



**5^{TO} SIMPOSIO INTERNACIONAL
TUNELES Y OBRAS
SUBTERRÁNEAS**

ESTACIONES DE METRO SUBTERRÁNEAS EN MEDIOS URBANOS MÉTODOS CONSTRUCTIVOS



Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos



Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos

Misión

Compartir experiencias y promover conocimientos que lleven a implementar mejores prácticas entre sus miembros permitiendo el desarrollo y la implementación de sistemas de transporte masivo sobre rieles, contribuyendo, de esta manera, a la calidad de vida de los habitantes y a la movilidad sostenible de ciudades en Latinoamérica y la península ibérica.

Visión

Valores

- Ética y Profesionalismo
- Transparencia
- Colaboración y Participación
- Responsabilidad Social y Ambiental

- Referencia mundial en el transporte público masivo y la Integración Modal
- Comprometida con estándares de seguridad de operación del transporte público masivo
- Divulgadora de mejores prácticas relativas a calidad del servicio prestado a usuarios

SOCIOS PRINCIPALES

Alamy

Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos

20

23

«Compartir experiencias y
promover conocimiento»

1987



2020

Argentina
Brasil
Chile
Colombia
Ecuador
España
Francia
México
Panamá
Perú
Portugal
Rep. Dominicana



AGENCIA DE OBRA PÚBLICA
DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA
Consejería de Fomento, Infraestructuras
y Ordenación del Territorio



Àrea de Barcelona
Autoritat del Transport
Metropolità



CPTM

Alamy

Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos

Ferrocarriles Suburbanos



FGC



FGV



GRUPO EFE



GOVERNO DO
Rio de Janeiro



linea 1
Metro
de Lima



METRÔ



metrorrey



metro bilbao



metroligero
oeste



metros ligeros
de Madrid



metro Málaga



METRÔ RIO



OPRET



metro
SEVILLA



metro



METRO
DE MEDELLÍN



METRO
DE PANAMA



METRO
DE SANTIAGO



Metro do Porto



Metropolitano de Granada



SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO



SITEUR
SISTEMA DE TREN ELÉCTRICO URBANO



Subte



Transports
Metropolitans
de Barcelona



tranvia
metropolitano



Tranvía
de Murcia



tranvía
zaragoza



TRENSURB



Via Quatro

43 SOCIOS PRINCIPALES

Alamys

Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos

ACYGS

ALSTOM

Ardanuy

ayesa

BOMBARDIER

CAF

CITEF

COLAS RAIL
EL CARRIL
DE UNA NUA NUEVA

DB

egis

ENGIE

ETF

Faiveley
TRANSPORT

getzner
engineering a quiet future

GLOBALVIA

HITACHI
Inspire the Next

HÜBNER

IDOM

ILF
CONSULTING
ENGINEERS

indra

ineco

LB Foster

masabi

PANDROL

ROCK DELTA

SENER

SICE

SIEMENS
Ingenio para la vida

SIM IMPEX
SISTEMAS DE INGENIERIA Y MAQUINARIA

SONDA

STADLER

SYSTRA

SYTECSA

Talgo

THALES

TÜVRheinland
Precisely Right.

TUV
Rhein

voestalpine

vossloh

39 SOCIOS ADHERENTES



Alamy

Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos

GUÍA PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS METROFERROVIARIOS



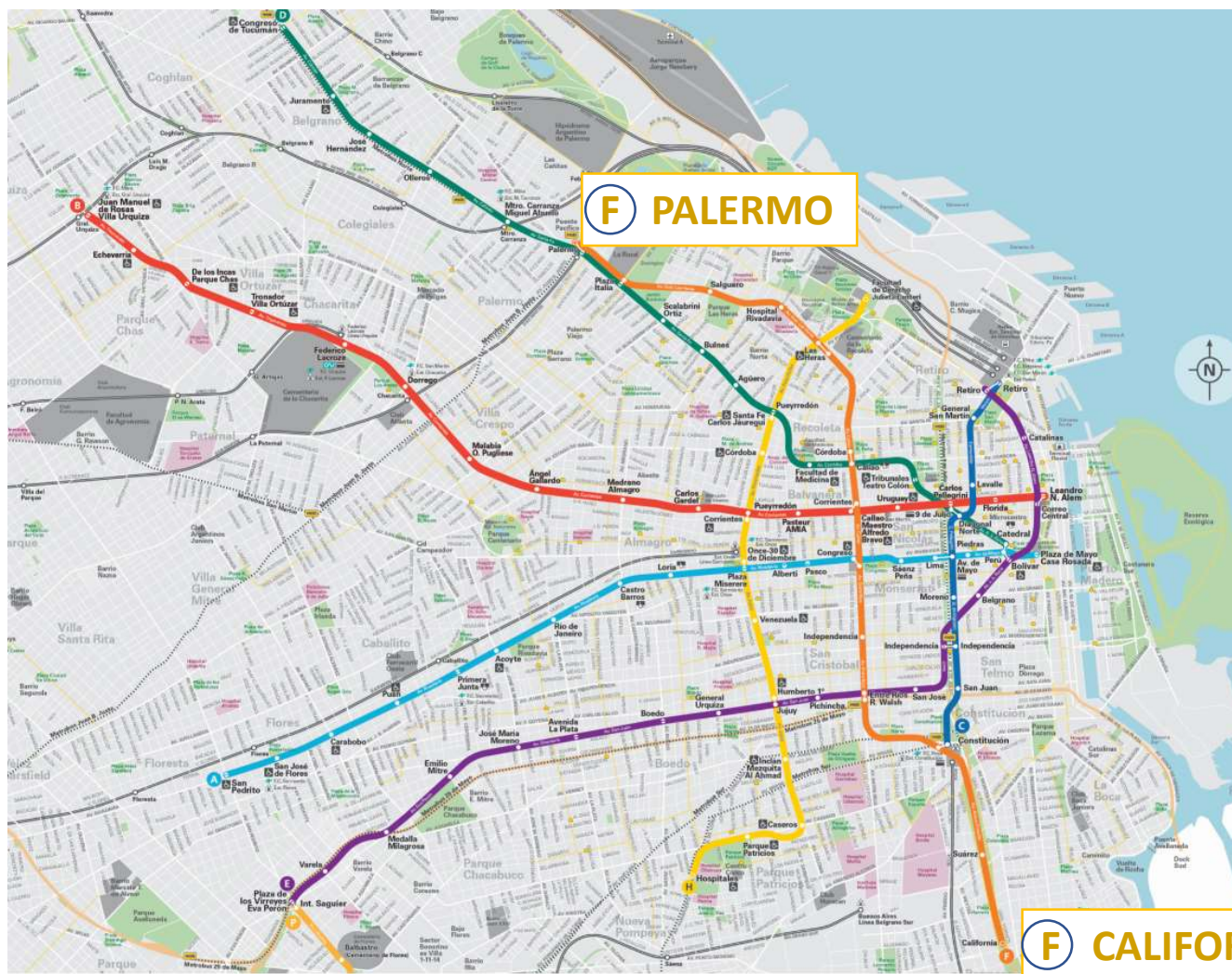
EMPRESA SBASE

SUBTERRÁNEOS DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES – SOCIEDAD DEL ESTADO
GERENCIA DE INGENIERÍA

CIUDAD DE BUENOS AIRES

RED ACTUAL **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **H**

PROYECTO DE NUEVA **LÍNEA F**



LÍNEA F

Datos relevantes de la traza de Línea F

Recorrido total (km): **12**

Recorrido elevado (km): **2**

Recorrido subterráneo (km): **11**

Cant. de Estaciones (u): **13**

Cant. de formaciones (u): **33**

Cant. Talleres a nivel de calzada (u): **1**

Tiempo del recorrido (minutos): **25**

Tipos y Cantidad de Estaciones

Cant. de Estaciones Elevadas (u): **2**

Cant. de Estaciones Cut&Cover (u): **1**

Cant. de Estaciones en Caverna (u): **10**

Combinaciones de Estaciones

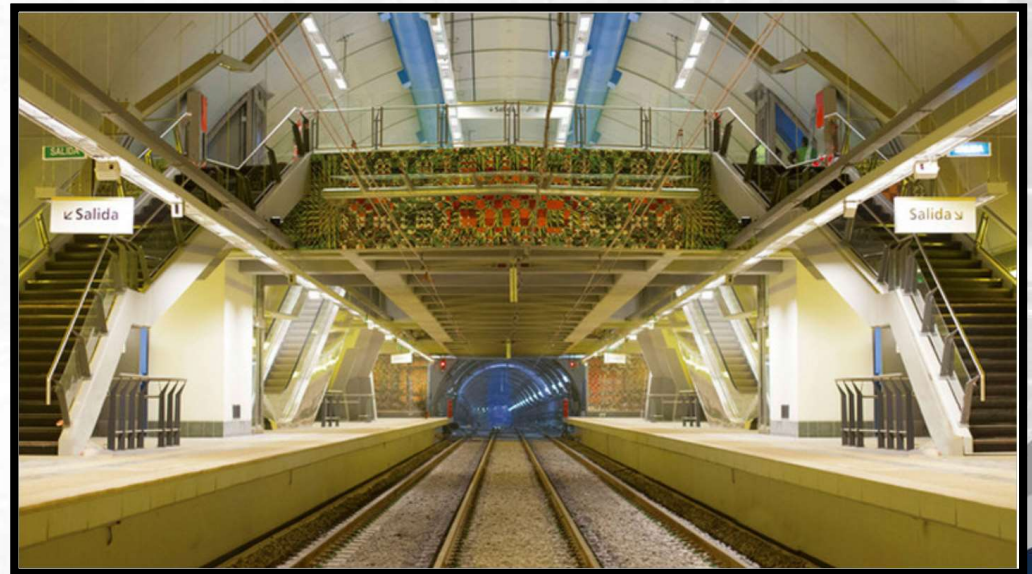
Cant. Estaciones de combinación (u): **8**

Cant. de trasbordo internodal (u): **2**



ESTACIONES DE METRO SUBTERRÁNEAS EN MEDIOS URBANOS MÉTODOS CONSTRUCTIVOS (2005-2016)

- CUT & COVER – CIELO ABIERTO
- NATM - TÚNEL





INDICE- MÉTODOS CONSTRUCTIVOS DE ESTACIONES DE METRO SUBTERRÁNEAS EN MEDIOS URBANOS

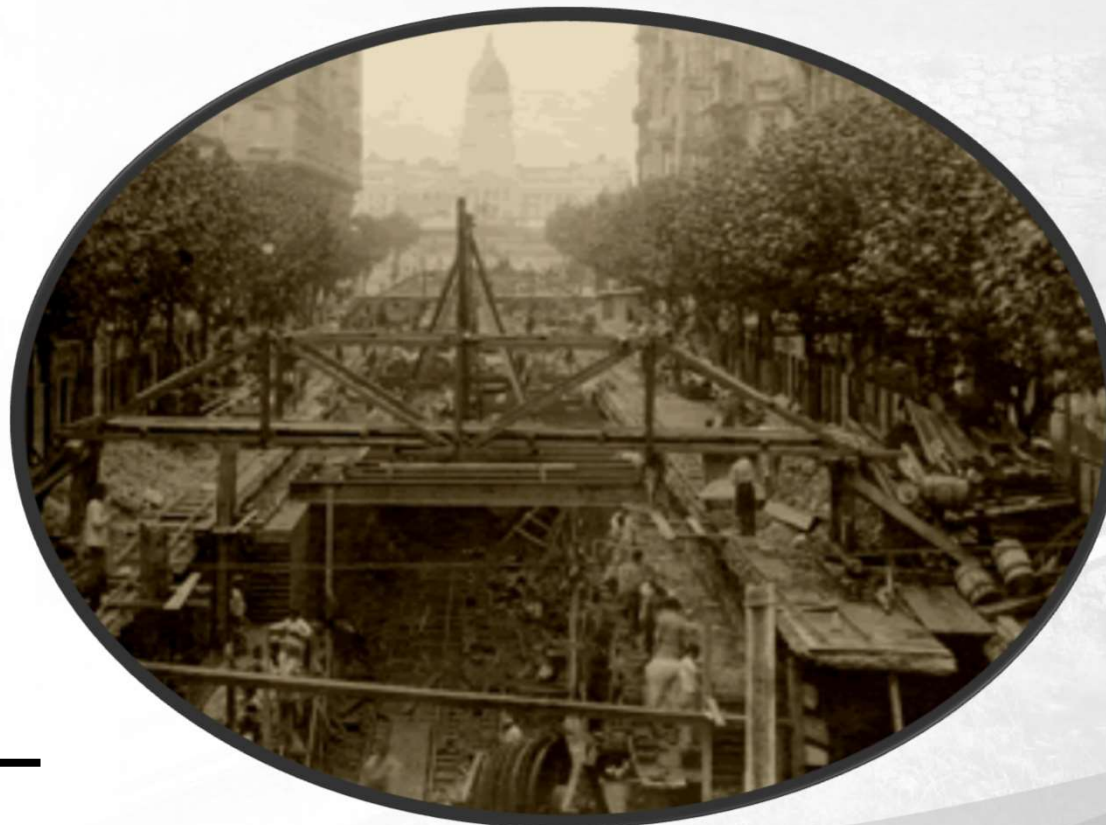
Ítem	• Descripción
	• RESEÑA HISTÓRICA
1.-	• ESTACIONES CUT & COVER – CIELO ABIERTO Y BAJO LOSA – DESDE AÑO 2005
2.-	• ESTACIONES NATM – TÚNEL - DESDE AÑO 2008
3.-	• CONDICIONES PARA ELEGIR UN TIPO DE MÉTODO CONSTRUCTIVO EN ESTACIONES
4.-	• SISTEMAS DE INGRESO Y RETIRO DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES SUBTERRÁNEAS.
5.-	• TIPOLOGÍAS DE ESTACIONES DE METRO PROYECTADAS PARA LA FUTURA LÍNEA F
6.-	• PROYECTO DE SISTEMA DE ACCESO A OBRA DE ESTACIONES EN TÚNEL PARA FUTURA LÍNEA F



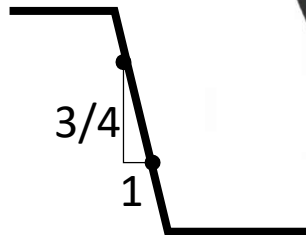
RESEÑA HISTÓRICA

INICIO DE LA CONSTRUCCIÓN DE SUBTES (METRO)EN Bs. As. - AÑO 1908 -

METODO CONSTRUCCTIVO CIELO ABIERTO
RESTRICCIÓN TOTAL DE CALZADAS PARA EL TRANSITO VEHICULAR



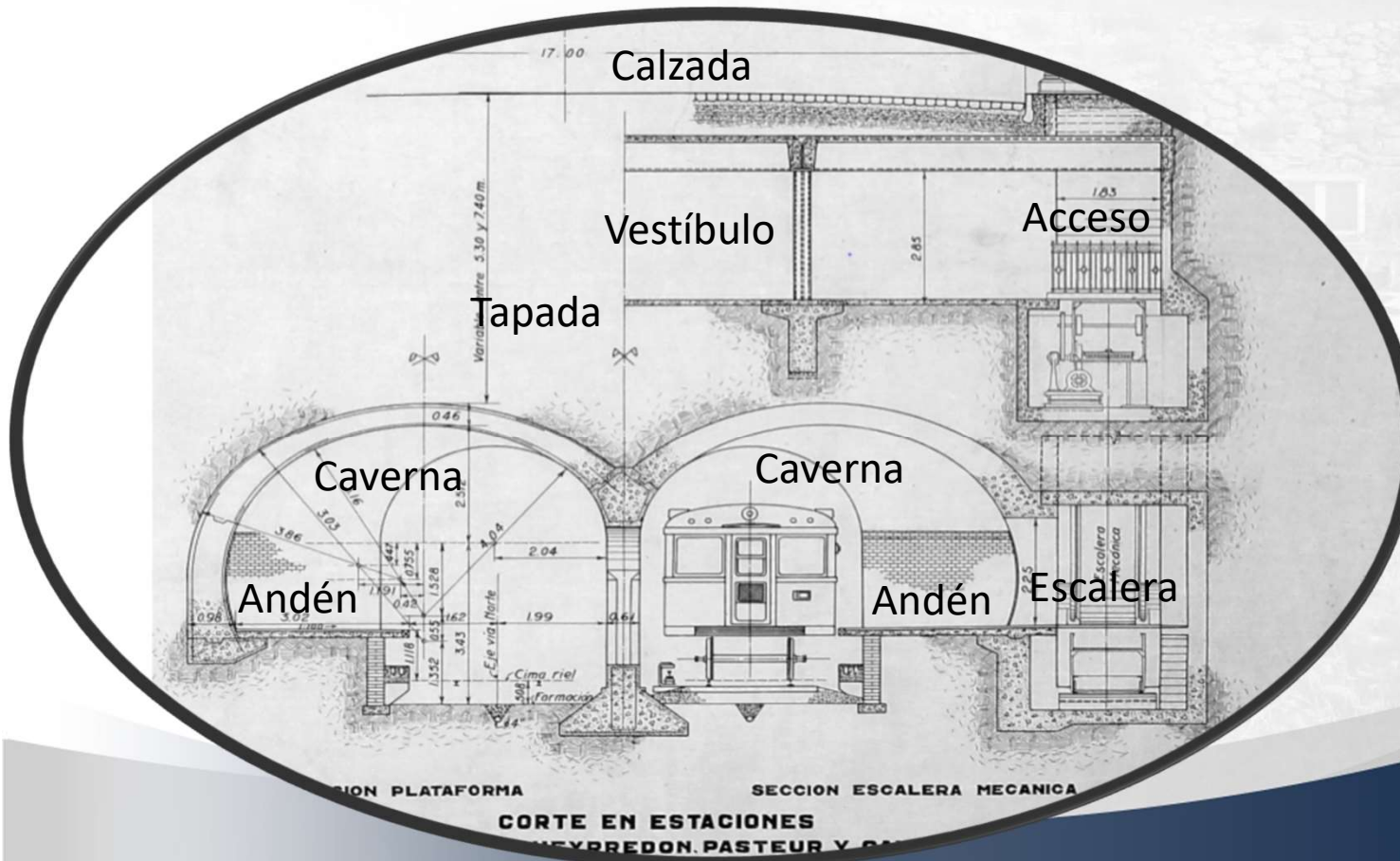
- Corte total de calzada.
- Excavaciones con talud vertical sin protección.
- Tabiques laterales de mampostería de gran espesor con algunos nervios metálicos
- Vigas metálicas de cubierta y bovedillas de ladrillo u hormigón.
- El transporte interior era por rieles





INICIO DE LA CONSTRUCCIÓN DE SUBTES (METRO)EN Bs. As. - AÑO 1930 a 1970

MÉTODO CONSTRUCTIVO EN TÚNEL – METODO ALEMÁN
SIN RESTRICCIÓN CALZADAS PARA EL TRANSITO VEHICULAR
RESTRICCIÓN REHICULAR PARA CONSTRUCCIÓN DE VESTÍBULOS



- Corte total de calzada en construcción de accesos.
- Excavaciones en túnel método alemán.
- Excavación a cielo abierto el acceso que es de dimensiones más reducidas que la propia excavación de la estación.



CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES EN Bs. As. – AÑO 1995

MÉTODO CONSTRUCTIVO CUT & COVER
RESTRICCIÓN TOTAL DE CALZADAS PARA EL TRANSITO VEHICULAR

- Corte total de calzada.
- Excavaciones con contención de suelos de pilotes apoyados en el techo superior y en la ficha inferior en el estado temporal y en la solera en el estado definitivo.
- Excavación bajo cubierta ya iniciada
- Vigas de techo premoldeadas de hormigón armado y pretensadas, prelosas premoldeadas y capa de compresión de hormigón armado .

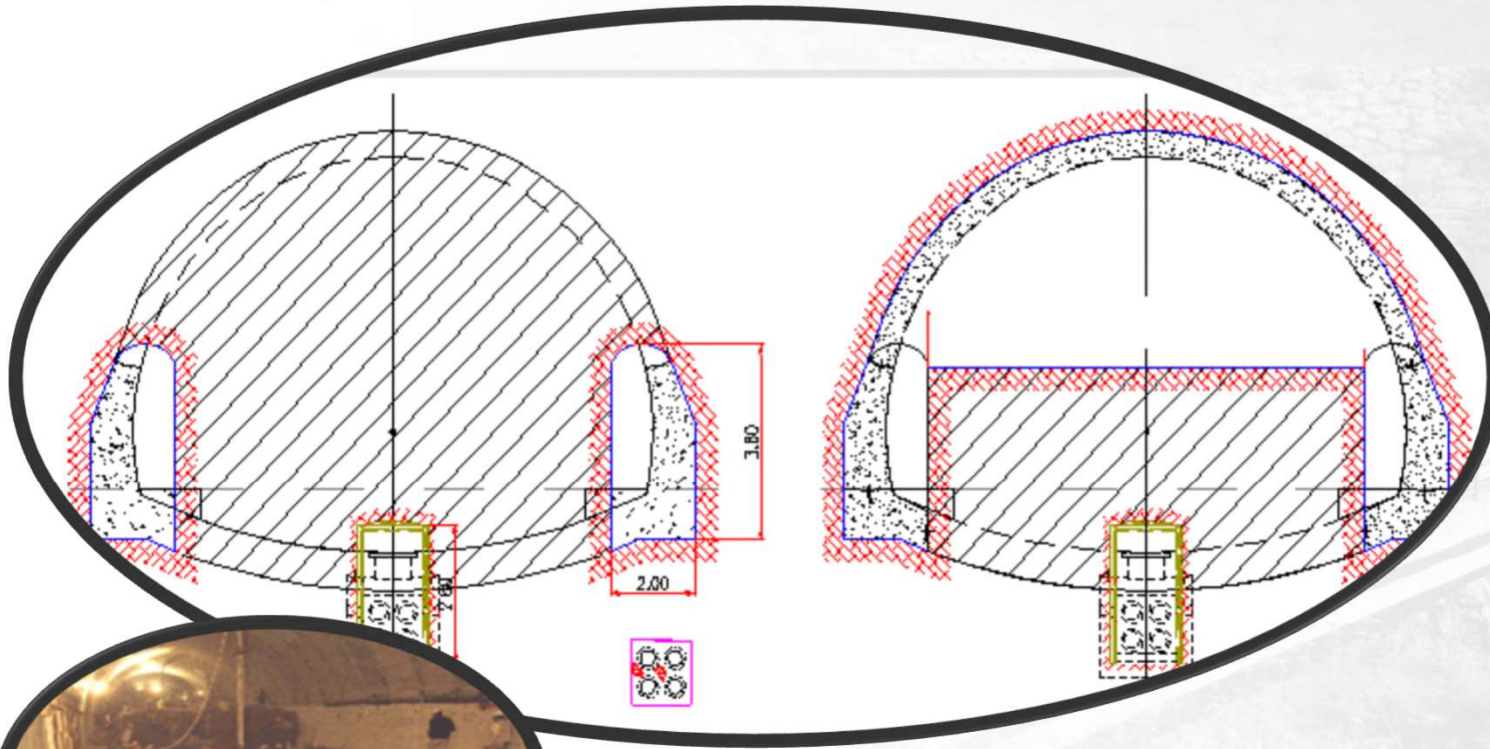




CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES EN Bs. As. – AÑO 1980 hasta 2005

EN TÚNEL – MÉTODO ALEMÁN
SIN CORTE DE CALZADAS PARA EL TRANSITO VEHICULAR

- Sin corte de calzada.
- Excavación en túnel método alemán.





TIPIFICACIÓN DE LAS ESTACIONES SUBTERRÁNEAS EN Bs. As. SEGÚN EL MÉTODO CONSTRUCTIVO DESDE EL AÑO 2005 -

1. - ESTACIONES CUT & COVER – CIELO ABIERTO
REQUIERE Y PERMITE RESTRICCIÓN POR MITADES DE
CALZADAS PARA EL TRÁNSITO VEHICULAR



Luz libre de estación 16m

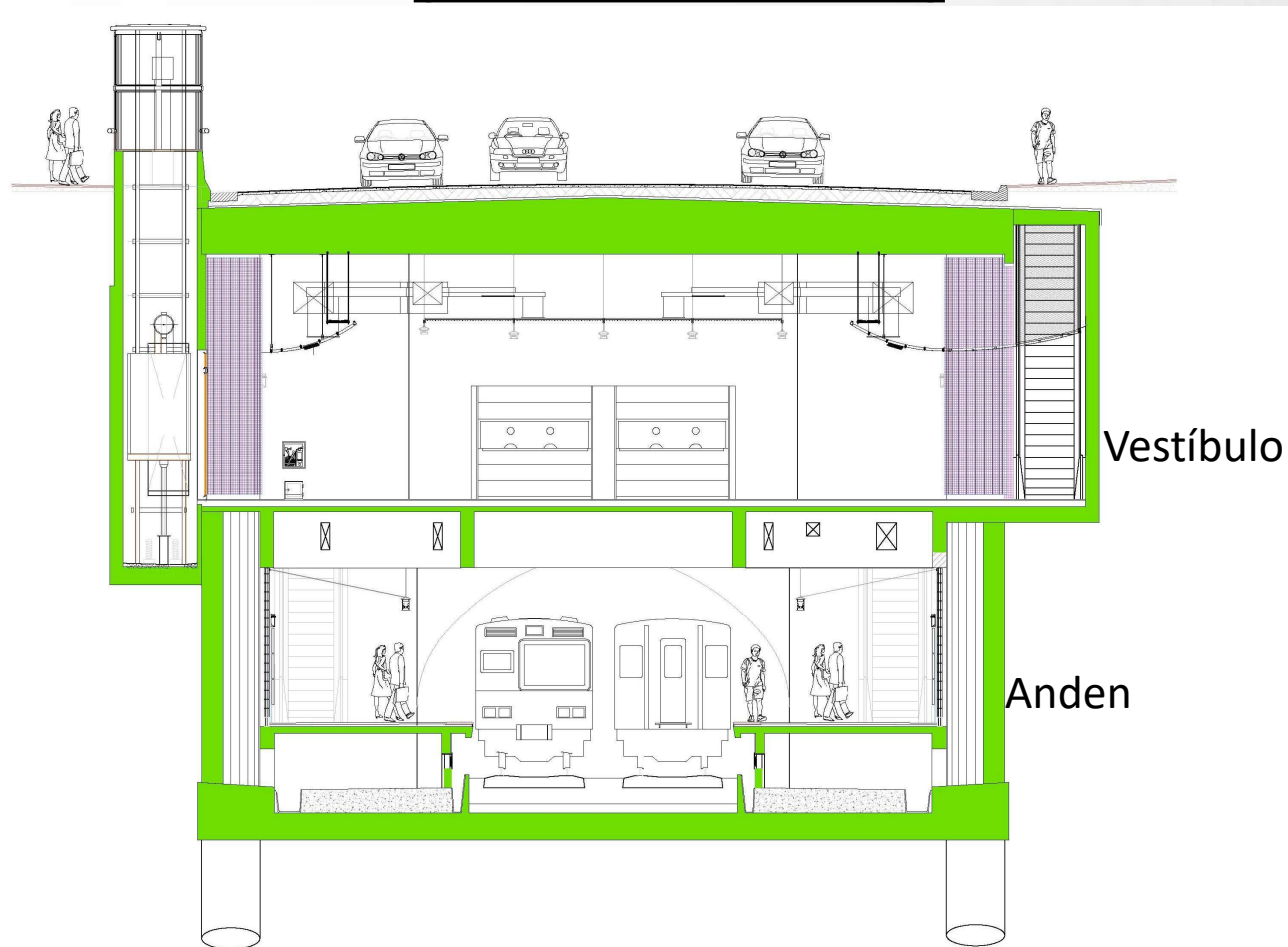
- 2.- ESTACIONES NATM – TÚNEL
SIN RESTRICCIÓN DE CALZADAS
PARA EL TRÁNSITO VEHICULAR



Luz libre de estación 16m



1.- CUT & COVER - EXCAVACIÓN CIELO ABIERTO Y BAJO LOSA **(DESDE AÑO 2005)**





Volumen de Excavación (m³/m) : 275

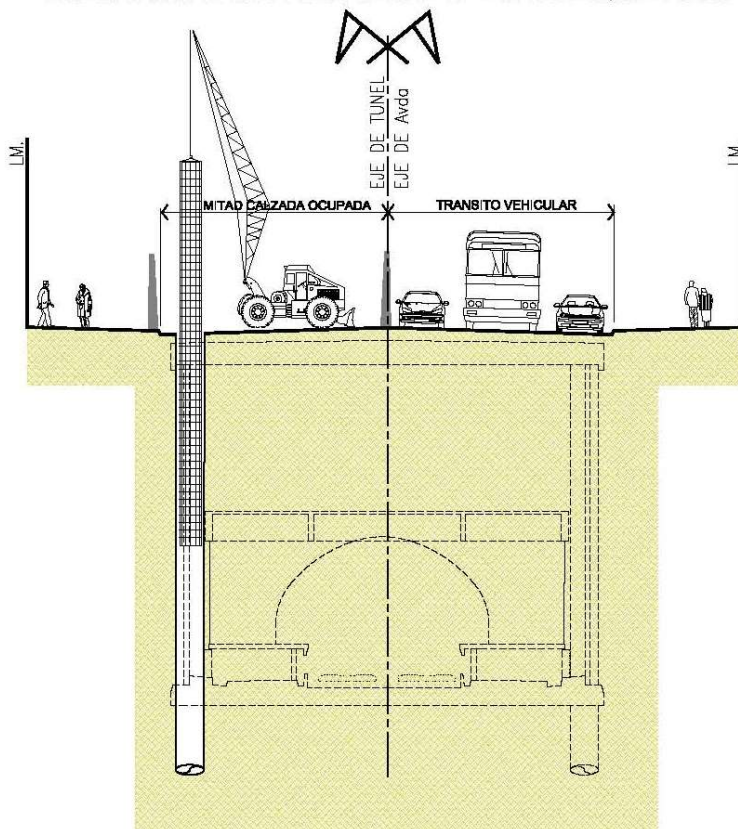
Volumen de Hormigón (m³/m) : 63



1.1.- CUT & COVER - SECUENCIA GRÁFICA

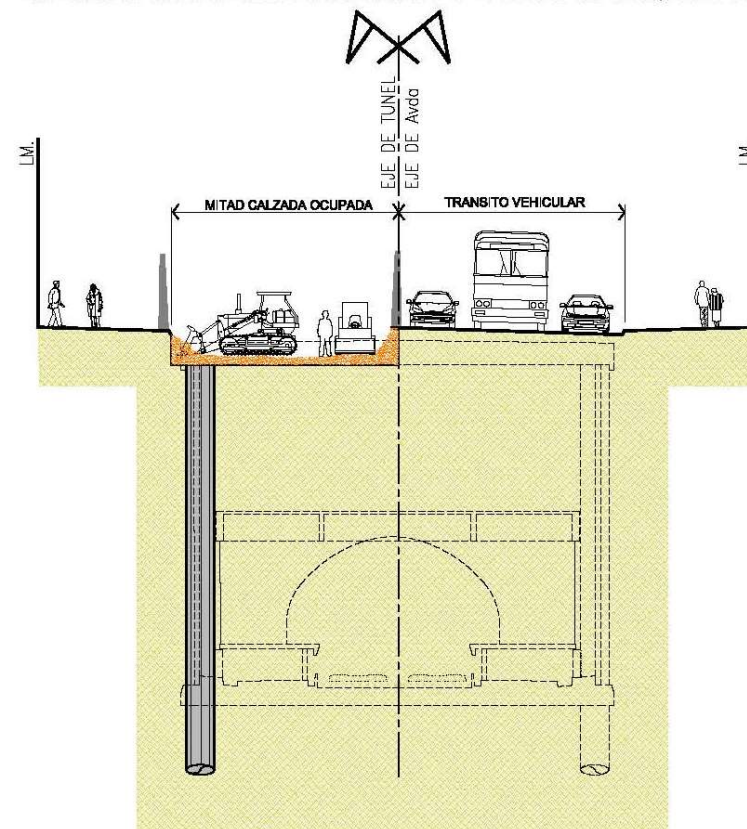
1° ETAPA

EJECUCION DE PILOTES LATERAL IZQUIERDO



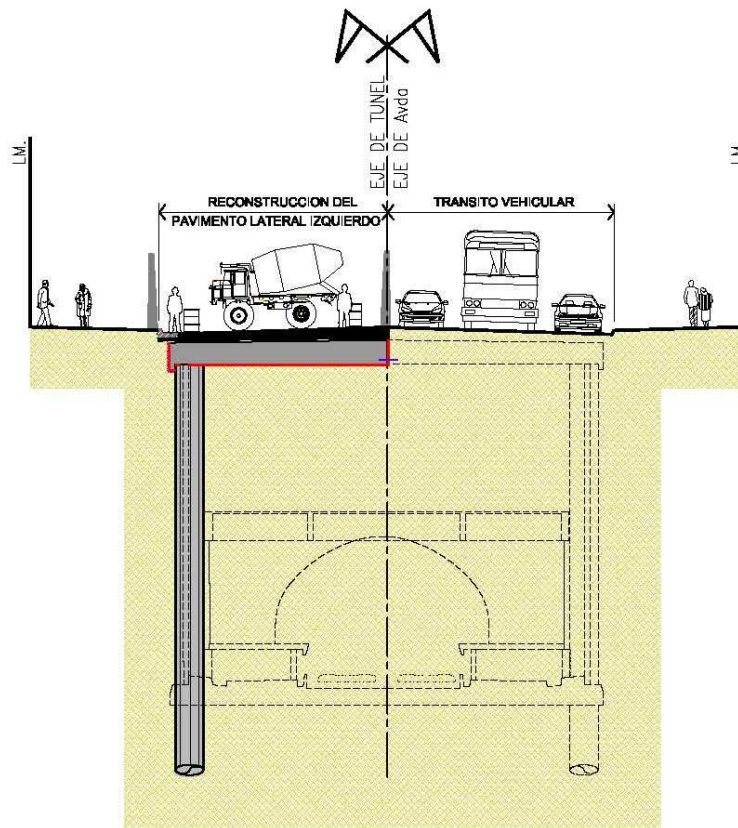
2° ETAPA

EJECUCION DE MEDIA LOSA DE TECHO IZQUIERDA

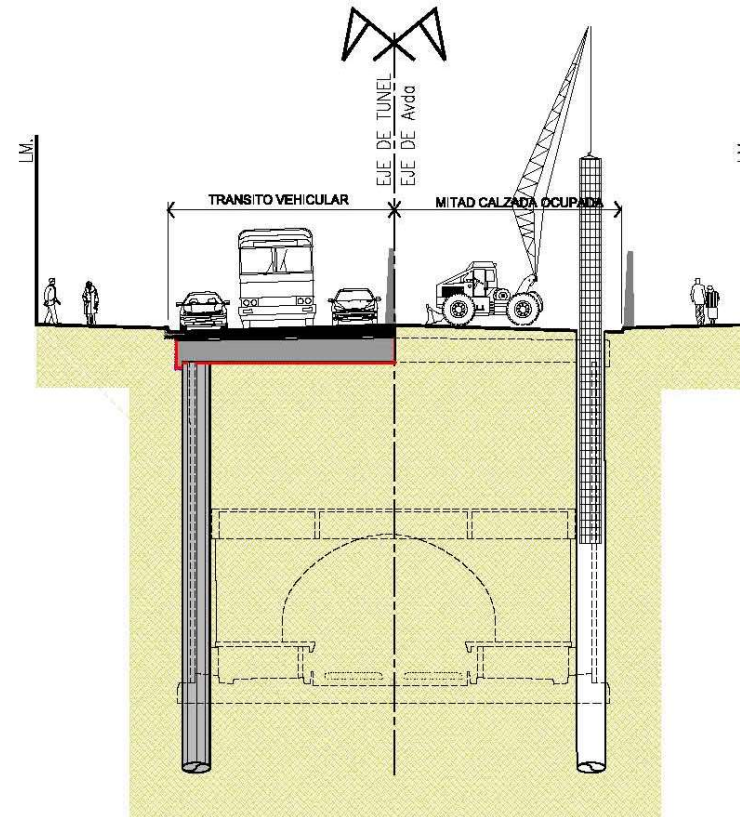




3° ETAPA RECONSTRUCCION DEL PAVIMENTO, LATERAL IZQUIERDO



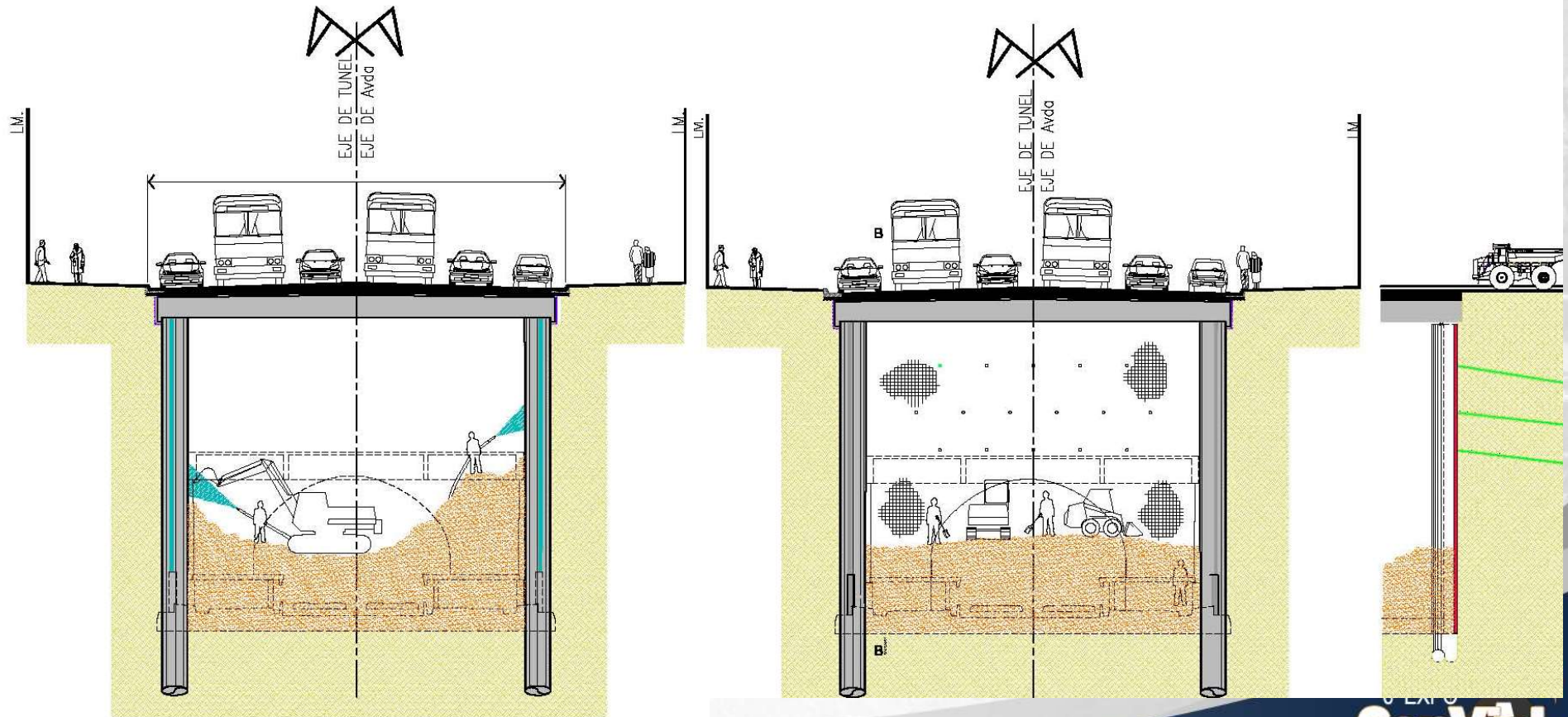
4° ETAPA EJECUCION DE PILOTES LATERAL DERECHO





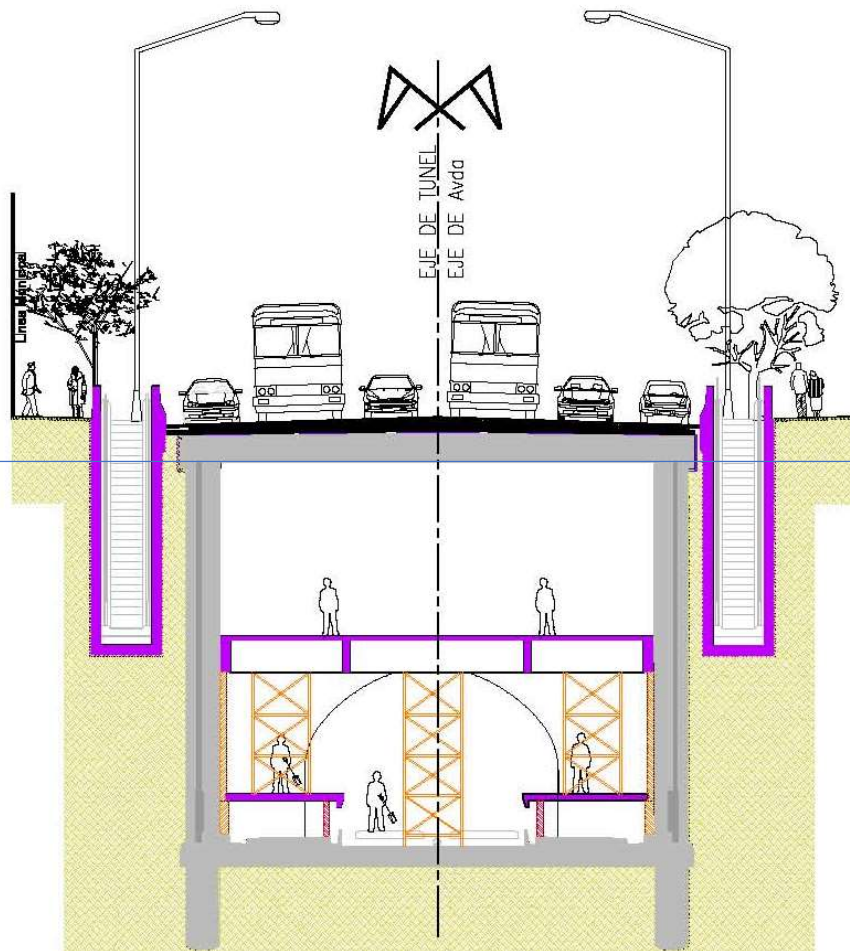
5° ETAPA EXCAVACIO BAJO LOSA DE TECHO Y EJECUCION DE TABIQUES GUNITADOS

6° ETAPA EJECUCION DE ANCLAJES PROVISORIOS DE TIMPANO

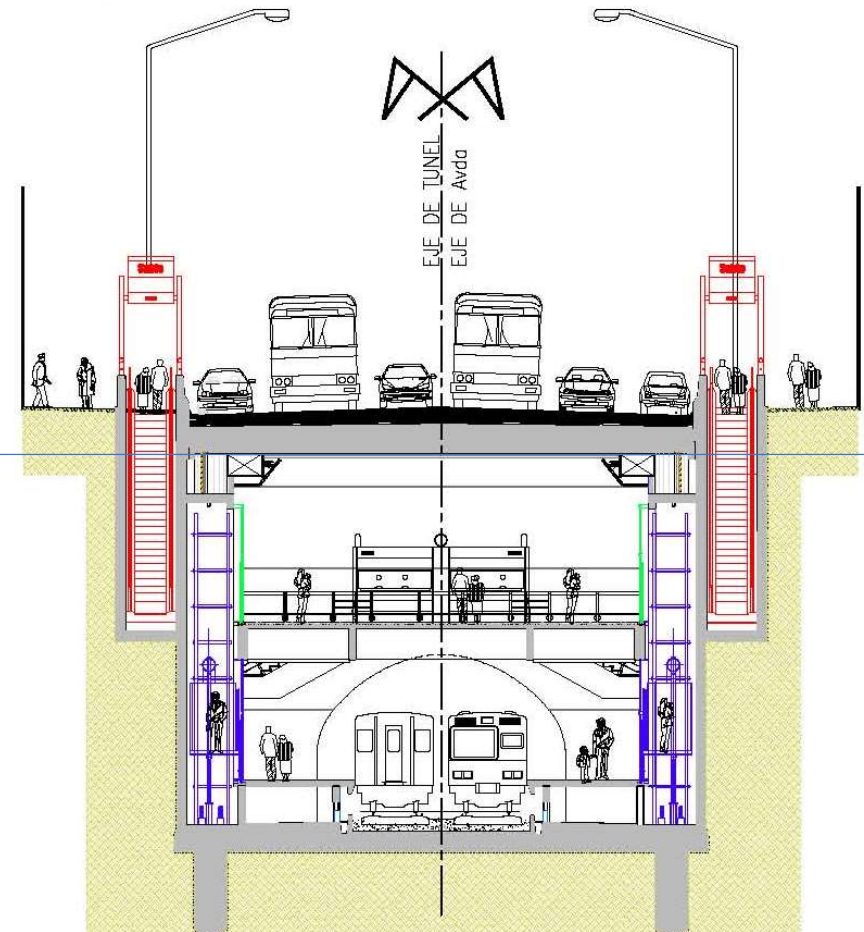




7° ETAPA EJECUCION DE COLUMNAS, ENTREPISO DE VESTIBULO , ANDENES Y ACCESOS



8° ETAPA ASCENSORES, ESCALERAS MECANICAS , PANELES FONOABSORVENTES





1.2.- CUT & COVER - SECUENCIA FOTOGRÁFICA

1º ETAPA

PILOTAJE





2º ETAPA

EJECUCION DE LOSA LADO IZQUIERDO – EXCAVACION Y PERFILADO





2º ETAPA

EJECUCION LOSA LADO IZQUIERDO – HORMIGONADO DE LOSA





2º ETAPA

EJECUCION LOSA LADO IZQUIERDO – ARMADURA ESPERA, EMPALMES POR MANGUITOS ROSCADOS





2º ETAPA

EJECUCION LADO IZQUIERDO - MANGUITOS DE EMPALME Y BARRA ROSCADA





3º ETAPA

RECONSTRUCCION CALZADA LADO IZQUIERDO – IMPERMEABILIZACIÓN LOSA DE TECHO





3º ETAPA

RECONSTRUCCION CALZADA LADO IZQUIERDO – RELLENO DE SUELO CEMENTO COLABLE O RDC





3° ETAPA

RECONSTRUCCION CALZADA LADO IZQUIERDO – PAVIMENTACIÓN





4º ETAPA

SE REITERRAN LAS ETAPAS 1, 2 Y 3 DEL LADO DERECHO





5º ETAPA

EXCAVACION BAJO LOSA DE TECHO – EXCAVACIÓN





5° ETAPA

EXCAVACION BAJO LOSA DE TECHO – PERFILADO Y ARMADO DE TABIQUES ENTRE PILOTES





5º ETAPA

EXCAVACION BAJO LOSA DE TECHO – HORMIGÓN PROYECTADO DE TABIQUES ENTRE PILOTES





5° ETAPA

EXCAVACION BAJO LOSA DE TECHO – PERFILADO LOSA DE FONDO, SOLERA





5° ETAPA

EXCAVACION BAJO LOSA DE TECHO – PERFILADO Y HORMIGONADO LOSA DE FONDO, SOLERA





7º ETAPA

ESTRUCTURA INTERIOR – ENCOFRADO ARMADO Y HORMIGONADO TÍMPANOS





7º ETAPA

ESTRUCTURA INTERIOR – ENTREPISOS DE VESTÍBULO





8° ETAPA

INTERIOR – REVESTIMIENTO ENTREPISOS DE VESTÍBULO





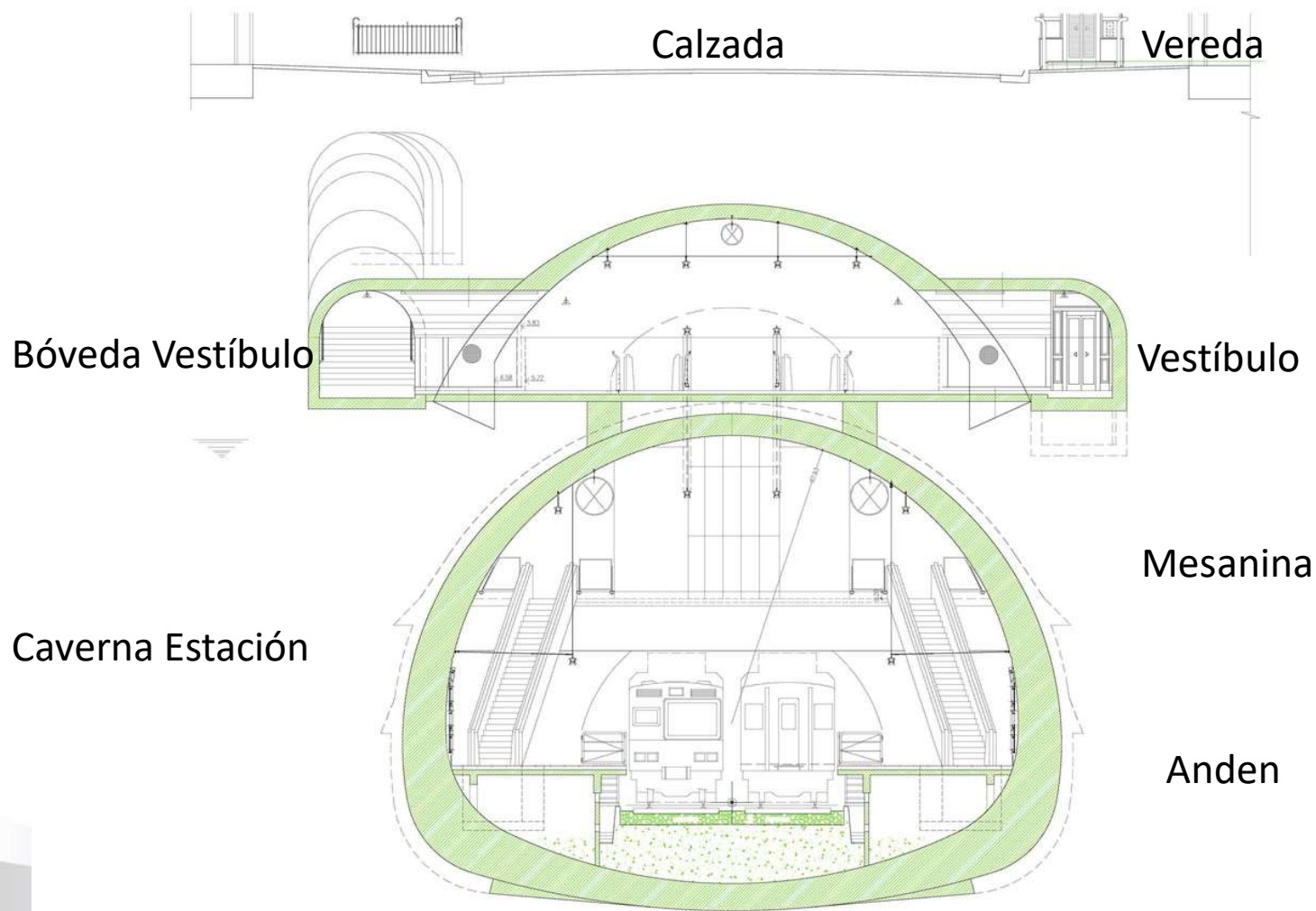
8º ETAPA

INTERIOR – ENTREPISOS DE VESTÍBULO – ESTACIÓN TERMINADA



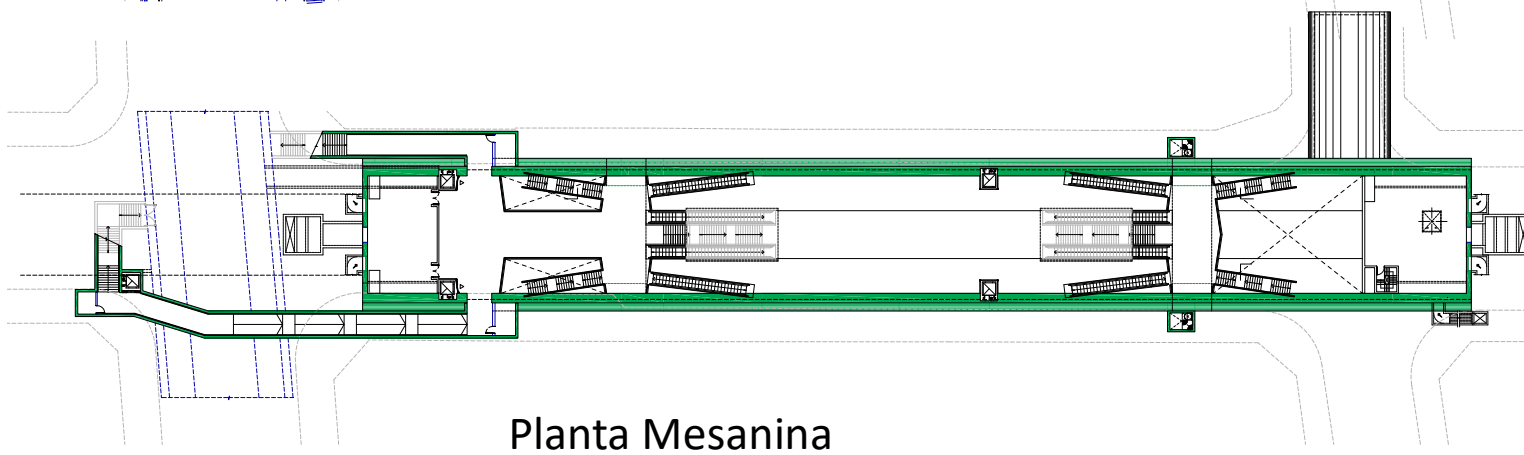
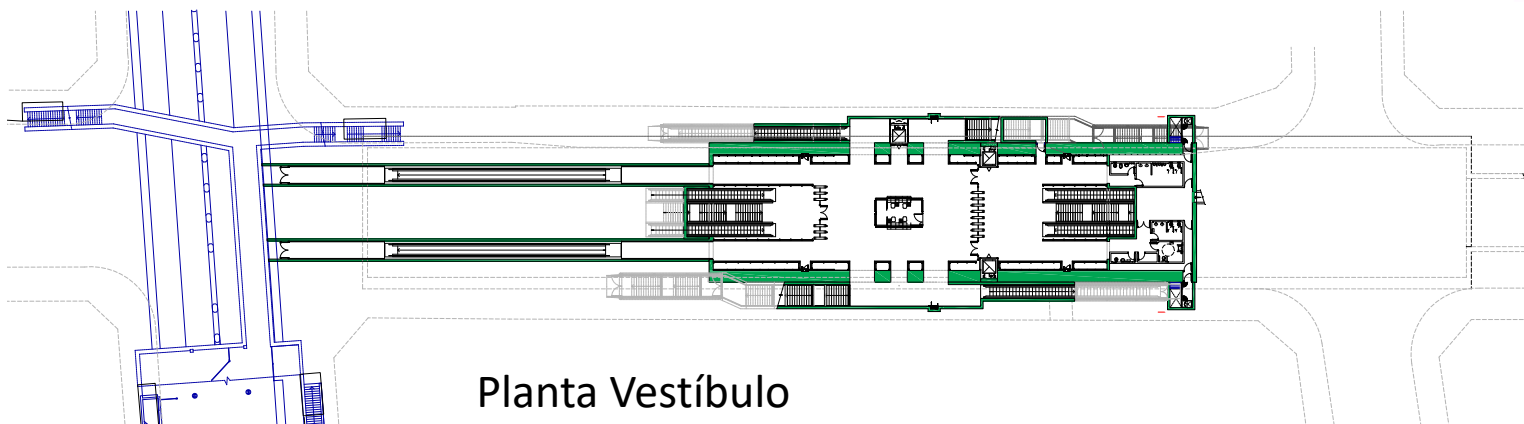


2.- NATM - NUEVO MÉTODO AUSTRIACO (DESDE AÑO 2008)



Corte

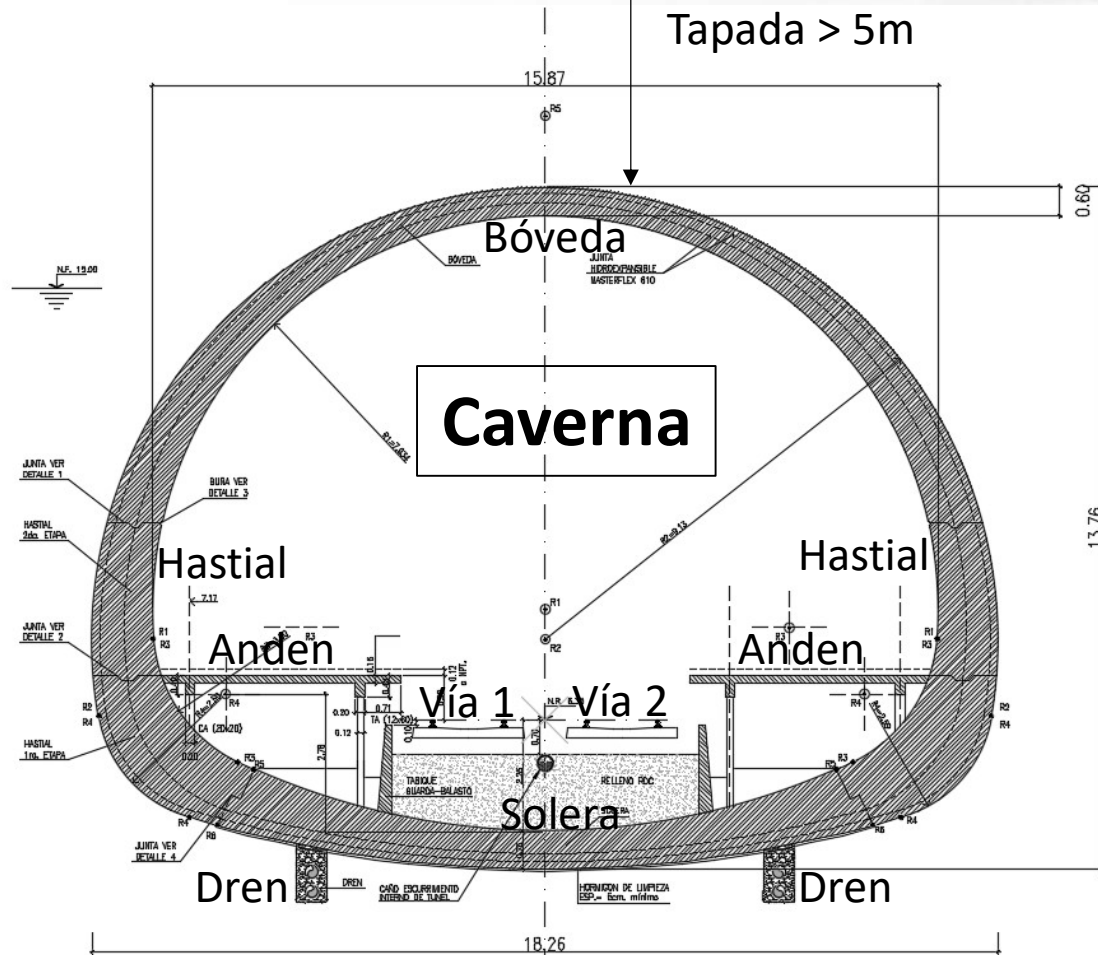






Nivel superior de calzada

Tapada > 5m



Ejemplo Volúmenes propios de la Estación NATM sin accesos:

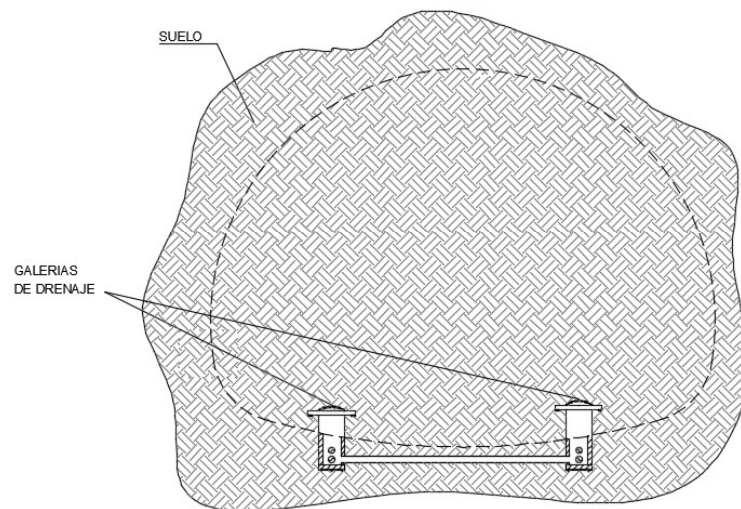
Volumen de Excavación (m^3/m) : 203

Volumen de Hormigón (m^3/m) : 47

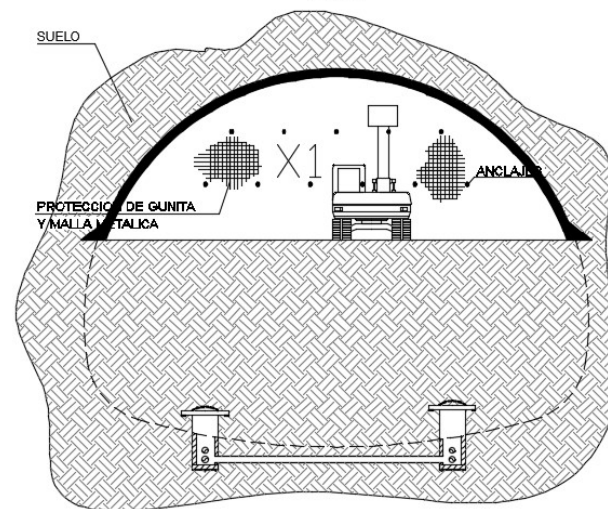


2.1.- NATM – TUNEL – SECUENCIA GRÁFICA

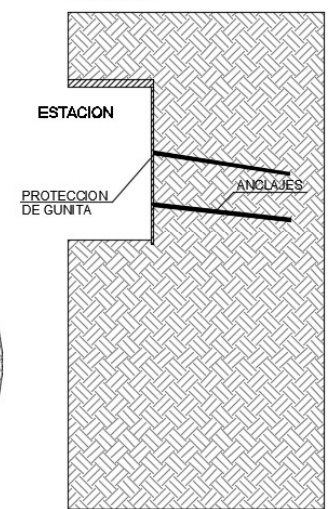
ETAPA 1
EJECUCIÓN DE GALERÍAS DE DRENAJE
ESCALA 1:200



ETAPA 2
EXCAVACIÓN Y GUNITADO DE ZONA SUPERIOR - X1
ESCALA 1:200

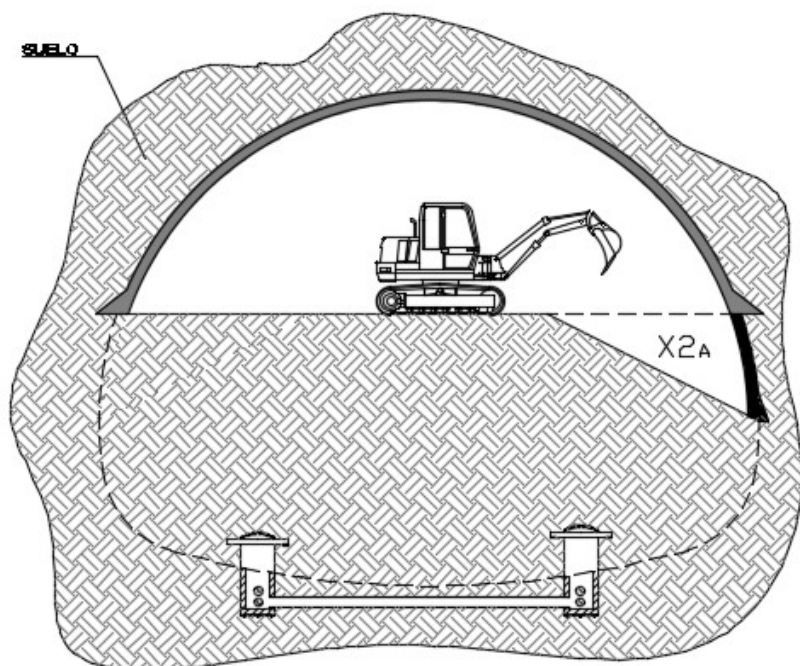


CORTE A-A

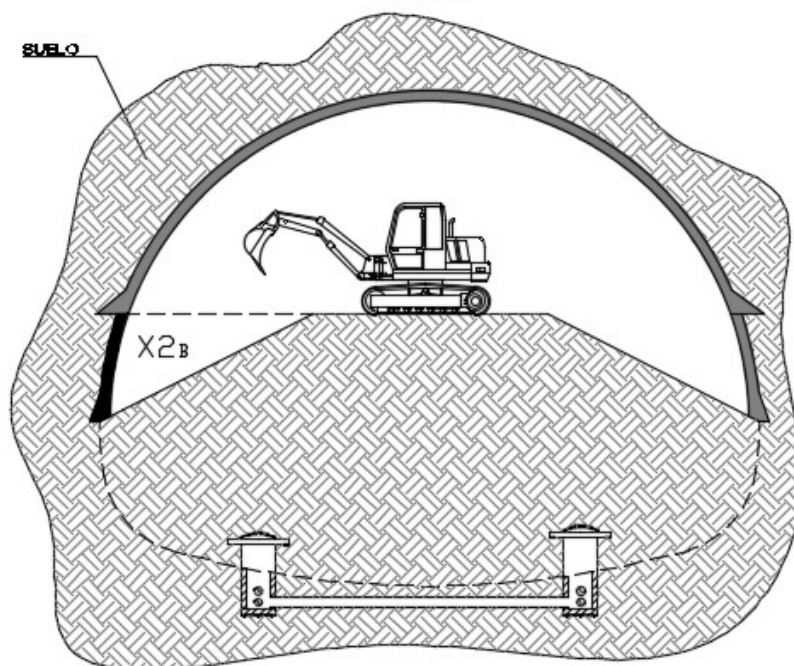




ETAPA 3
EXCAVACIÓN Y GUNITADO DE ZONA LATERAL - X2A
ESCALA 1:200

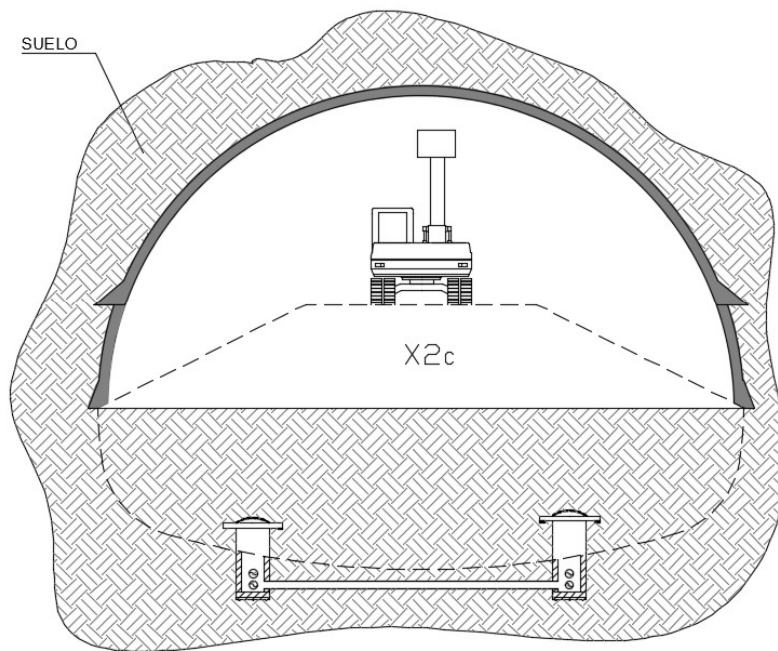


ETAPA 4
EXCAVACIÓN Y GUNITADO DE ZONA LATERAL - X2B
ESCALA 1:200

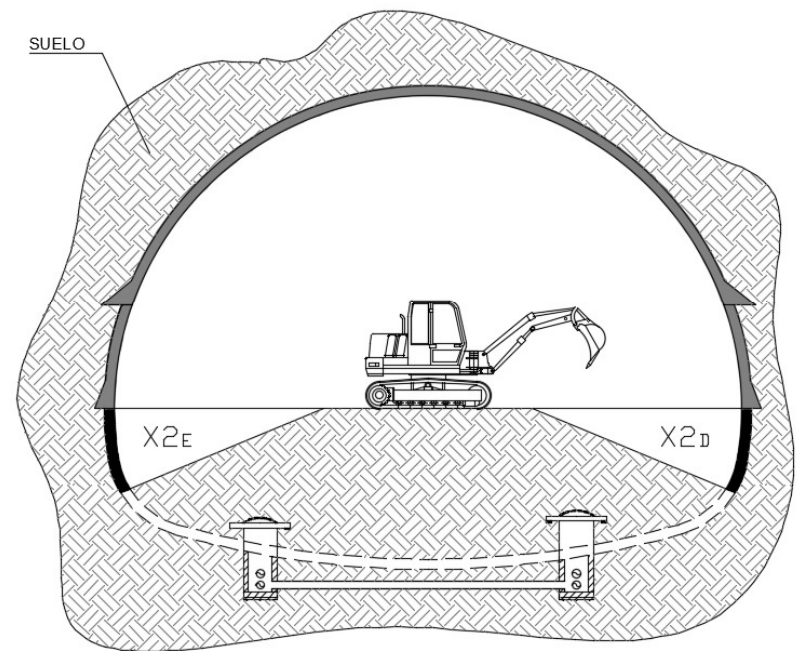




ETAPA 5
EXCAVACIÓN DE ZONA CENTRAL - X2C
ESCALA 1:200

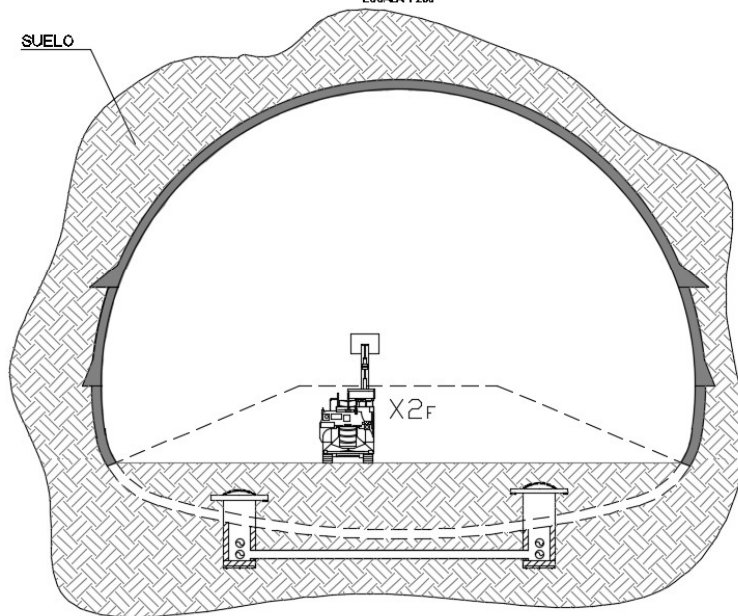


ETAPA 6
EXCAVACIÓN Y GUNITADO DE ZONAS LATERALES - X2D y X2E
ESCALA 1:200

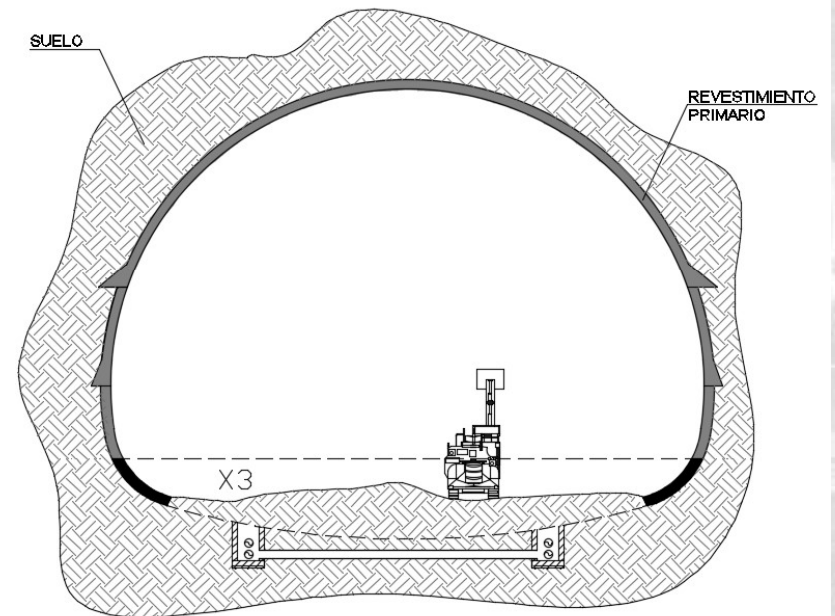




ETAPA 7
EXCAVACIÓN DE ZONA CENTRAL - X2F
ESCALA 1:200

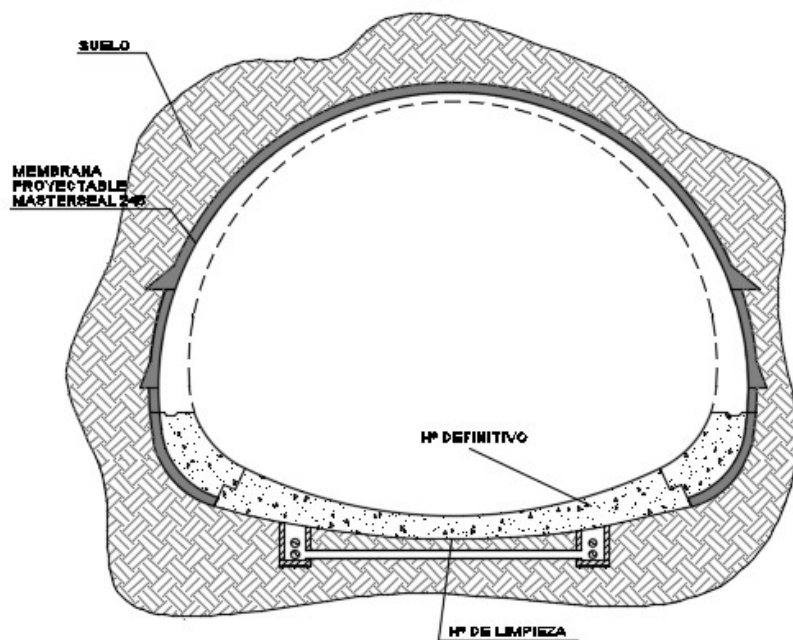


ETAPA 8
EXCAVACIÓN DE ZONA DE SOLERA X3 Y FINALIZACION REV. PRIMARIO
ESCALA 1:200

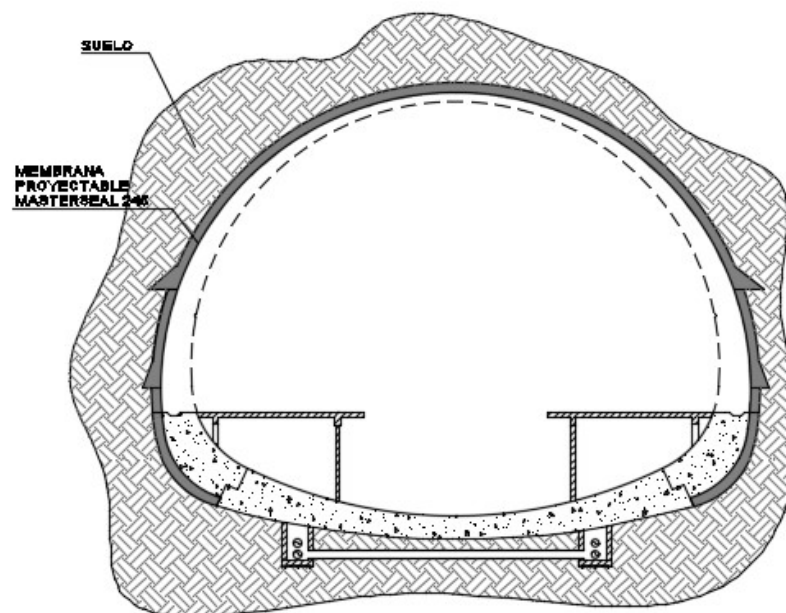




ETAPA 9 - 10
HORMIGONADO DE SOLERA
HORMIGONADO DE HASTIALES 1ra. ETAPA
ESCALA 1:200

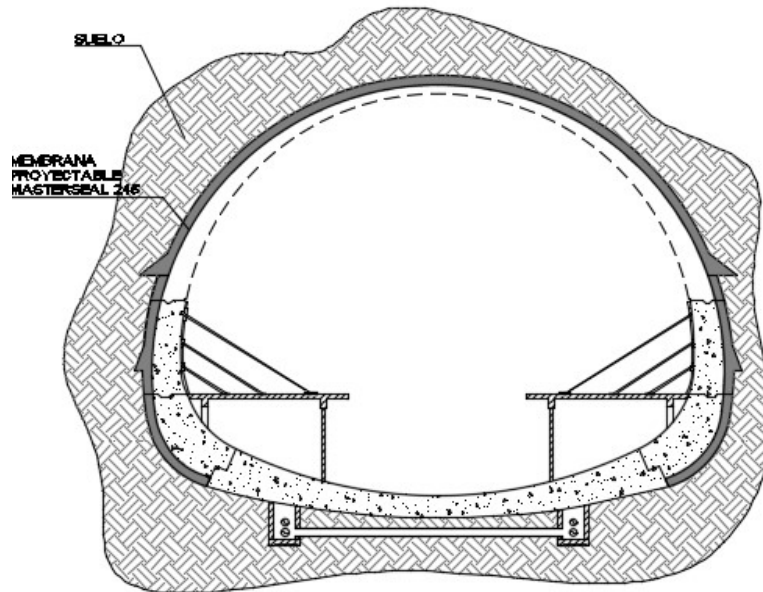


ETAPA 11
CONSTRUCCIÓN DE ANDENES
ESCALA 1:200

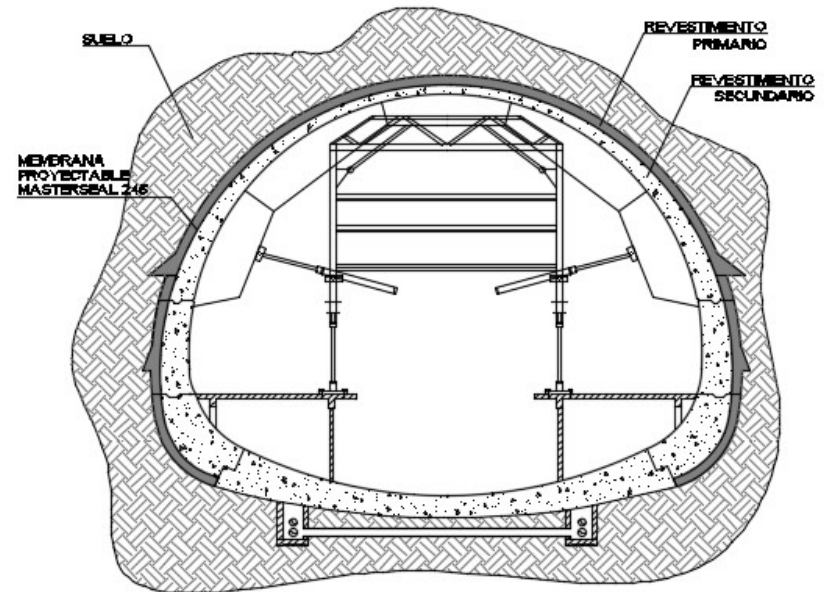




ETAPA 12
HORMIGONADO DE HASTIALES 2da. ETAPA
ESCALA 1/200



ETAPA 13
HORMIGONADO DE LA BÓVEDA
ESCALA 1/200

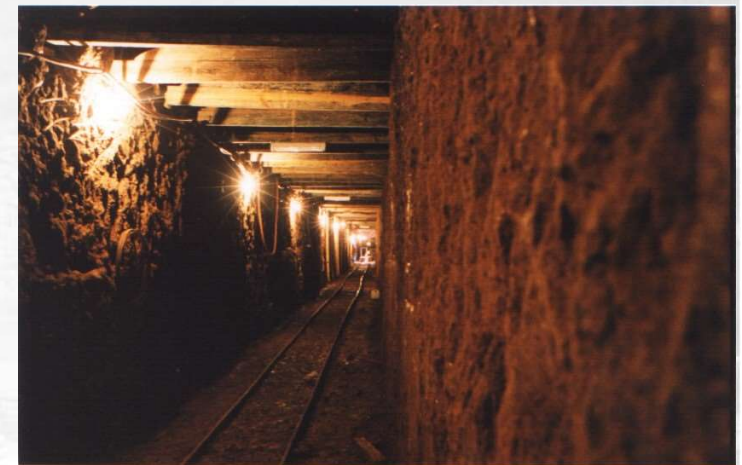




2.2.- NATM – TUNEL – SECUENCIA FOTOGRÁFICA

1º ETAPA

DRENAJES





2º ETAPA EXCAVACION Y GUNITADO SUPERIOR





2º ETAPA EXCAVACION Y GUNITADO SUPERIOR





2º ETAPA
EXCAVACION Y GUNITADO SUPERIOR
UNION DE CERCHAS





2° – 3° ETAPA
EXCAVACION ESCALONADA DE CAVERNA





2° - 3° - 4° - 5° - 6° - 7° - 8° ETAPA

VISTA EXCAVACION ESCALONADA DE CAVERNA





7° - 8° ETAPA

VISTA EXCAVACION ESCALONADA DE CAVERNA





7° - 8° ETAPA

VISTA REVESTIMIENTO PRIMARIO GUNITADO EN ZONA BAJA DE CAVERNA





9° ETAPA

ARMADO Y HORMIGONADO DE SOLERA





9° y 10° ETAPA

AVANCE DE LA EXCAVACIÓN DE CAVERNA E IMPERMEABILIZACION LATERAL





10° ETAPA

ARMADO Y HORMIGONADO DE PRIMERA ETAPA DE HASTIAL





12° ETAPA

AVANCE DE IMPERMEABILIZACIÓN SUPERIOR DE CAVERNA





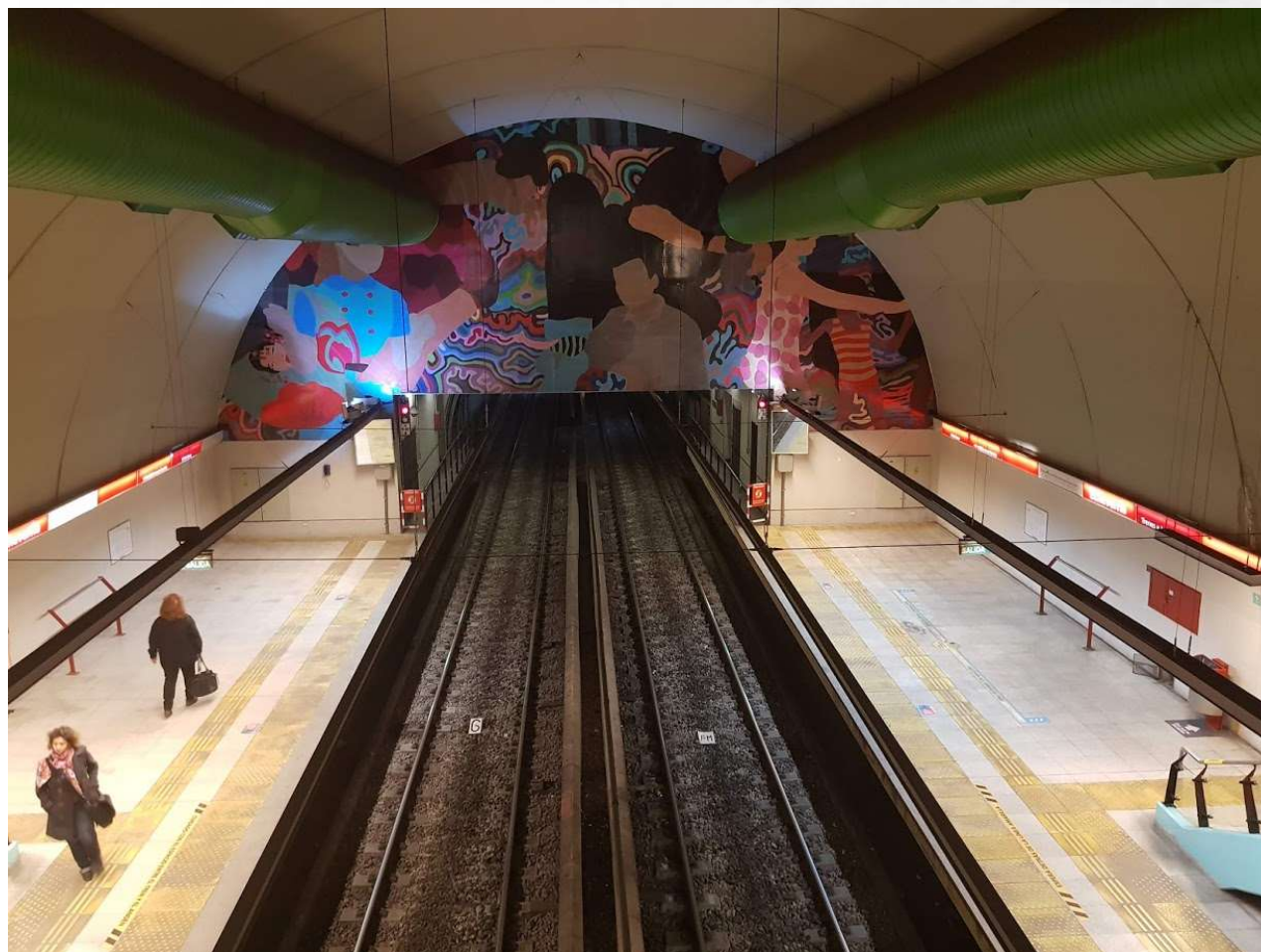
13° ETAPA HORMIGONADO DE CAVERNA





13° ETAPA

INTERIOR – VISTA DESDE EL ENTREPISO DE VESTÍBULO – ESTACIÓN TERMINADA



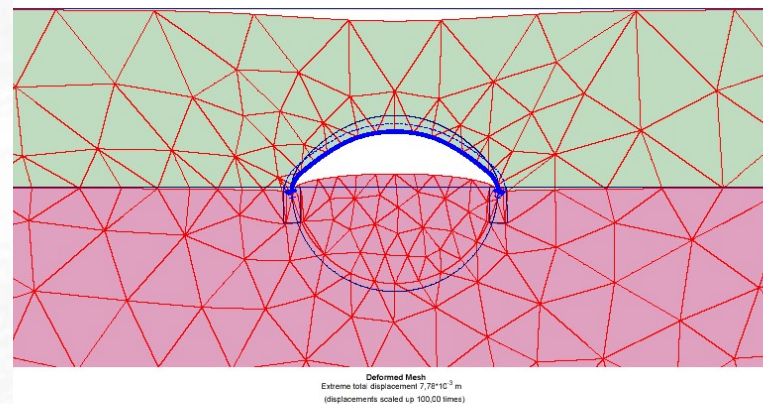
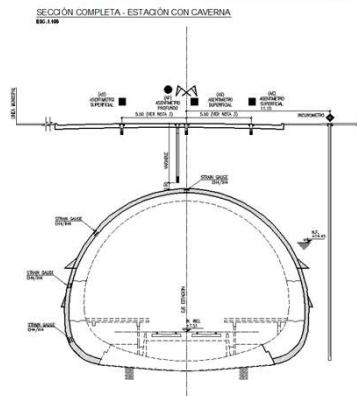
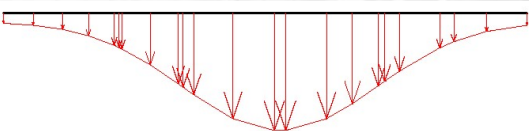
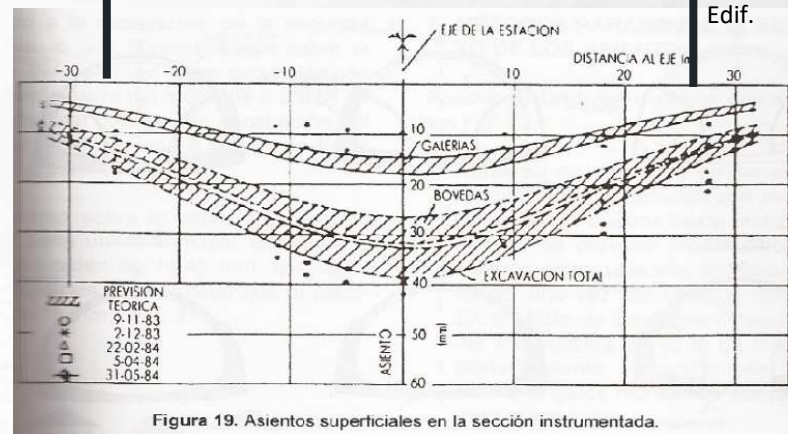


2.3.- NATM - Deformaciones

LAS MAYORES DEFORMACIONES SE DAN EN EL CENTRO DE CALZADA – DEL ORDEN DEL 30mm

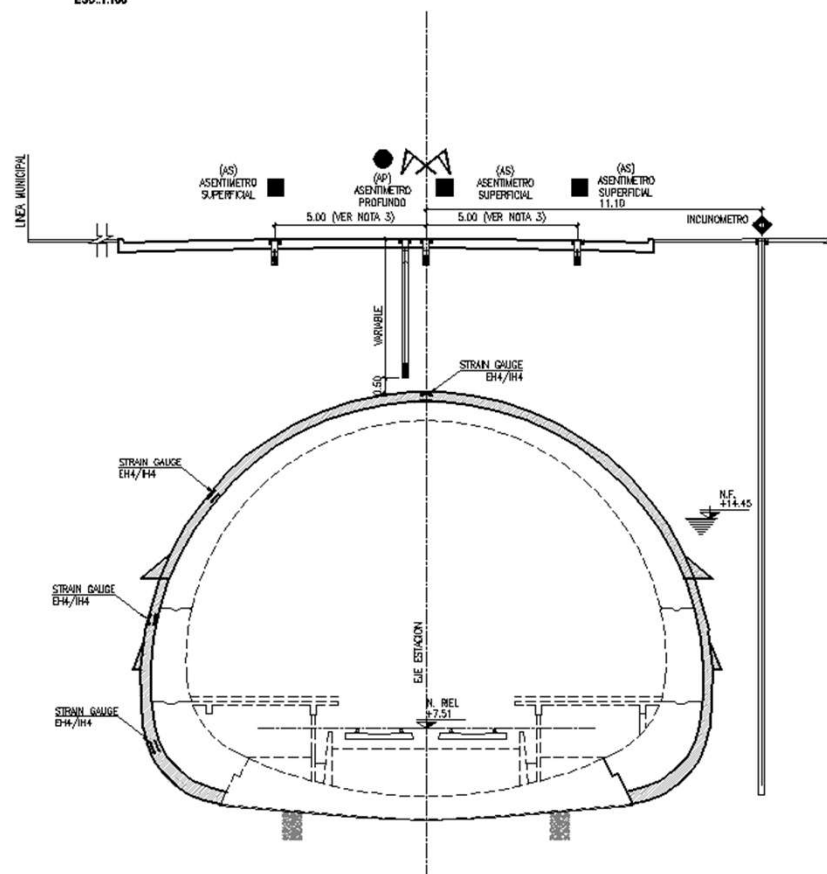
Edificaciones

Edif.

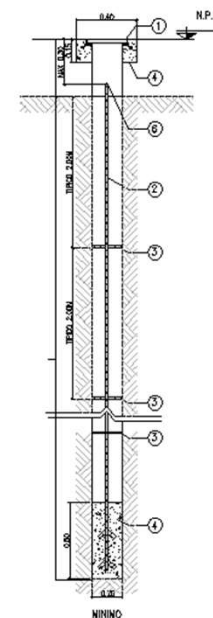




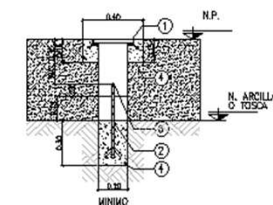
SECCIÓN COMPLETA - ESTACIÓN CON CAVERNA
E9C.1.100



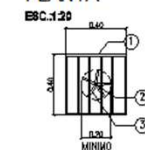
ASENTIMETRO TIPO "P"
EBC-120



ASENTIMETRO TIPO "S"
E9C.1.20



PLANTA



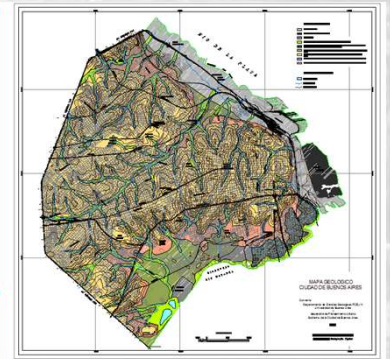
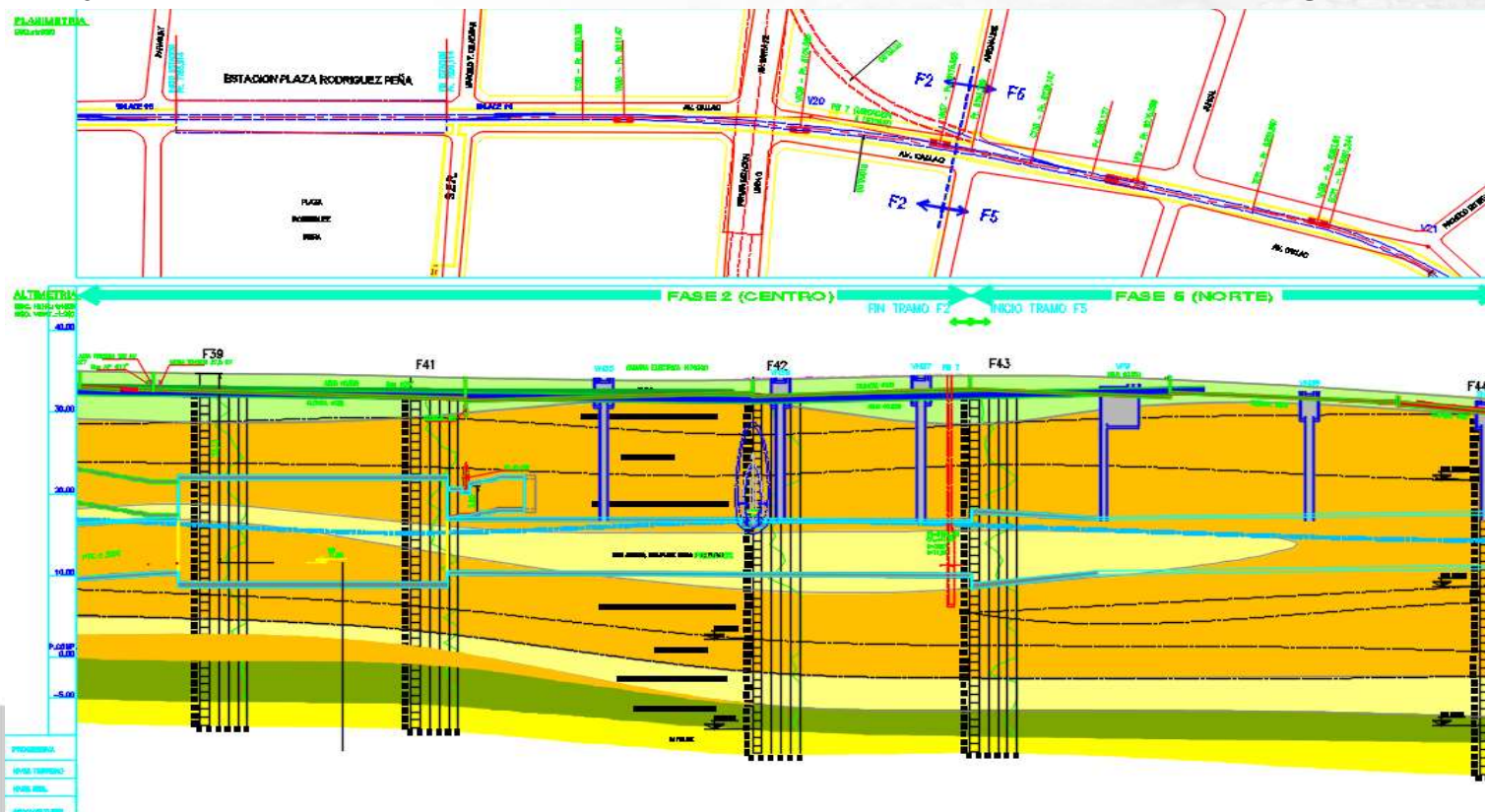
MATERIALES CONSTITUTIVOS

- 1.- MARCO METALICO CON REJA
- 2.- BARRA Ø20/25
- 3.- HIERRO DE CONSTRUCCION
- 4.- HORMIGON SIMPLE
- 5.- PLANCHUELA PLEGADA 10X10 ESP. 1/4"
- 6.- PUNTA ROMA



3.- CONDICIONES PARA ELEGIR UN TIPO DE MÉTODO CONSTRUCTIVO EN ESTACIONES

En base al estudio previo de las interferencias existentes de servicios públicos y a las condiciones de suelos relevadas en las campañas geotécnicas:





CONDICIONES PARA EVALUAR QUE TIPO DE PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE ESTACIÓN ES MÁS APROPIADO

CONDICION	1.- Cut & Cover	2.- NATM	Observaciones
• Suelos muy poco competentes	SI	NO	El uso de pilotes se transforma en Muros colados continuos
• Estaciones con poca tapada (distancia entre calzada y nivel superior de losa techo o clave de bóveda)	SI	NO	
• Estaciones profundas	NO	SI	Ver "Levantamiento de fondo por presiones de fondo del acuífero".
• Levantamiento de fondo por presión de fondo del acuífero	SI	NO	El uso de pilotes se transforma en Muro colado continuo
• Interferencias superficiales	NO	SI	Imposibilidad del corrimiento de interferencias y suelos competentes
• Grandes accesos sobre la estación	SI	NO	
• Zonas de alto tránsito vehicular y peatonal	NO	SI	
• Superficies superiores libres de vehículos y edificaciones	SI	SI	En parques o centros históricos, el sistema Cut & Cover frecuentemente no es admitido.
• Proximidad a línea oficial	SI	NO	Solo si el suelo es competente.



4. SISTEMAS DE INGRESO Y RETIRO DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES SUBTERRÁNEAS.

4.1.- Rampas a un costado de calzada, de calles transversales



4.2.- Pozos de ataque, pórtico y tolva en el centro de la calzada de avenidas

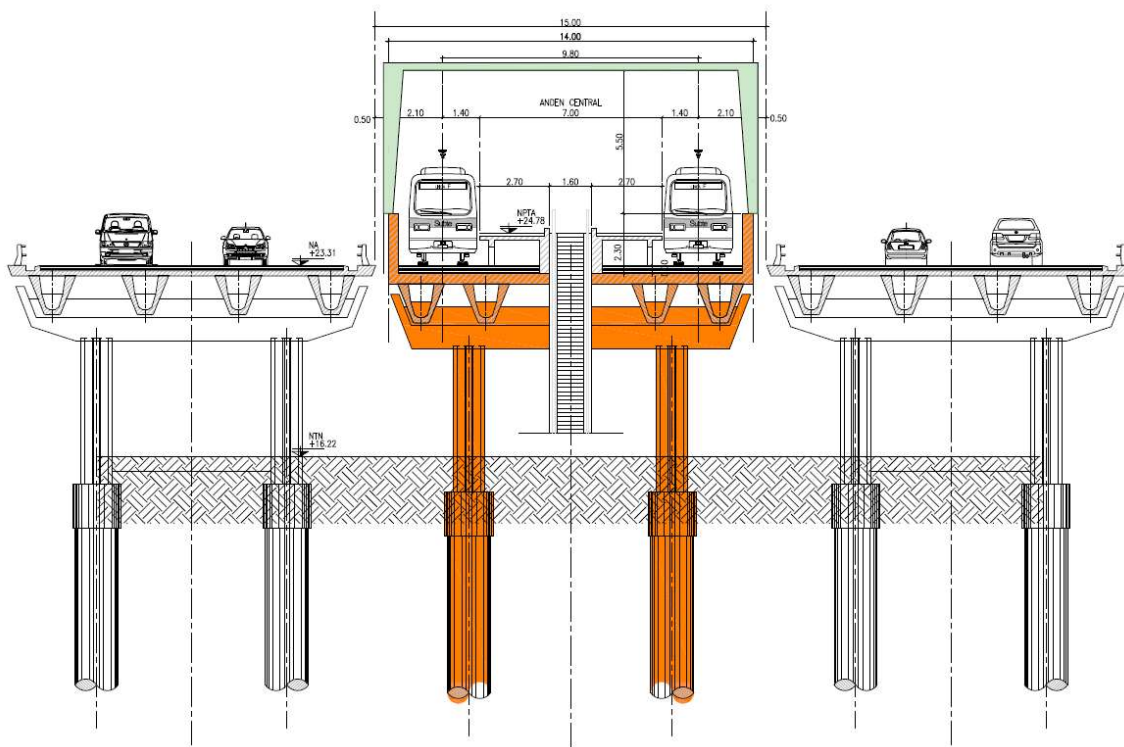




5.- TIPOLOGÍAS DE ESTACIONES PROYECTADAS PARA LA FUTURA LÍNEA F

5.1.- Estaciones Elevadas de 2 vías – LÍNEA F

ETV



Volúmenes aproximados propios
de la Estación Elevadas en
proyecto de Línea F sin accesos:

Volumen de Excavación (m^3/m): 10

Volumen de Hormigón (m^3/m): 40

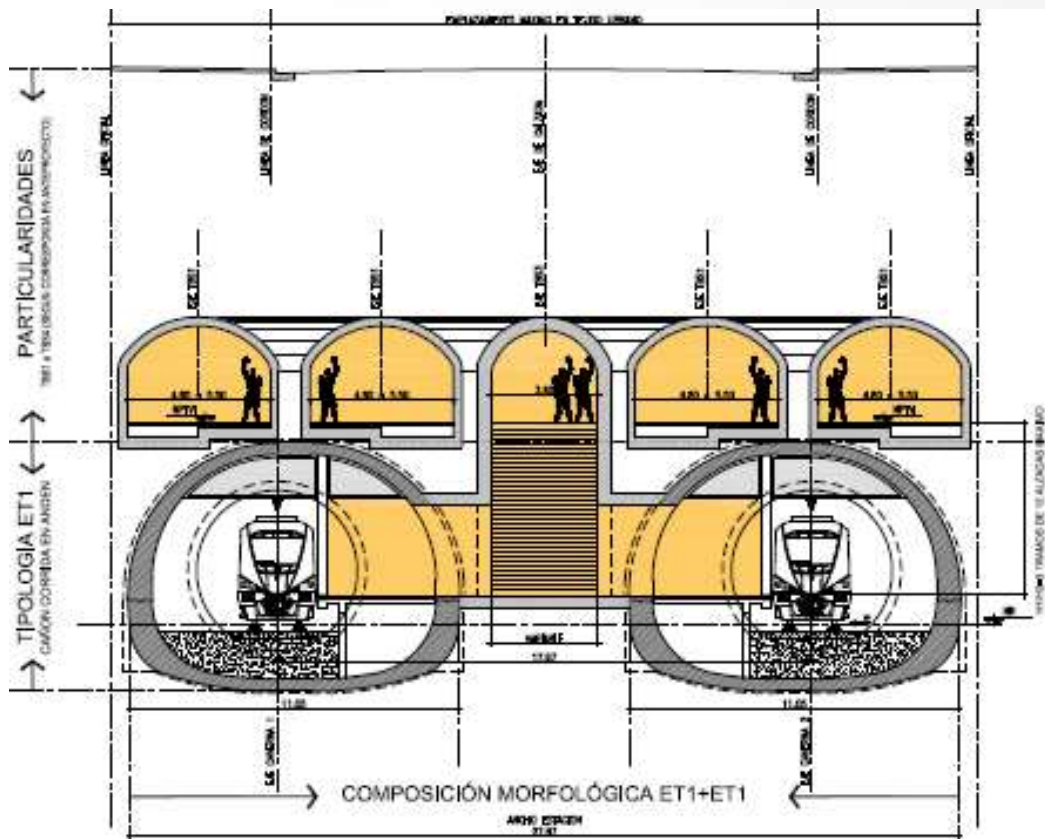
Estructura metálica (kg/m): 1800



5.2.- Estación En túnel – 2 cavernas de 1 vía cada una.

Para futura **LÍNEA F**

ET1



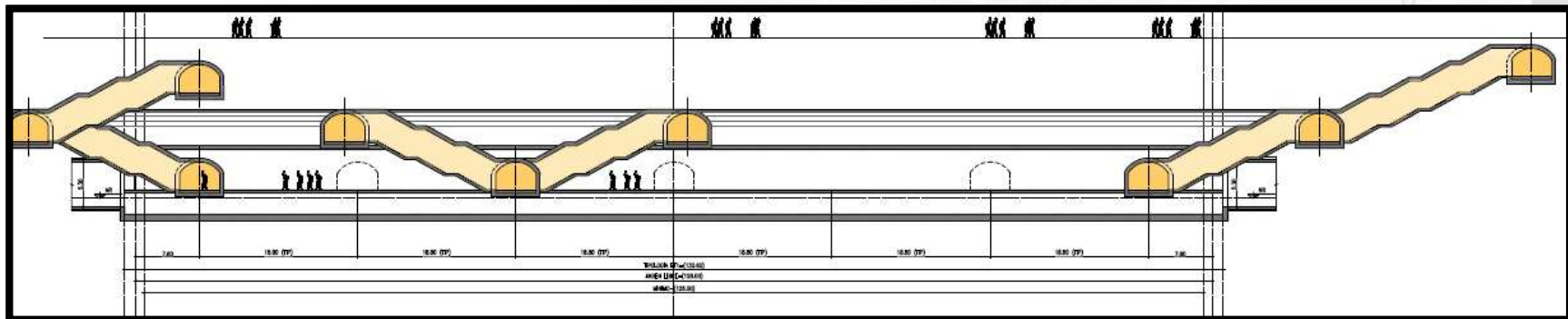
Volúmenes aproximados propios de la Estación NATM en proyecto de Línea F sin accesos:

Volumen de Excavación (m^3/m) : 185

Volumen de Hormigón (m^3/m) : 60



6th EXPO
ConVial
PERÚ 2020



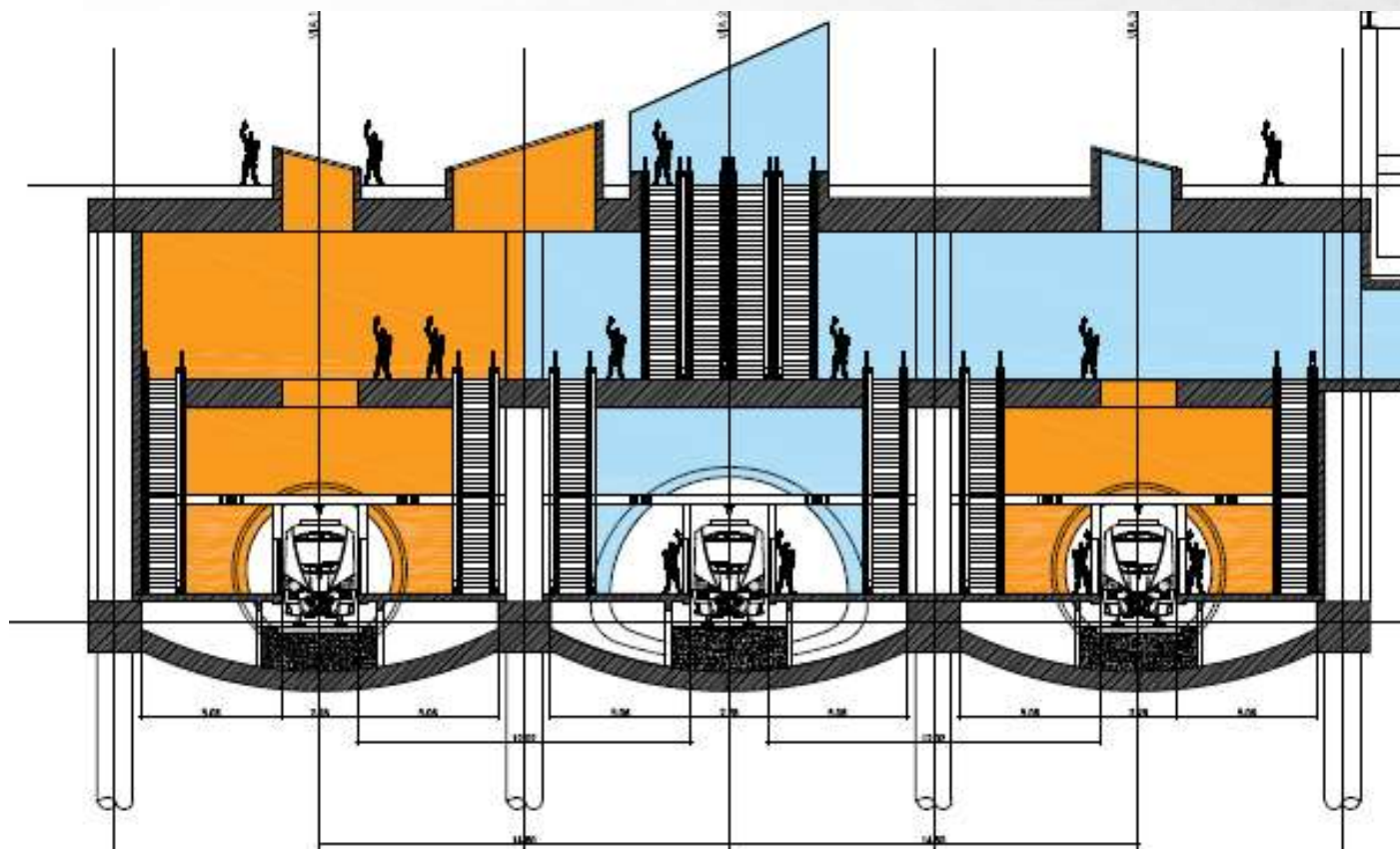


5.2.1- Premisas que llevaron a la elección de estas estaciones de 2 cavernas de una vía, andén y galerías externas en las Estaciones Típicas de **LÍNEA F**

• CONDICION PRINCIPALES	Observ.
• Por condiciones impuestas se requiere e uso de tecnología en túneles con tuneladoras (corte de suelos y construcción del túnel con dovelas).	
• Uso de tuneladora para túneles de una vía.	
• Suelos profundos competentes	
• Construir las estaciones, en una primera etapa, con lo estrictamente necesario para permitir el posterior paso de la tuneladora, evitando en lo posible, la demolición de túneles contruidos con la tuneladora.	
• Se desarrollan en el espacio entre líneas municipales.	
• En Estación de combinación, “Las Heras”, para permitir el paso debajo de la línea H existente y evitar el levantamiento de fondo al construir la estación	
• Por proximidad con el puelchense (acuífero) se decidió el uso de 2 tuneladoras para no llegar a tocarlo en la proximidad de estaciones o secciones atípicas de cambios de vías.	

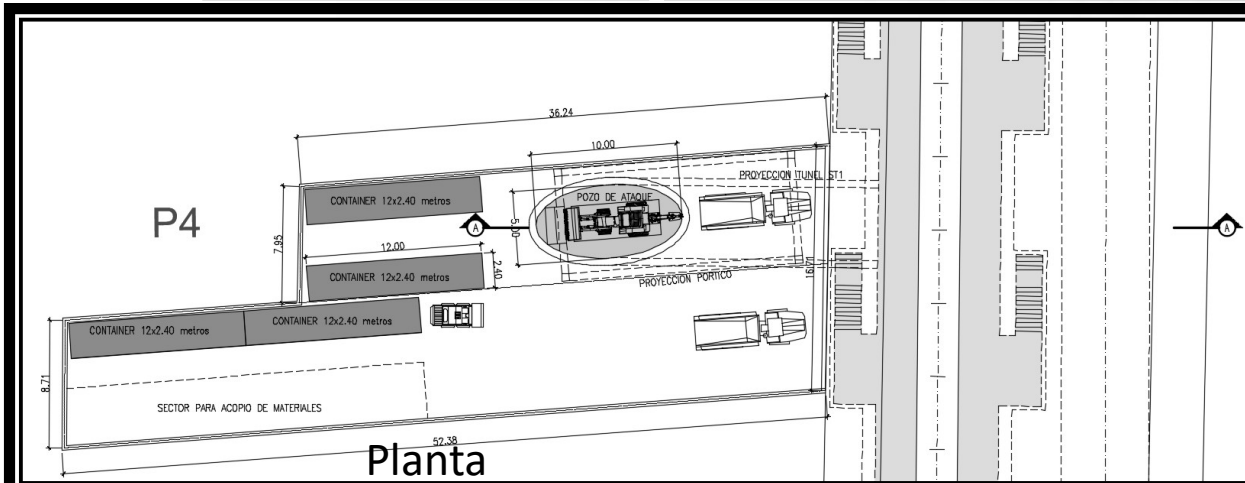


ESTACIÓN ESPECIAL CONSTITUCIÓN MÉTODO CUT & COVER PARA FUTURA LINEA F

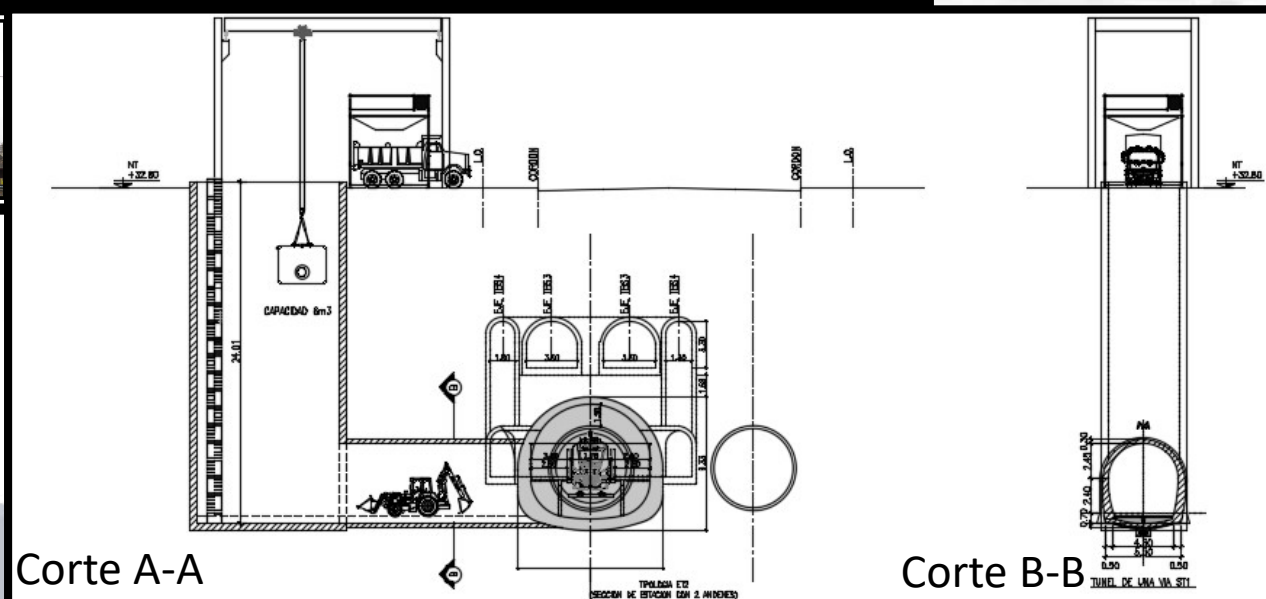




6.- PROYECTO DE SISTEMA DE ACCESO A OBRA DE ESTACIONES EN TÚNEL PARA FUTURA LÍNEA F



Vista Pórtico
y Tolva





Alamy

Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos



- MUCHAS GRACIAS -

