

CONSTRUCCIÓN DE GRANDES OBRAS
DE INFRAESTRUCTURA EN CIUDADES
PATRIMONIALES

QUITO - Febrero 2016



METODOS SEGUROS DE CONSTRUCCIÓN DE TUNELES EN ÁREAS PATRIMONIALES

Prof. Dr. Ing. José M^a Rodríguez Ortiz



OBJETIVOS CONSTRUCTIVOS

- REDUCIR LOS ASENTAMIENTOS Y DESPLAZAMIENTOS DE LOS EDIFICIOS HISTORICOS A VALORES ACEPTABLES
- EVITAR AFECCIONES NO ADMISIBLES A INSTALACIONES Y SERVICIOS
- MANTENER EL EQUILIBRIO HIDROGEOLOGICO
- REDUCIR AL MAXIMO LAS PERTURBACIONES EN SUPERFICIE
- CREAR UN IMPACTO AMBIENTAL MINIMO

INFORMACION PREVIA

- **INFORMACION GEOTECNICA E HIDROGEOLOGICA LO MAS DETALLADA POSIBLE**
- **ANTIGUAS QUEBRADAS, ZONAS RELLENADAS, MODIFICACIONES TOPOGRAFICAS A LO LARGO DEL TIEMPO.**
- **CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LOS EDIFICIOS O SERVICIOS AFECTADOS**
- **ANTECEDENTES HISTORICOS RELEVANTES, EN ESPECIAL LOS RELATIVOS A PATOLOGIAS E INTERVENCIONES CONSTRUCTIVAS**
- **DATOS SOBRE ESTRUCTURAS ENTERRADAS, ANTIGUOS POZOS O COLECTORES, MURALLAS O CIMENTACIONES.**

**EN LOS SITIOS
HISTORICOS TIENE GRAN
RELEVANCIA LA
COMPONENTE
ARQUEOLOGICA**







LA IGLESIA DEL BUEN SUCESO HACIA 1860

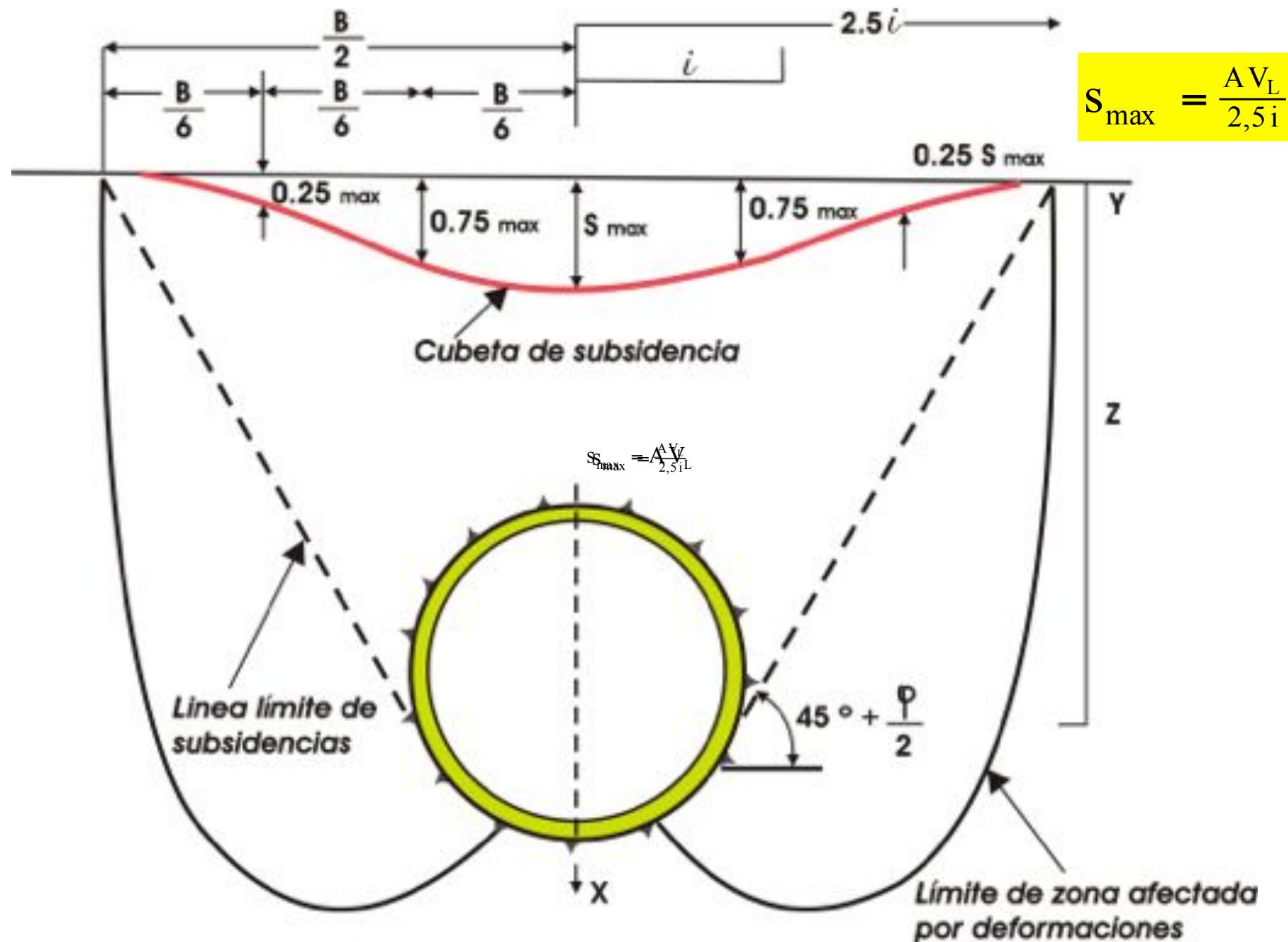




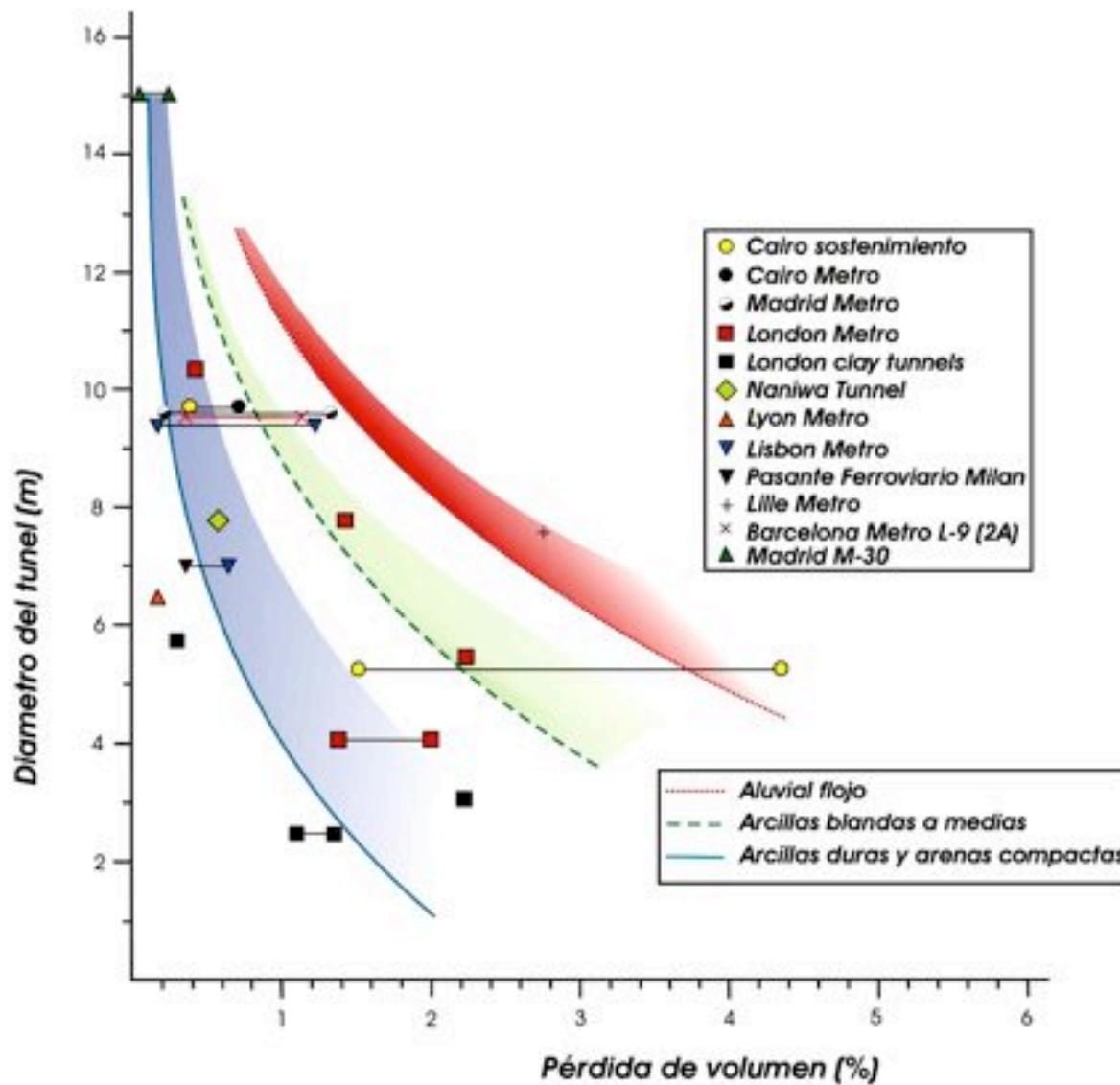
II 1 3607



**LOS TUNELES TIENEN UN
AREA DE INFLUENCIA
APRECIABLE,
MITIGANDOSE LOS
MOVIMIENTOS CON LA
DISTANCIA Y LA
PROFUNDIDAD.**



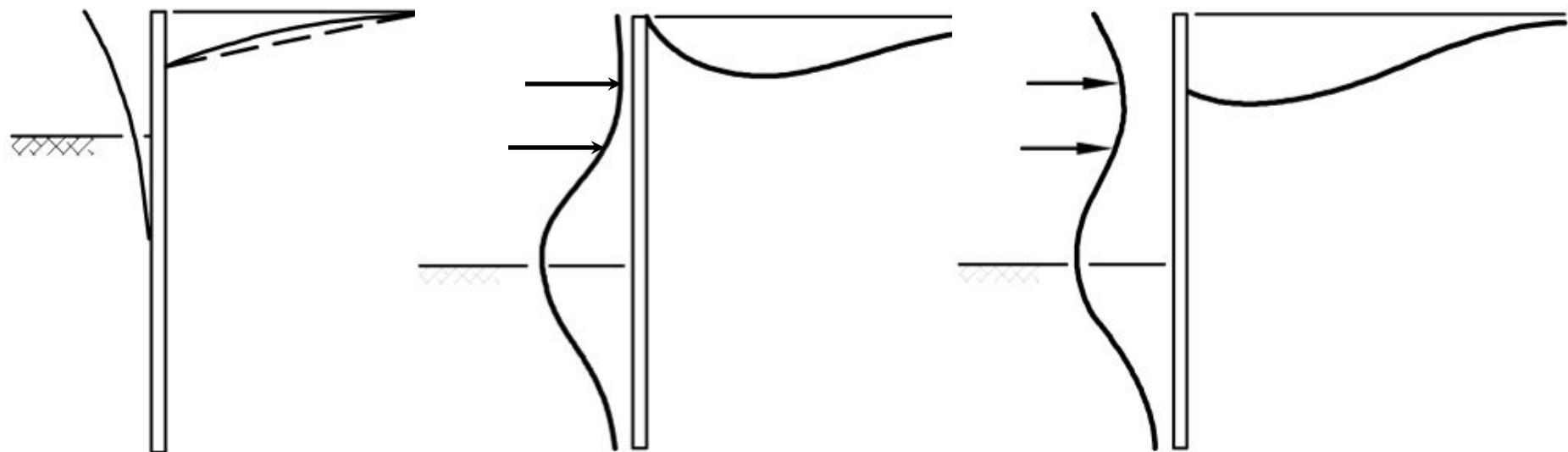
SUBSIDENCIA



Rodríguez Ortiz, 2008

**LOS MOVIMIENTOS GENERADOS
POR LAS EXCAVACIONES A TAJO
ABIERTO (CUT&COVER) PARA
ESTACIONES DEPENDEN DE LA
PROFUNDIDAD DE LA
EXCAVACION Y DE LA RIGIDEZ
DE LAS CONTENCIONES**

Mecanismos de deformación de pantallas



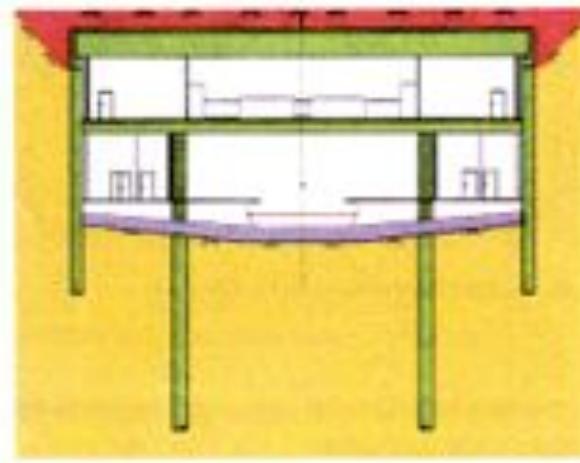
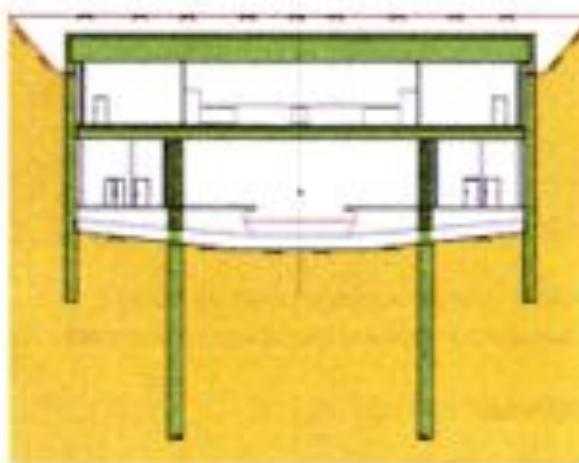
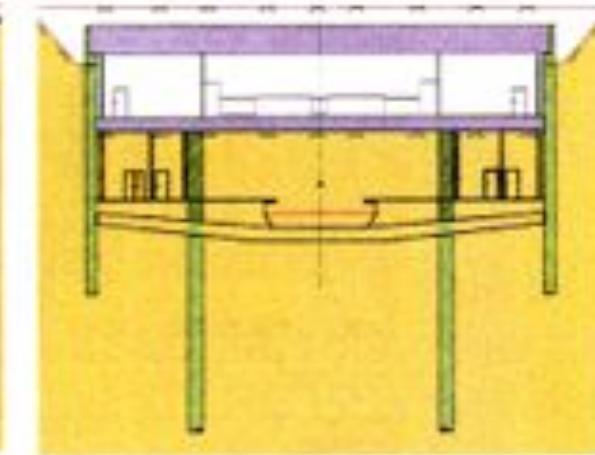
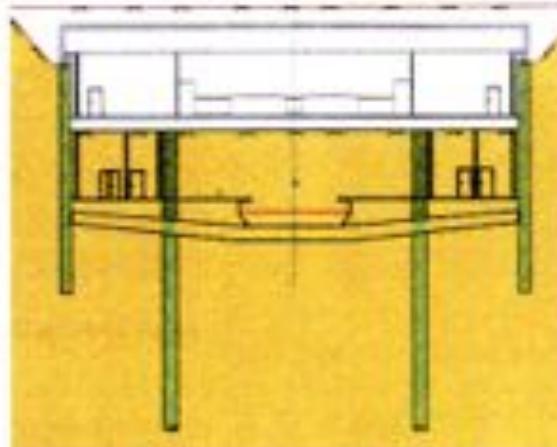
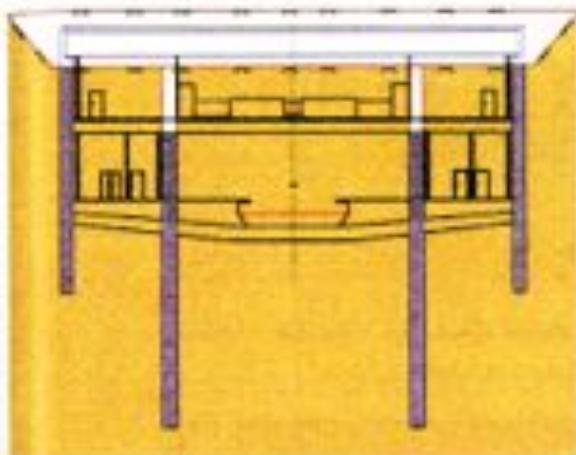
Pantalla en voladizo

Pantalla apuntalada

Desplazamientos totales

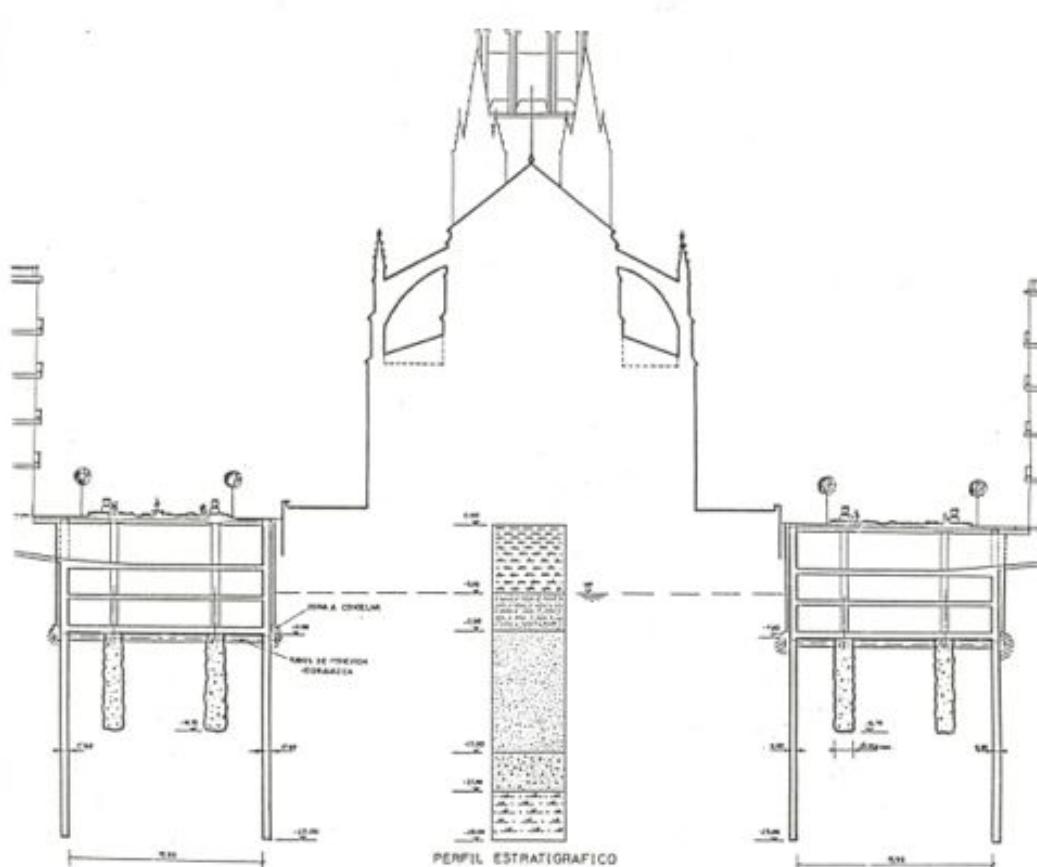


SOLUCIONES CON PILAS-PILOTE

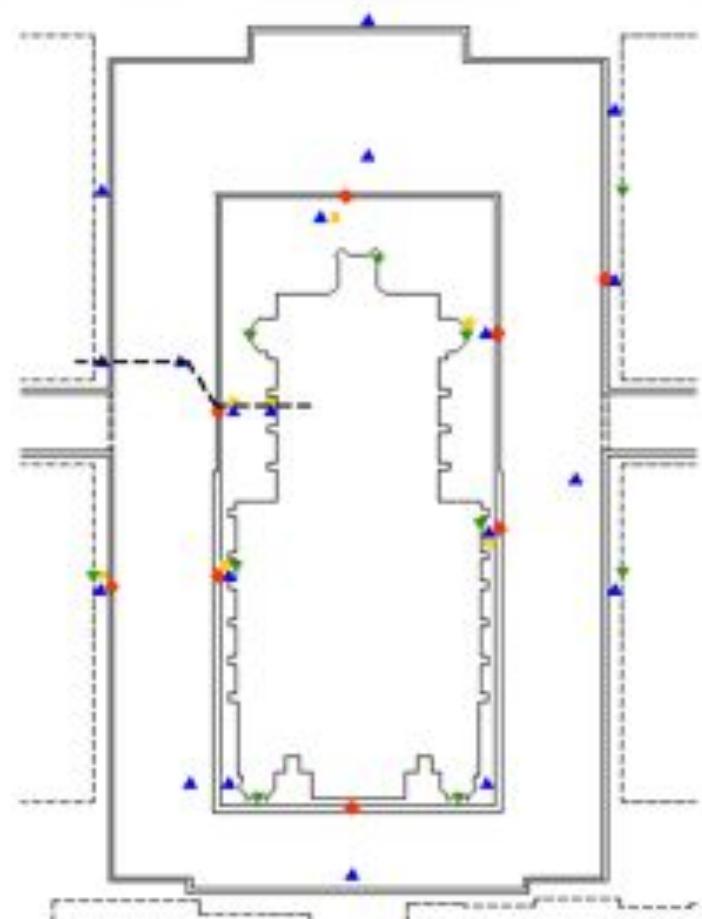


Métodos de control y reducción de movimientos

- Instalación temprana de la primera fila de arriostramientos
 - Construcción “ascendente - descendente”



Alzado



Planta

Catedral del Buen Pastor, San Sebastián

**EXISTE UN GRAN NUMERO
DE SOLUCIONES PARA
MITIGAR LOS EFECTOS DE
LAS OBRAS SOBRE
EDIFICIOS, MONUMENTOS
Y SERVICIOS**

METODOS PREVENTIVOS

-**RECALCE** DE LOS EDIFICIOS (RARO EN MONUMENTOS)

-**PUENTE**O DEL TUNEL CONSTRUYENDO UN PORTICO SOBRE PILOTES BAJO EL EDIFICIO.

-CONSTRUCCION DE UNA **BARRERA** DE PILOTES, MICROPILOTES, JET-GROUTING, ETC. ENTRE EL EDIFICIO Y EL TUNEL PARA CORTAR EL DESARROLLO LATERAL DE LOS ASENTAMIENTOS

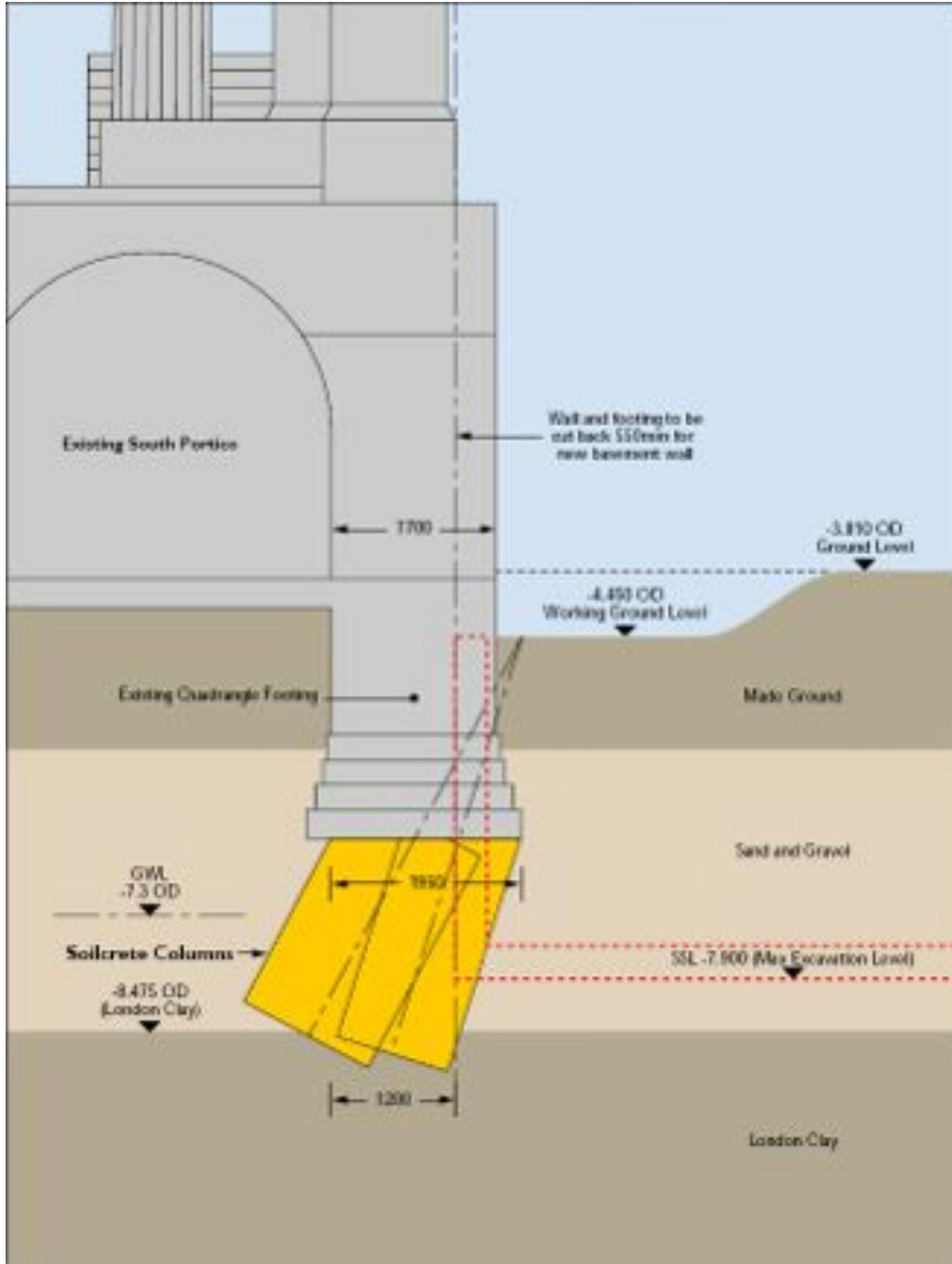
-MEJORA DEL TERRENO ENTRE EL TUNEL Y LOS EDIFICIOS MEDIANTE **INYECCIONES, JET-GROUTING O CONGELACION** (EN EL CASO DE CAPAS GRANULARES CON AGUA).

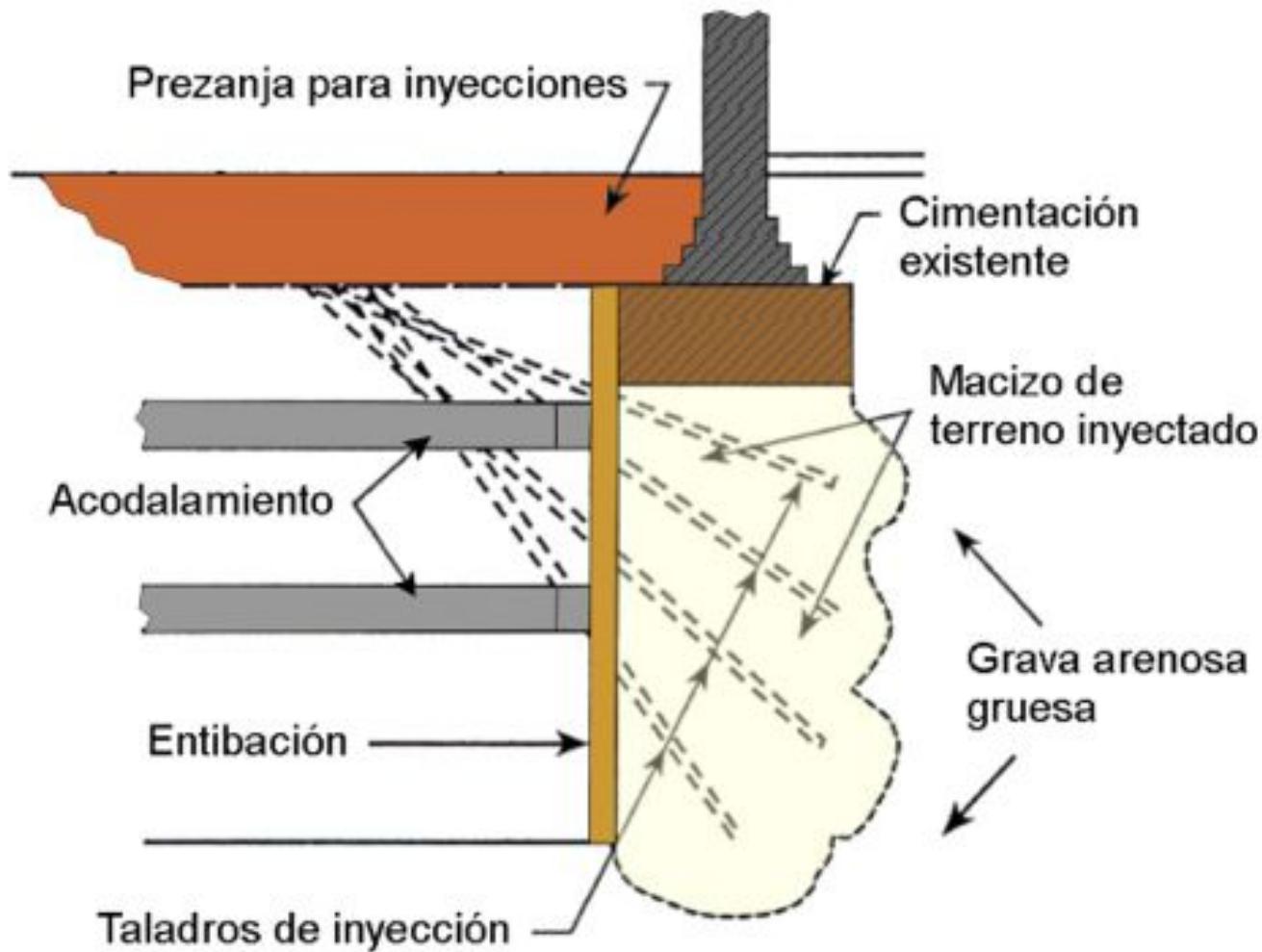
-CONTRARRESTO DE LOS ASENTAMIENTOS MEDIANTE EL LEVANTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS A TRAVÉS DE INYECCIONES DE CEMENTO EN PLANOS HORIZONTALES (**INYECCIONES DE COMPENSACION**)

**EN QUITO HABRA QUE ENSAYAR,
ANTES DE UTILIZARLOS
DIVERSOS TRATAMIENTOS DEL
TERRENO COMO:**

**Inyecciones
Jet-grouting
Congelación (event.), etc.**

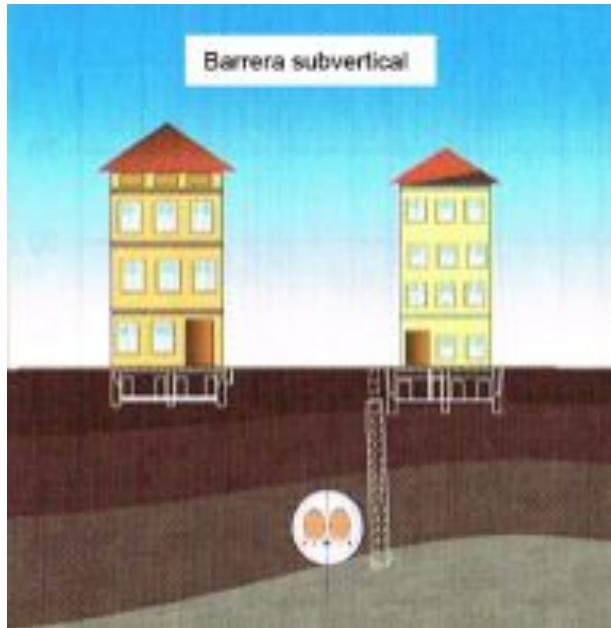
RECALCES



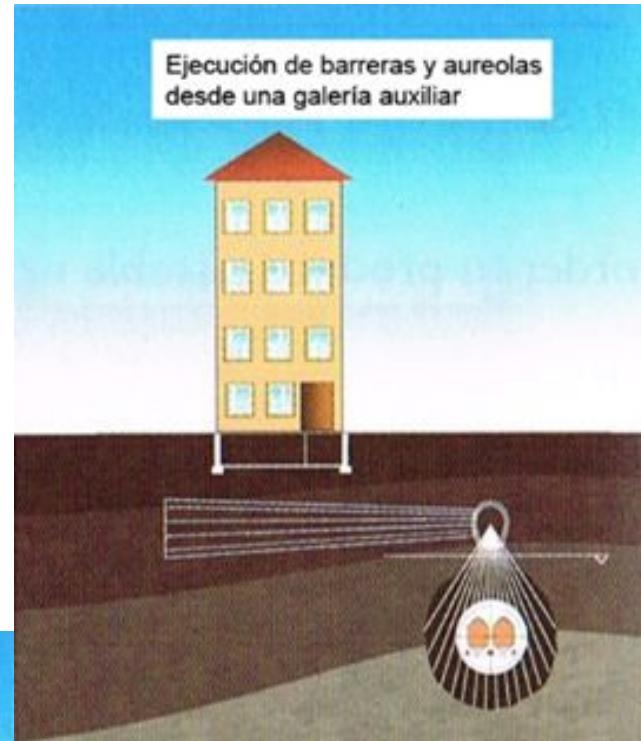


BARRERAS

Barrera subvertical

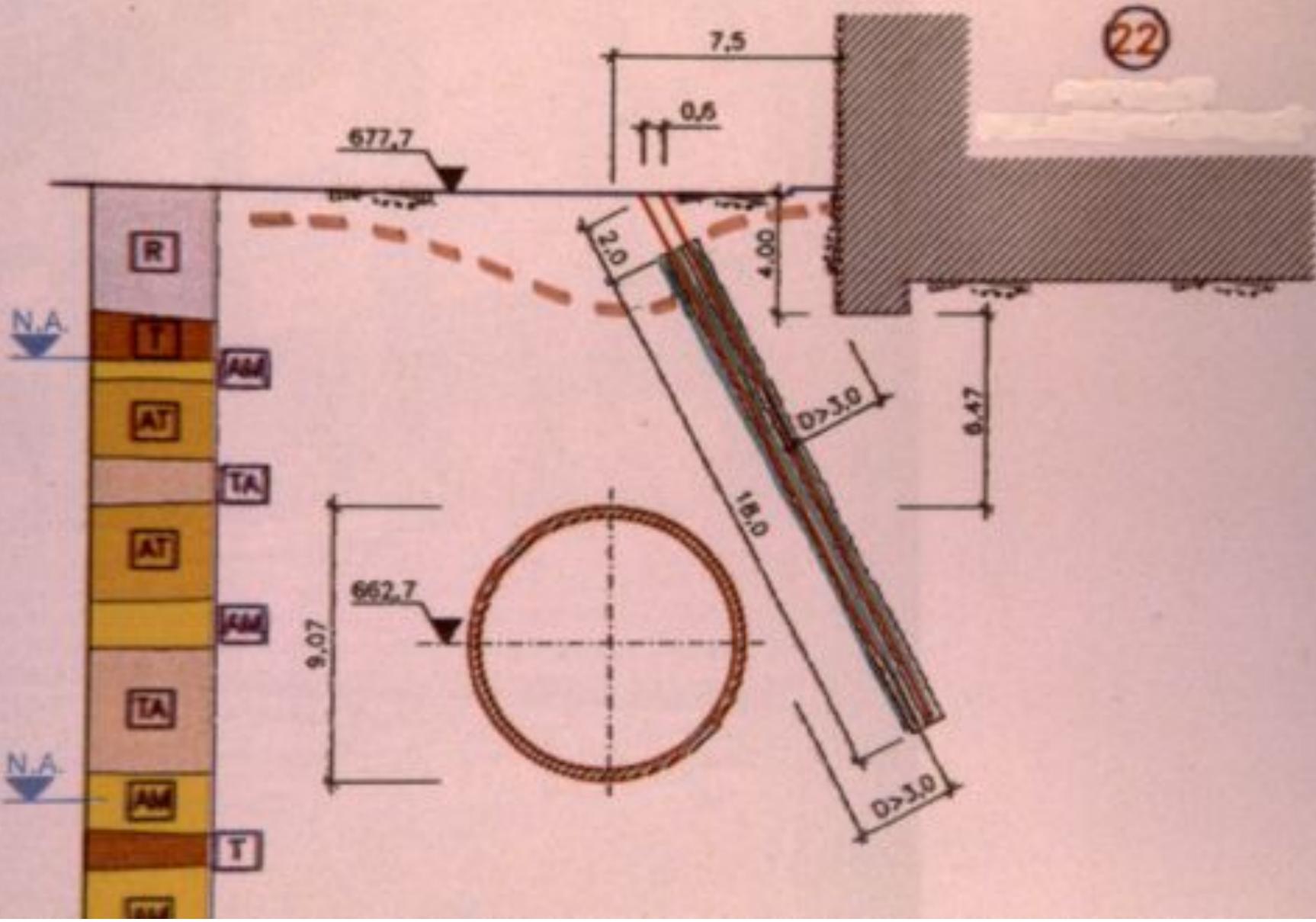


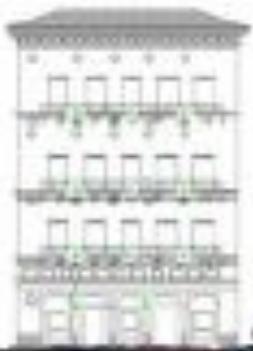
Ejecución de barreras y aureolas
desde una galería auxiliar



Barreras horizontales ejecutadas
desde un pozo auxiliar







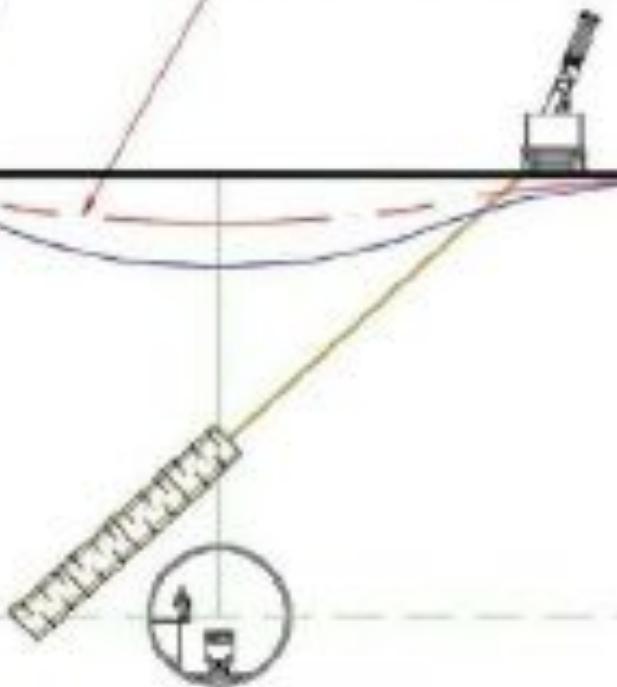
CAMPANA DE SUBSIDENCIA SIN COLUMNAS DE JET-GROUTING

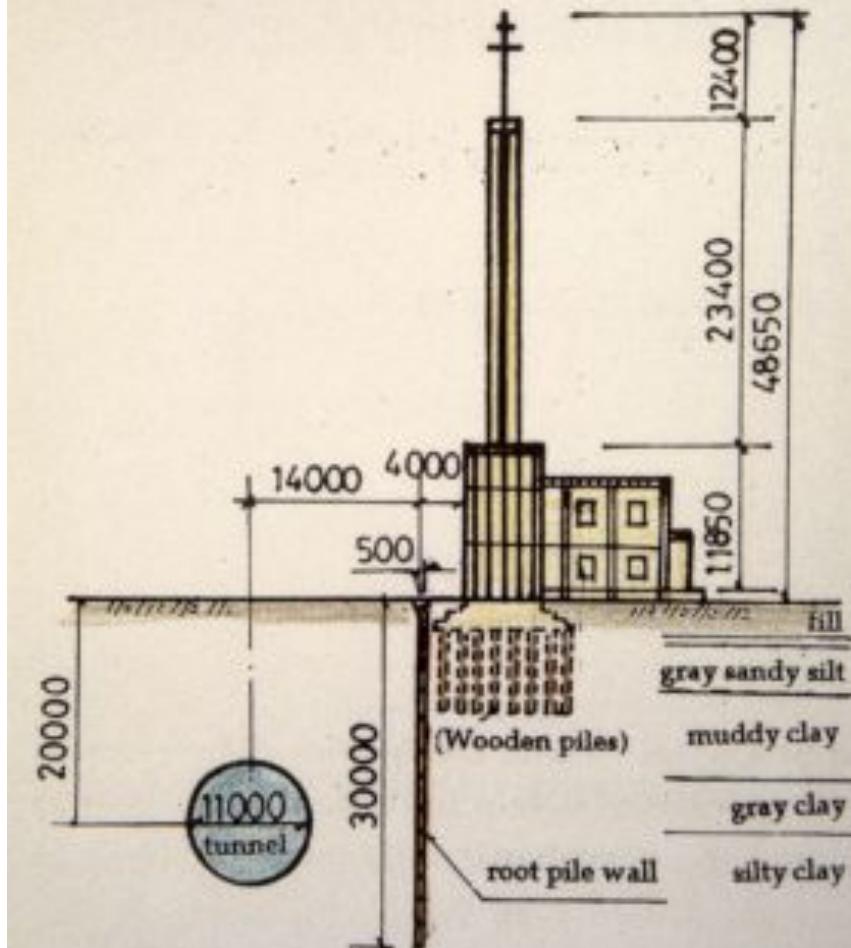
CAMPANA DE SUBSIDENCIA CON COLUMNAS DE JET-GROUTING

N. TERRENO

z

A vertical dashed line extends downwards from the top of the foundation beam to the ground surface, labeled with the letter 'z' at its top end.



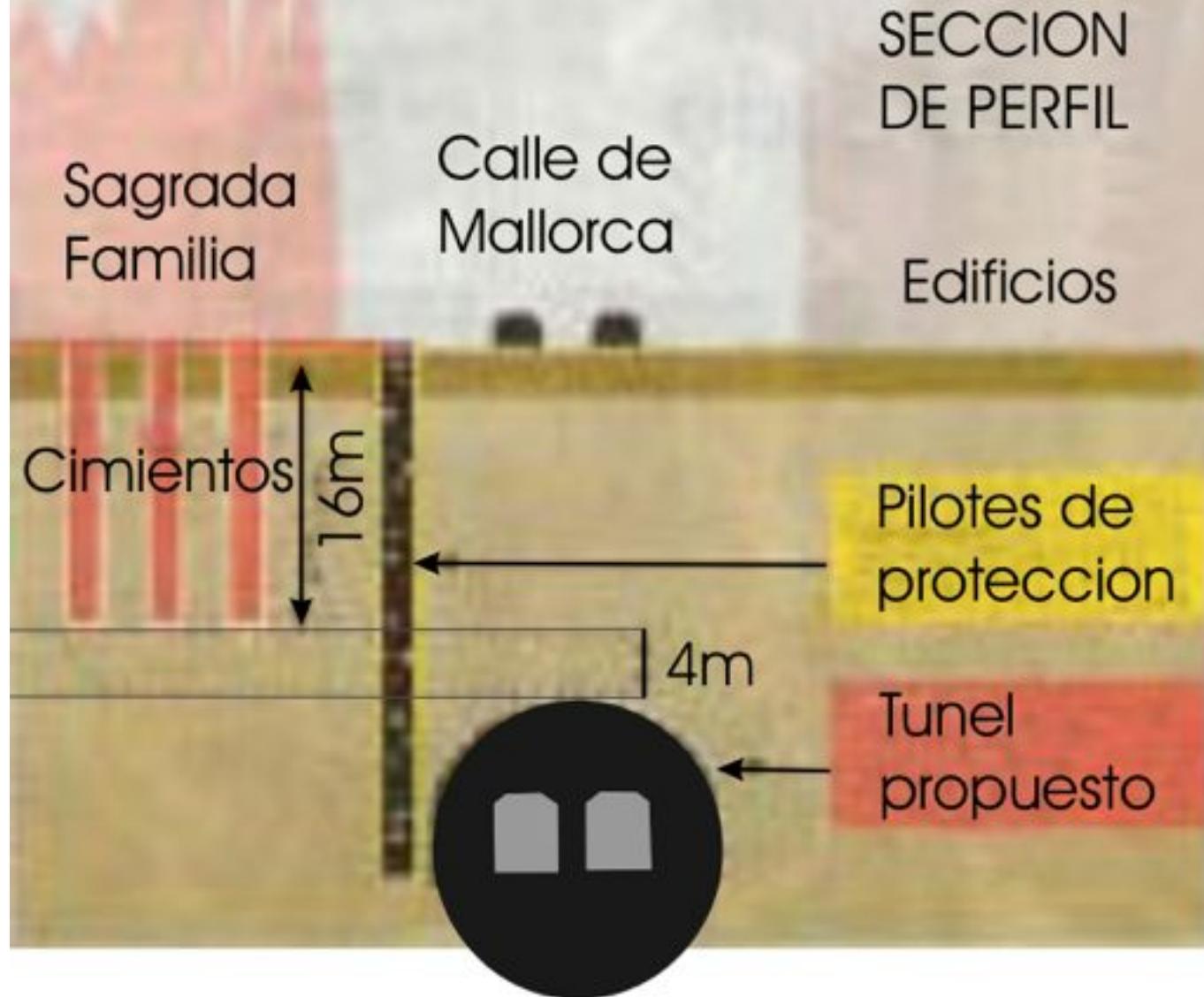


Location of the observatory.

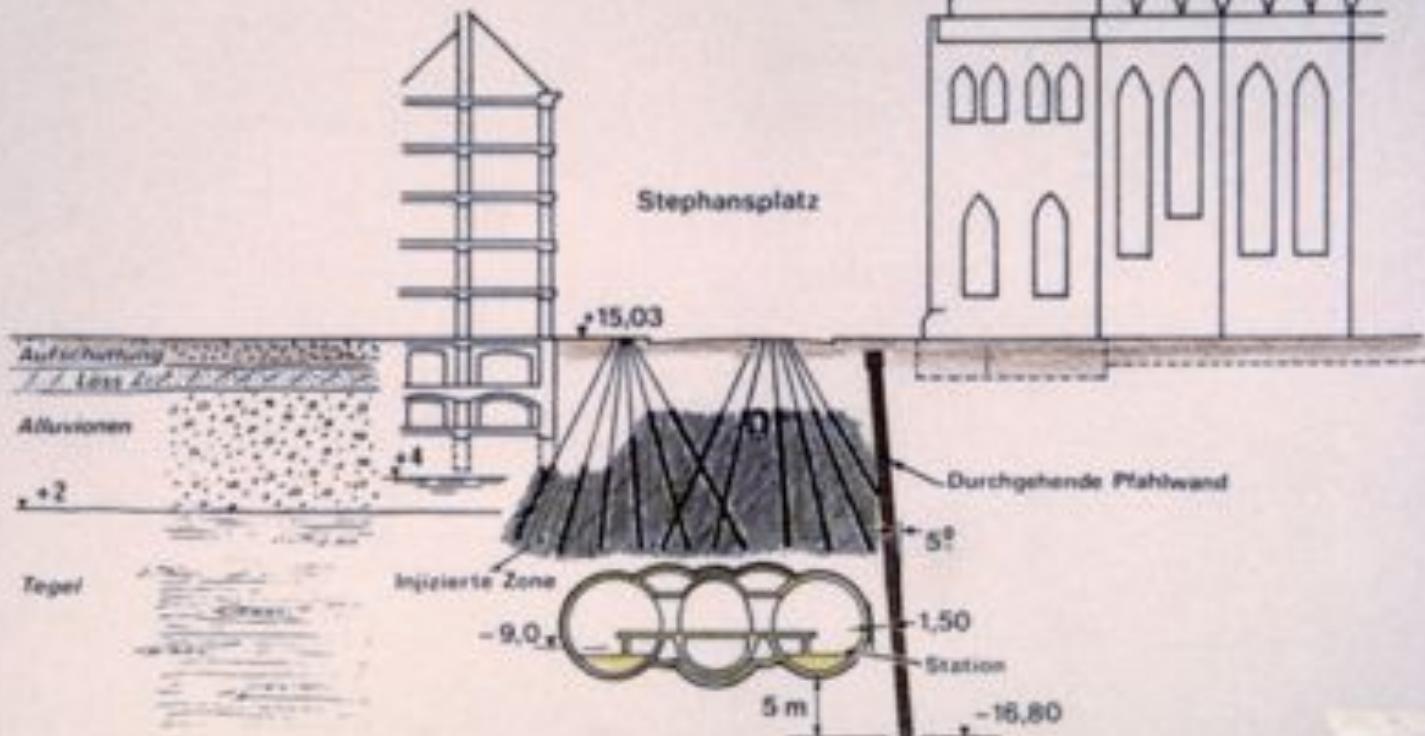


TEMPLO DE LA SAGRADA FAMILIA BARCELONA

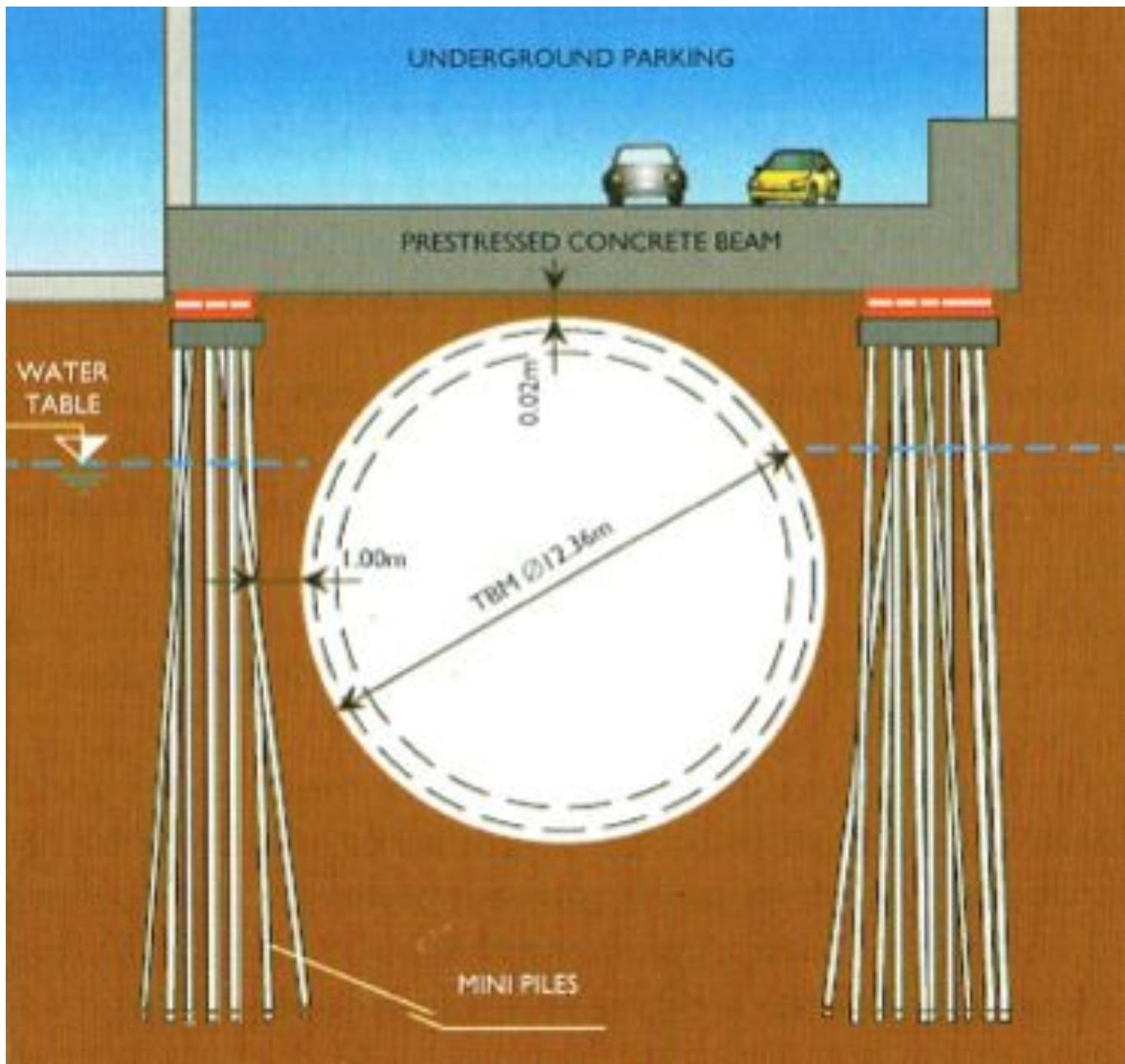
La pantalla de pilotes

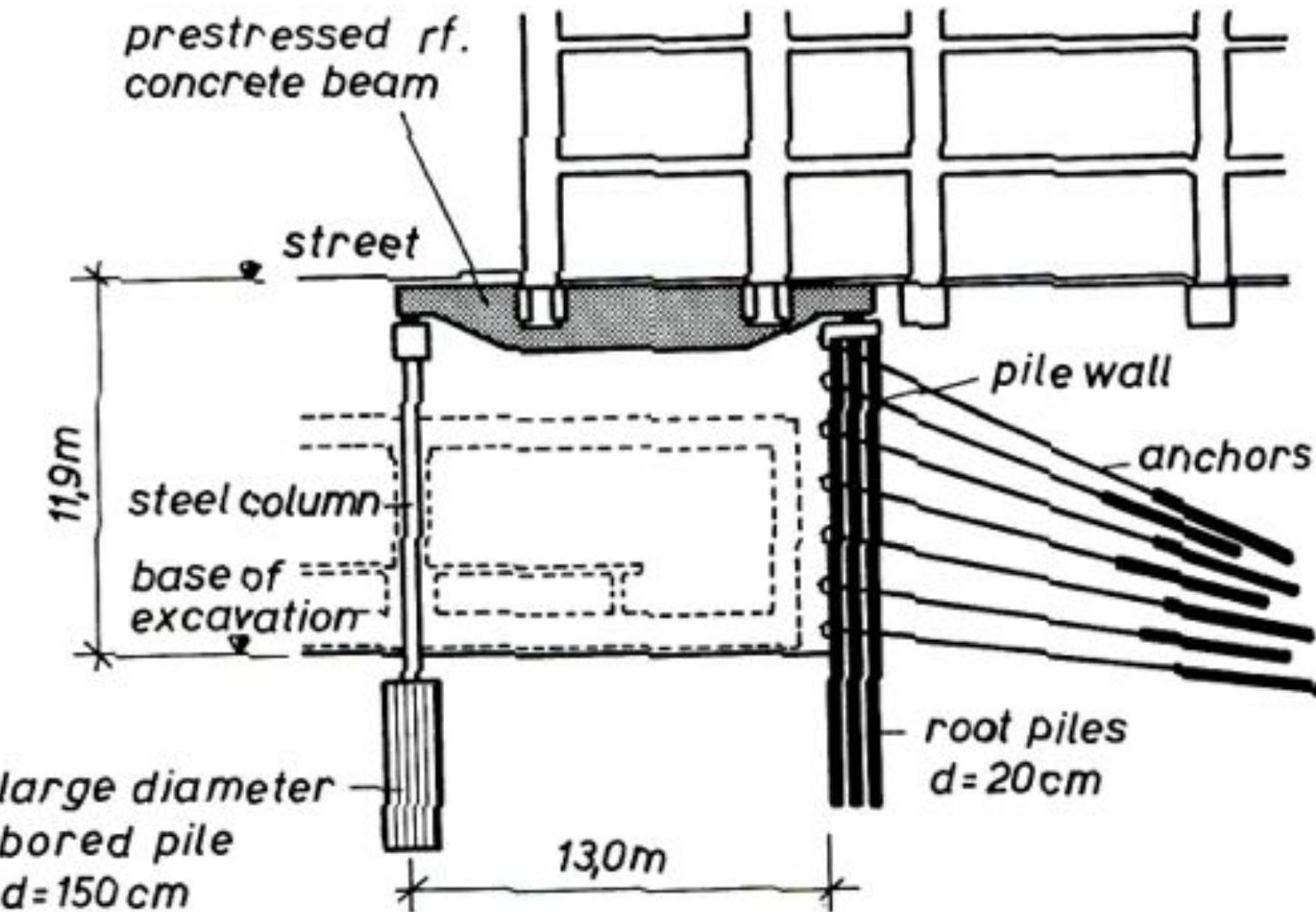


U-BAHN WIEN
— Linie U-1 —
Station Stephansplatz

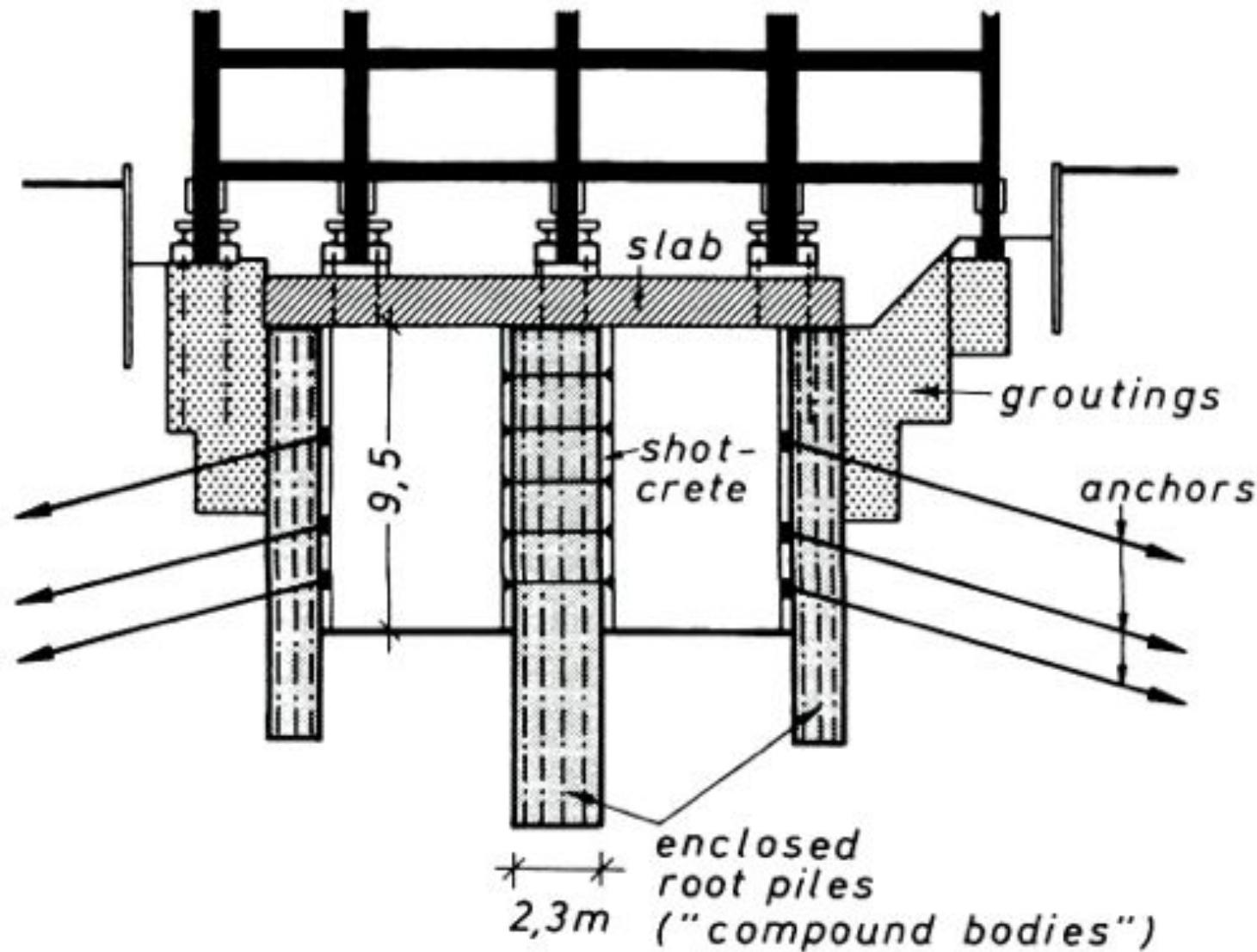


PUENTEOS

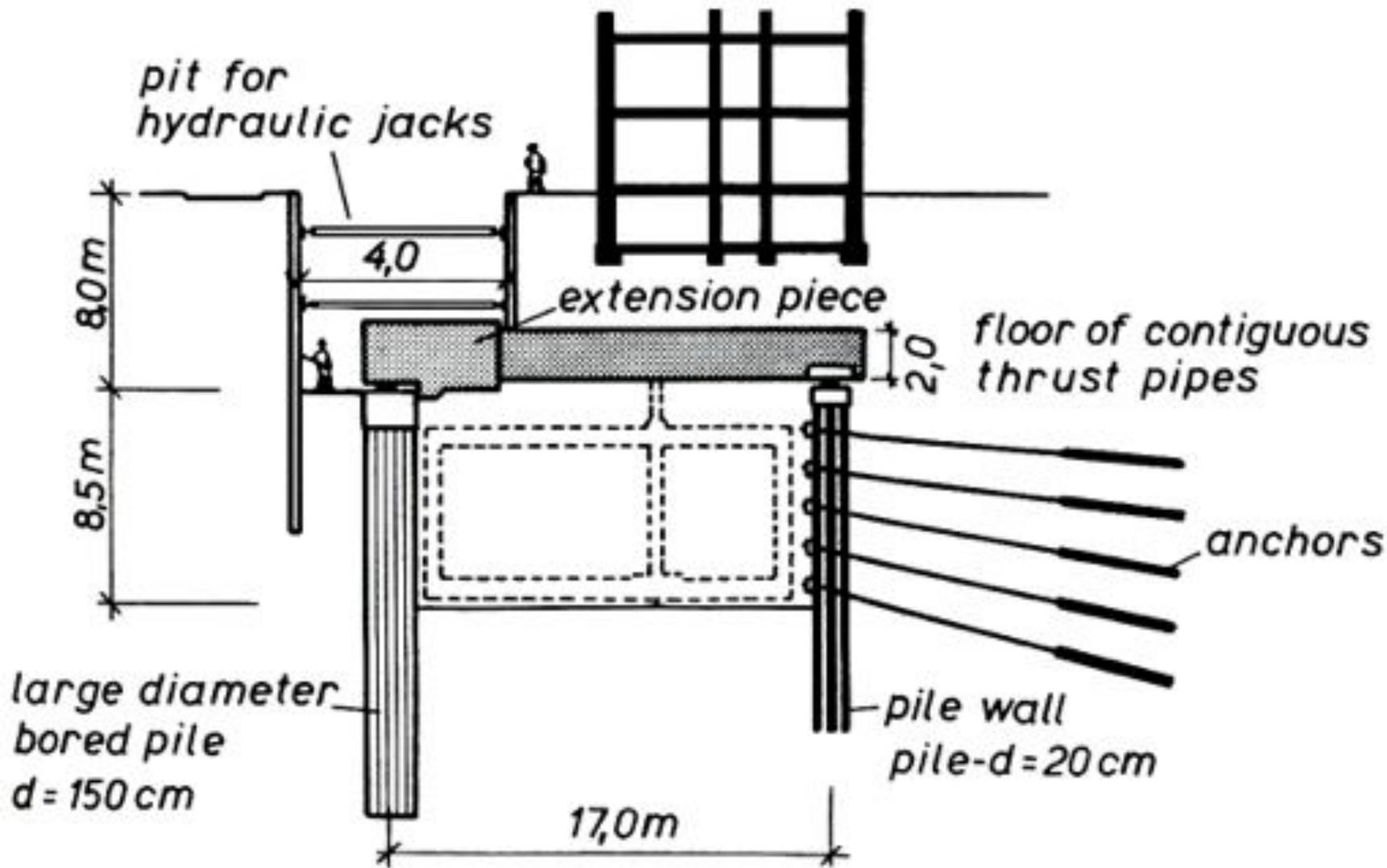




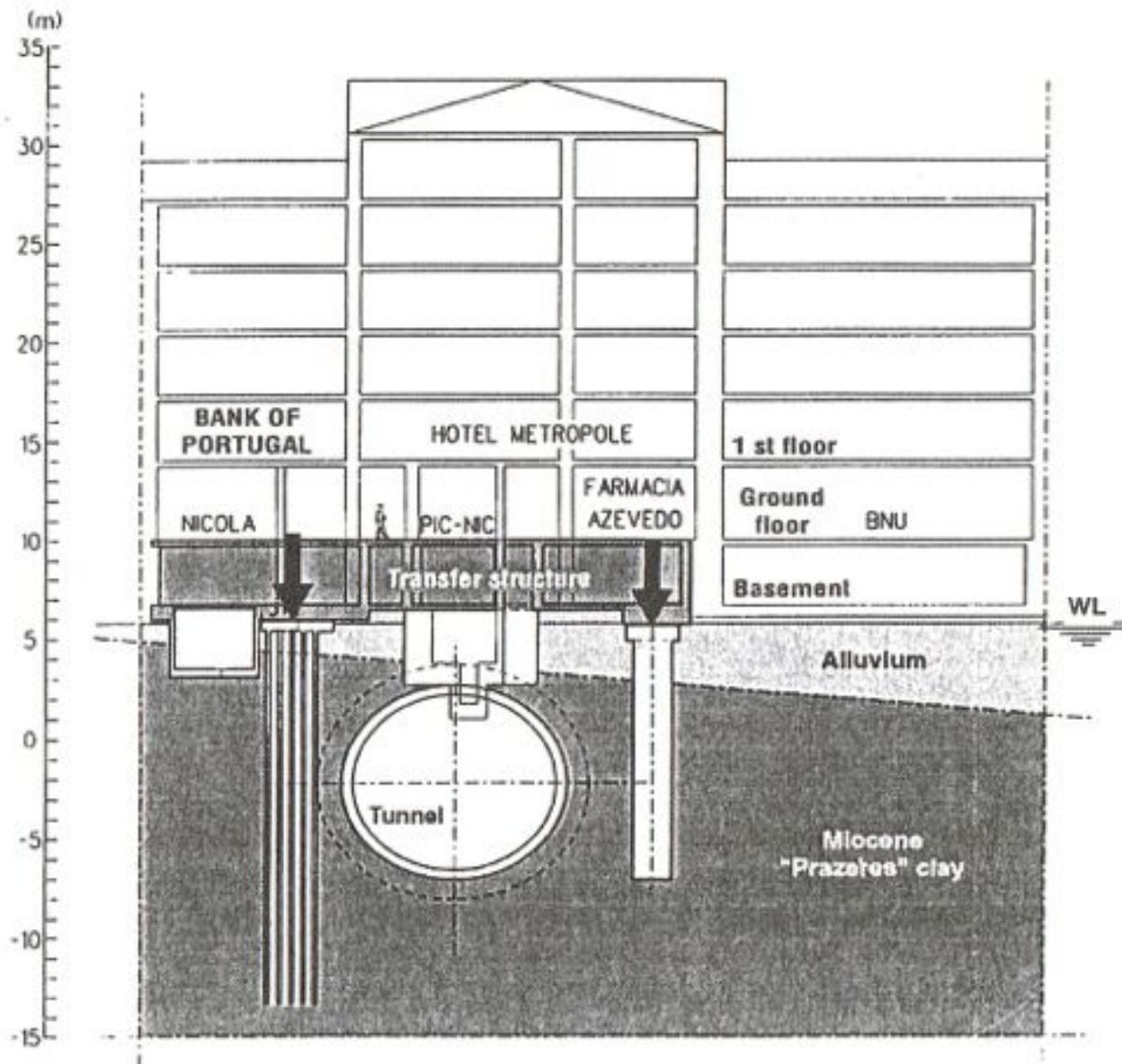
VIGA PRETENSADA DE PUENTE ABROCHANDO LOS
ARRANQUES DE PILARES



LOSA DE PUENTEO SOBRE MACIZOS DE MICROPILOTES

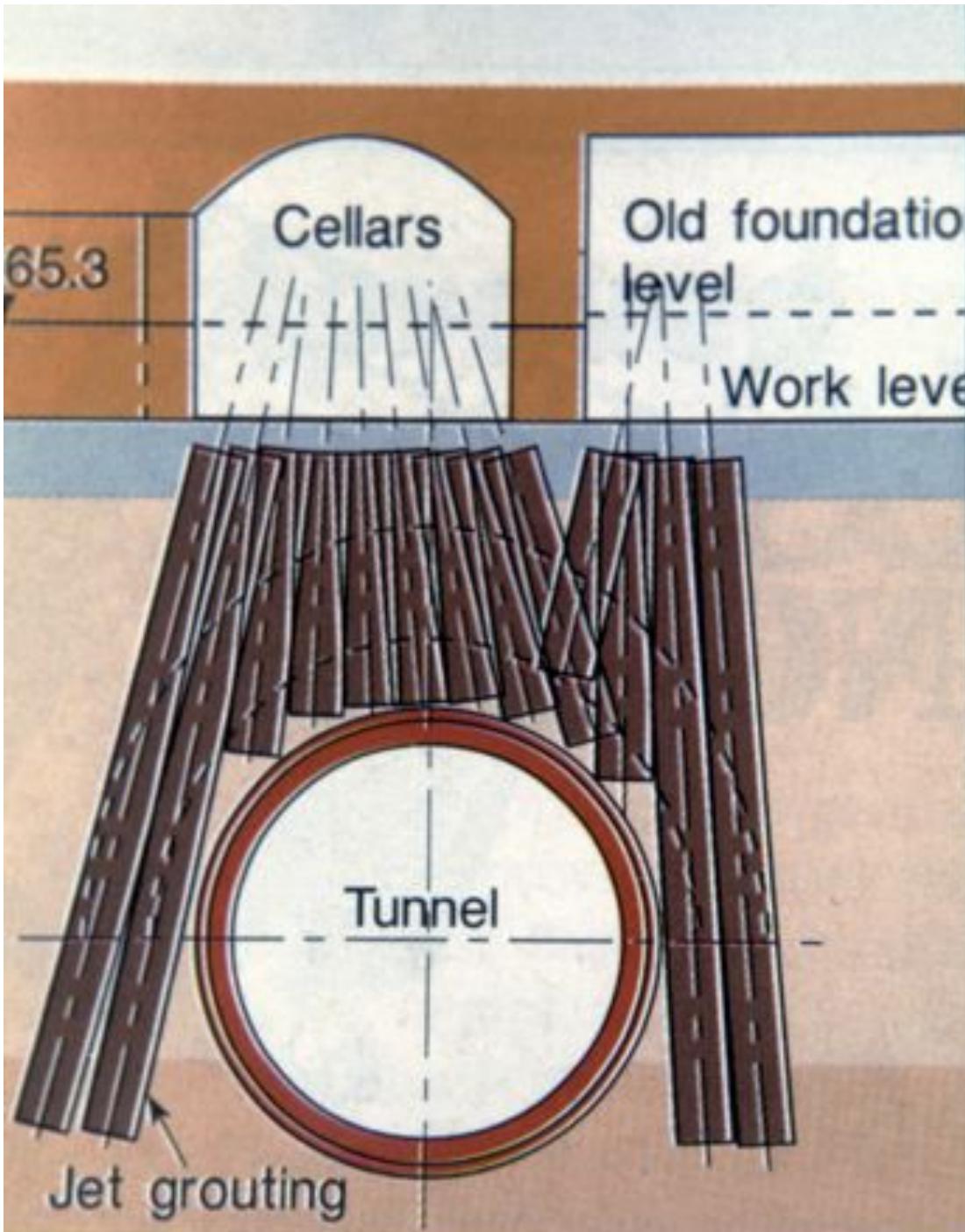


DOSEL DE TUBOS HINCADOS

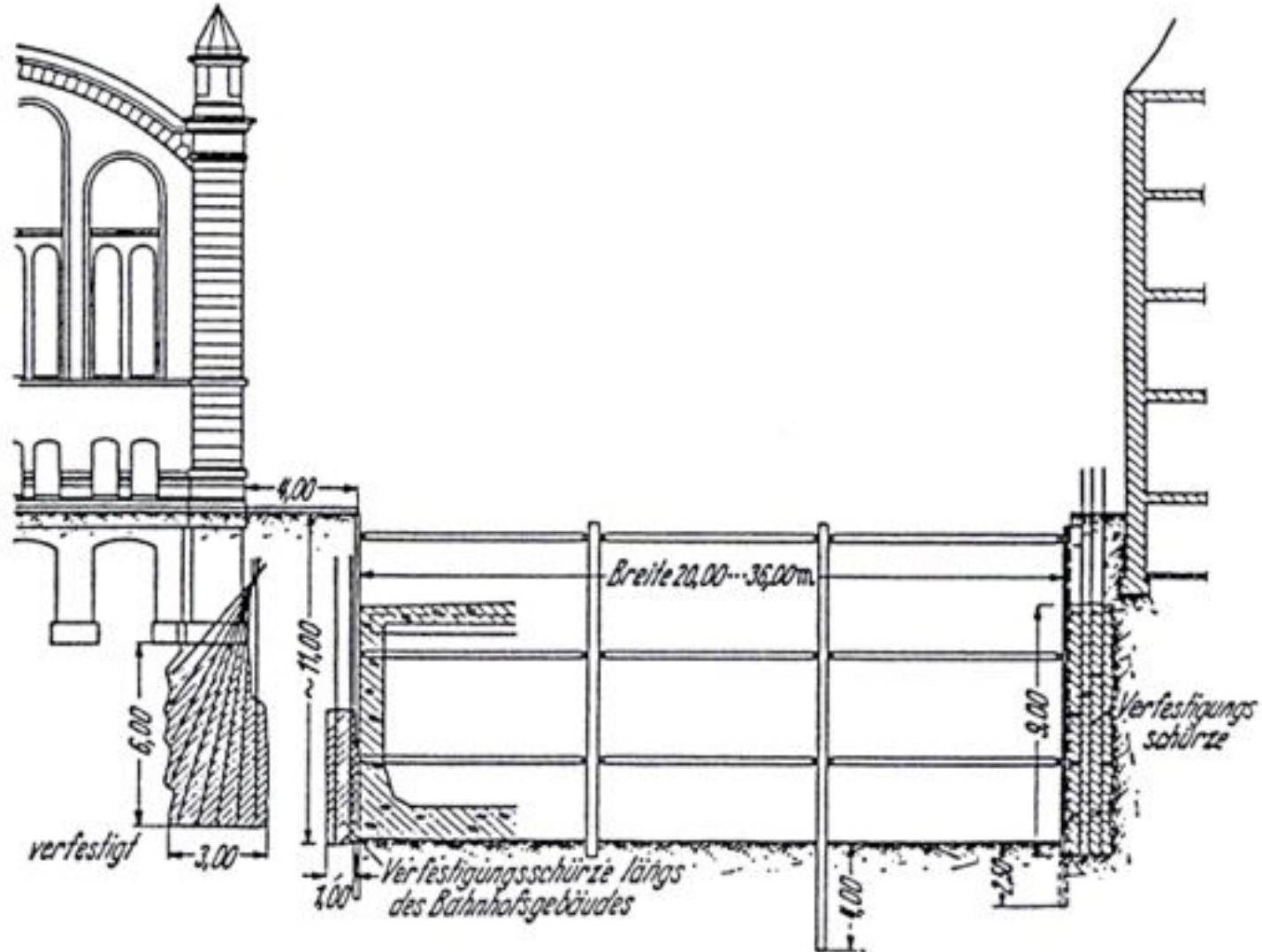


Sao Paulo

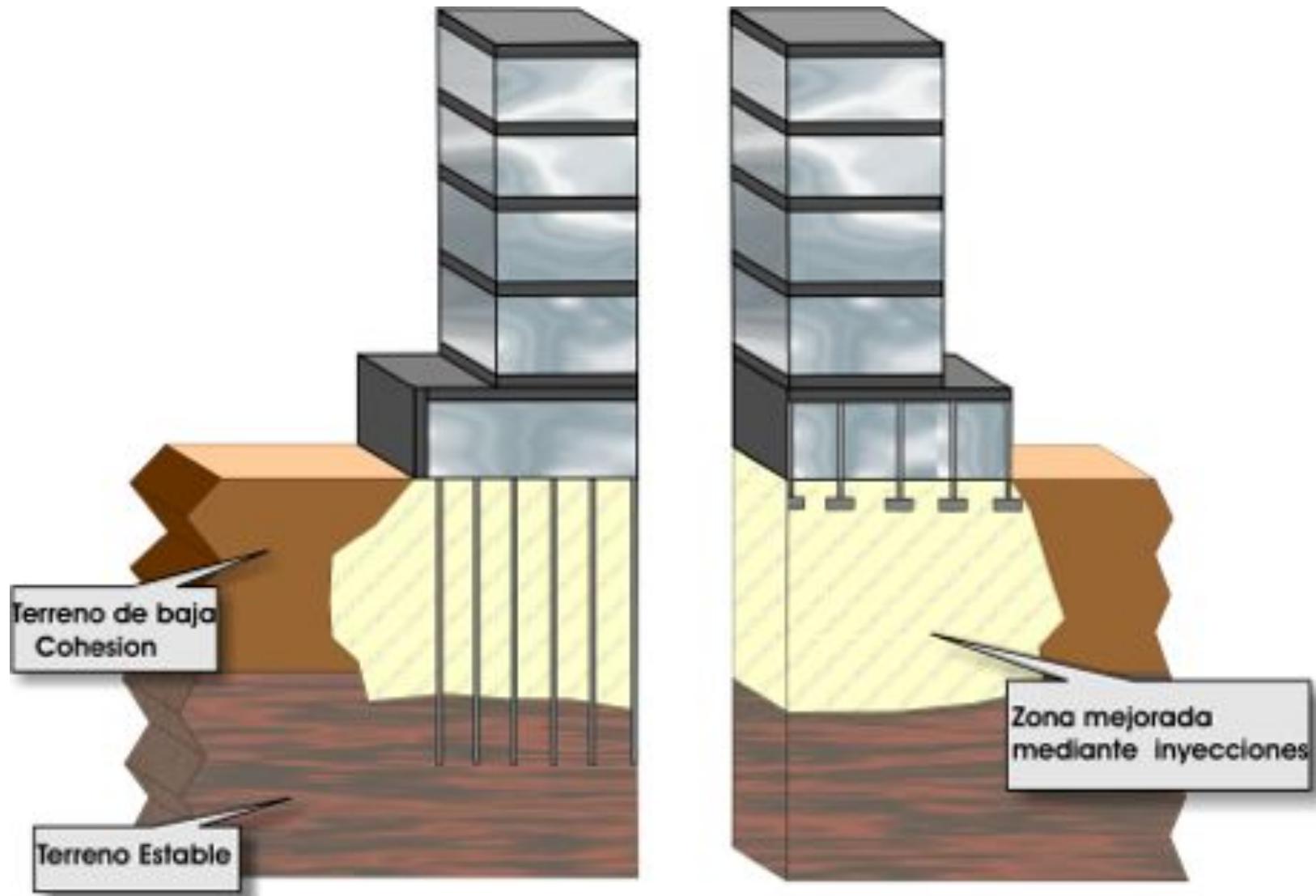
Figure 7. Transfer structure and foundations section.

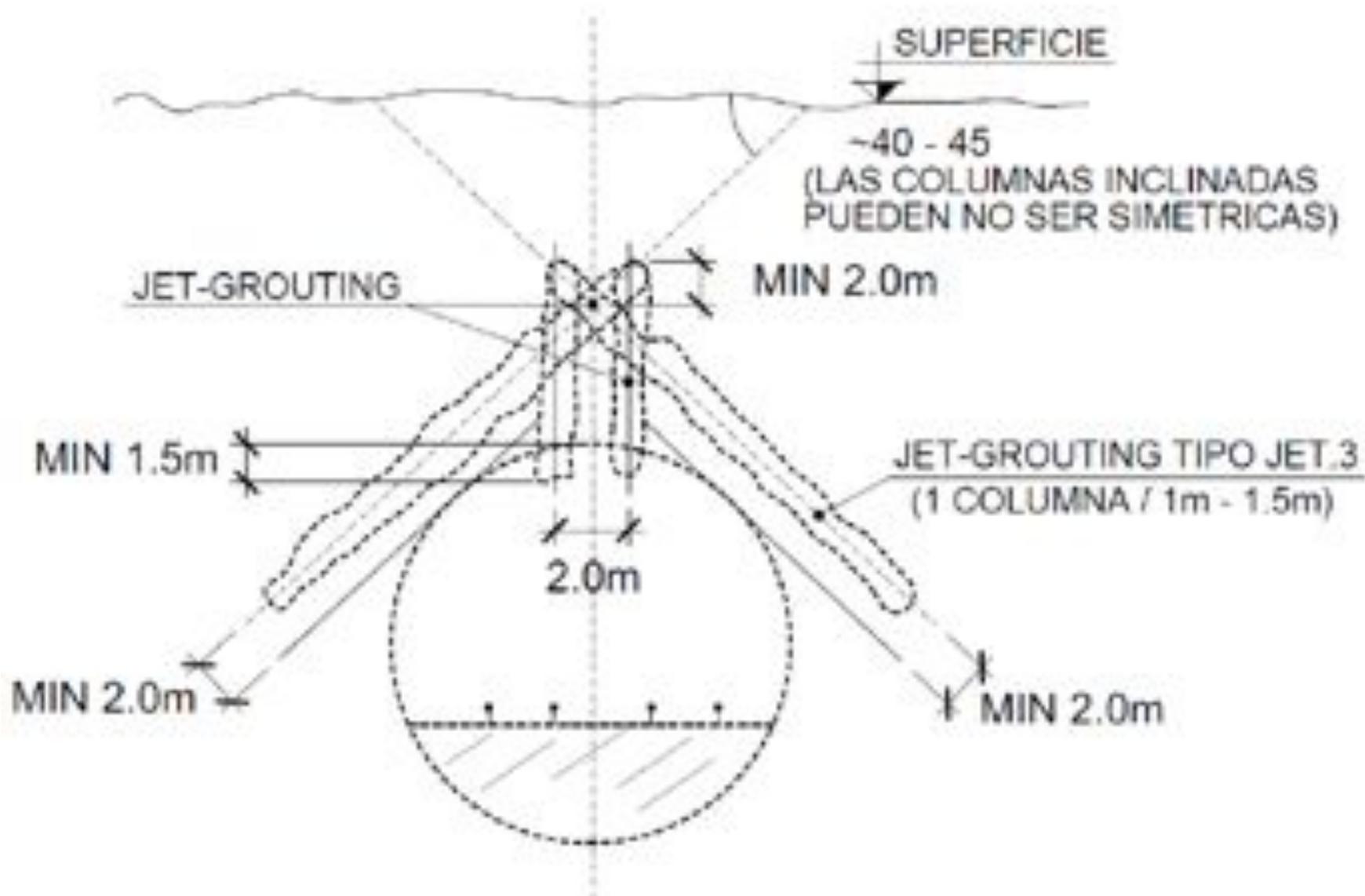


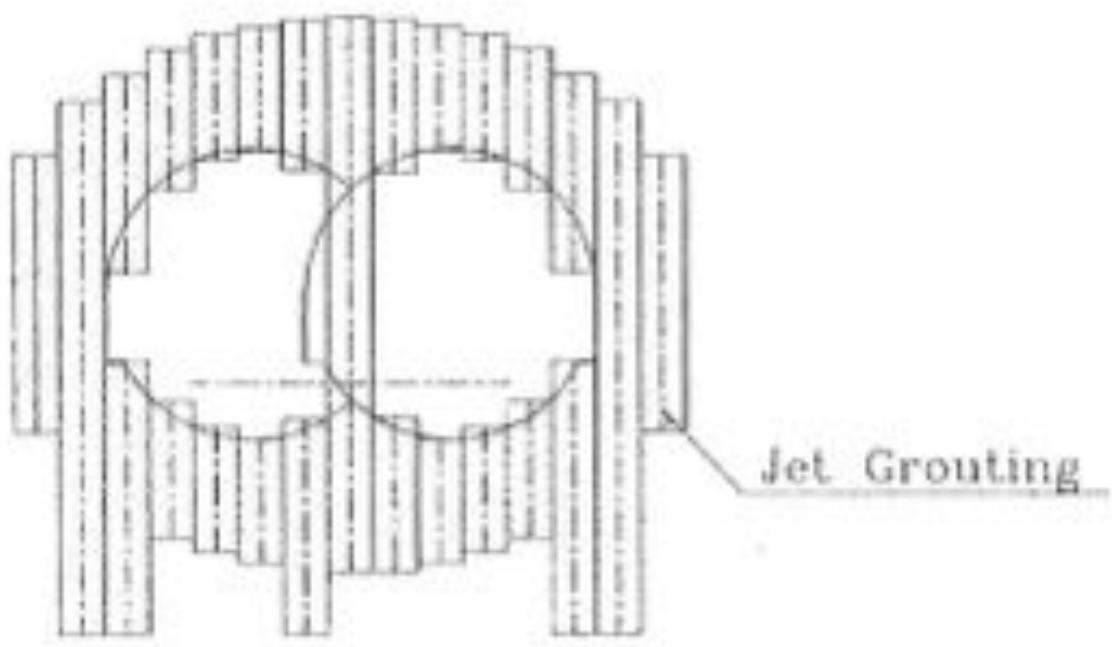
MEJORA DEL TERRENO



Recalce de edificios y pantalla de terreno tratado mediante inyecciones de silicato en la construcción de la Estación de Stettin del Metro de Berlin







COUPE A.A

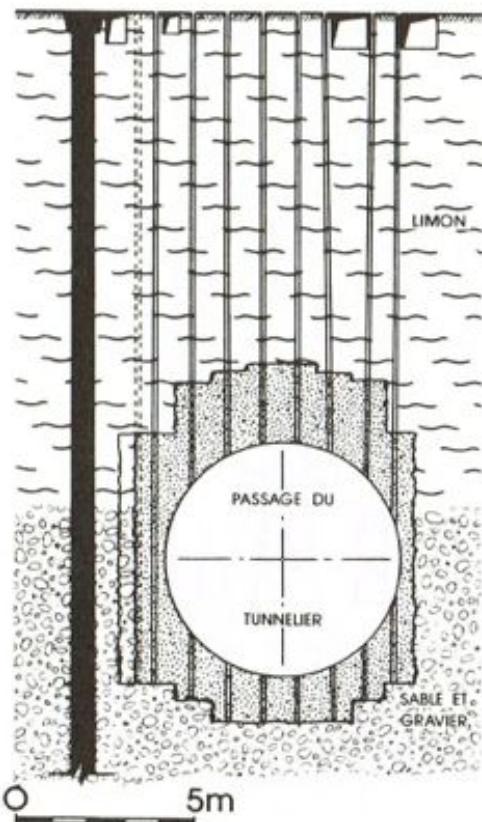
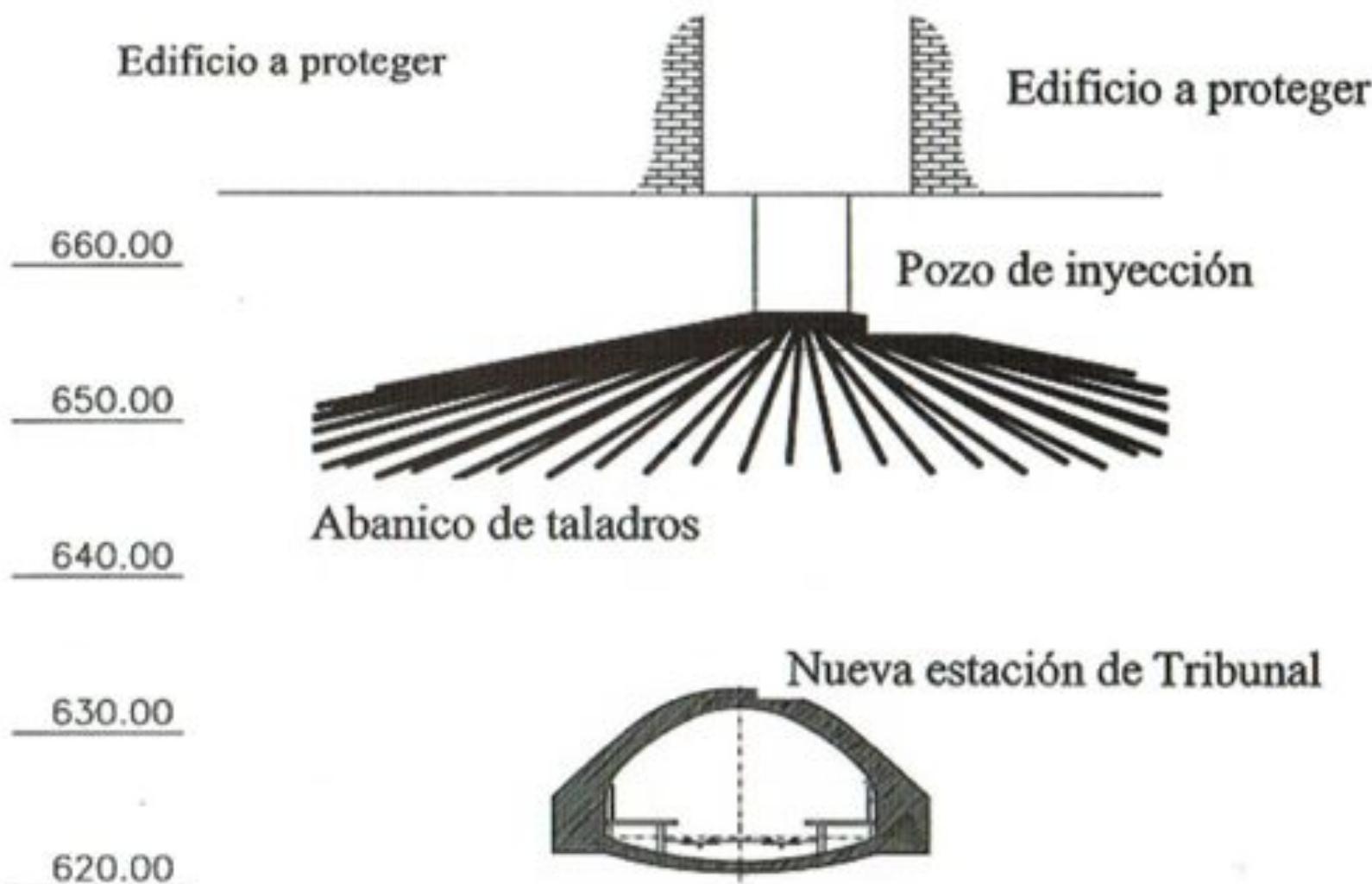
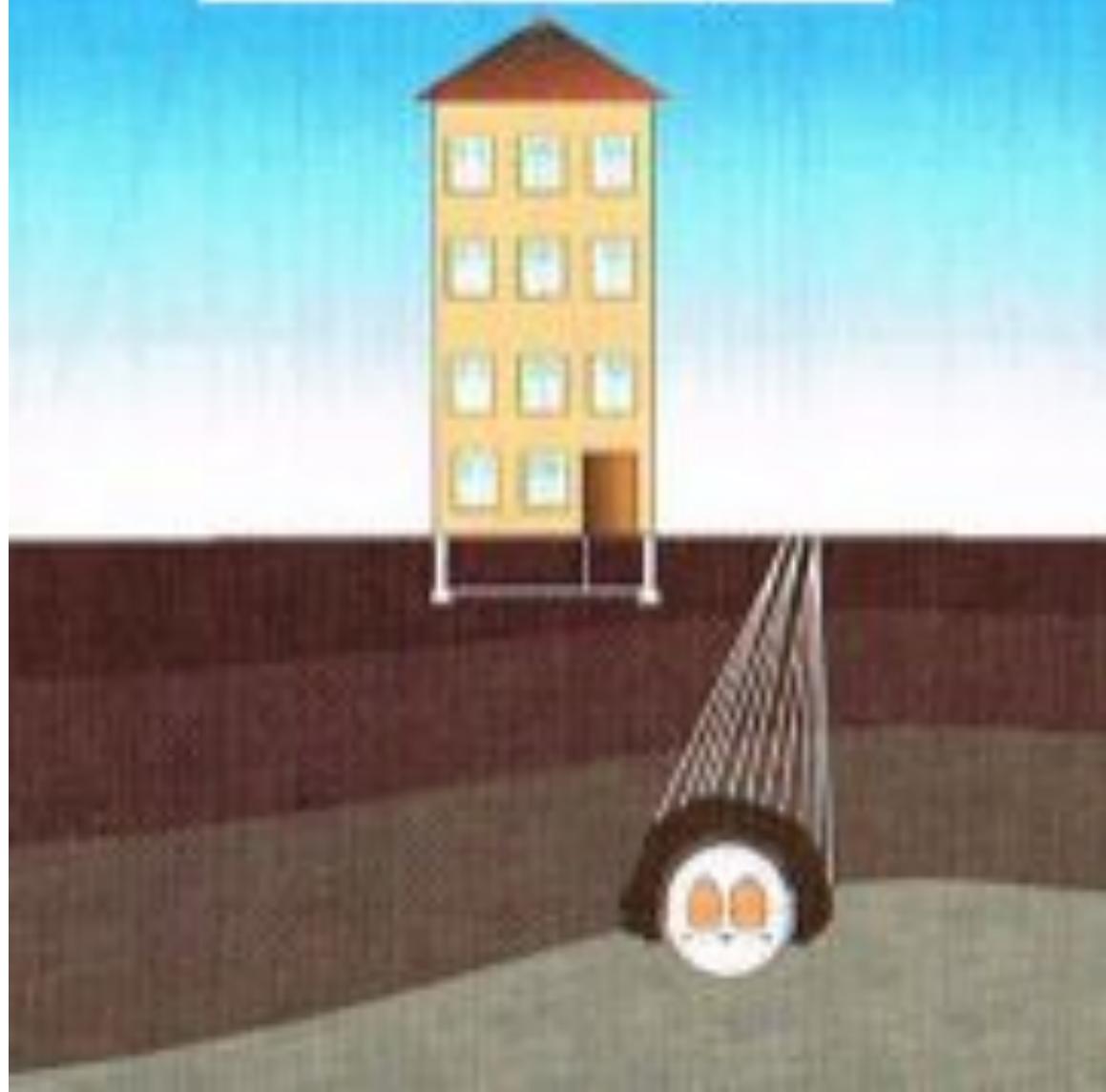


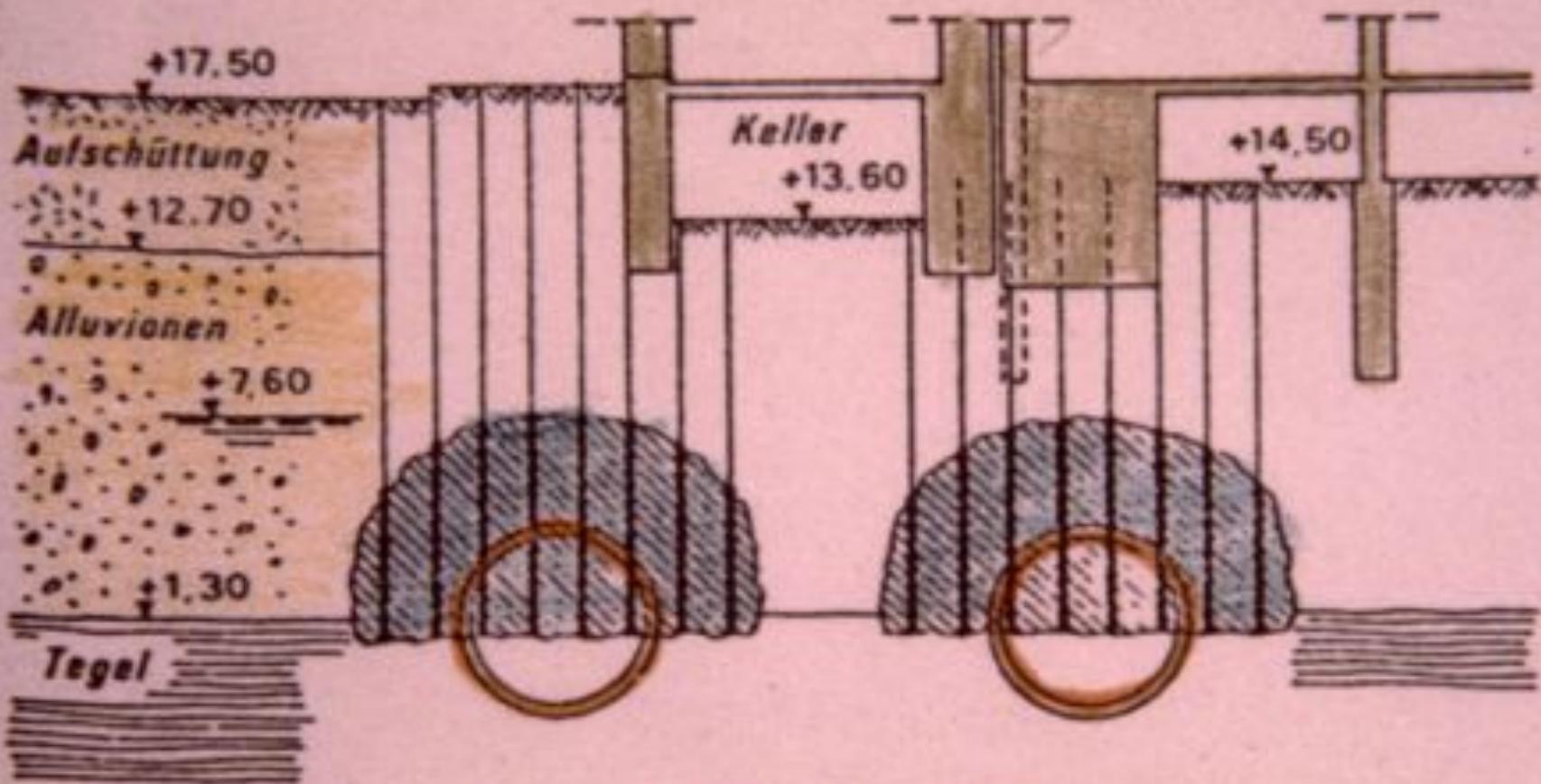
Figure 6 - Métro de Lyon - Ligne D - Puits Cavenne
Consolidation et étanchement des alluvions par Jet mix pour le démarrage du tunnelier



TRATAMIENTO EN LA ESTACIÓN DE TRIBUNAL EN LA LÍNEA 10
DEL METRO DE MADRID (Melis y otros, 2003).

Bóveda de protección inyectada





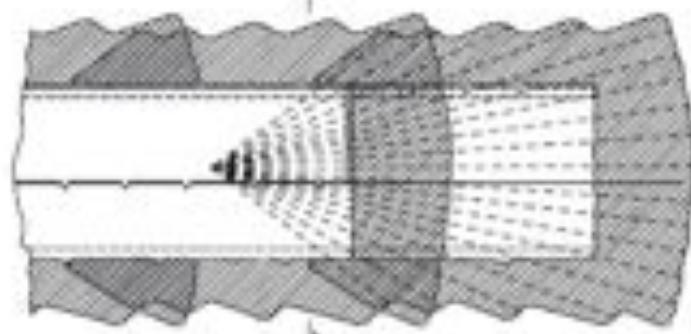
U-BAHN WIEN
— Linie U-1 —

SOLUCIONES DE MEJORA MEDIANTE INYECCIONES

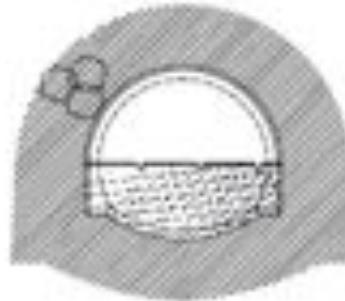
CONVENTIONAL INJECTIONS

AHEAD OF THE FACE

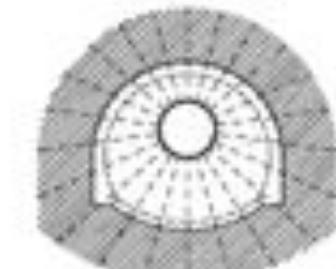
LONGITUDINAL PROFILE



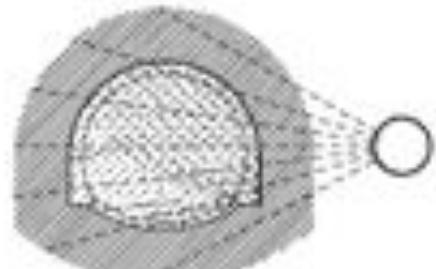
SECTION A-A



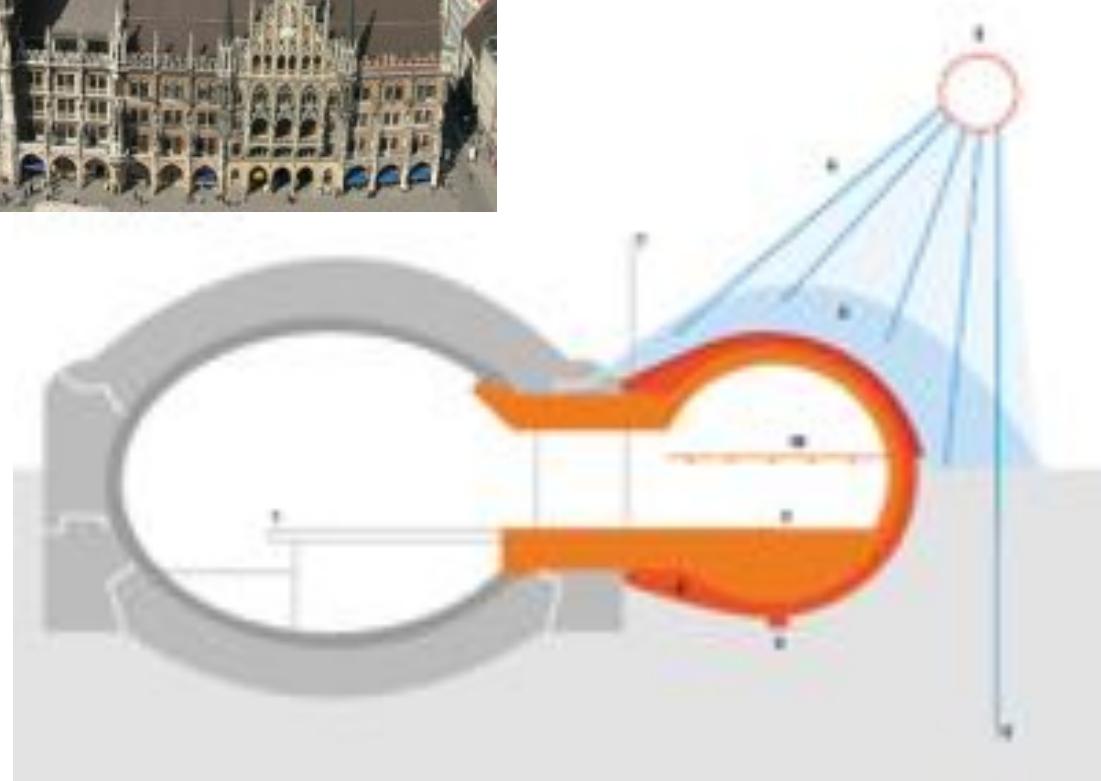
FROM A PILOT TUNNEL



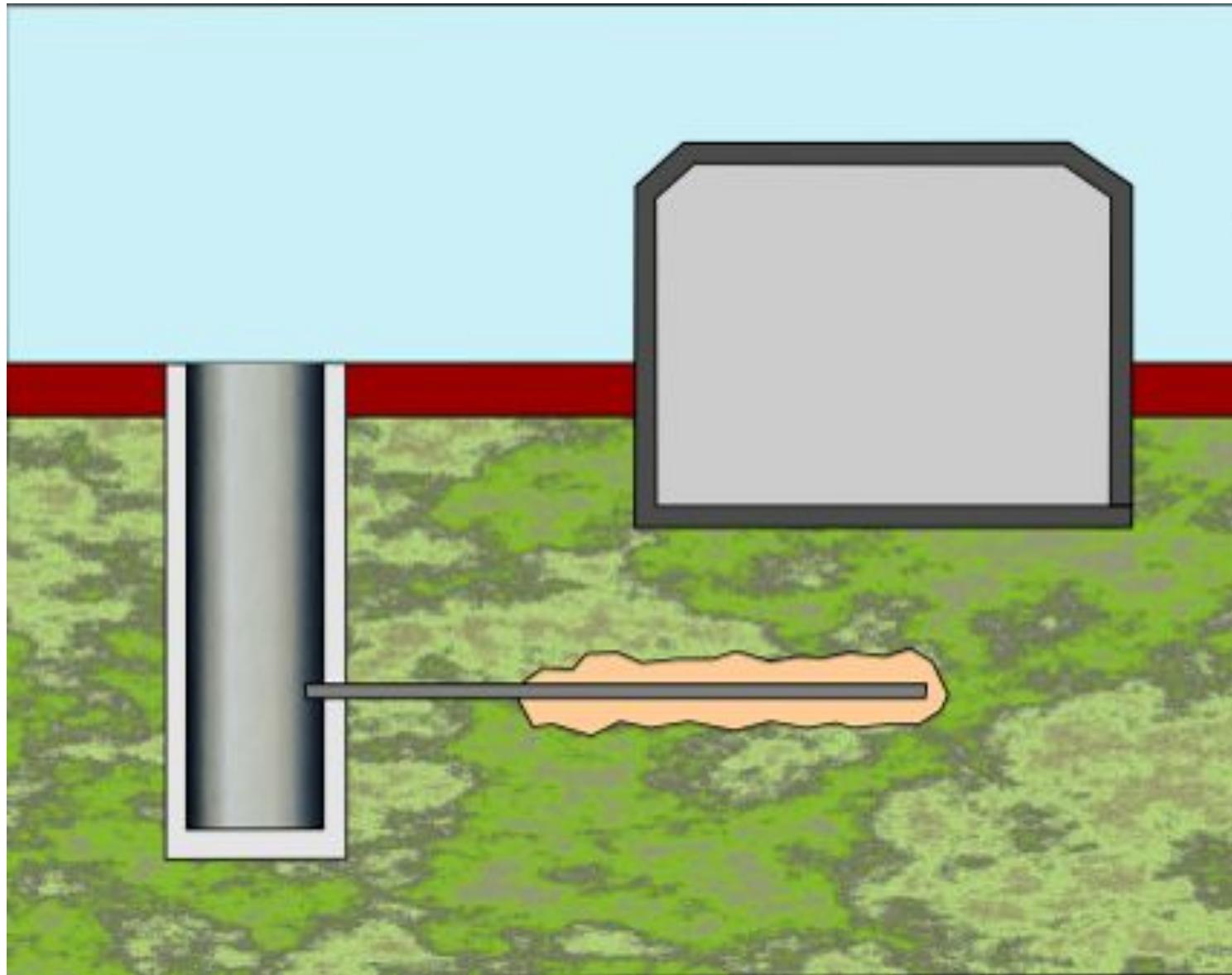
FROM THE SURFACE



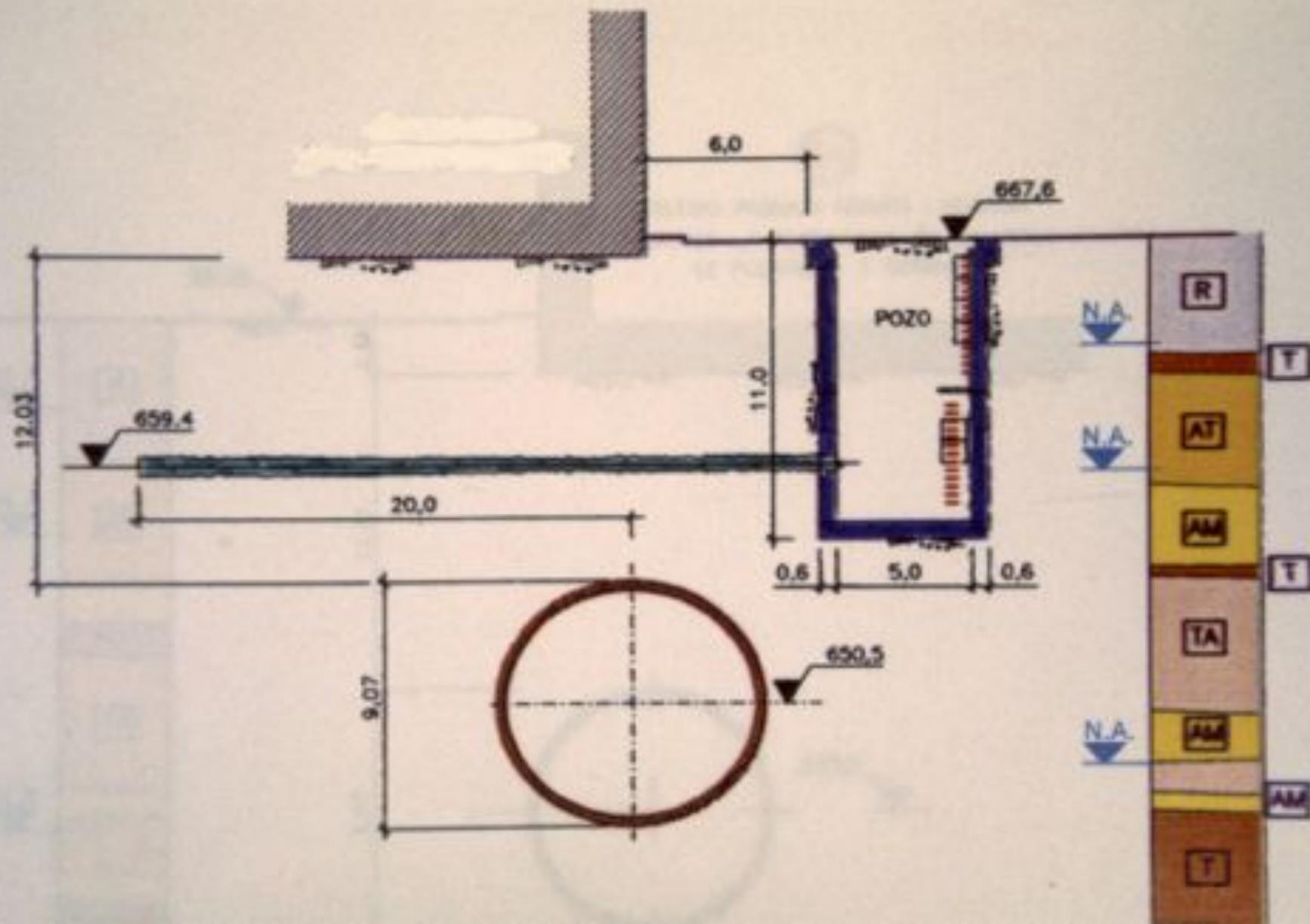
Congelación
Marienplatz,
Aº Munich.

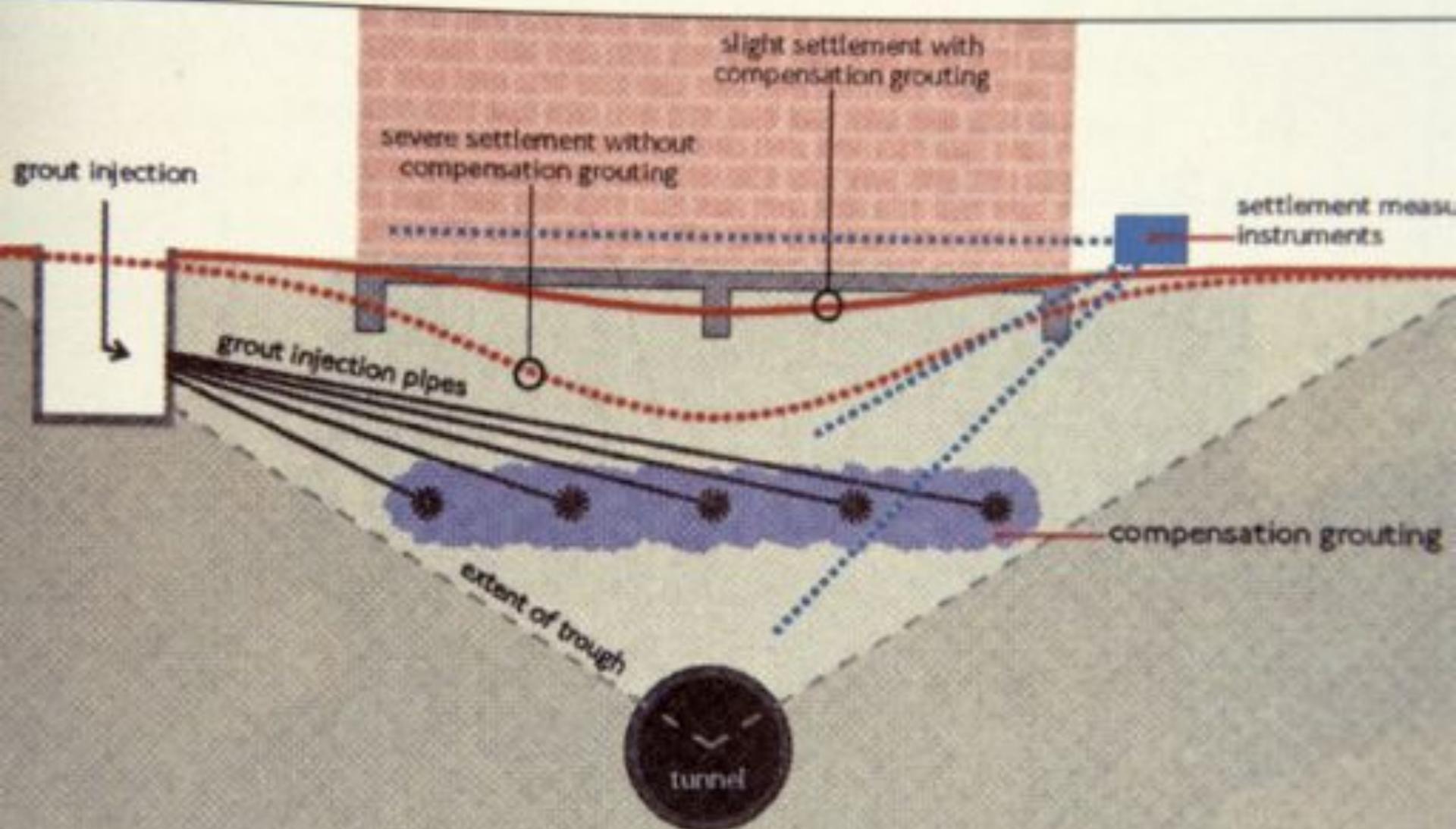


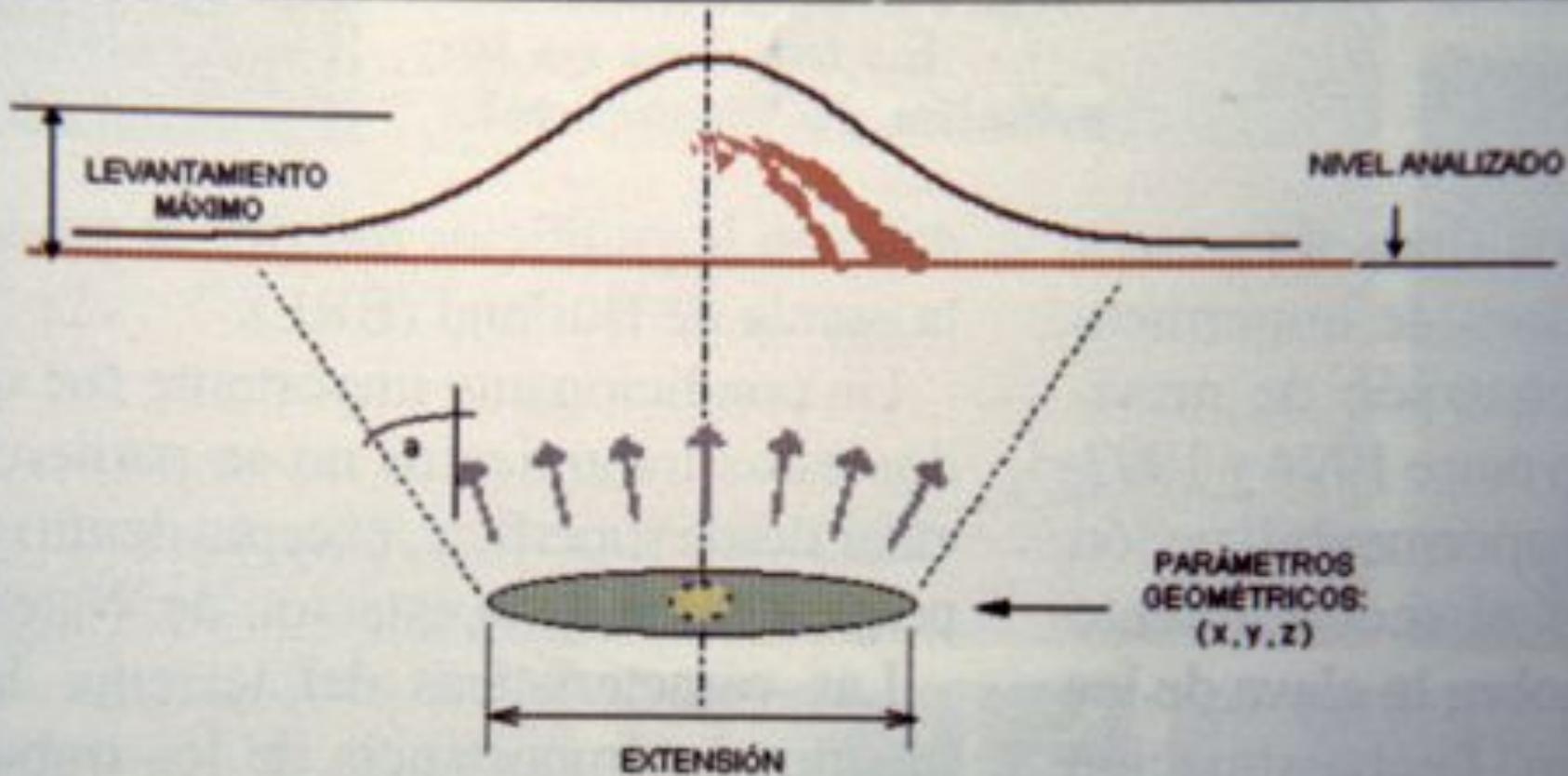
INYECCIONES DE COMPENSACION



INYECCIONES DE COMPENSACION





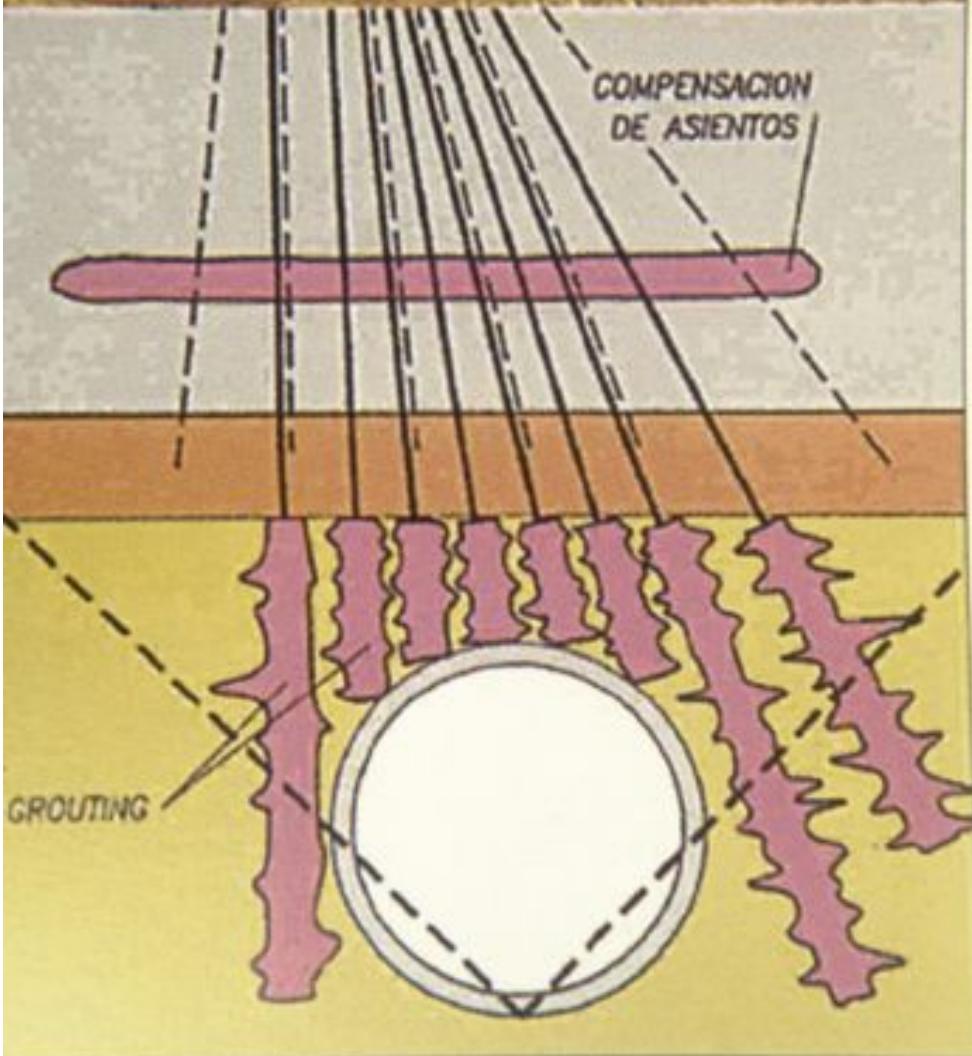


PARÁMETROS DE INYECCIÓN

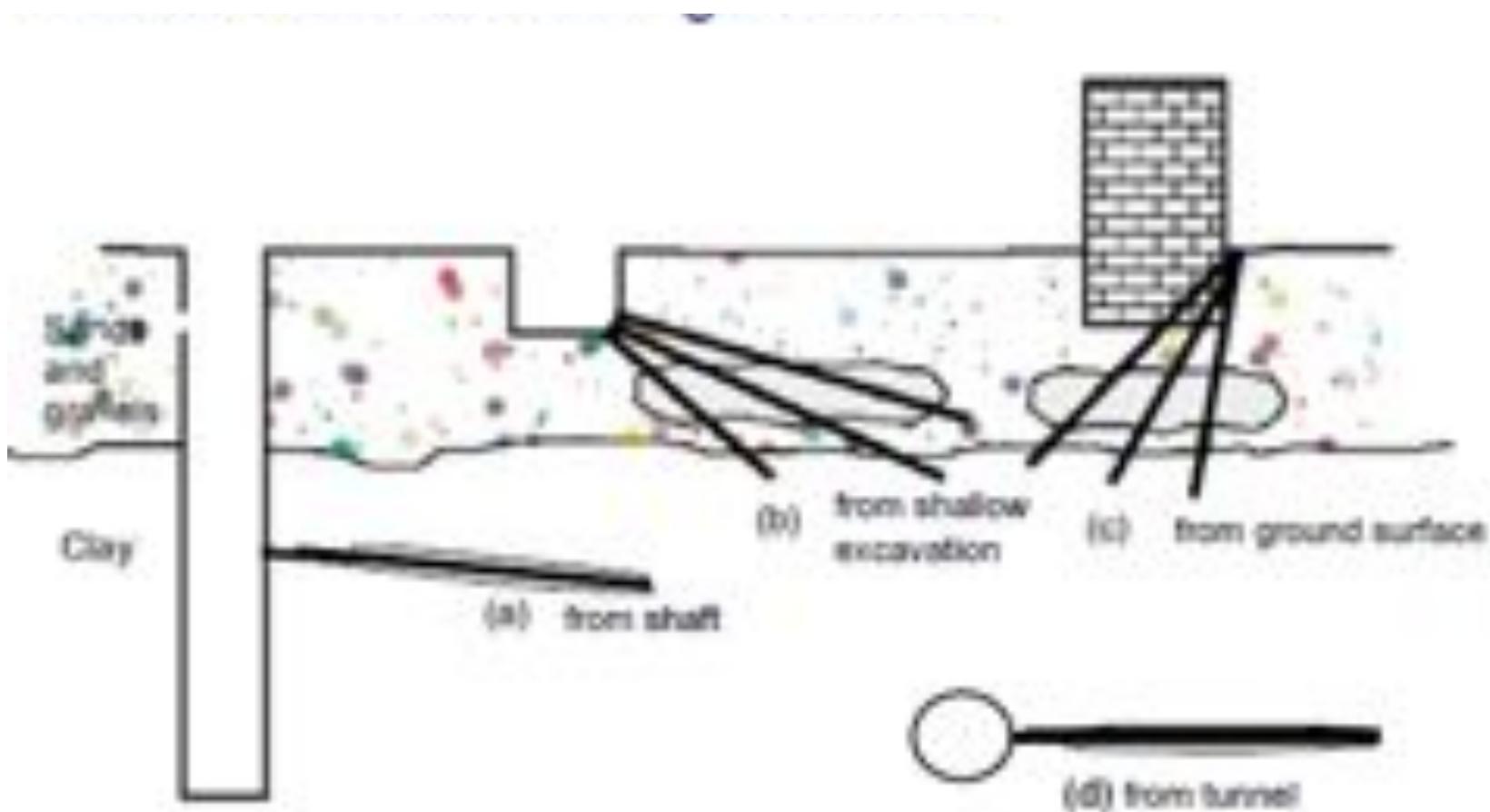
RESPUESTA TERRENO - INYECCIÓN

VOLUMEN
TIPO DE MEZCLA (EXTENSIÓN)

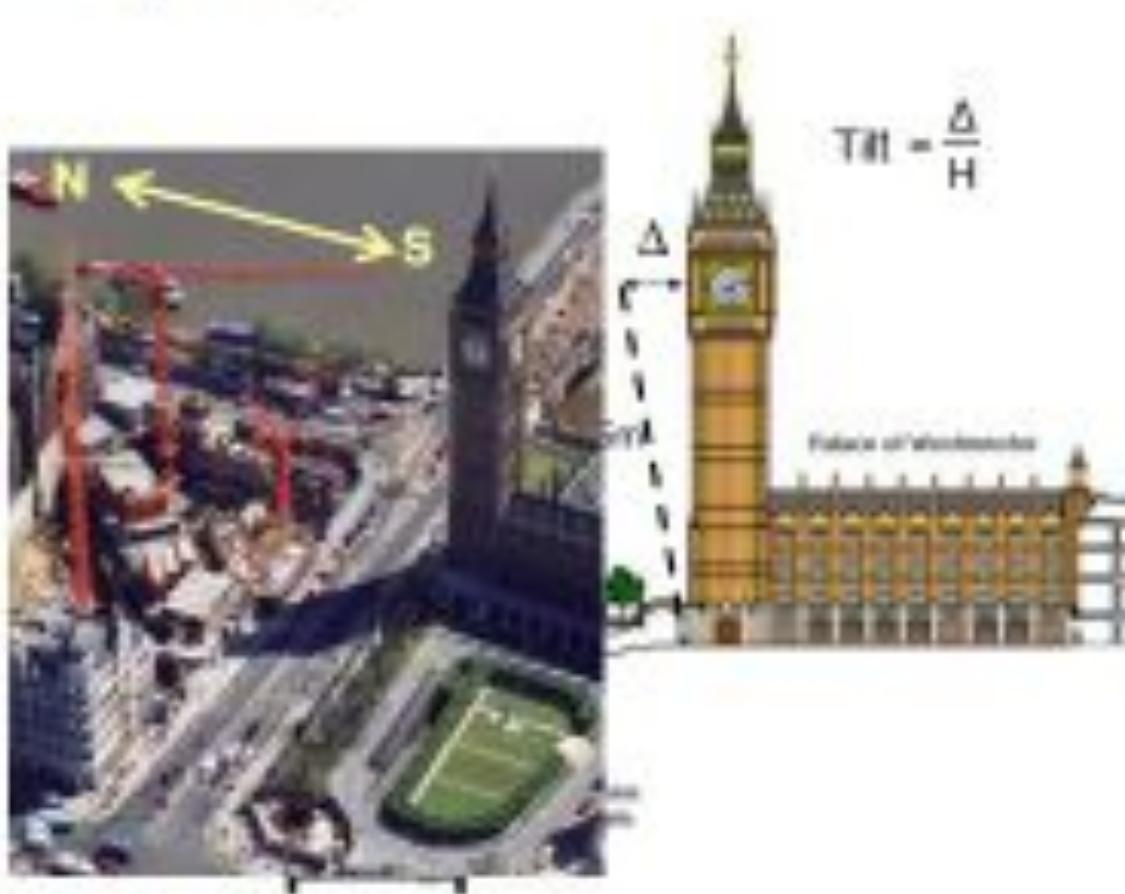
FACTOR DE EFICIENCIA DE LA MEZCLA
ÁNGULO DE PROPAGACIÓN

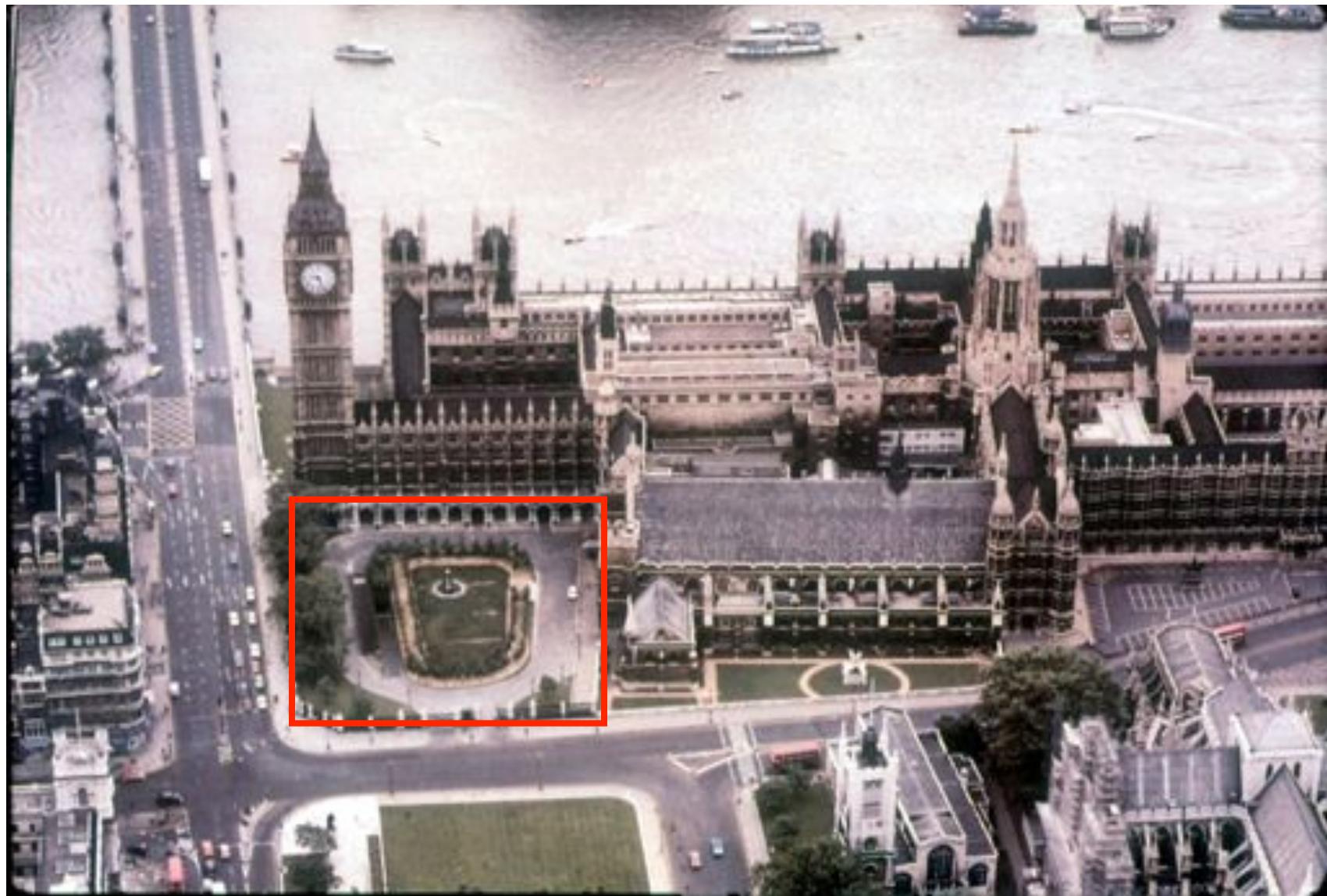


POSIBLES CONFIGURACIONES



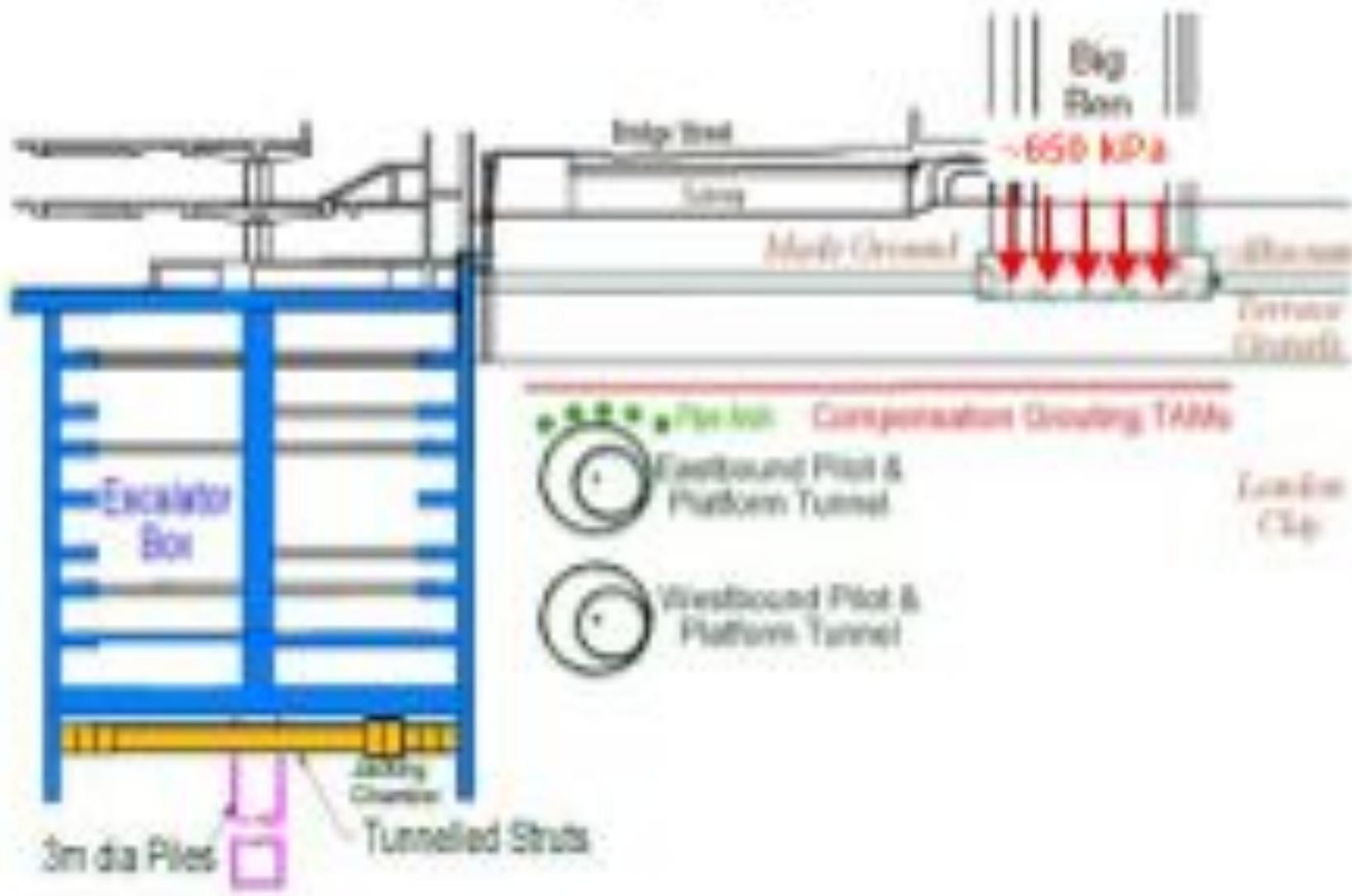
TORRE DEL BIG BEN Y ESTACION DE WESTMINSTER (Jubilee Line, Londres)





Palacio de Wesminster, Londres

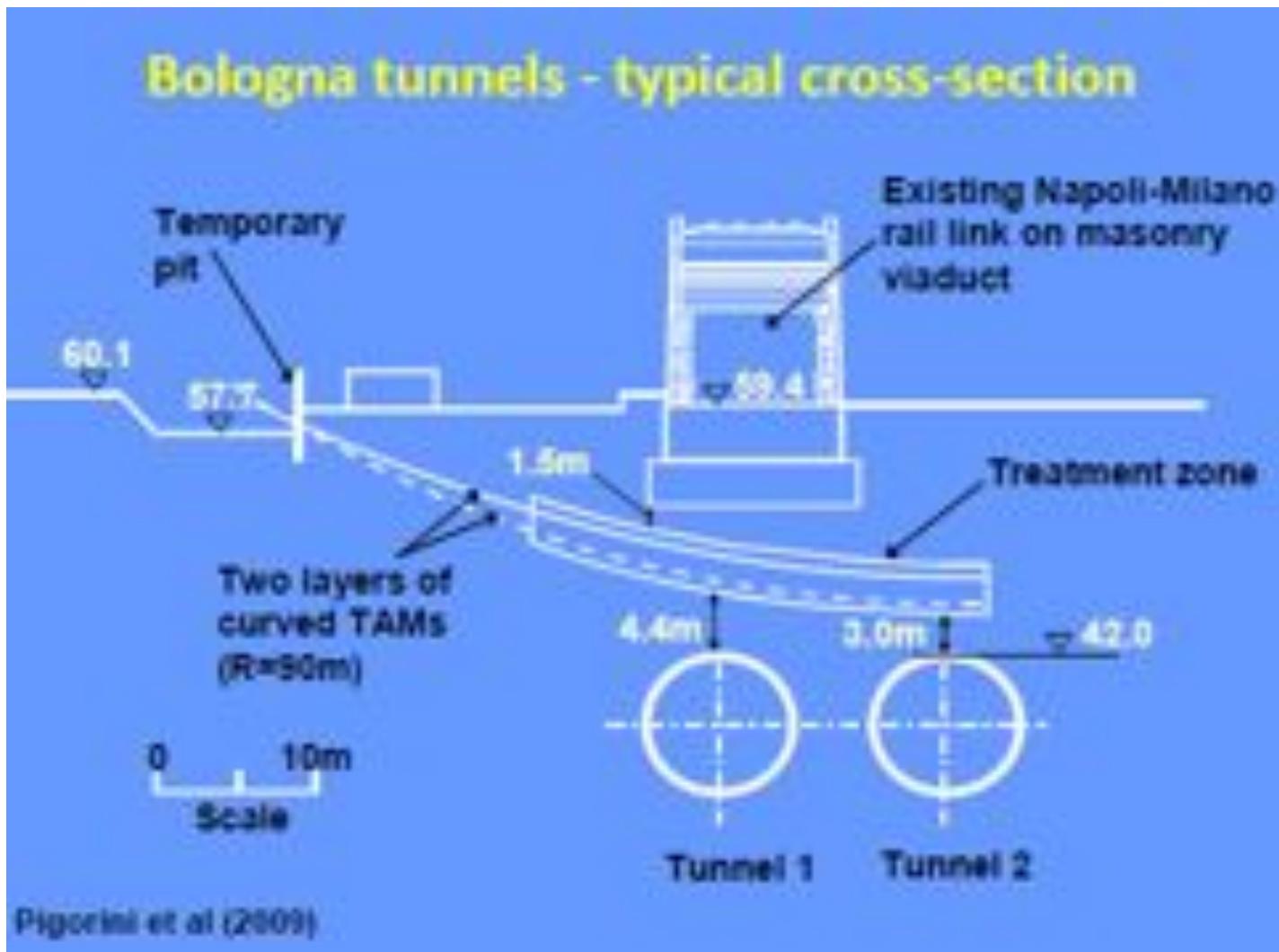
Cross section through Big Ben Clock Tower

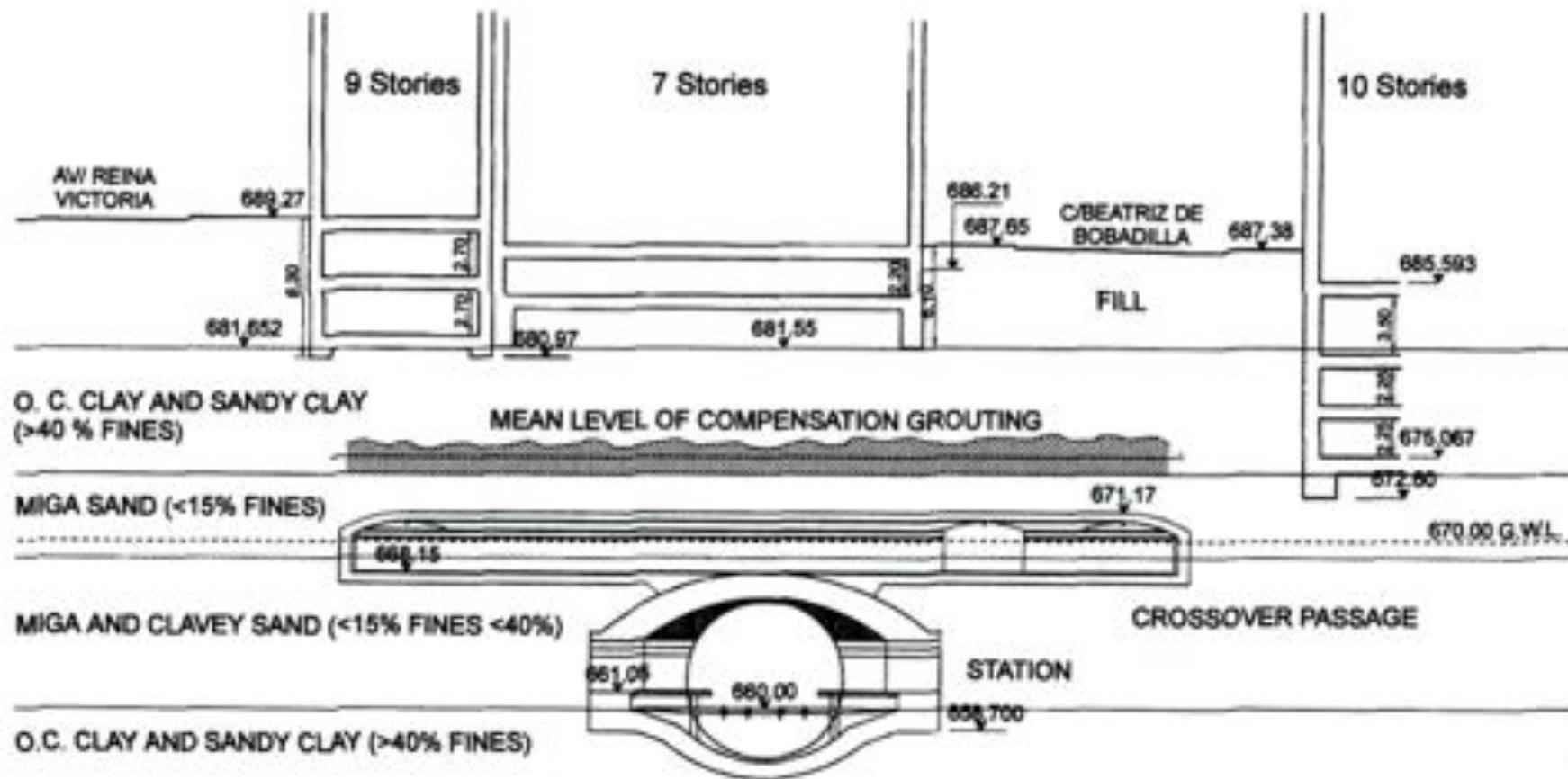


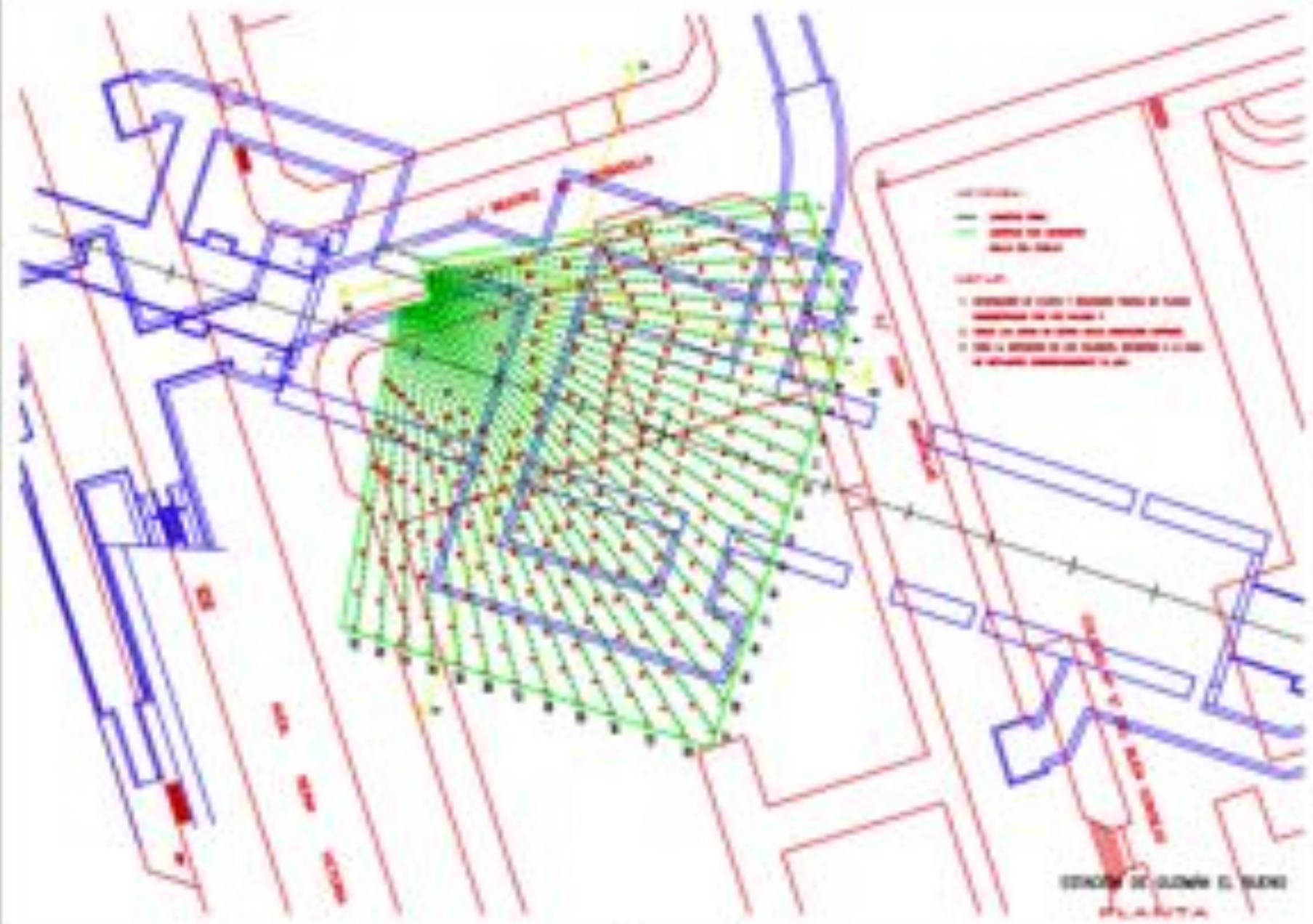
Planta de taladros



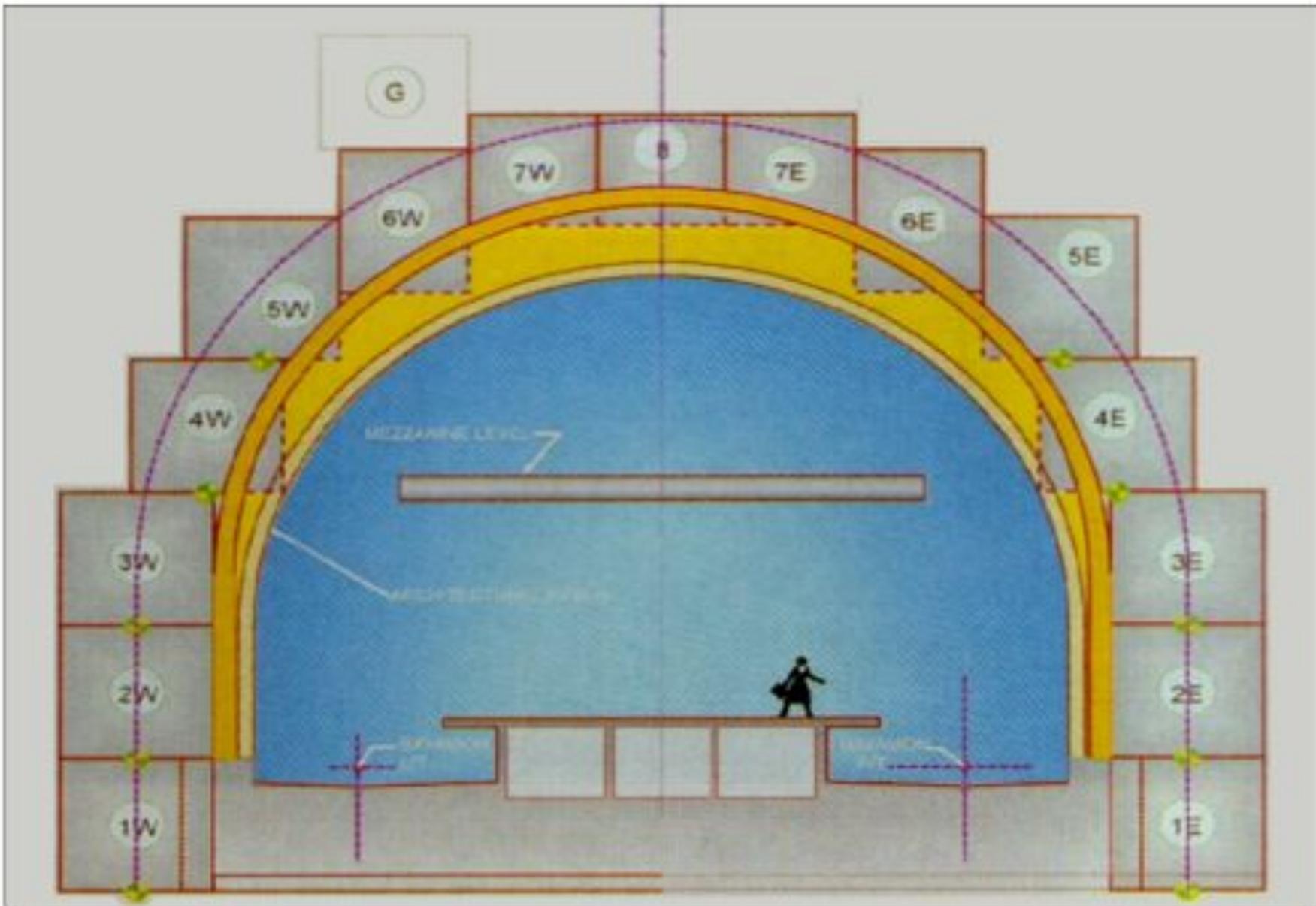
TALADROS CURVOS (BOLONIA)







**En zonas complicadas o
de mal terreno la
excavación subterránea
debe dividirse en otras
más pequeñas**



E. RIO PIEDRAS (S.J. PUERTO RICO) (17x17x150 m)

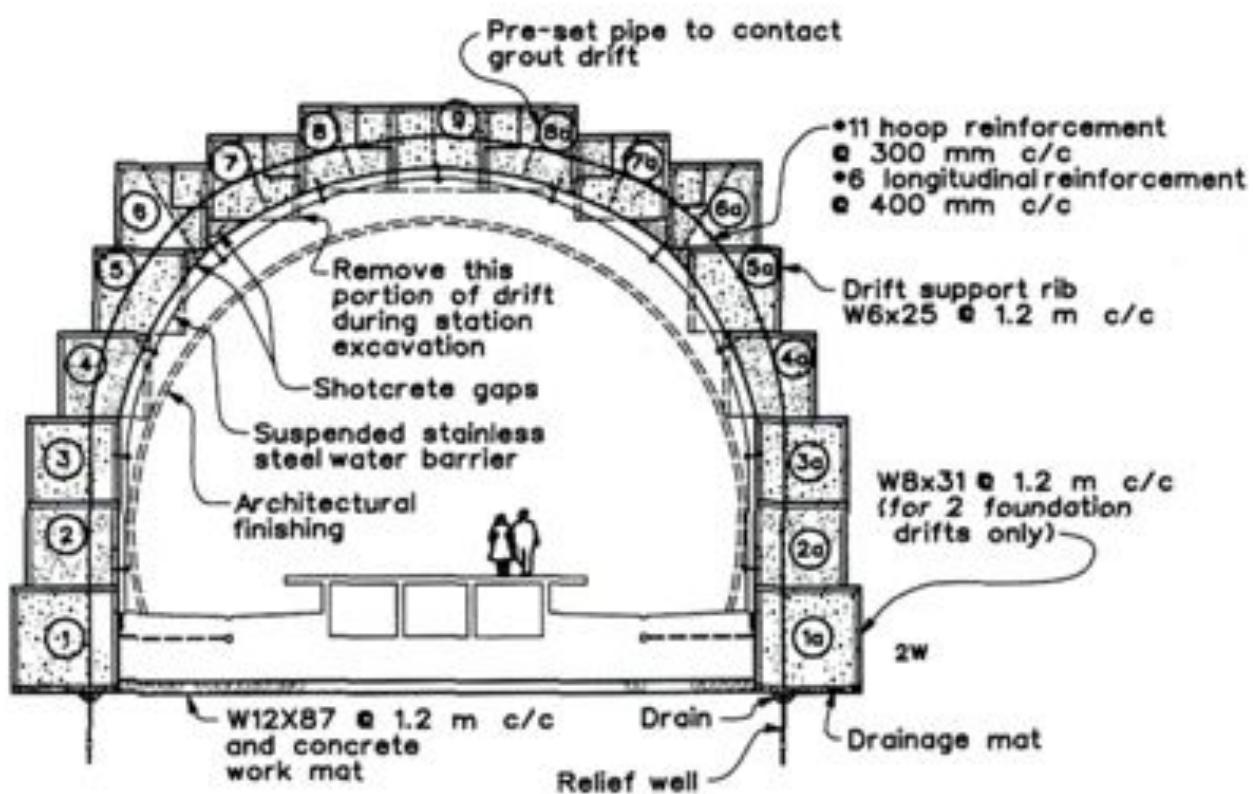
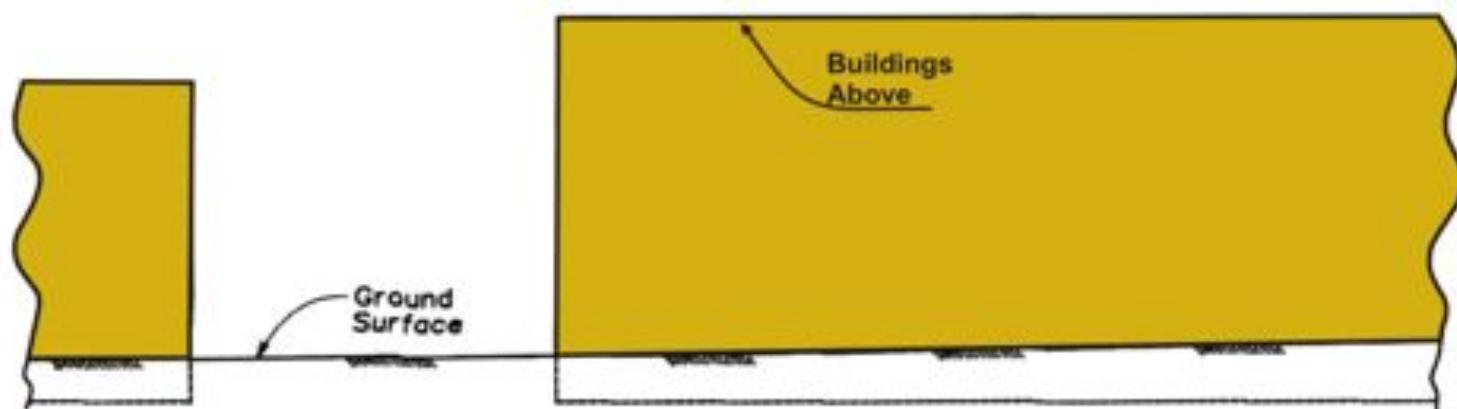
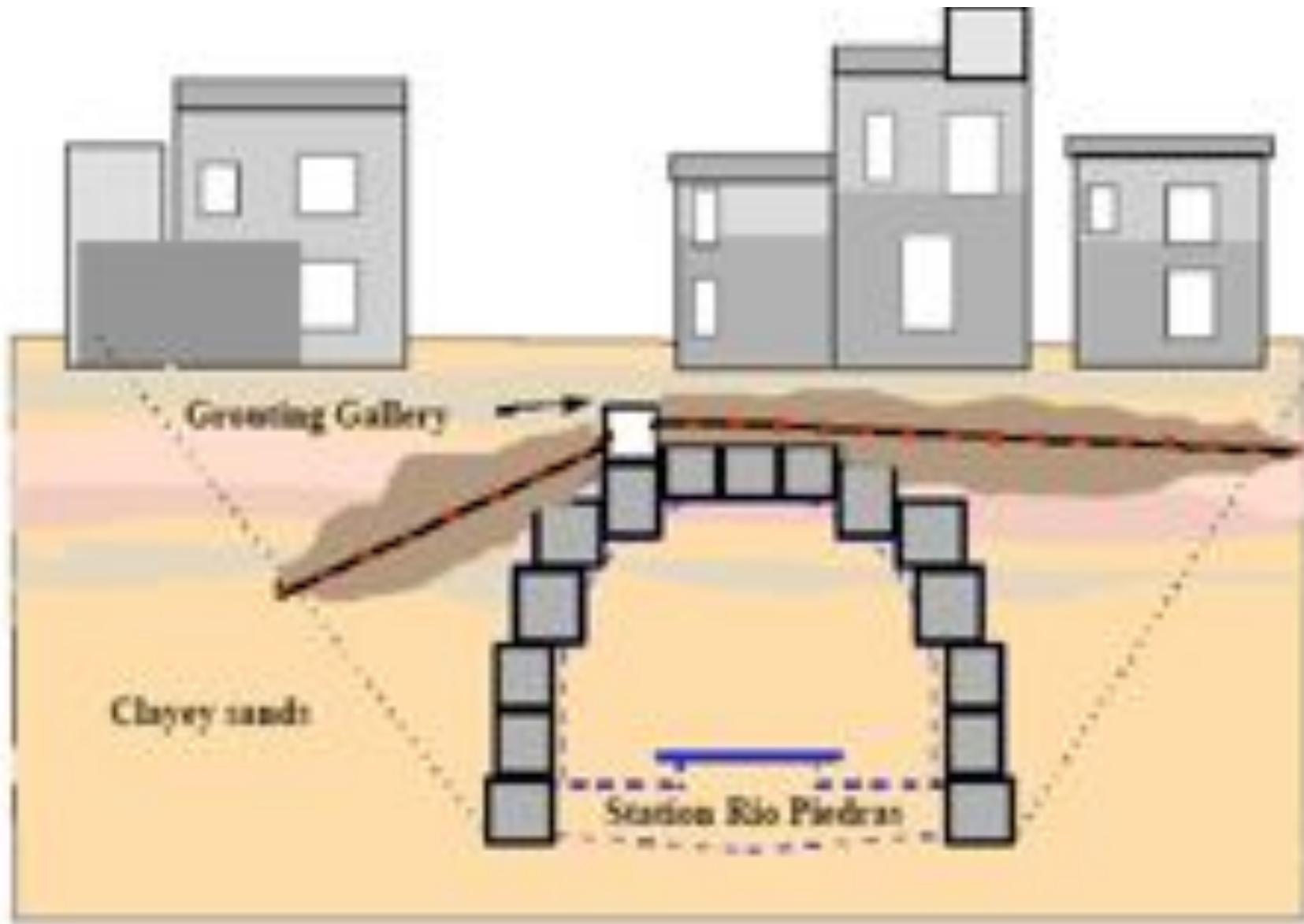
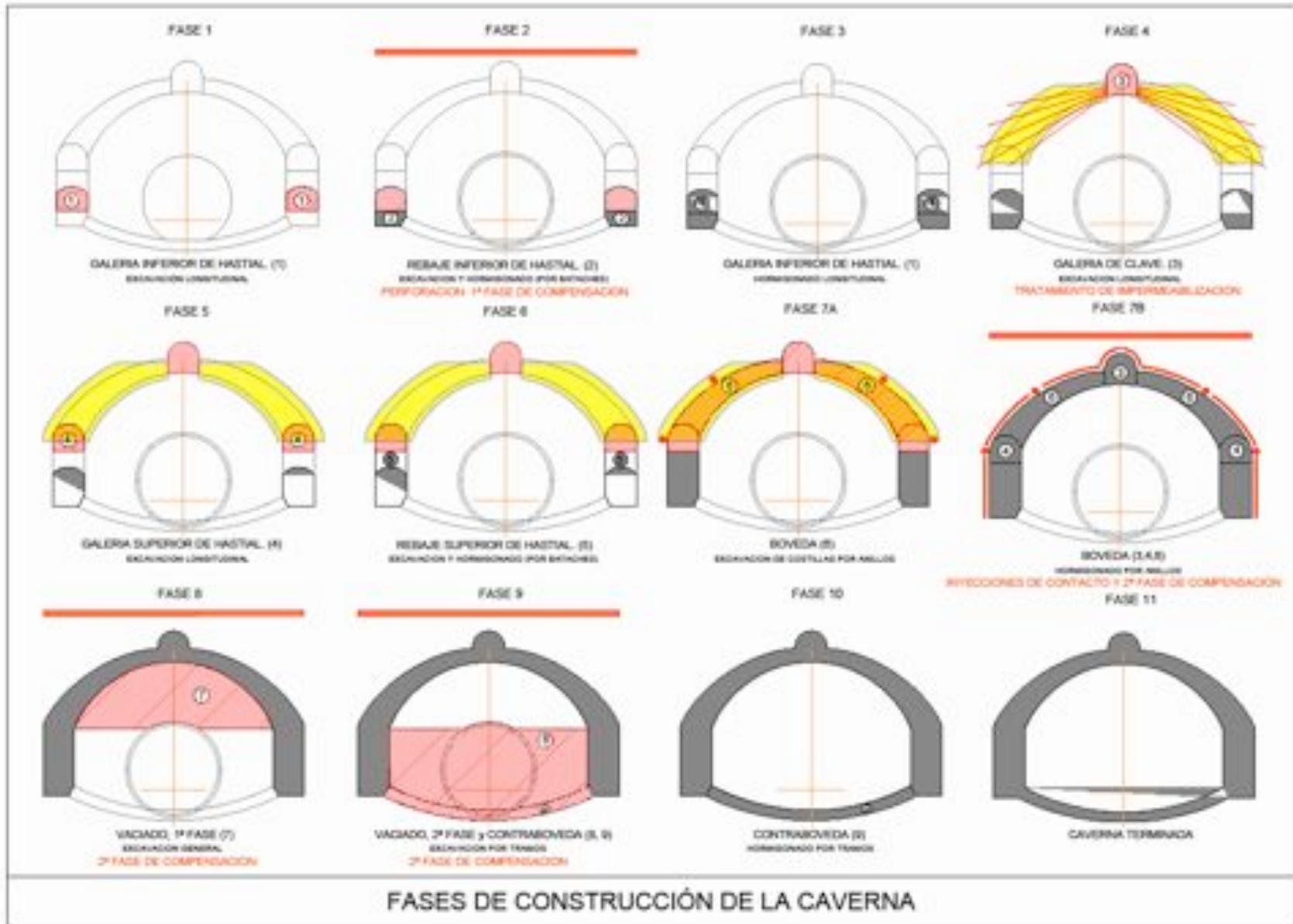


Figure 5. Proposal design for stacked drift tunnel

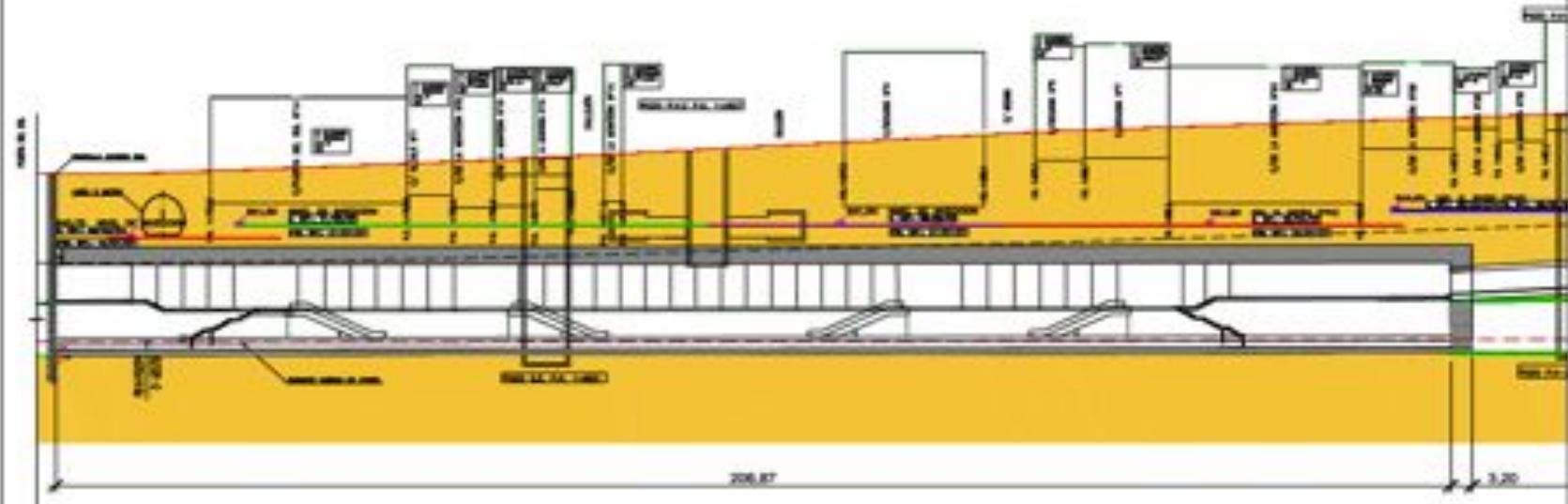


La estación “Puerta del Sol” de Madrid

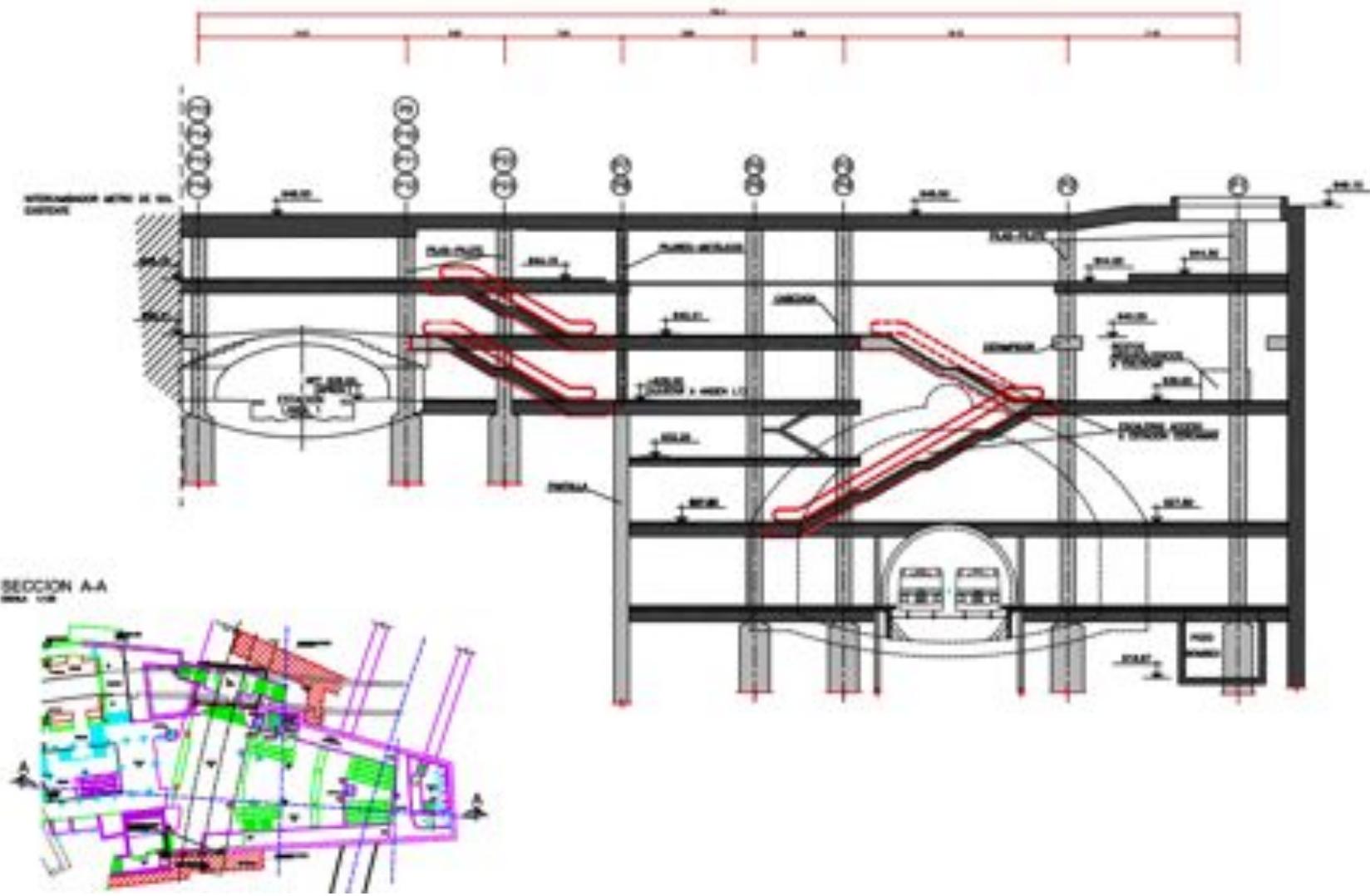




PROCESO CONSTRUCTIVO



PERFIL LONGITUDINAL



SECCION POR EL VESTIBULO





**VESTIBULO
SOL**



13-5-2006

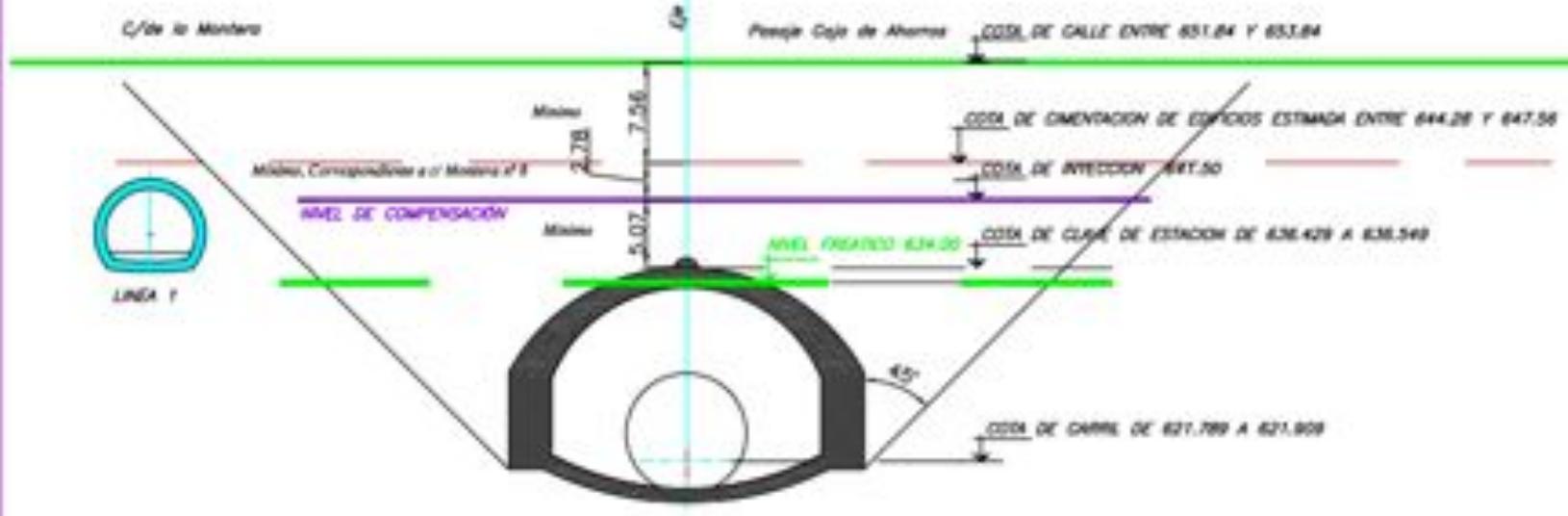


5 5 2006



SECCION P-2
TRATAMIENTOS DESDE EL PV-2.
GALERIA1

P.K. 1+770 A 1+830



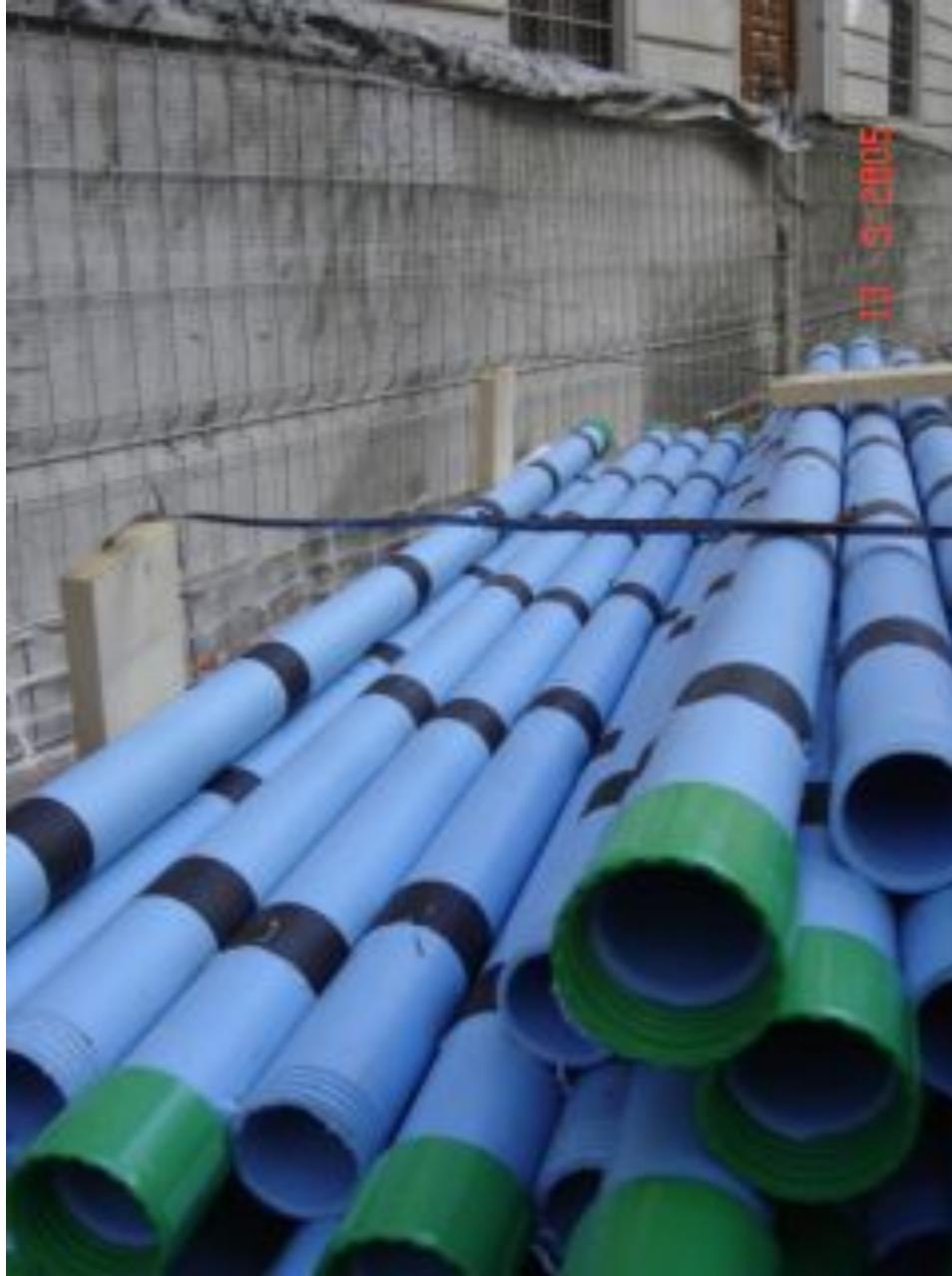


PLANTA DE TRATAMIENTOS DE COMPENSACION





29 9 2005



COTA CALLE 650.00

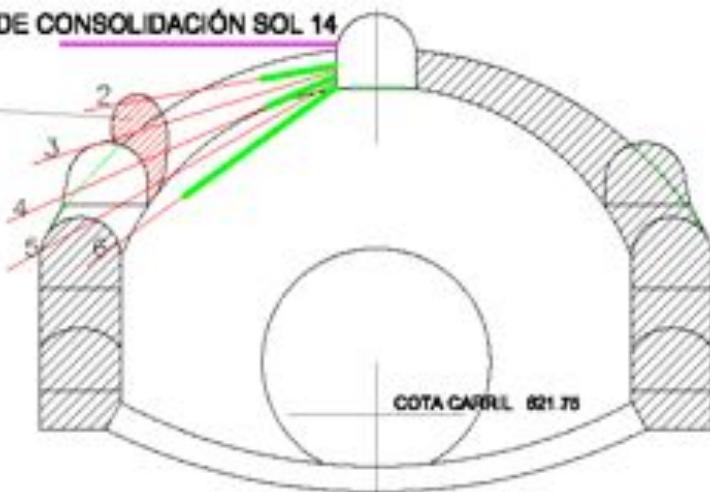
COTA ESTIMADA CIMENTACIÓN SOL 14 645.03

TALADROS DE INYECCIÓN DESDE CAÑÓN METRO 640.75

COTA BASE CAVERNA METRO L2 639.80

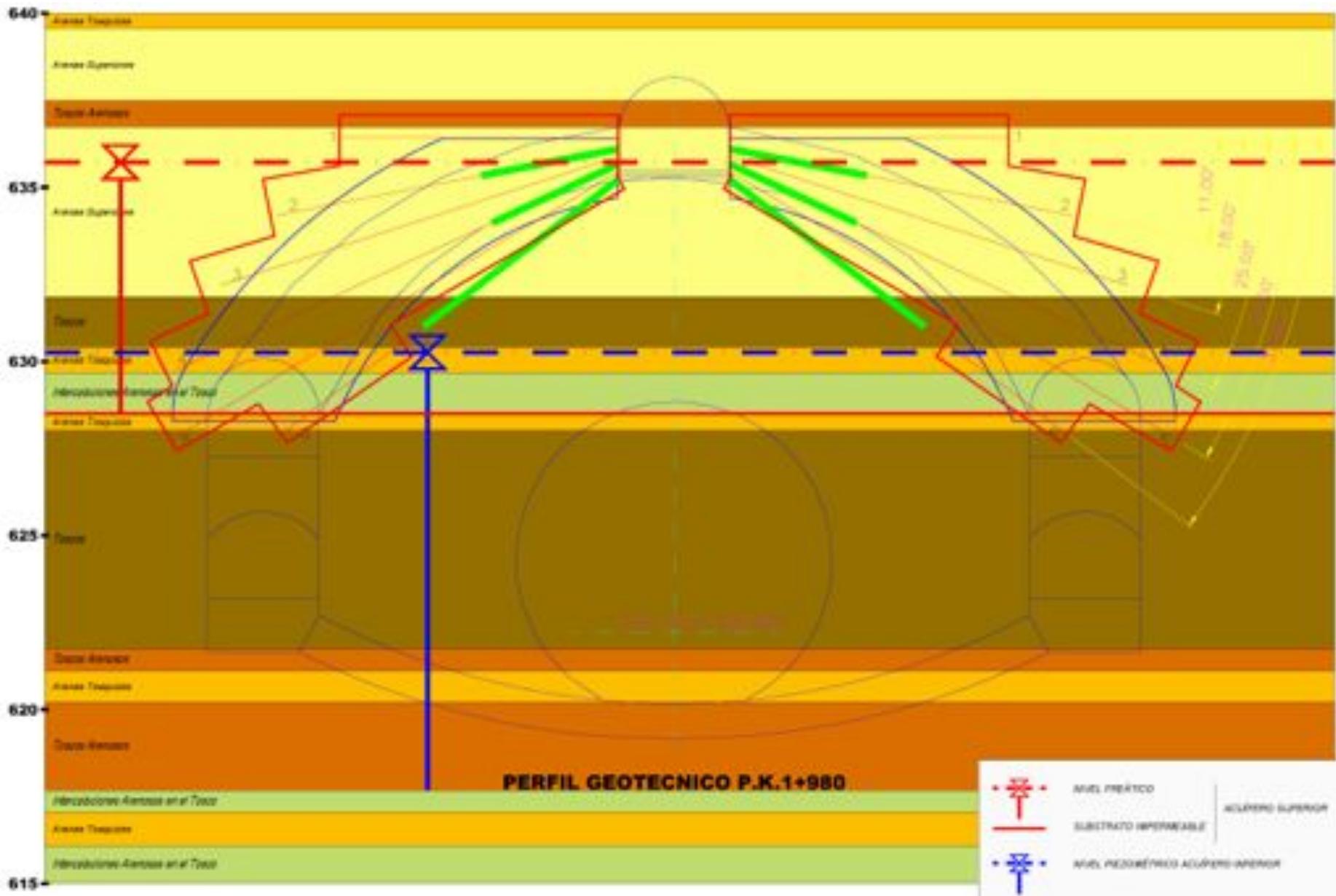
TALADROS DE INYECCIÓN DE CONSOLIDACIÓN SOL 14

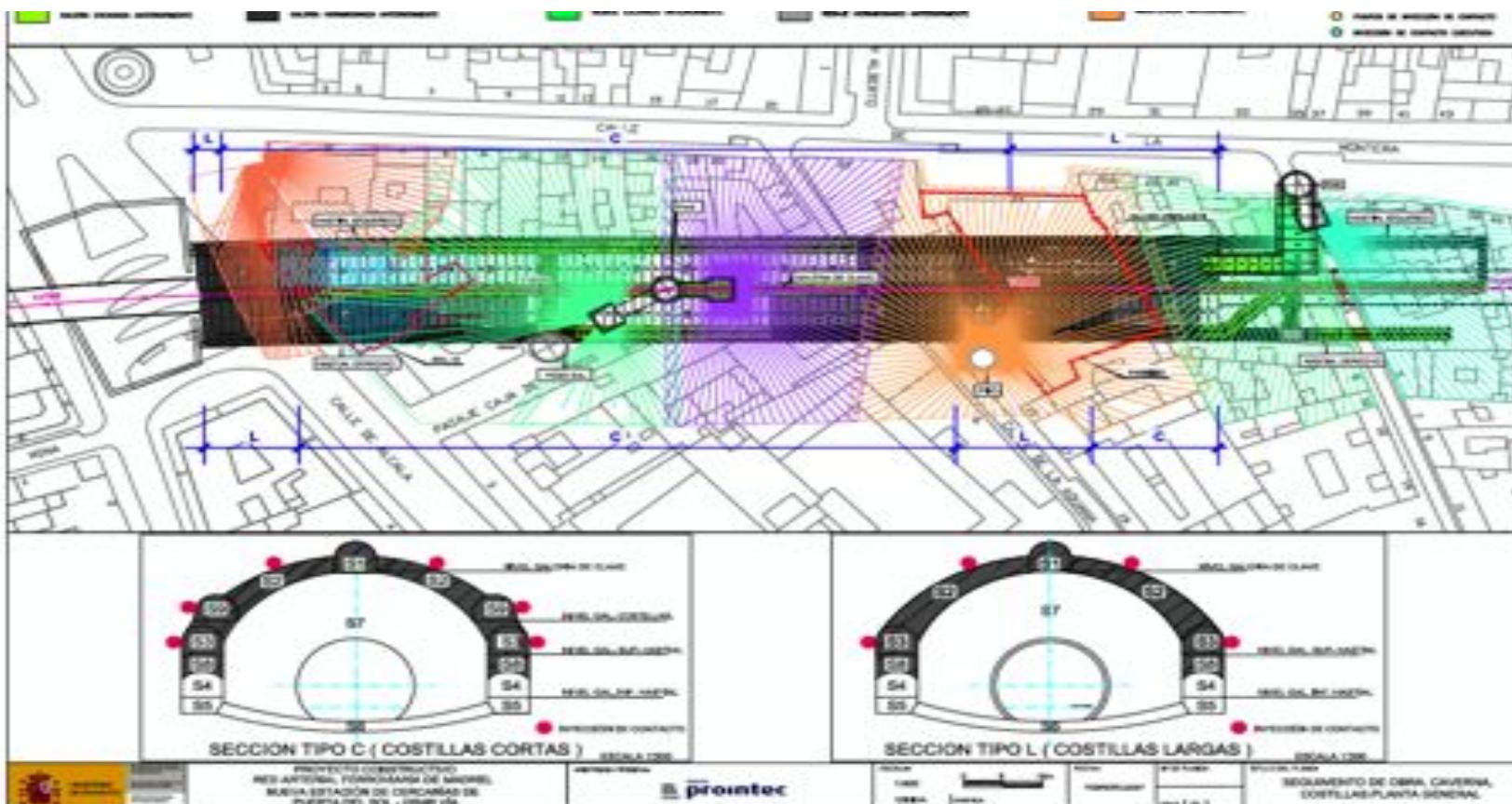
DESPRENDIMIENTO 1M 91/97
ESTIMACIÓN 4.6 m³



	PROYECTO CONSOLIDACIÓN RED ARTÍFICIAL TERRAPARASADO MADRID NUEVA ESTACIÓN DE CERCANÍAS DE PUERTA DEL SOL - SPAIN VIA					
--	---	--	--	--	--	--

TRATAMIENTOS ESPECIALES EN ARRANQUES











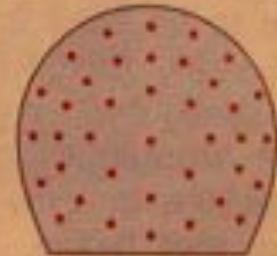
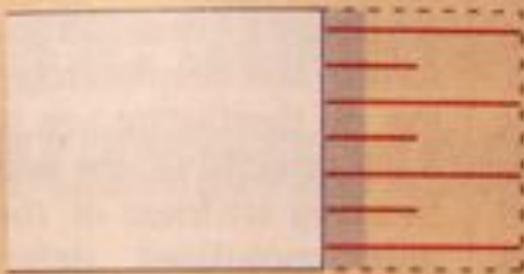
5.11.2007



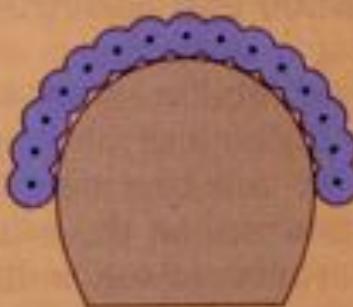
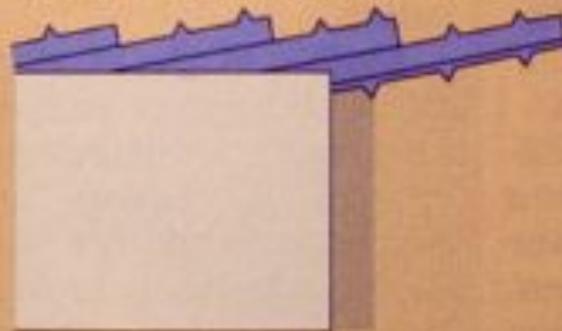


**LOS EFECTOS EN SUPERFICIE
PUEDEN REDUCIRSE
MEDIANTE ELEMENTOS
RIGIDOS COLOCADOS POR
DELANTE DEL TUNEL, AL
AVANCE
(Barras, micropilotes, tubos, etc.)**

(a) Face reinforcement



(b) Jet grouting "umbrella arches"

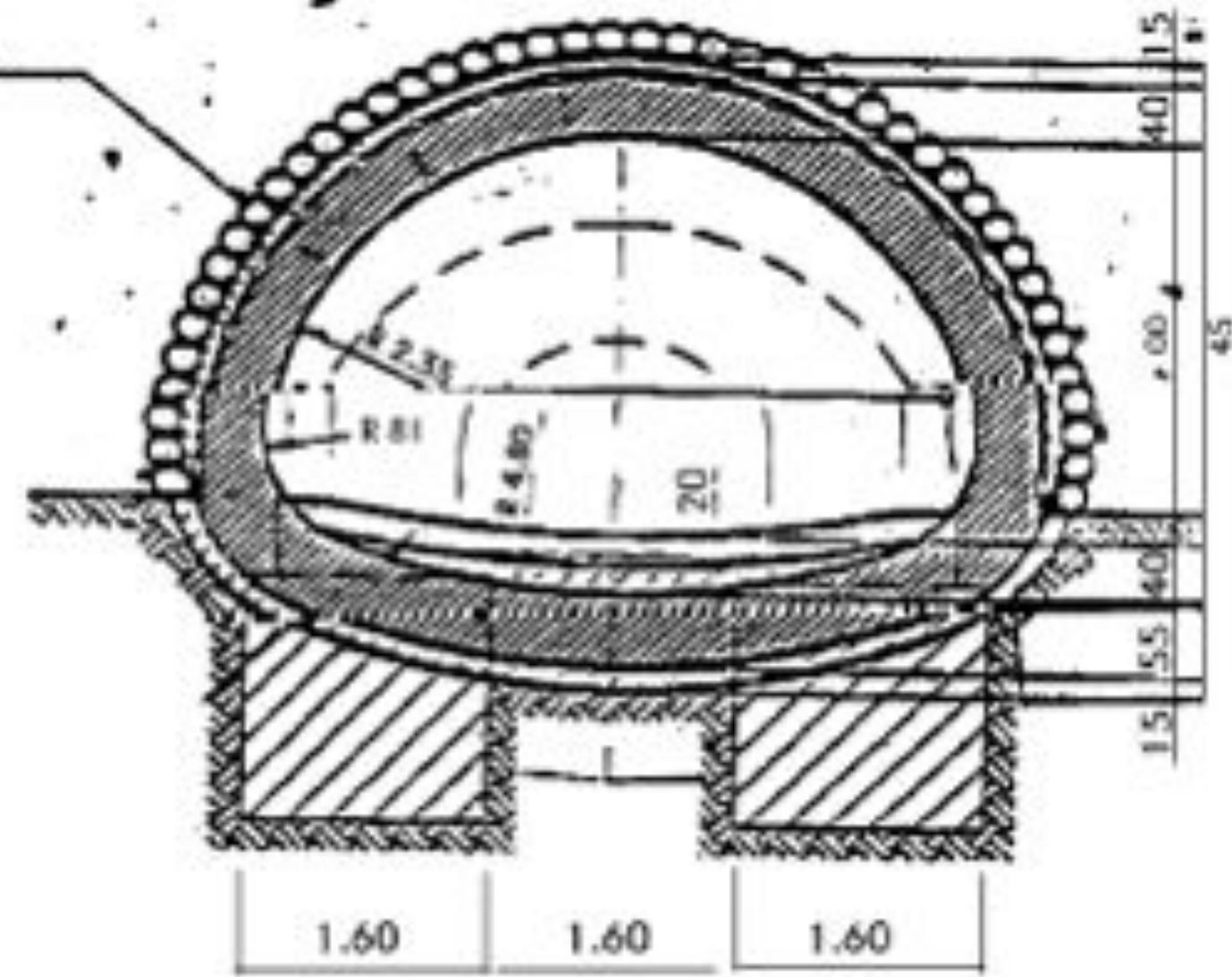


(c) Pre-vault (pre-cutting)

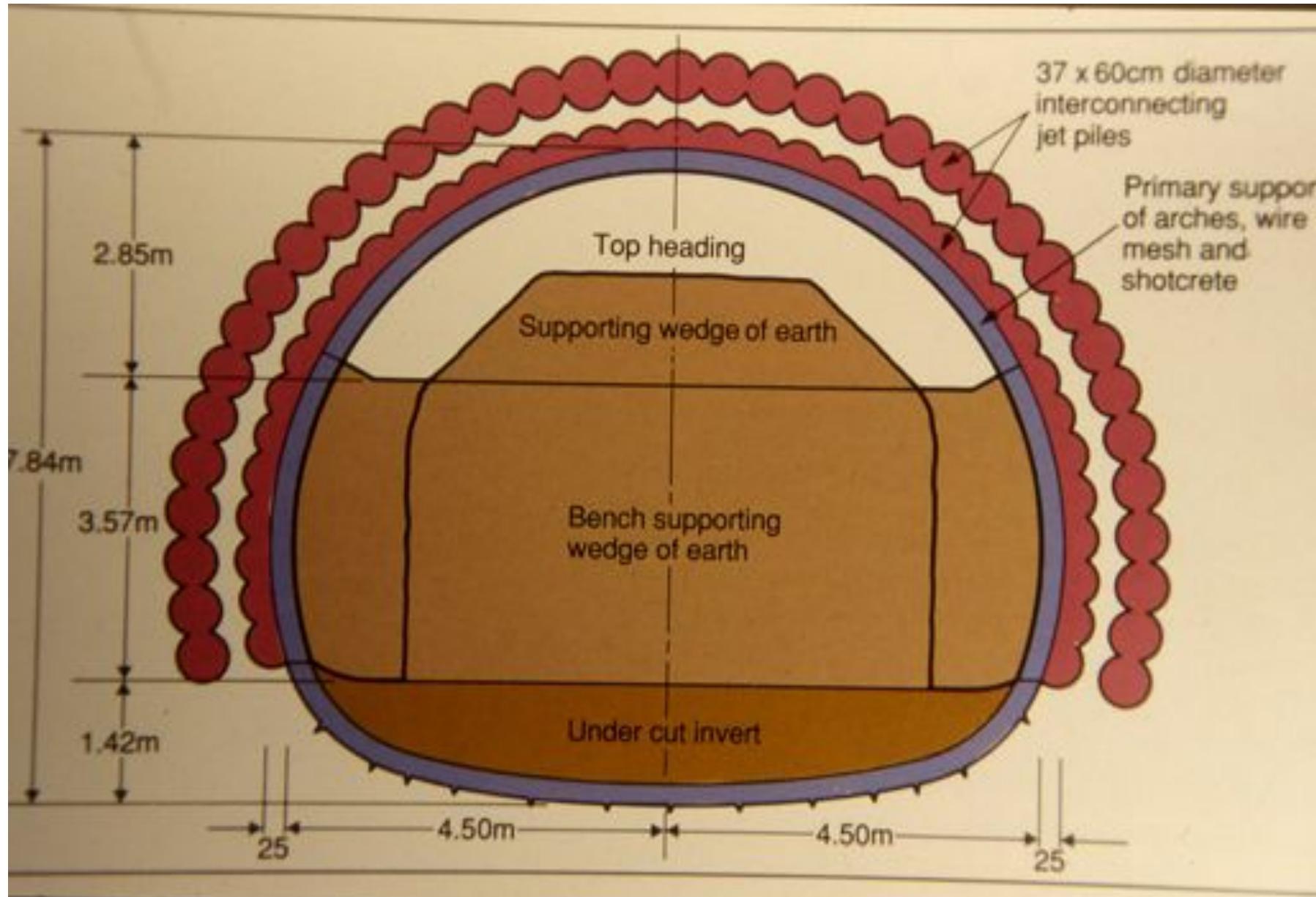


**REFUERZOS
AL AVANCE**

Metal pipes
ø 220mm



Paraguas de tubos metálicos



Paraguas de jet-grouting

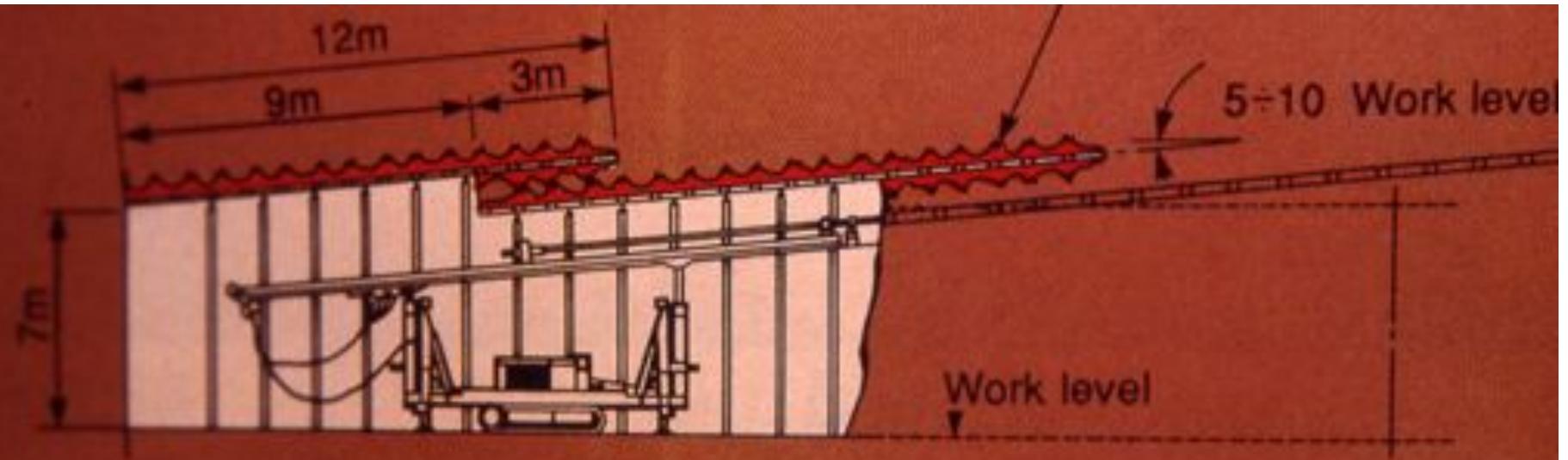
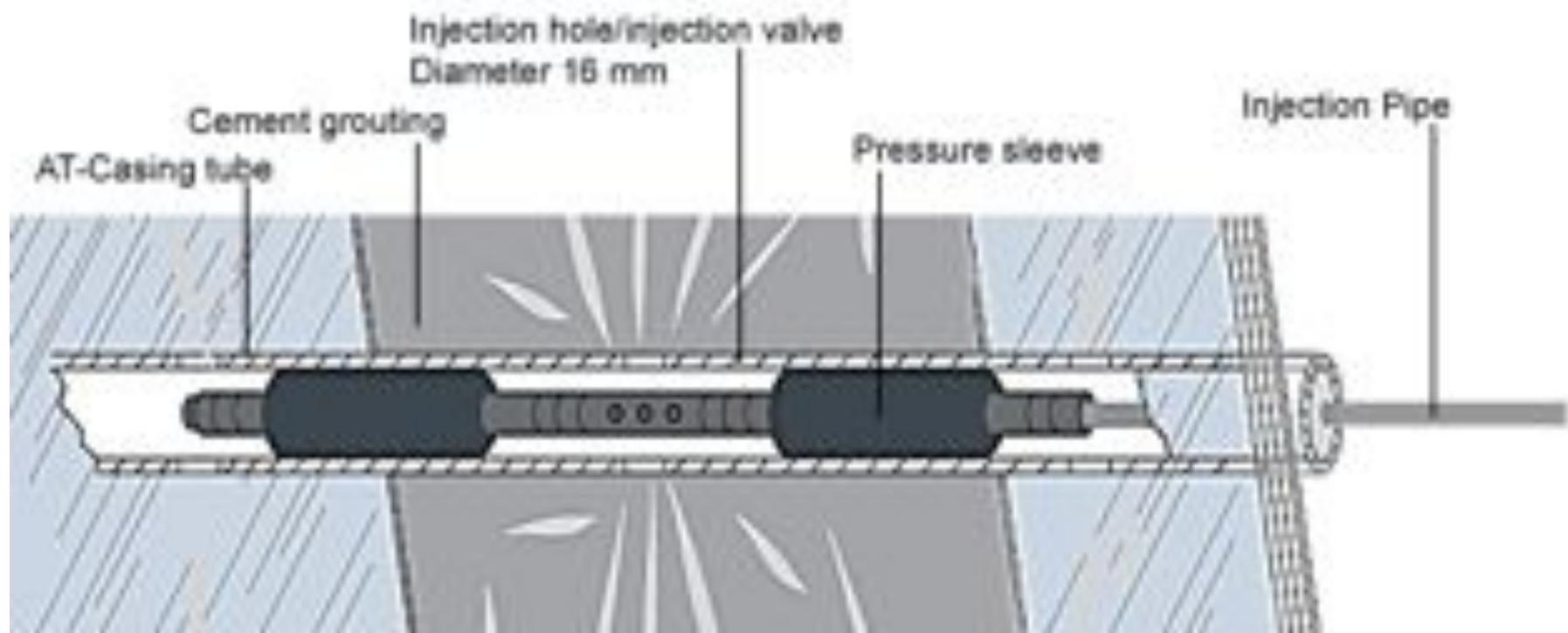
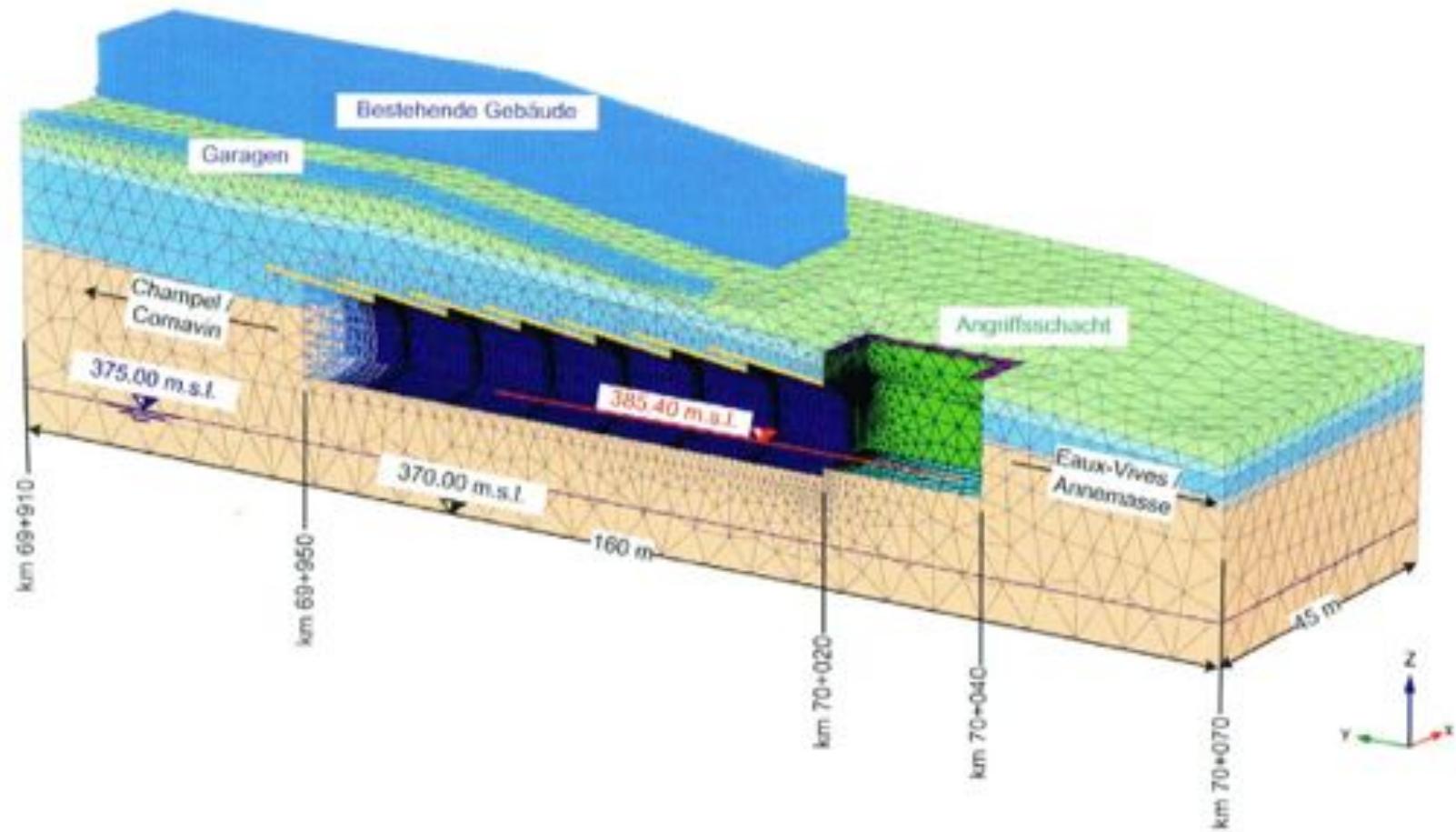


Fig 1. Installing 12m perforated casings using Tubex.

Paraguas de micropilotes con manguitos para inyecciones



Micropilote equipado con manguitos de inyección

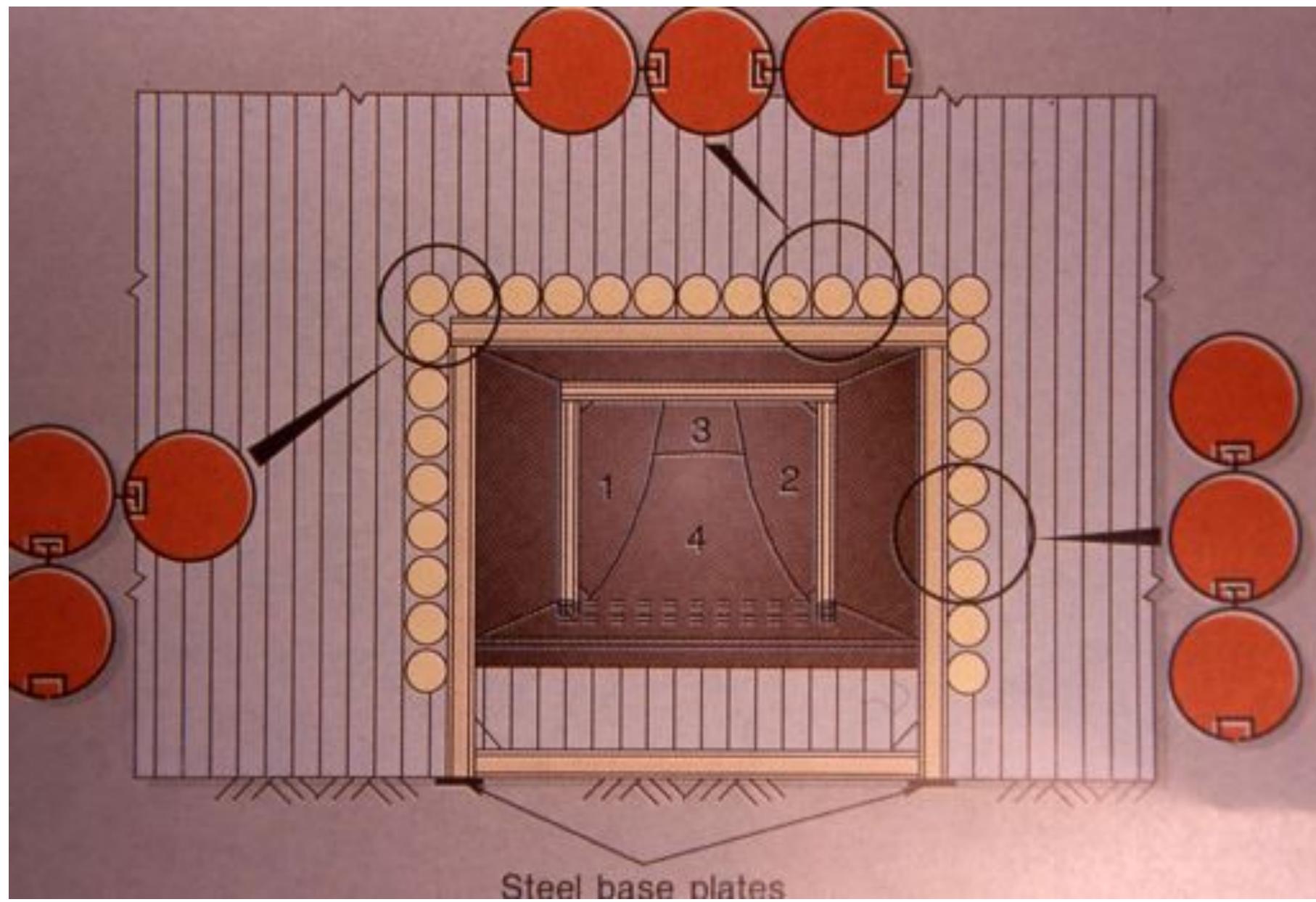


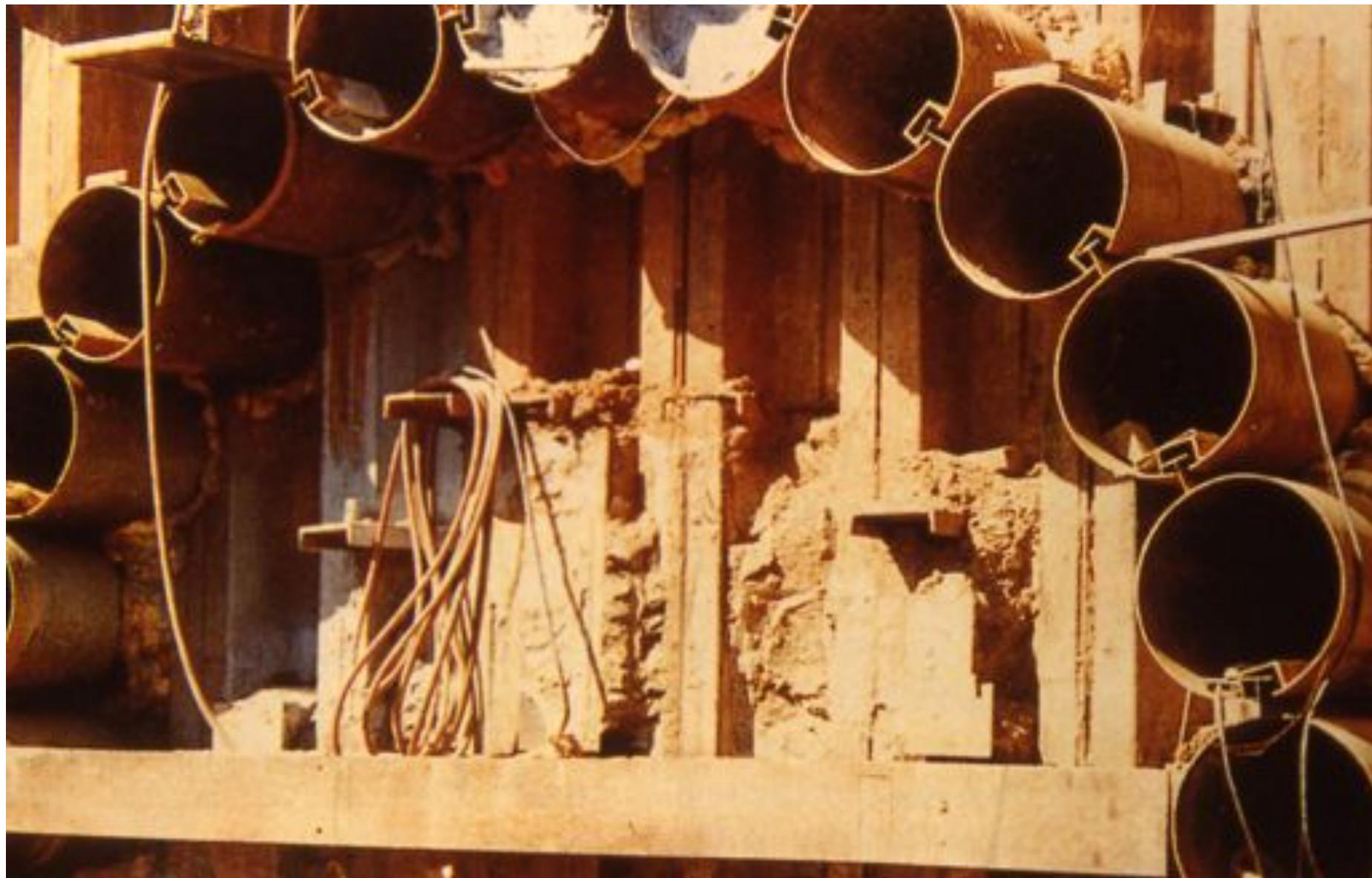


Alwag_p3_f1



DOSEL DE TUBOS





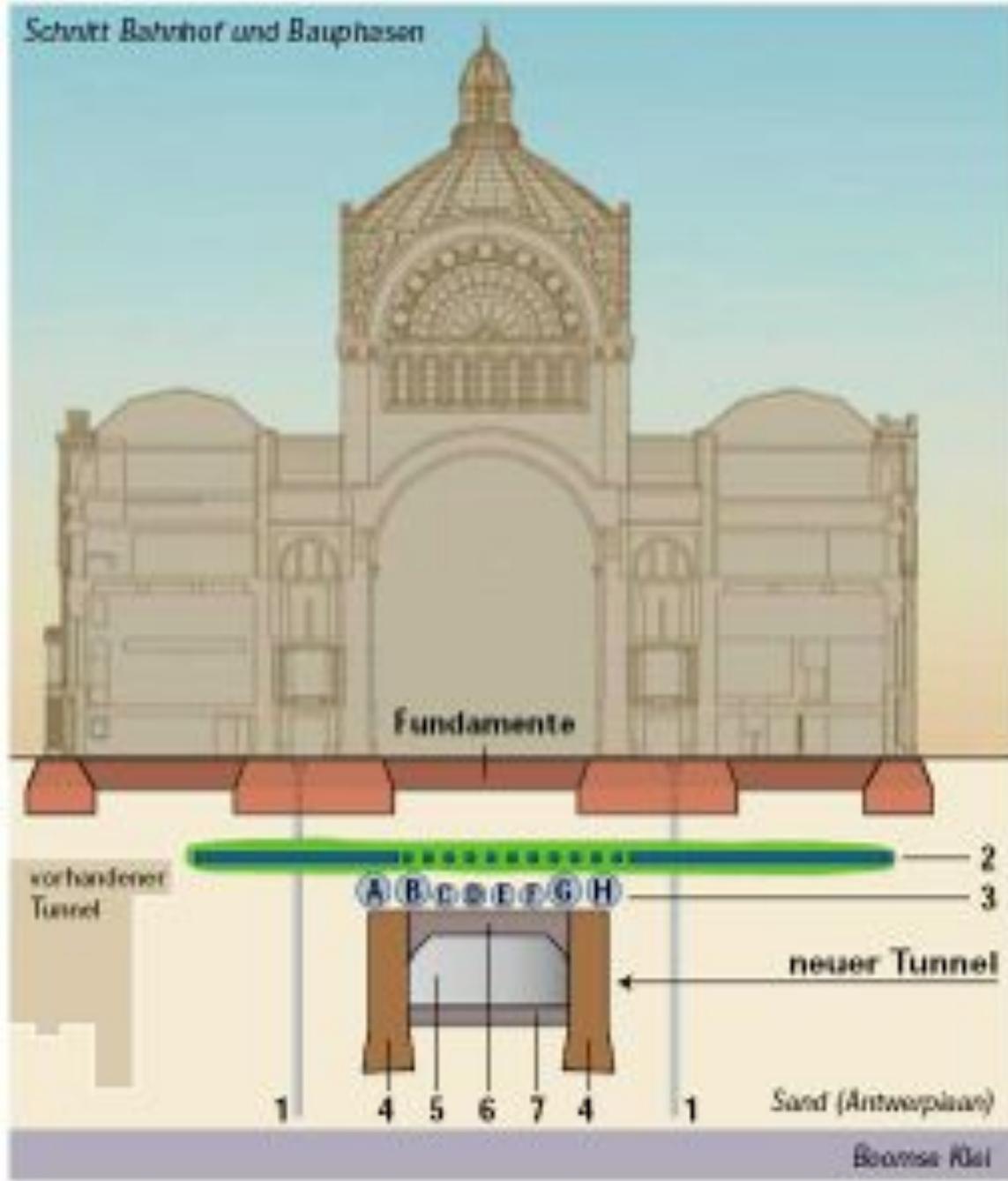


Estación Central de Amberes

Inyecciones de compensación

Dosel de tubos

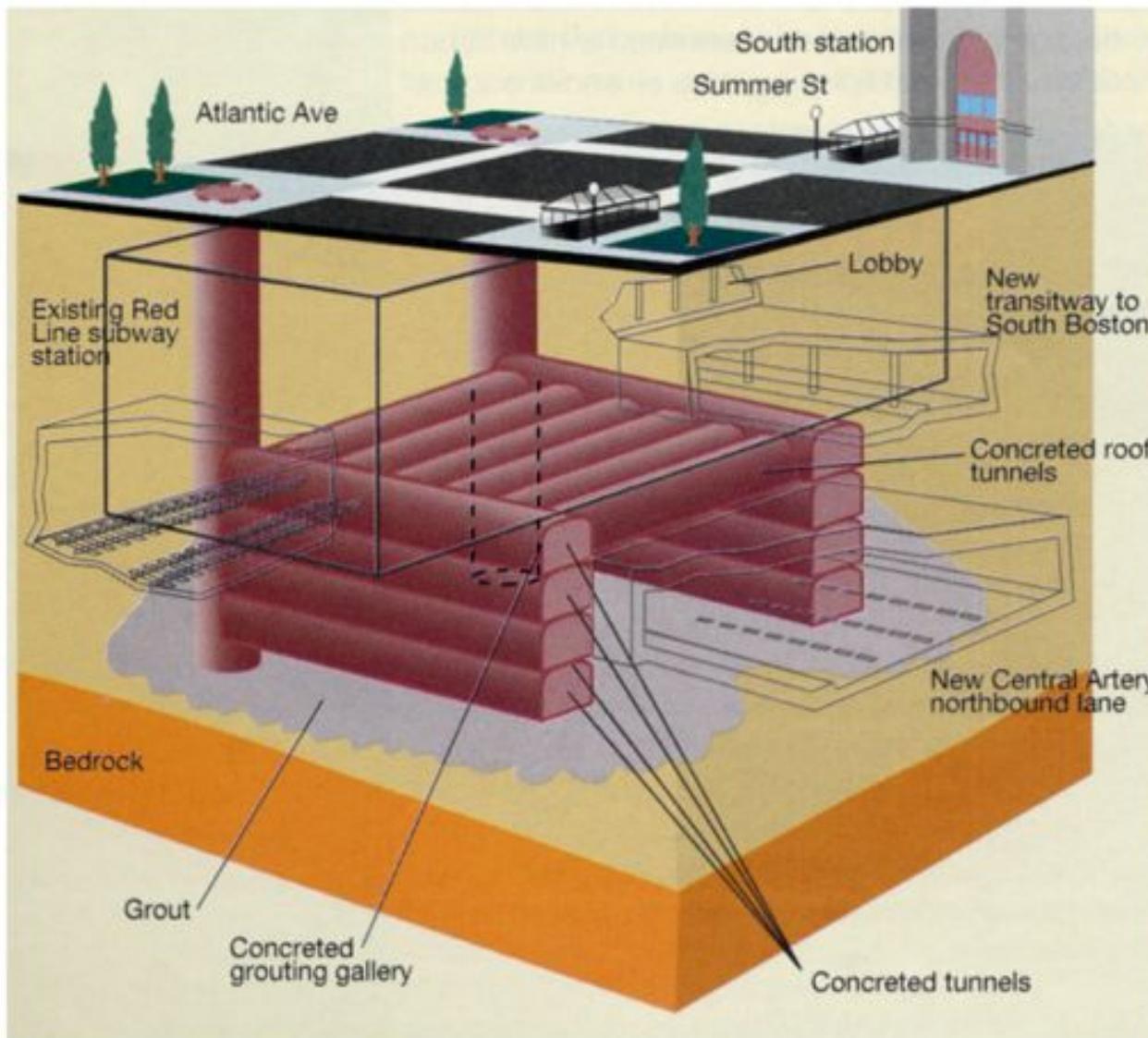




ESTACIÓN DE AMBERES

Dosel de tubos e inyecciones de compensación

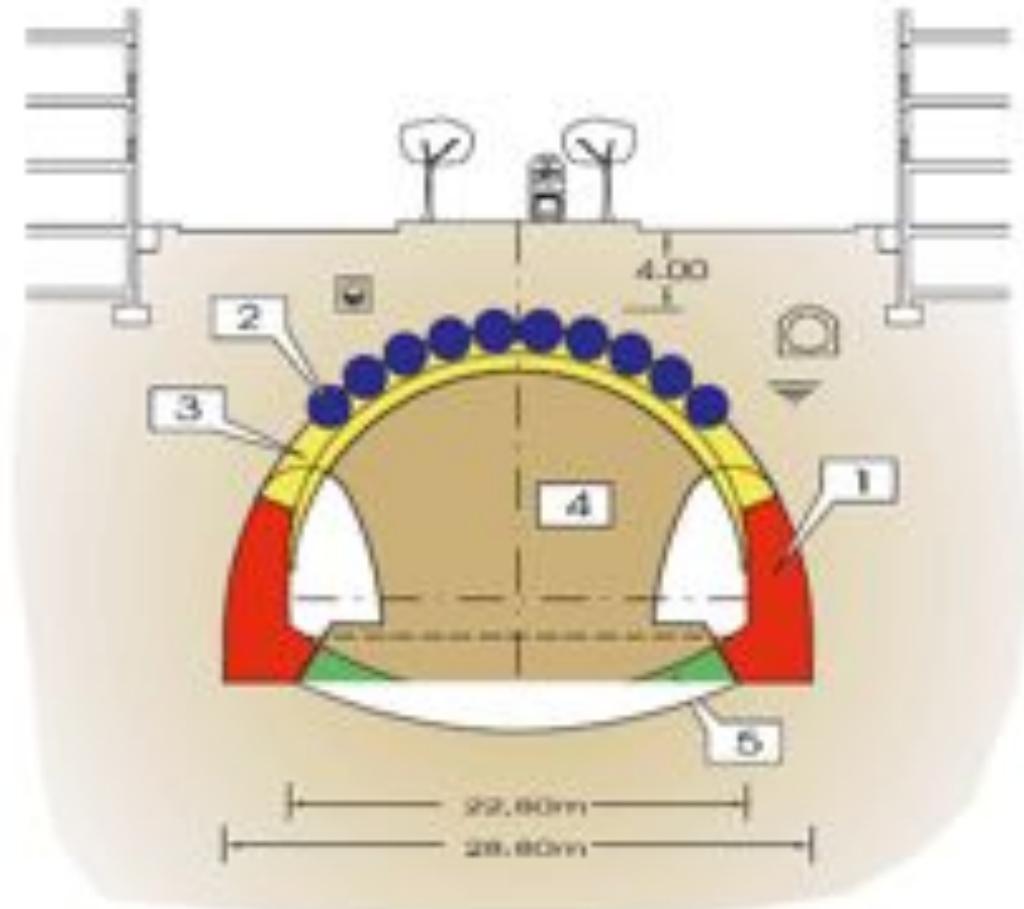
1. Pozos de rebajamiento
2. Inyecciones de compensación
3. Dosel de tubos
4. Hastiales en pozo
5. Excavación interior
6. Cubierta del túnel
7. Solera del túnel

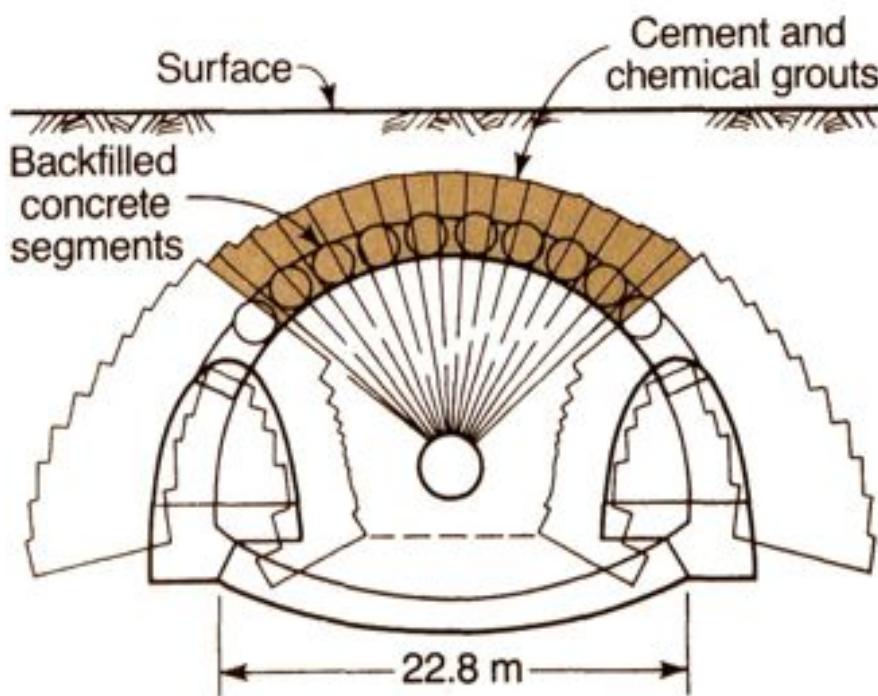
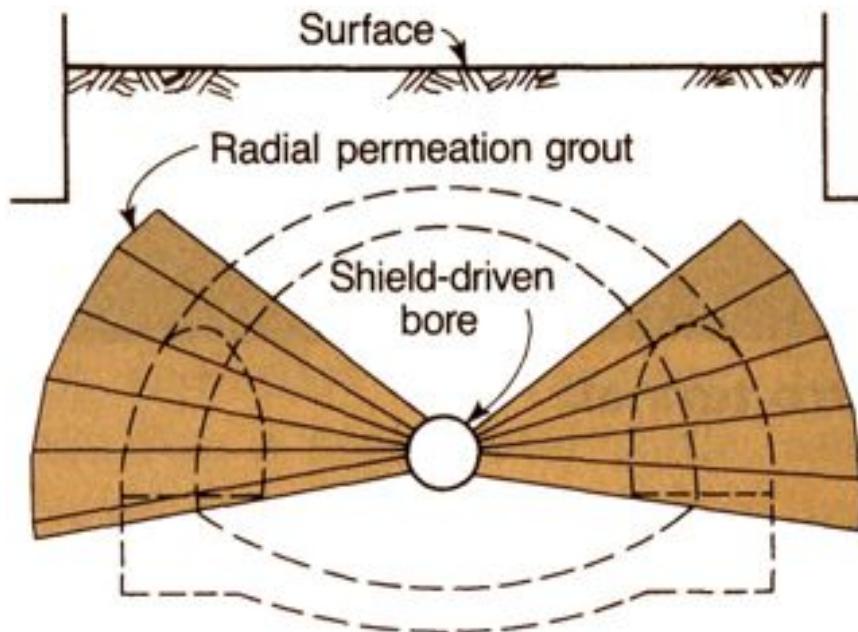


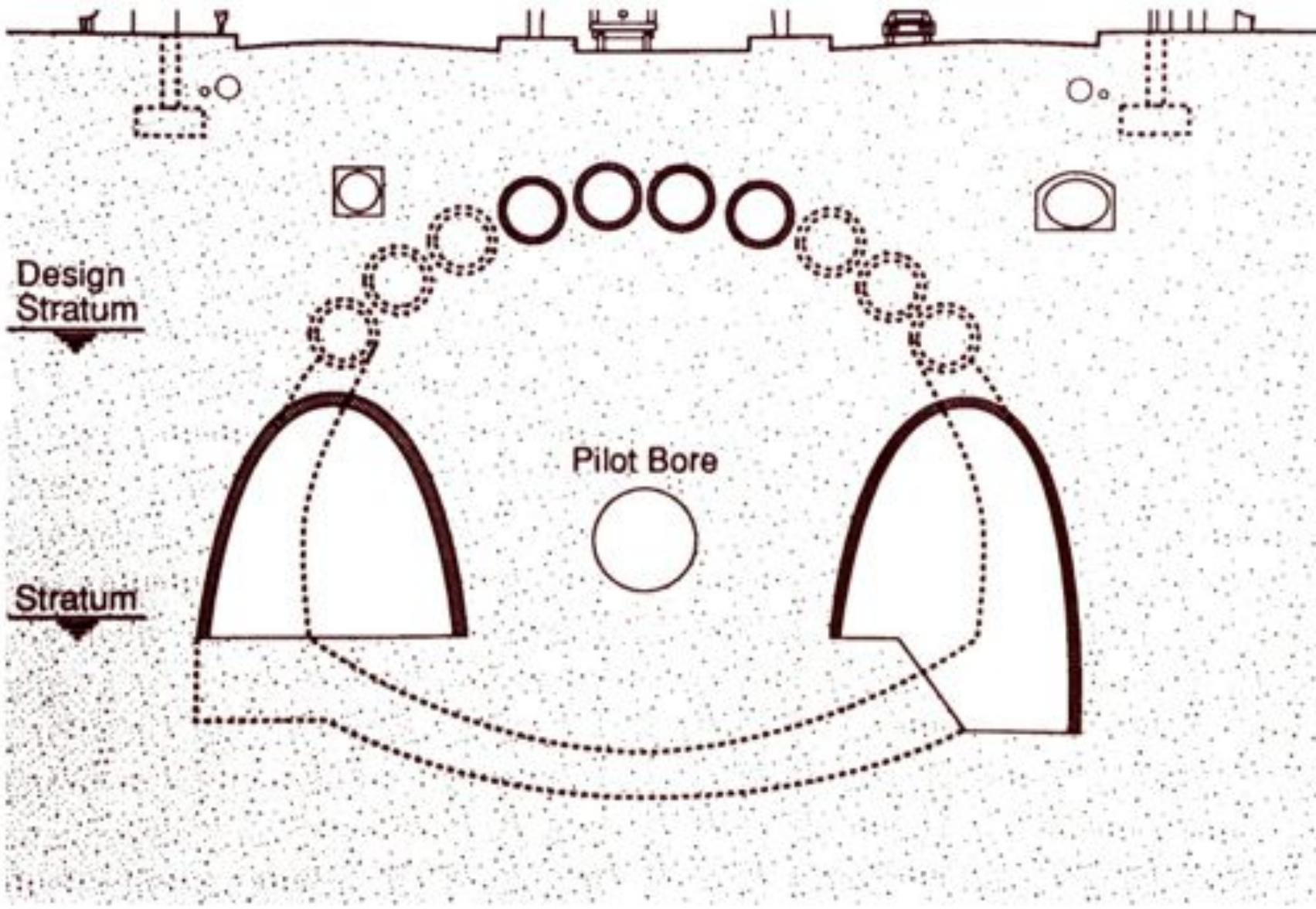
Arteria Central de Boston. Túnel realizado con galerías superpuestas en hastiales y un dosel de galerías como cubierta (T&T, Oct. 97)

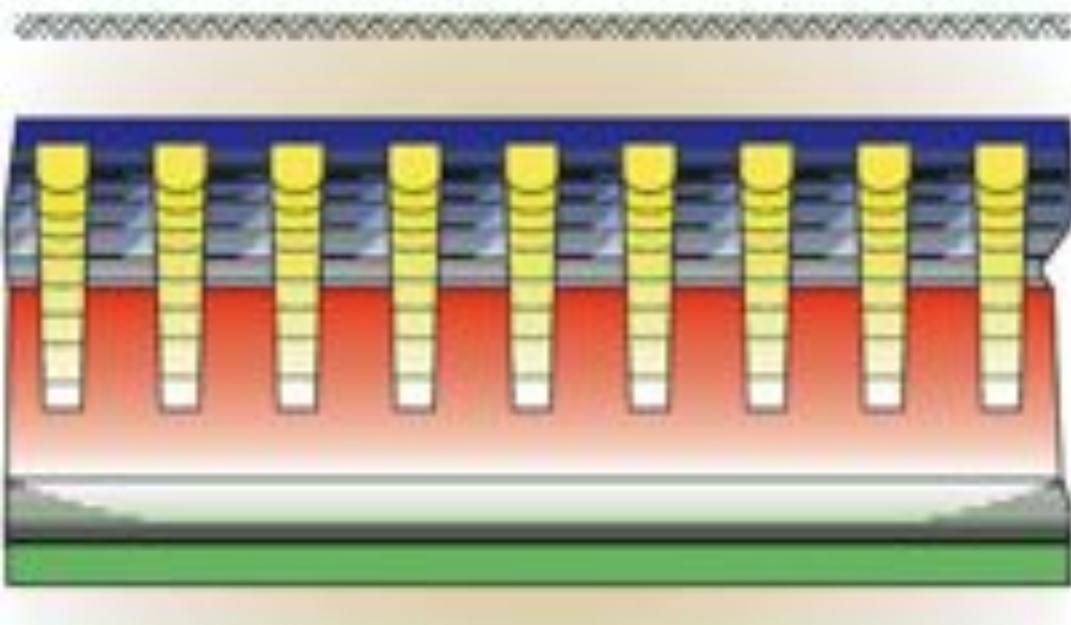
La estación “Venezia” del Metro de Milán

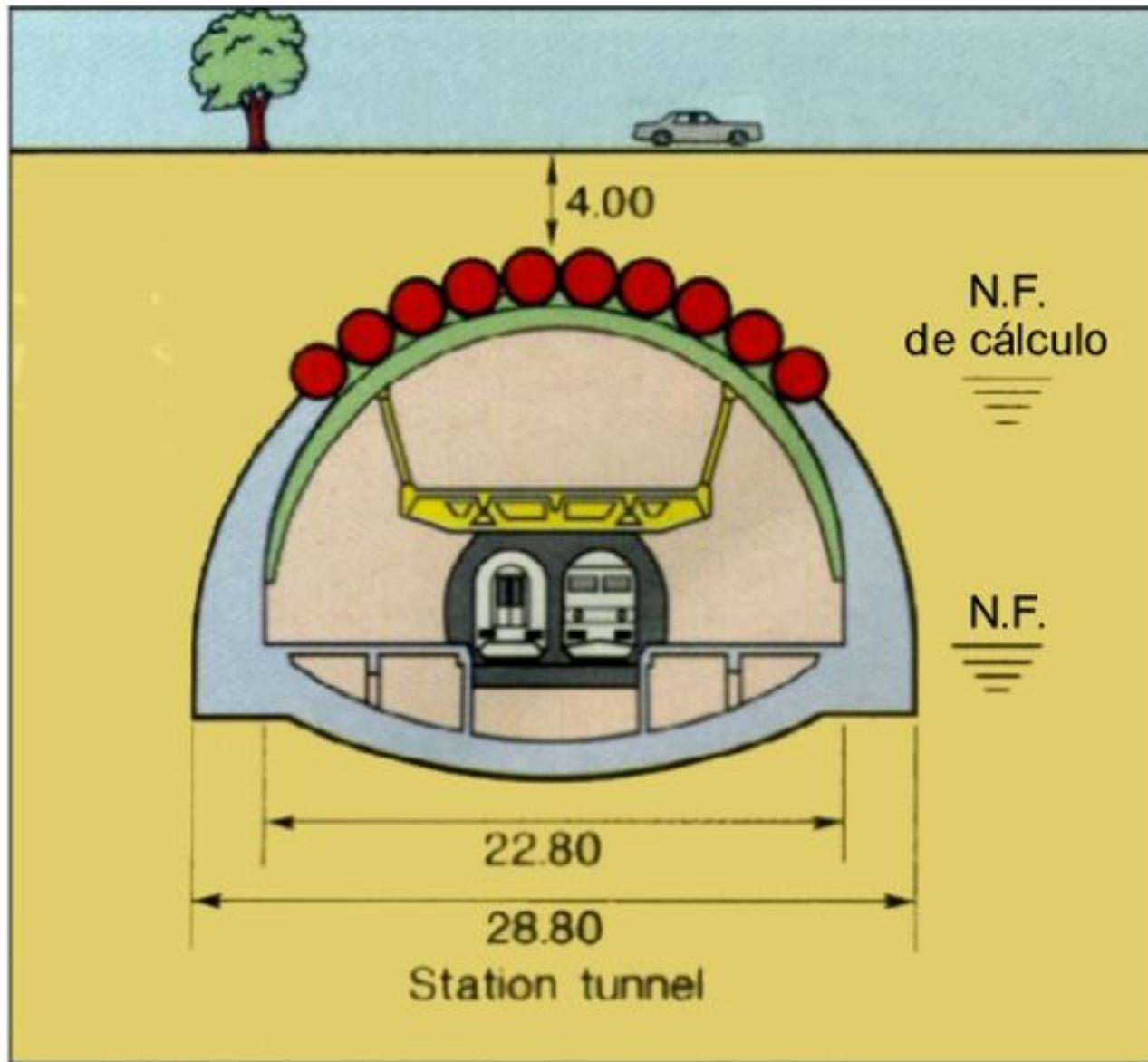
LA ESTACION “VENEZIA” DEL METRO DE MILAN (Lunardi)



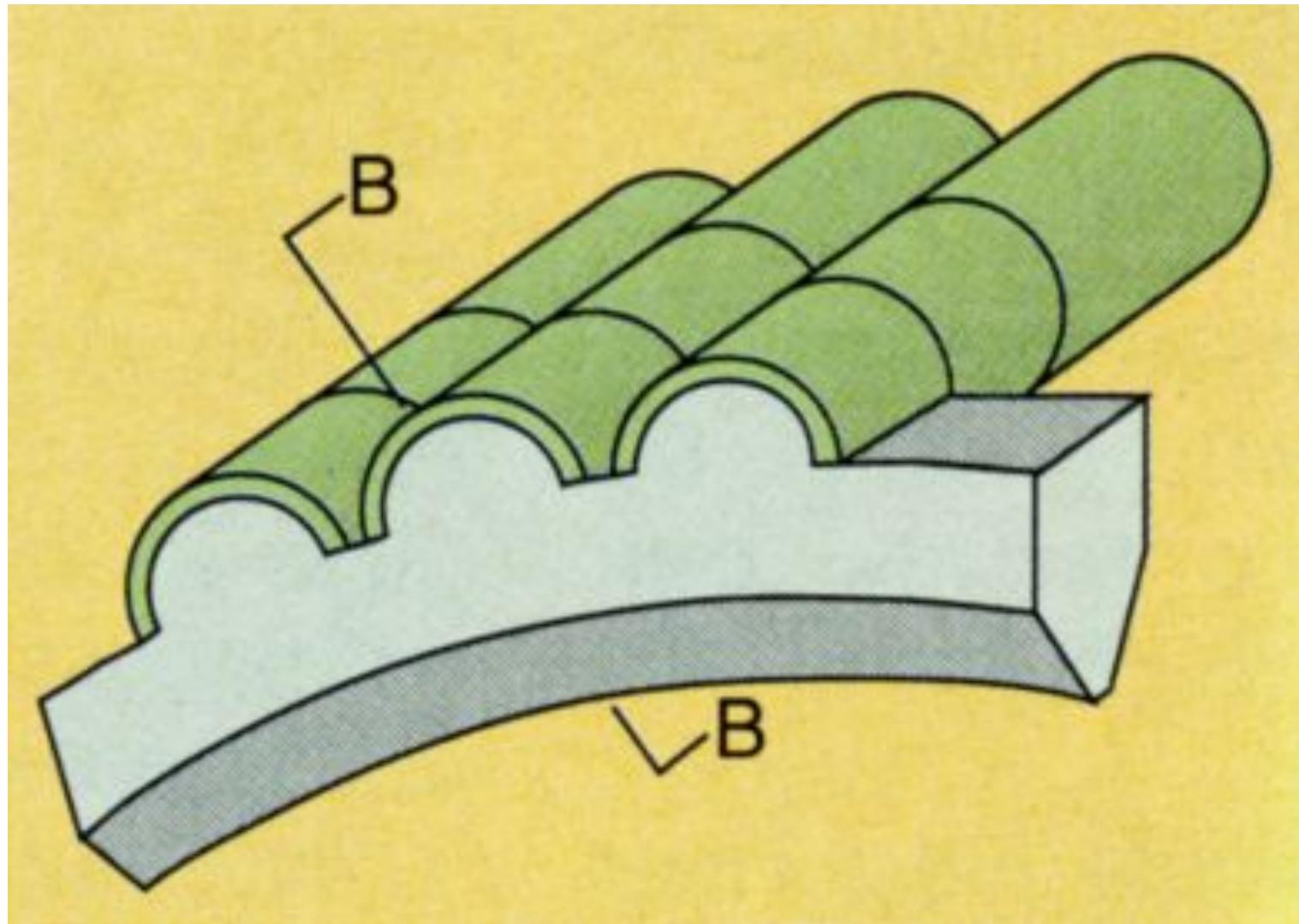








LA ESTACIÓN “VENEZIA” DEL METRO DE MILÁN



T&T_Nov91_p25



T&T_Nov91

**Ampliacion de una
estación bajo edificios
en el centro de Madrid**

Estado Inicial



FASE 1



FASE 2



Detalle Ejecución de Micropiles



FASE 5



Detalle Hormigonado



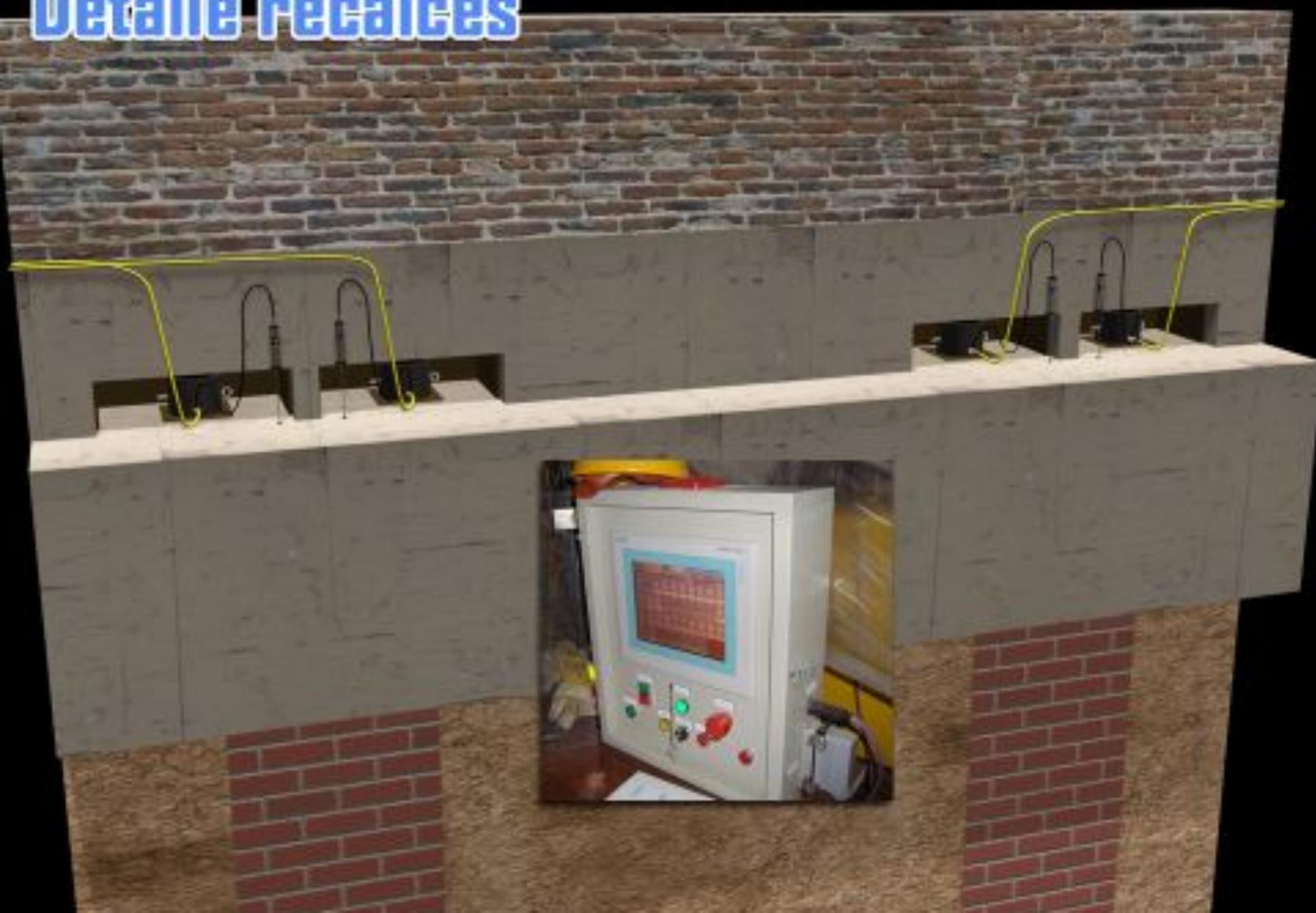
FASE 6



FASE 12



Detalle recalces



FASE 14



Estado intermedio



FASE 15



Detalle Entibación

FASE 16



FASE 17



FASE 19



Detalle Hormigonado



FASE 20



Detalle Demolición Túnel



FASE 2I



Detalle Corte Micropilotes



FASE 22



FASE 24



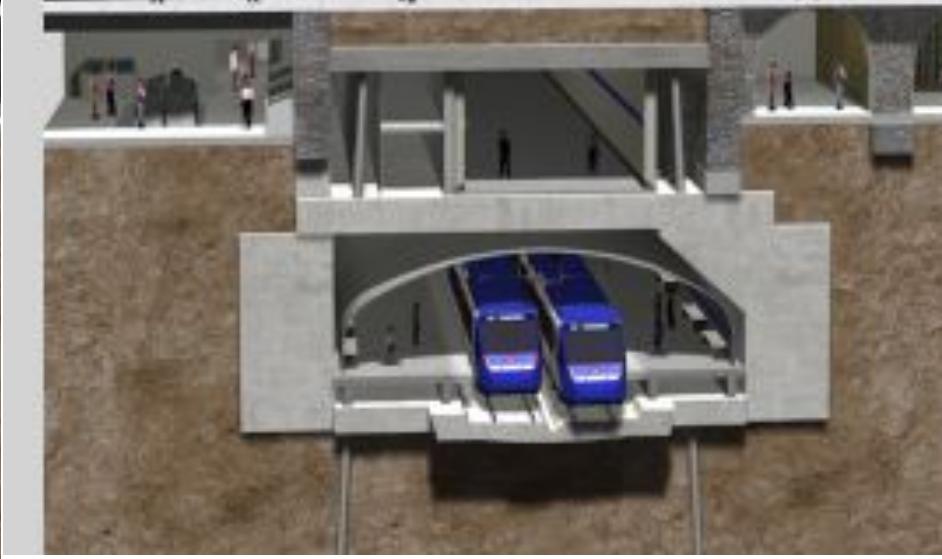
FASE 25



Inicial



Final



**MUCHAS
GRACIAS POR
SU ATENCIÓN**