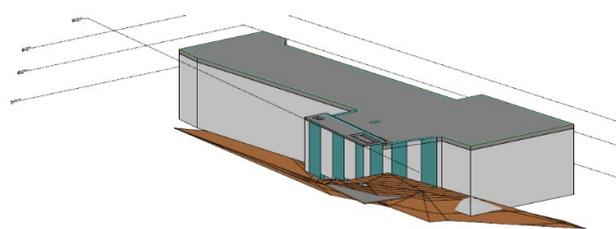


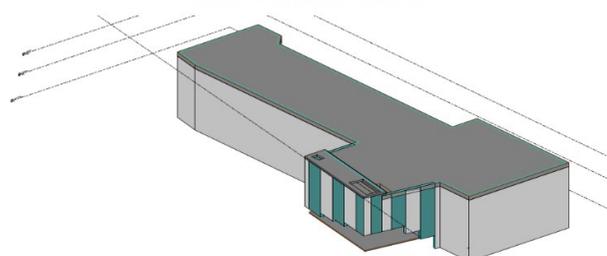
Fig.5: Izaje de armadura de pantalla en la Estación 17 “Nicolás Ayllón”



Fig.6: Excavación y vaciado de pantalla en la Estación 17 “Nicolás Ayllón”



Estación E-17 Nicolás Ayllón. Vista 1 del modelo 3D.



Estación E-17 Nicolás Ayllón. Vista 1 del modelo 3D sin estrato rocoso.

Redimensionado de pantallas del por afloramiento rocoso

PTP ejecutó perforaciones adicionales en el Acceso Norte fuera del eje de las pantallas con la finalidad de determinar el perfil rocoso. Las pantallas desde el MP-47 al MP-56 fueron redimensionadas en su longitud requiriéndose de un análisis adicional para establecer un proceso constructivo que permita su posterior ejecución hasta la cota indicada en el EDI.

Fig.7: Modelo 3D en Revit –Afección rocosa sobre las pantallas (Fuente Nota Técnica CJV-SAYL-STR-NT-0001-01B-C-00 17.09.20)

OBRAS MIXTAS

Proyecto: Línea 2 y Ramal Av Faucett –Av Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao

✓ Estación 17- “Nicolás Ayllón”



Fig.8: Vista panorámica Estación 17- “Nicolás Ayllón”

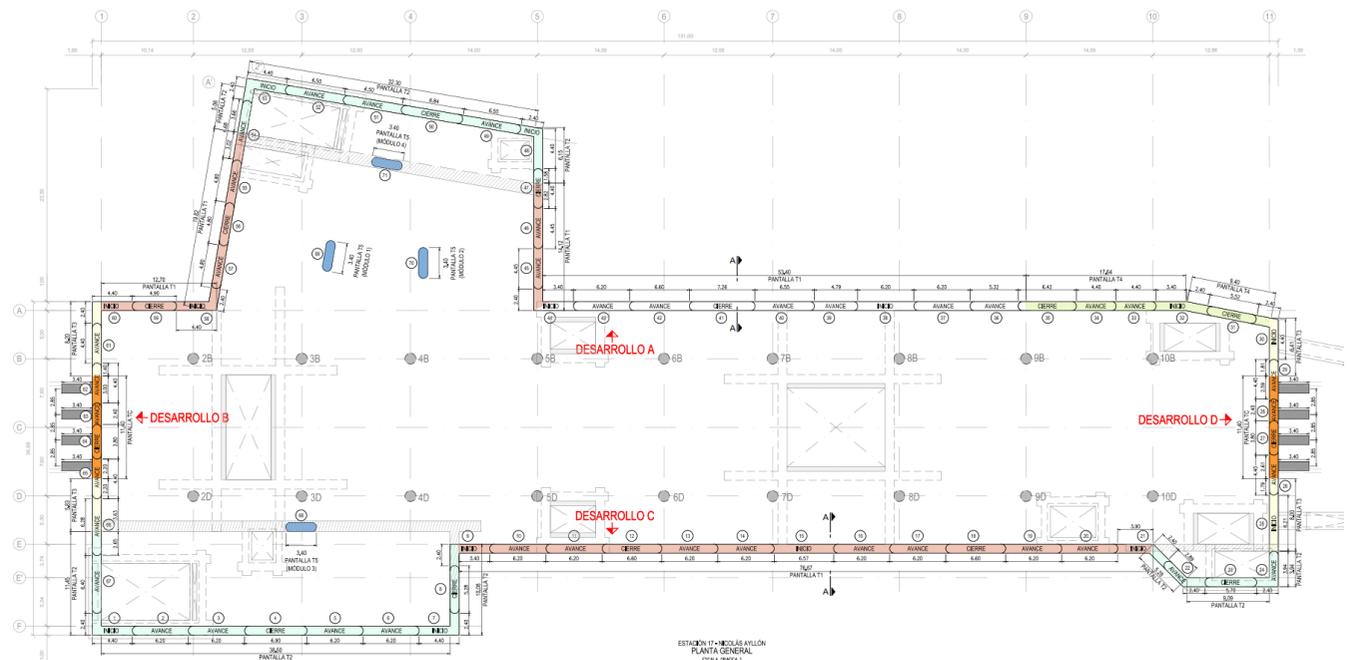


Fig.9: Plano de planta de la Estación 17-“Nicolás Ayllón”

OBRAS MIXTAS

Proyecto: Línea 2 y Ramal Av Faucett –Av Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao

✓ Estación 17- “Nicolás Ayllón”

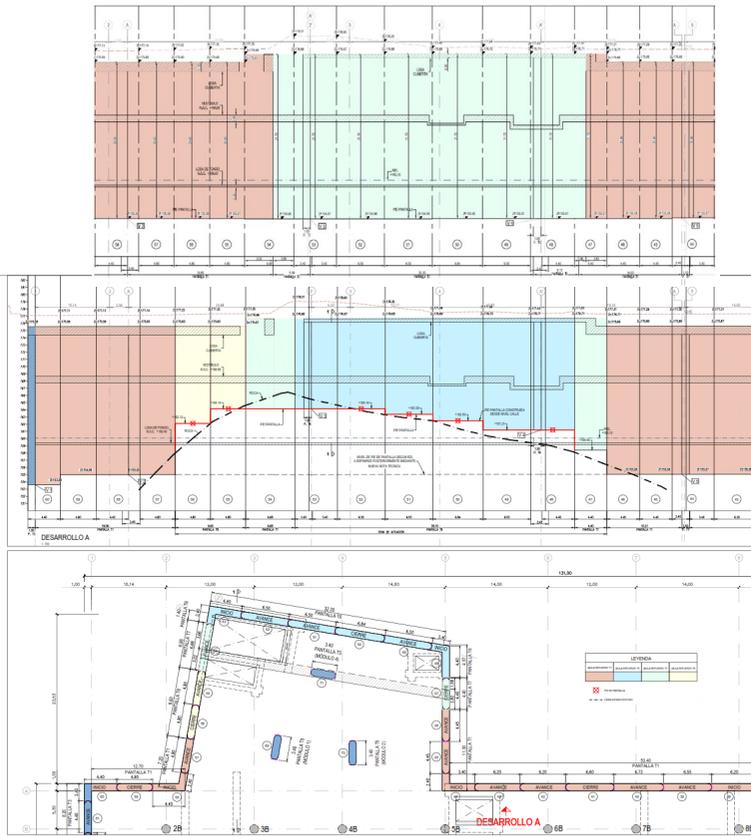


Fig.10: Redimensión de pantallas afectadas por afloramiento rocoso-Estación 17



Fig.11: Excavación de pantalla con herramienta convencional.



Fig.12: Uso de herramienta especial para material rocoso (Trépano)

- FASE 1: Excavación hasta estrato rocoso.
- FASE 2: Colocación de armadura y vaciado de pantalla.
- FASE 3: Excavación hasta cota losa cubierta.
- FASE 4: Ejecución losa cubierta.
- FASE 5: Excavación hasta cota losa vestíbulo.
- FASE 6: Ejecución losa vestíbulo.
- FASE 7: Excavación hasta losa de fondo y descalzado de pantalla hasta cota pie pantalla.
- FASE 8: Picado extremo inferior pantalla, ejecución de pantalla restante hasta cota pie.
- FASE 9: Ejecución de losa de fondo

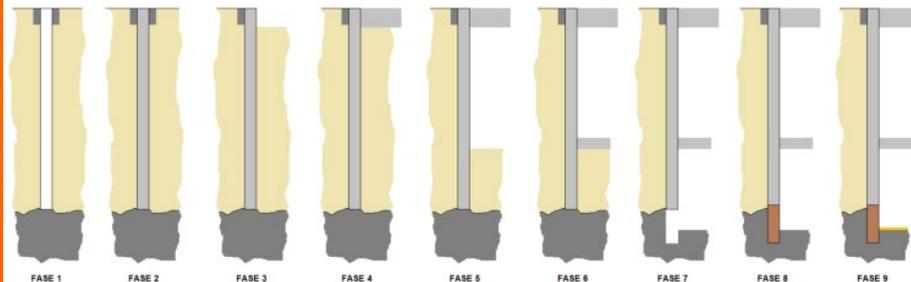


Fig.13: Proceso constructivo para pantallas redimensionadas en su longitud.

OBRAS MIXTAS

Proyecto: Línea 2 y Ramal Av Faucett –Av Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao

✓ Estación 17- “Nicolás Ayllón”



Fig.14: Colocación de camisa metálica en perforación.



Fig.16: Colocación de armadura en perforación.

Pilas Pilote

- Fecha de ejecución 31.08.2020 al 10.10.2020
- 18 Pilas-Pilote ϕ_{max} 1800mm
- 557.58ml Pilas-Pilote ϕ_{max} 1800mm
 - ✓ 88.91 ml H= 0m a 30m
 - ✓ 468.67ml H= 0m a 40m
- 31.78 m máxima profundidad de perforación

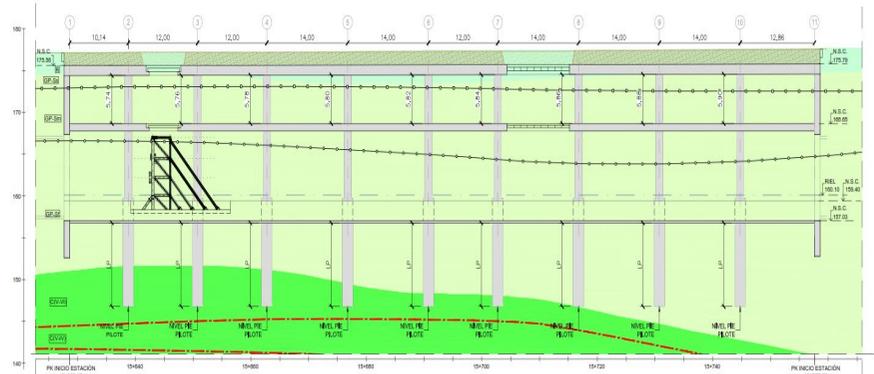


Fig.15: Estratigrafía de la Estación 17



Fig.17: Vaciado de concreto