



Importancia de la impermeabilización en la construcción de túneles



Impermeabilización flexible

**2das Jornadas sobre tunelería y espacios subterráneos
“Nuevos proyectos y avances tecnológicos” AATE 2012-09-07**

Introducción



Los túneles se construyen con una vida útil de más de 100 años, lo que significa que los estándares para la construcción de túneles debe ser alta, en particular aquellos sistemas que implican sellado y la impermeabilización.

Un sello de túnel tiene la tarea de proteger la construcción del túnel contra los daños resultantes de la humedad o de la entrada accidental de agua, así como el peligro planteado por agua agresiva y los efectos de los productos químicos.





grietas



hormigón



humedad



astillado



corrosión



**Sedimento
mineral**



fuego



Ataque biológico



**Cloruros
sulfatos**



cristalización



**Instalación
eléctrica y de
seguridad**



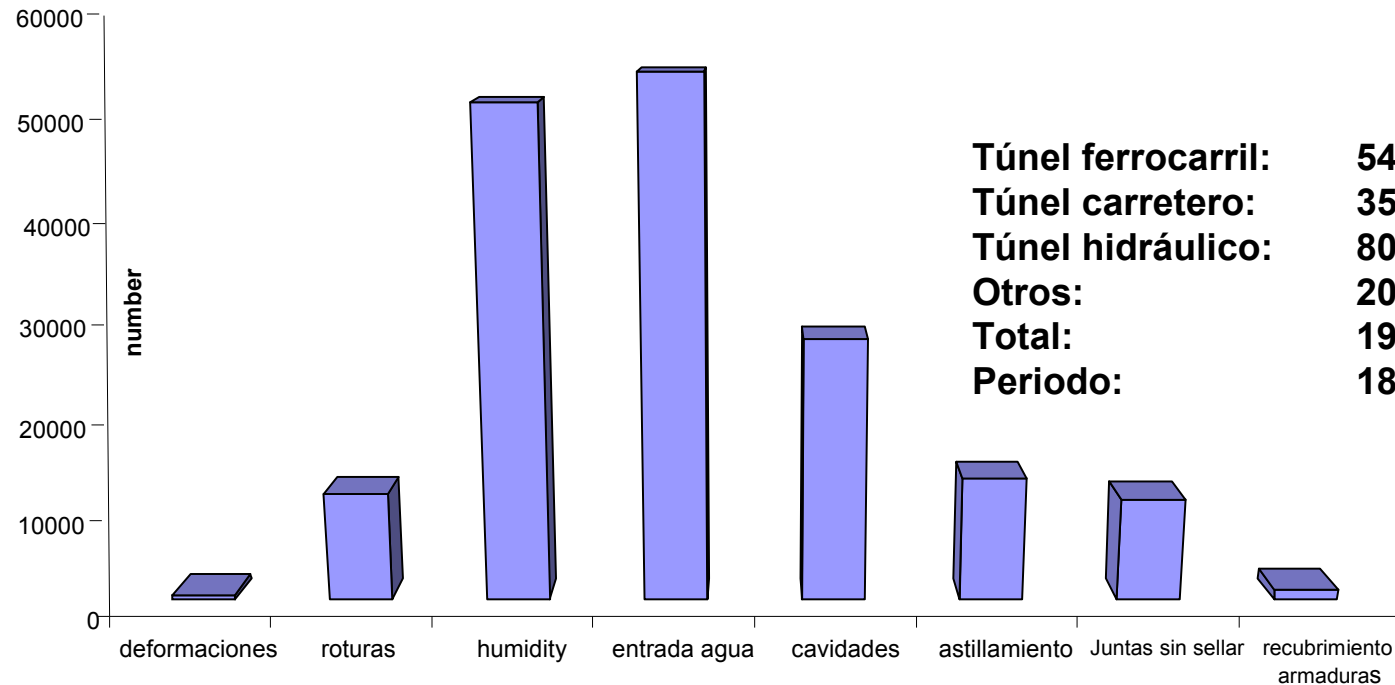
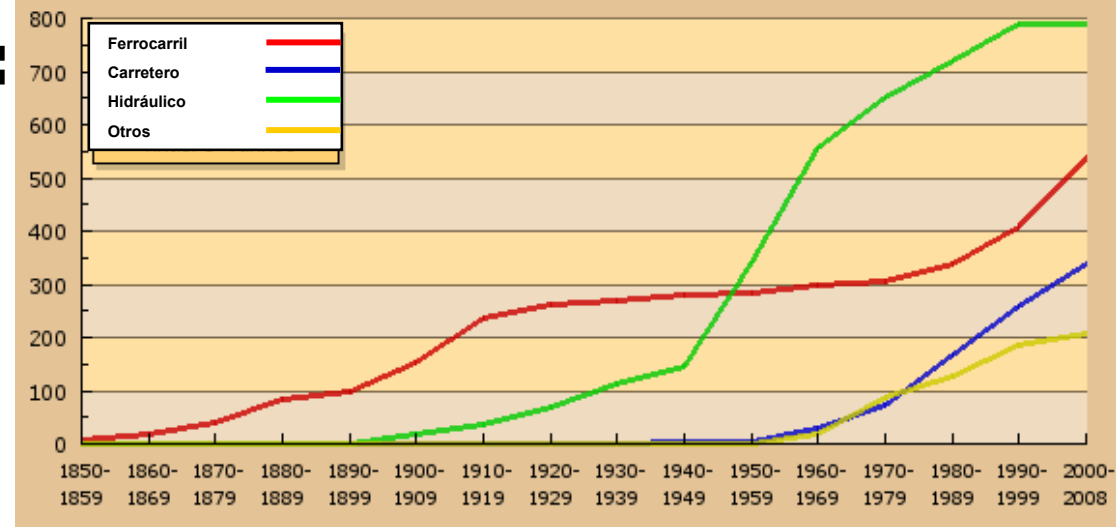
hielo

Análisis de daños: Estadísticas

Resumen de todos los defectos

40 mioCHF/km x 1900 km = 76.0 bnCHF

350 mioCHF costo de mantenimiento por año

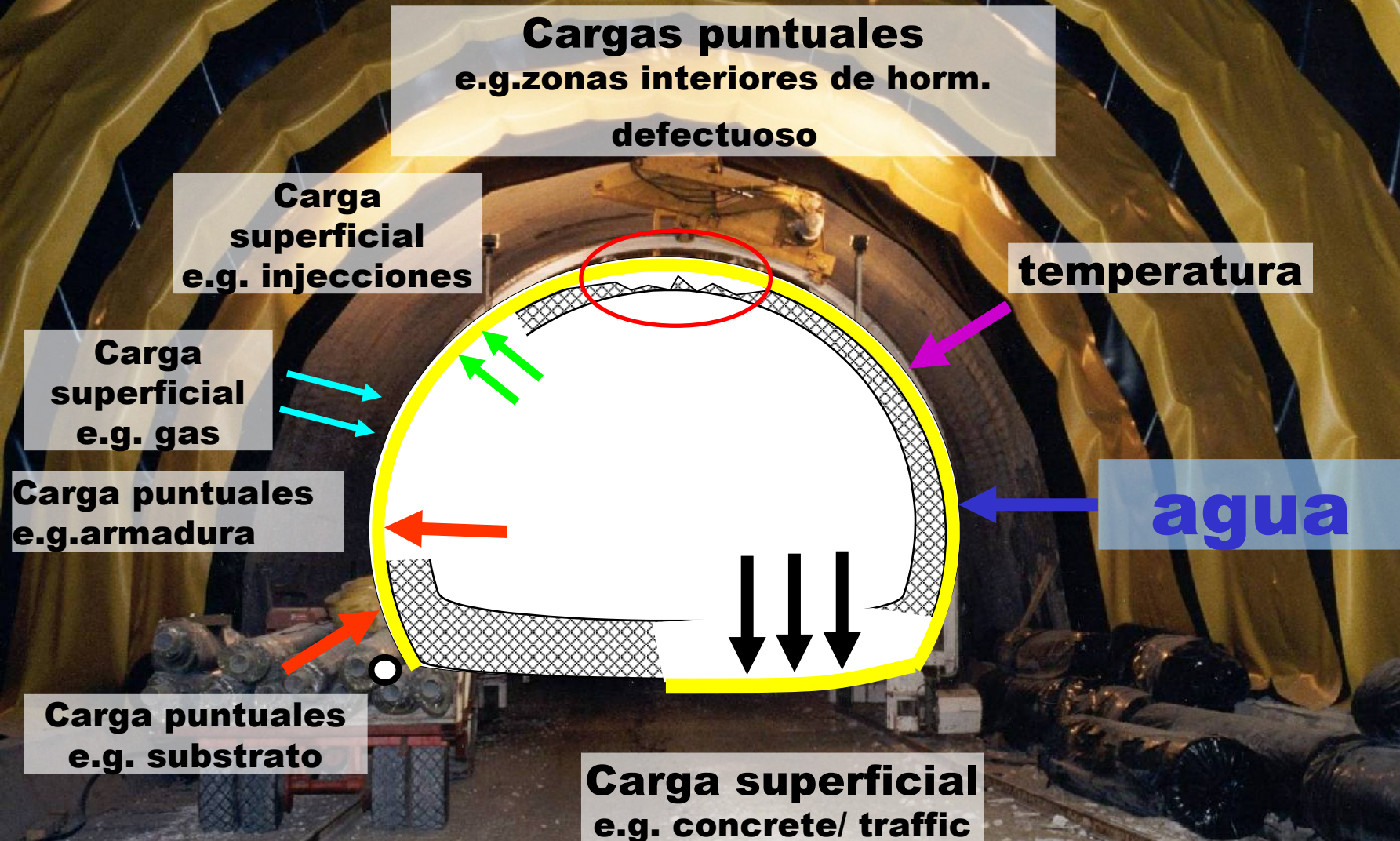


Túnel ferrocarril: 540 km
Túnel carretero: 350 km
Túnel hidráulico: 800 km
Otros: 200km
Total: 1900 km/ >1300 proyectos
Periodo: 1850-2008

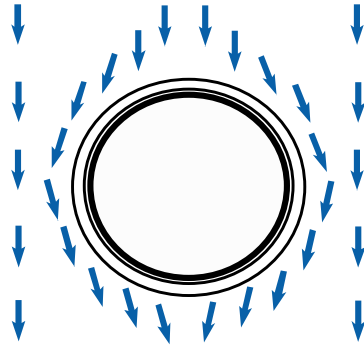




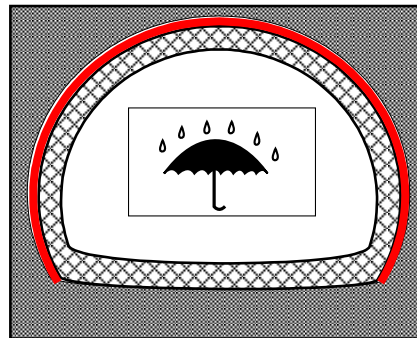
Influencias sobre la impermeabilización durante la construcción



Sistemas de impermeabilización con geomembranas Flexibles de PVC o TPO

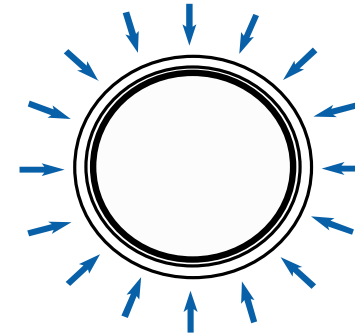


Agua percolada

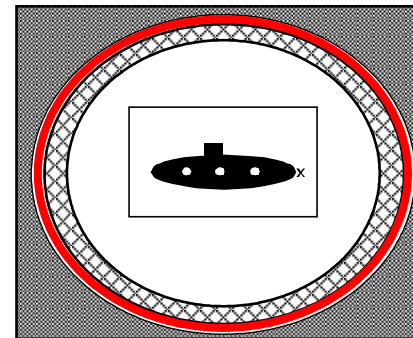


umbrella

- Menor costo de revestimiento
- Reducción de espesor de hormigón
- Altos costos de mantenimiento
- Concepto de drenaje: (permanente)



Agua a presión



submarine

- Mayor costo de revestimiento
- Estructuralmente se debe considerar la presión del agua
- Bajo costo de mantenimiento
- No hay influencia del agua después de la construcción
- Sistema impermeable de alto nivel

El éxito de un sistema de impermeabilización en un túnel es un combinacion de muchos parámetros. Las características de las membranas son muy importantes, pero no deben ser consideradas por separado de otros aspectos como:

- La aplicación, incluídos soldaduras; fijaciones; tipo de geotextil, superficies drenantes, espesor de las capas de protección.
- La terminación del sustrato a partir del tipo de shotcrete (TMAG, rugosidad, planitud y regularidad.
- La suavidad de la pared interna de hormigón para el apoyo de la membrana contra la presión del agua.

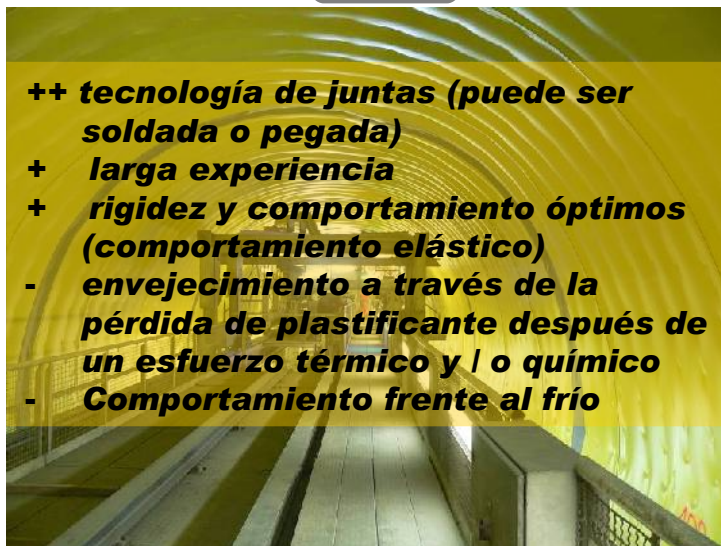


Aspectos técnicos de la impermeabilización flexible

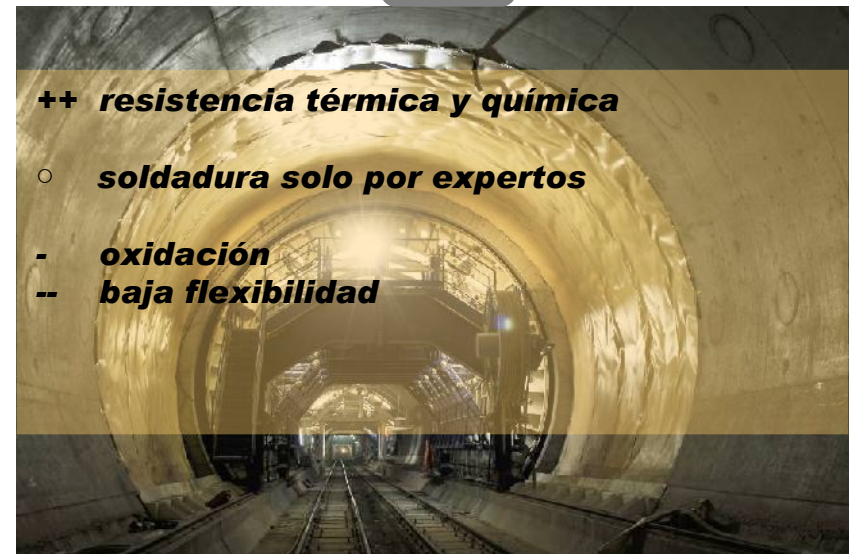
Materias primas para membranas

Propiedades del tipo de materia prima relacionadas con la capacidad de impermeabilización permanente

PVC-P



TPO



Flexibilidad / copiado del sustrato



Especificación del espesor de la membrana según la presión de agua

Penetration resistance Peso: 500 g Lanzamiento (m) DIN 16726		
TPO	Thickness (mm)	Height (m)
	2.0	0.8- 1.30
	2.5	1.0
	3..0	1.7- 1.35
PVC- P	Thickness (mm)	Height (m)
	2.0	1.25
	3..0	2.00

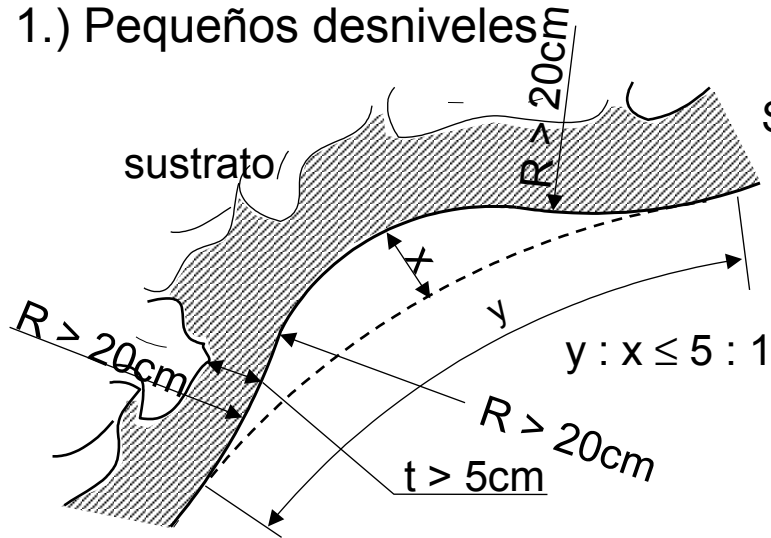
Espesor nominal:
tolerancia (SIA) -5 %/+10% !

Recomendación normas europeaa
 Switzerland, Austria, Germany

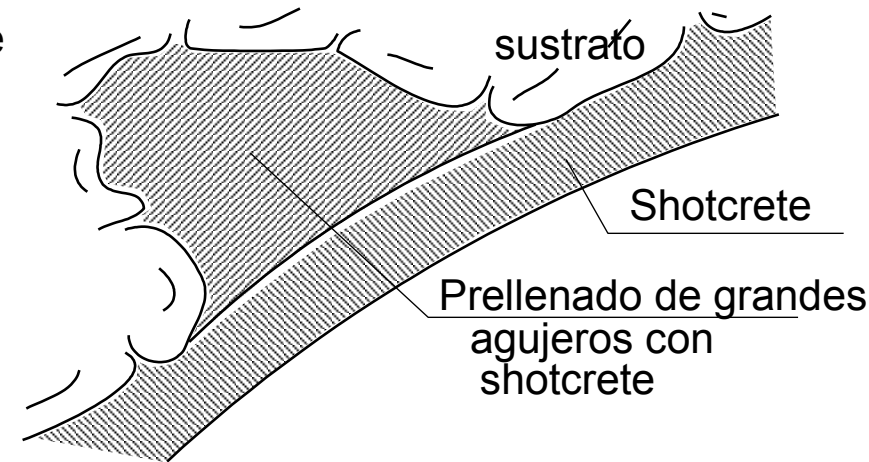
- Agua con escurrimiento : **2 mm** espesor
- Agua presurizada > 0): **3 mm** thickness

Condiciones del sustrato: Voladura y perforación de túneles

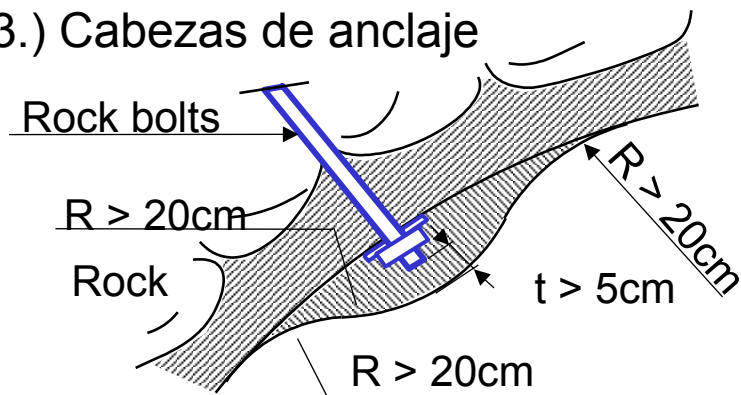
1.) Pequeños desniveles



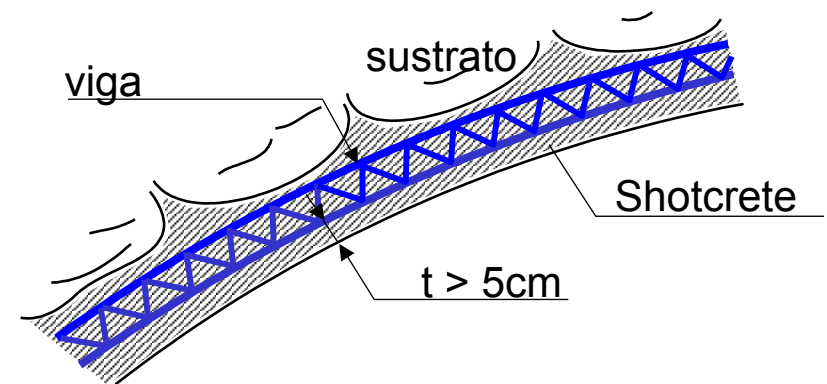
2.) Grandes desniveles



3.) Cabezas de anclaje

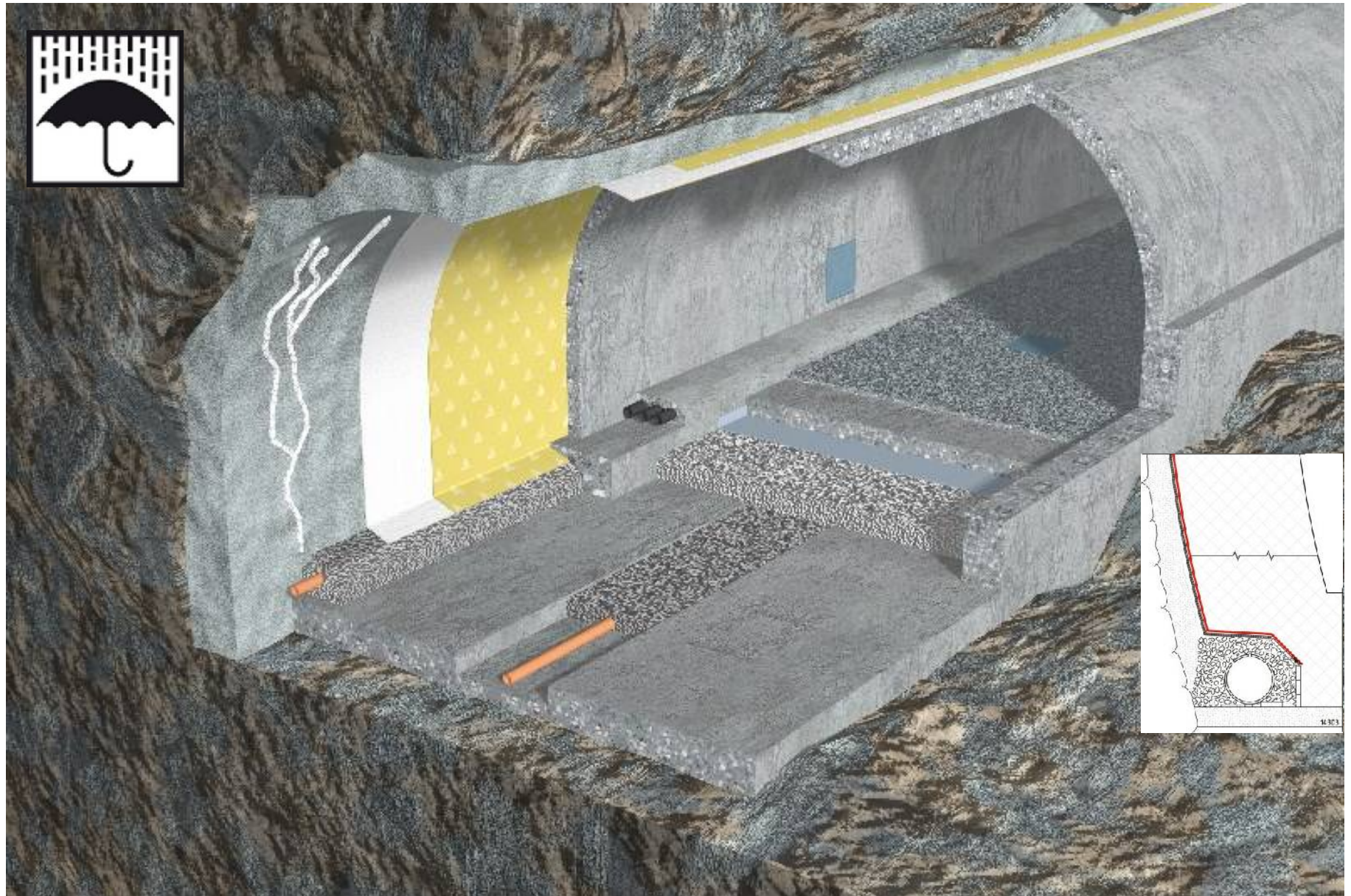


4.) Vigas de acero

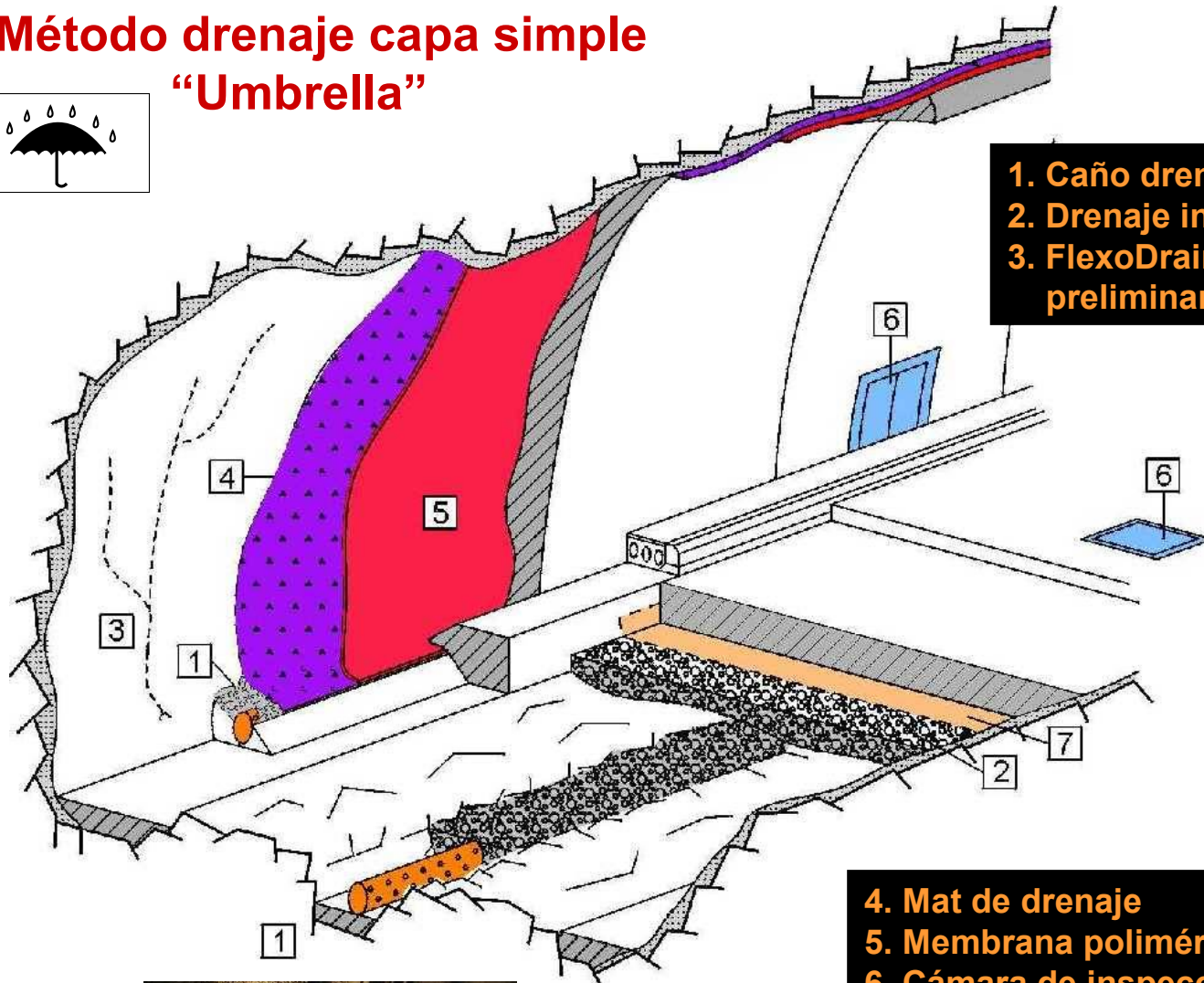


No es admitido agregado triturado en la superficie

Impermeabilización: paraguas



Método drenaje capa simple "Umbrella"



1. Caño drenaje con agregado grueso
2. Drenaje inferior
3. FlexoDrain para impermeabilización preliminar



4. Mat de drenaje
5. Membrana polimérica impermeabilizante
6. Cámara de inspección





Soporte inicial: shotcrete

Membrana
impermeabilizante

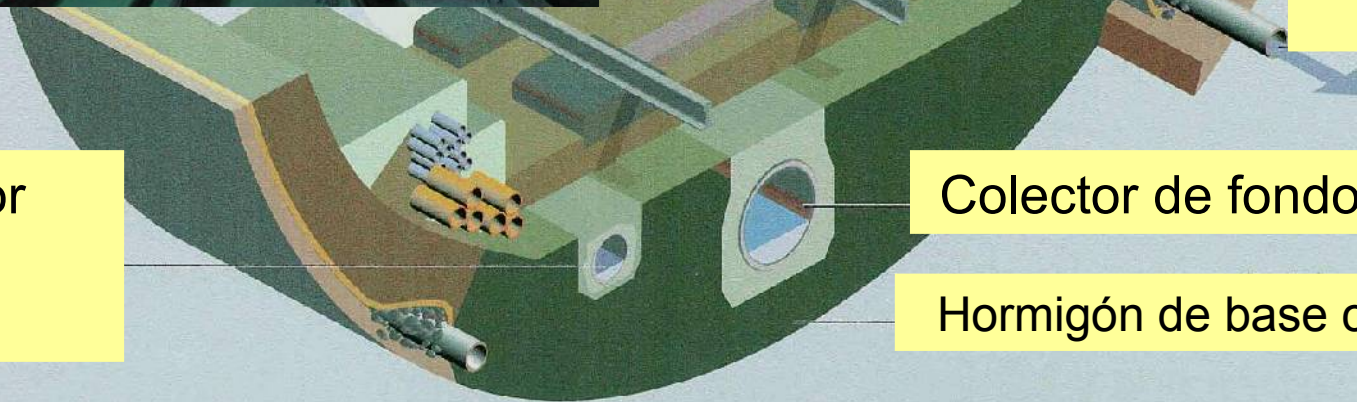
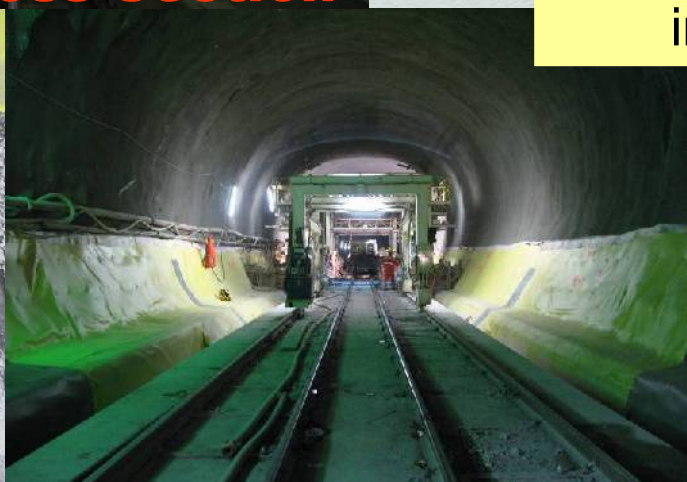
Tunel (carcaza
interior)

Roca triturada
Drenaje

Caño colector
secundario
(d=250mm)

Colector de fondo(d=600mm)

Hormigón de base colado in situ



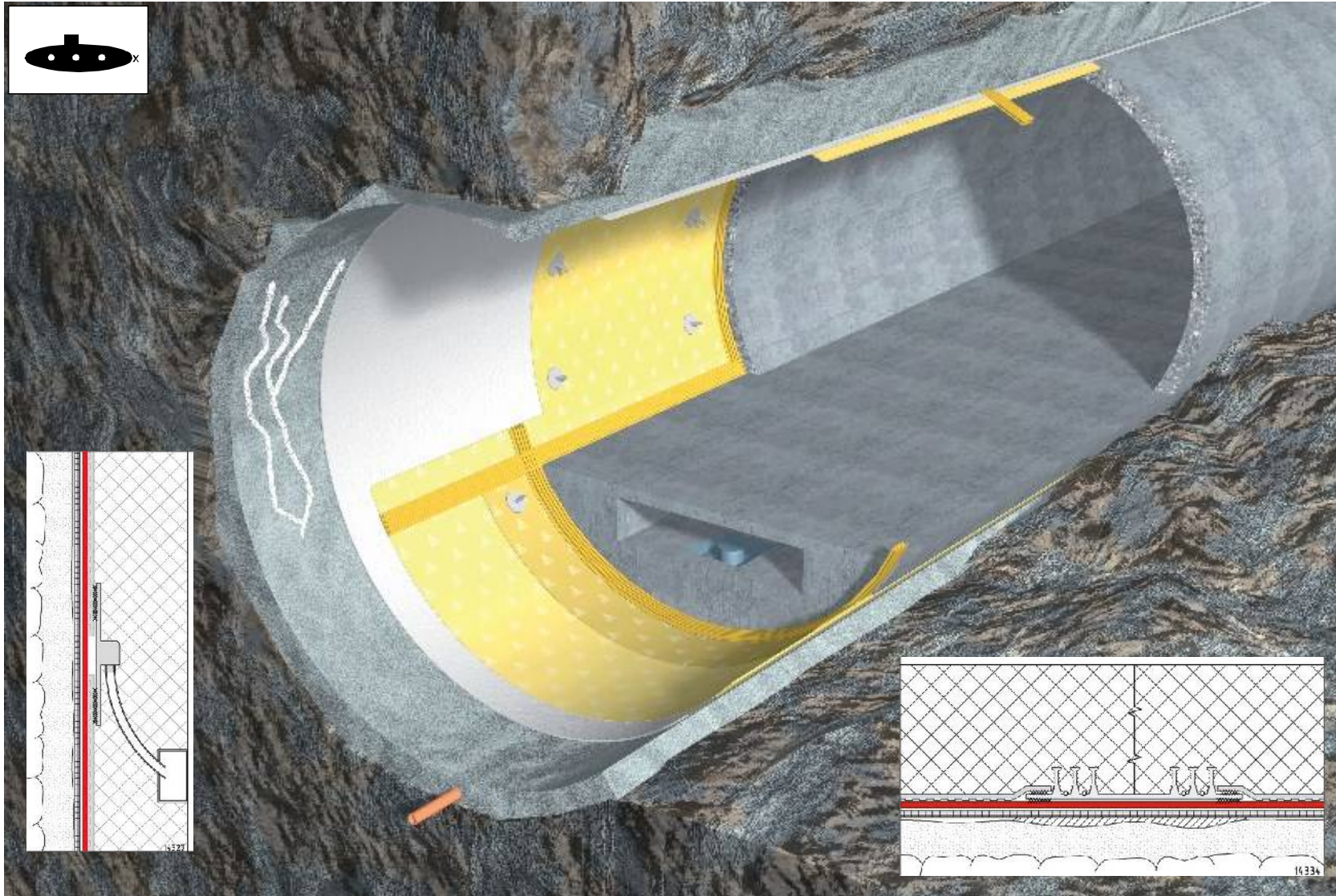


Metro Bilbao; Spain



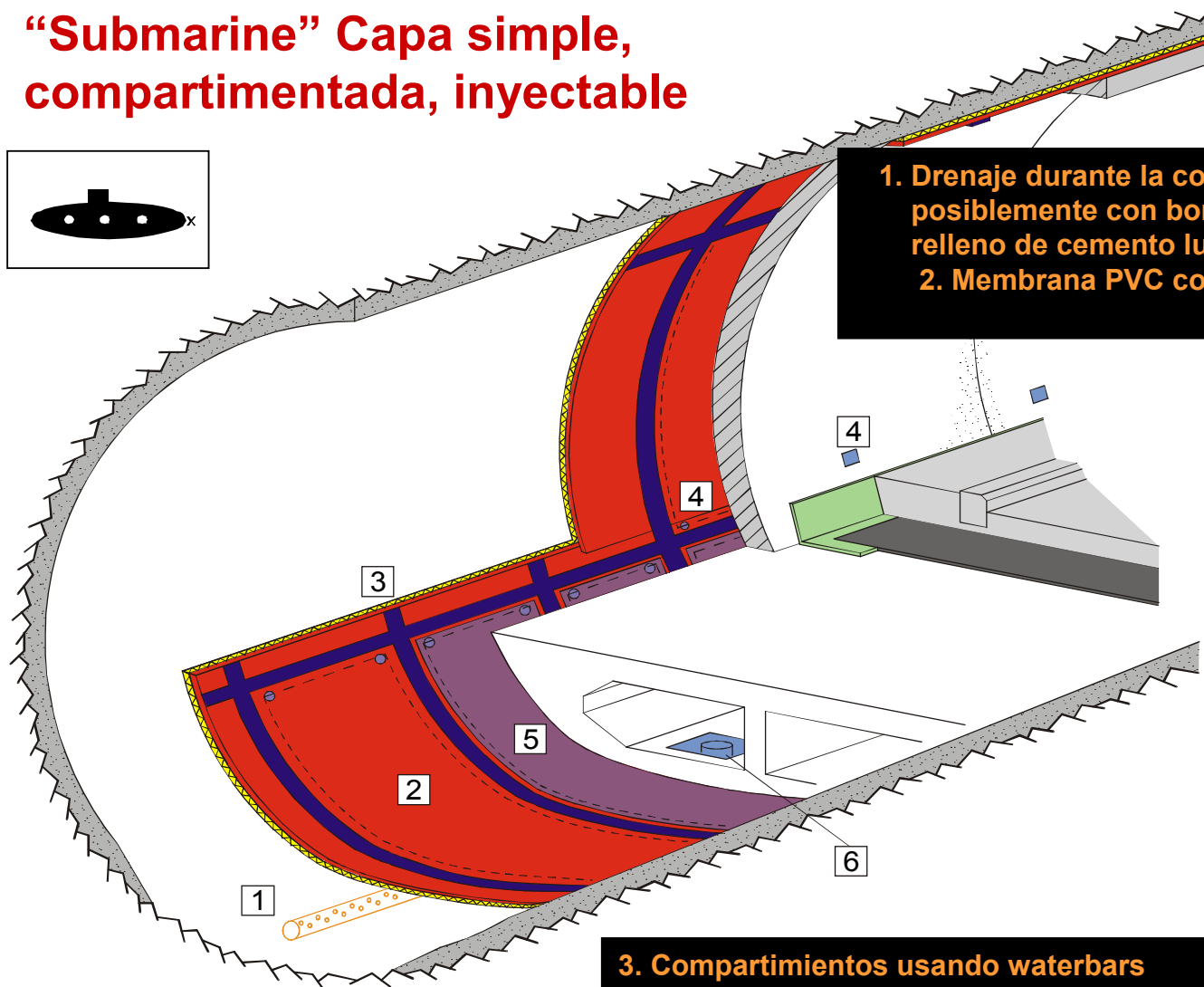
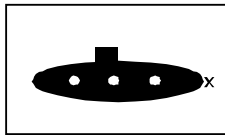
Road Tunnel, Neuenburg / Switzerland

Impermeabilización: submarino



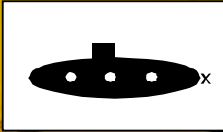
Waterstop System

“Submarine” Capa simple, compartimentada, inyectable

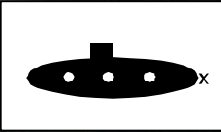


1. Drenaje durante la construcción, posiblemente con bombeo de agua subterránea relleno de cemento luego de final de estructura
2. Membrana PVC con mat

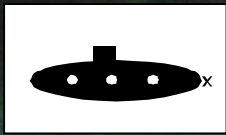
3. Compartimientos usando waterbars
4. Cajas para monitoreo e inyección
5. Protección de membrana en zonas críticas(acero de refuerzo)
6. Desagües



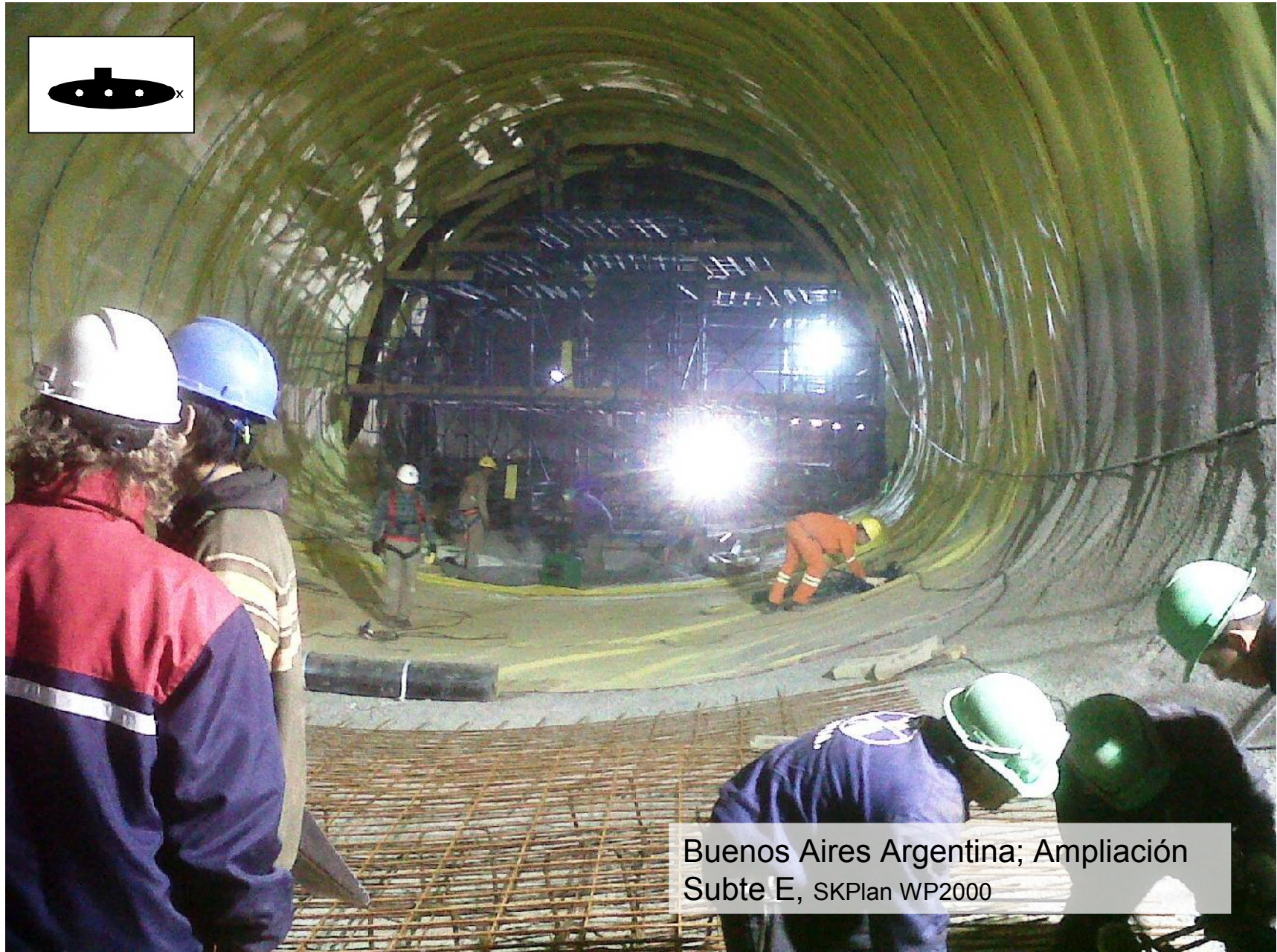
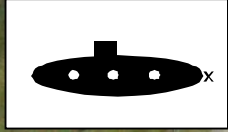
New York Metropolitan Transit Authority #7
Line,
2nd Avenue Tunnels and Stations
New York City, 9 miles.1.200 million square feet
Sikaplan® WP 1100-20 HL2



New York Metropolitan Transit Authority #7 Line,
2nd Avenue Tunnels and Stations
New York City, 9 miles.1.200 million square feet
Sikaplan® WP 1100-20 HL2



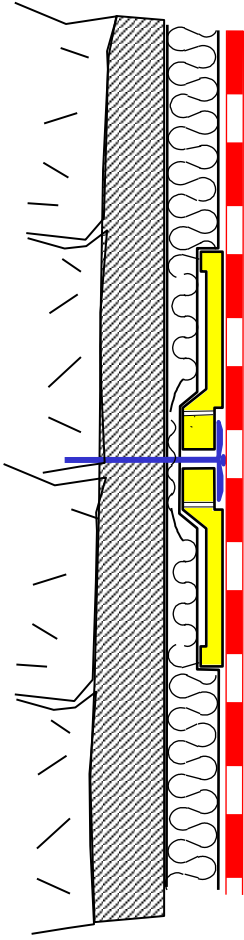
St. Gottard. Service Tunnel 57km.
Sikaplan WP PVC & TPO



Buenos Aires Argentina; Ampliación
Subte E, SKPlan WP2000

Detalles y accesorios

Detalles: Fijación de discos soporte sobre shotcrete base



Sikaplan at Gotthard Base Tunnel



Detail spotwise fixing of membranes by Velcro system



Procedimiento de inyección

Areas compartimentadas con Waterbars



Compartimientos



Shotcrete aplicado sobre membrana de PVC



Muchas Gracias