

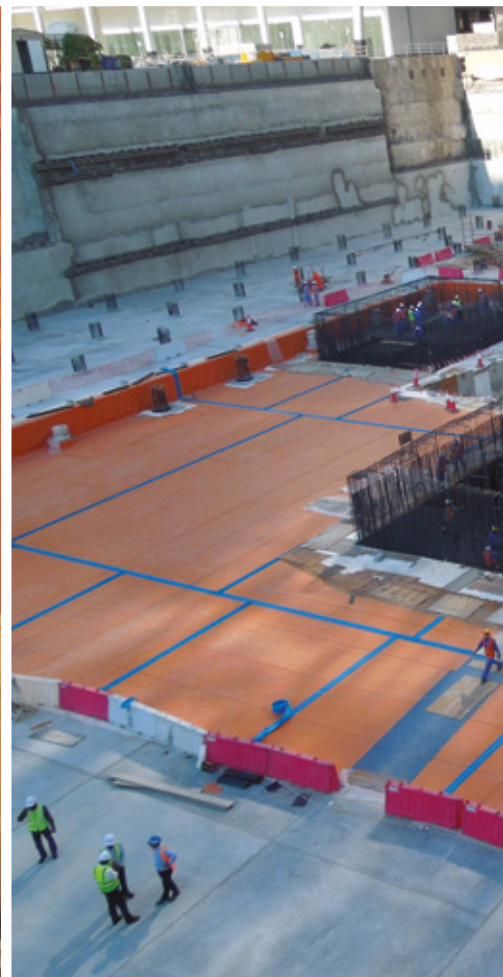
IMPERMEABILIZACIÓN DE TÚNELES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS MEDIANTE SISTEMA MAPEPLAN



KURORTNYY PROSPEKT, TÚNEL N° 5
Sochi - Rusia



HONG KONG MTRC822





PEDEMONTANA VENETA
Brogliano - Vicenza (Italia)



CIMENTACIÓN LILLIAN TOWER
Dubai - (E.A.U.)

ÍNDICE

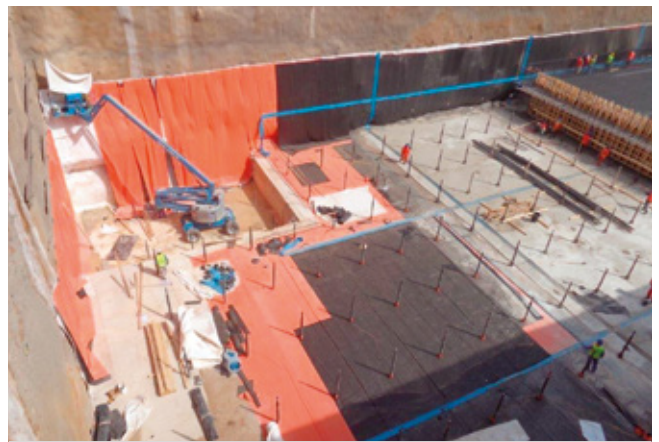
pág. 2	1. CAMPOS DE APLICACIÓN
pág. 3	2. TIPOLOGÍAS DE CONSTRUCCIÓN
pág. 4	3. SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN
pág. 4	3.1. SISTEMA DE PRE-INYECCIÓN EN PRESENCIA DE AGUA
pág. 5	3.2. MEMBRANA SINTÉTICA DE IMPERMEABILIZACIÓN
pág. 5	3.2.1. MATERIAS PRIMAS
pág. 5	3.2.2. MEMBRANAS MAPEPLAN PVC-P Y FPO: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
pág. 7	3.2.3. ESTÁNDARES Y ENSAYOS
pág. 10	3.2.4. SISTEMAS DE MEMBRANAS SINTÉTICAS DE IMPERMEABILIZACIÓN
pág. 18	3.2.5. DIBUJOS TÉCNICOS
pág. 23	3.2.6. ACCESORIOS MAPEPLAN
pág. 29	3.2.7. HERRAMIENTAS DE INSTALACIÓN
pág. 31	3.2.8. MITIGACIÓN DE RIESGOS: CONTROL DE LA IMPERMEABILIZACIÓN (INSPECCIÓN, PRUEBAS DE SOLDADURA)
pág. 37	3.3. SISTEMA DE POST-INYECCIÓN
pág. 39	3.4. MEMBRANA DE IMPERMEABILIZACIÓN PROYECTABLE Y MEMBRANA IMPERMEABILIZACIÓN SINTÉTICA
pág. 39	3.4.1. MEMBRANA DE IMPERMEABILIZACIÓN PROYECTABLE Y PVC

1. CAMPOS DE APLICACIÓN

CAMPOS DE APLICACIÓN	TIPO DE ESTRUCTURA	
TÚNELES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA	TÚNELES CARRETEROS	ESTRUCTURAS SUBTERRÁNEAS
TÚNELES ENTRE PANTALLAS	TÚNELES DE METRO	TÚNELES FERROVIARIOS
CIMENTACIONES	TÚNELES HIDRÁULICOS	ESTACIONES DE METRO



Cimentación (Pearl Maison - Doha - Qatar)



Estación de Metro (Línea 3 Metro de Riyadh, Arabia Saudita)



Túnel Carretero (túnel Turecky - Eslovaquia)



Estación de Metro (Farringdon - Crossrail Londres (UK))

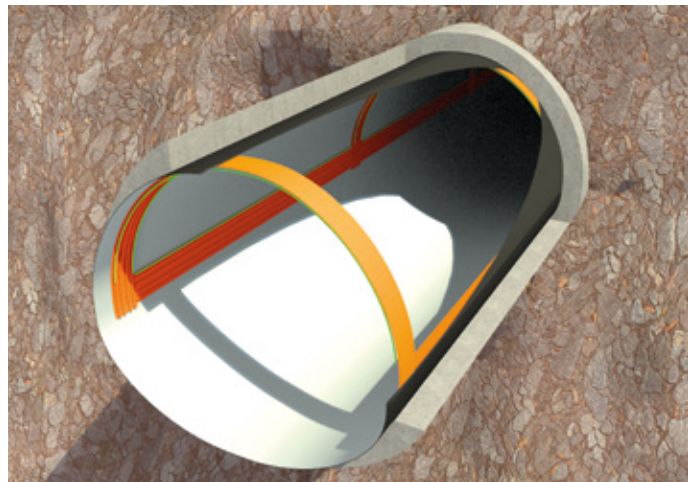
2. TIPOLOGÍAS DE CONSTRUCCIÓN

TÚNELES DRENADOS (SISTEMA “PARAGUAS”)

- Concepto de drenaje permanente
- Sistema estándar de impermeabilización



TÚNEL AUTOPISTA EL LLANO,
Bogotá - Villavicencio, Colombia

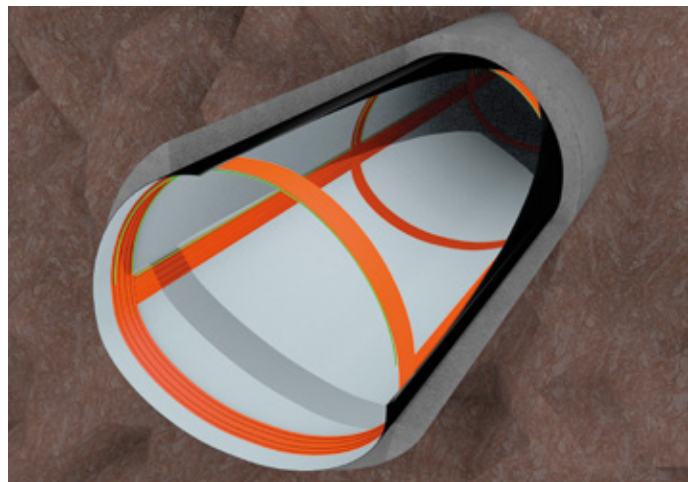


ESTACIÓN DE METRO FARRINGDON, Crossrail

- Sistema de impermeabilización de alto nivel
- Respetuoso con el medio ambiente
- No hay influencia en nivel freático después de la construcción



ESTACIÓN DE METRO FARRINGDON, Crossrail
Londres (GB)



3. SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN

3.1. SISTEMA DE PRE-INYECCIÓN EN PRESENCIA DE AGUA

En presencia de un nivel freático alto, se requiere de una pre-inyección para prevenir filtraciones y permitir la instalación de una membrana de impermeabilización.

La elección de productos se realiza de acuerdo a los siguientes parámetros:

- permeabilidad del suelo;
- contenido de agua;
- características mecánicas de terreno post-inyectado.

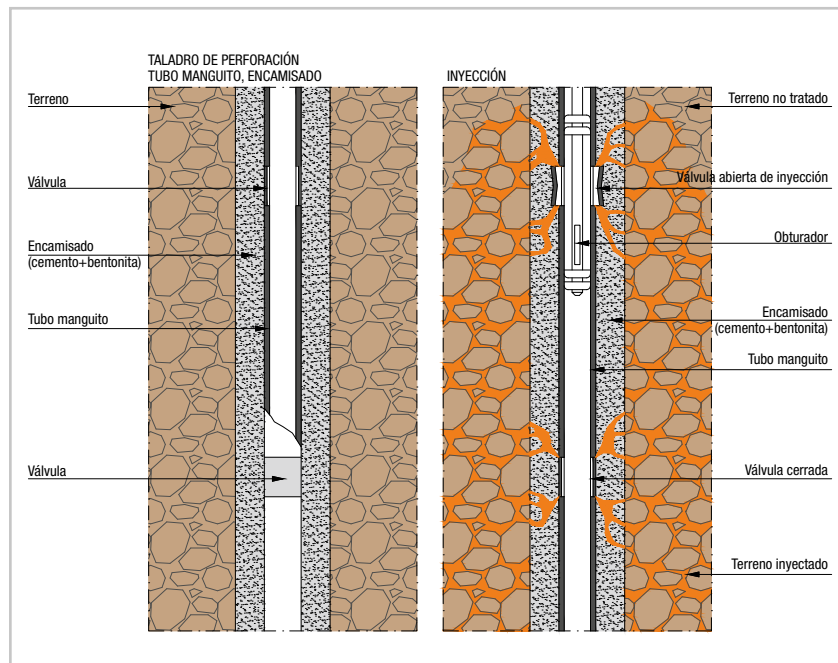
Un amplio rango de productos para inyección han sido desarrollados en los laboratorios de Mapei, con el fin de satisfacer las necesidades y requisitos en los diferentes tipos de obra*.

* todos los productos y campos de aplicación se encuentran en la tabla específica de inyecciones.

CONCEPTO DE PRE-INYECCIÓN



Metro de Torino, Italia: impermeabilización de losa de fondo





3.2. MEMBRANA SINTÉTICA DE IMPERMEABILIZACIÓN

3.2.1. MATERIAS PRIMAS

- PVC-P (cloruro de polivinilo)
- FPO (poliolefina)

De acuerdo a la experiencia adquirida a nivel mundial (> 50 años) los polímeros de PVP-P son los más empleados actualmente, con una vida útil superior a 100 años.

MAPEI ha desarrollado membranas de altas prestaciones PVC-P y de alta flexibilidad FPO, en sus propios laboratorios.

3.2.2. MEMBRANAS MAPEPLAN PVC-P y FPO: PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

PVC-P	FPO
Capa de señalización o capa de advertencia (*)	Capa de señalización
Alta trabajabilidad y óptimas condiciones de soldadura	Alta trabajabilidad y óptimas condiciones de soldadura
Alta resistencia contra daño de raíces y ataque micro-biológico	Alta resistencia contra daño de raíces y ataque micro-biológico
Alta flexibilidad a bajas temperaturas	Alta flexibilidad a bajas temperaturas
Alta resistencia a corrientes erráticas	Alta resistencia a corrientes erráticas
Alta resistencia al envejecimiento	Alta resistencia al envejecimiento
Auto-extinguible	Auto-extinguible
Permite contacto con aguas alcalinas y ácidas	Permite contacto con aguas alcalinas y ácidas
Resistente al radón	Resistente al radón
Excelente estabilidad dimensional	Excelente estabilidad dimensional
Alta resistencia mecánica	Alta resistencia mecánica
Puede ser aplicado sobre superficies húmedas	Puede ser aplicado sobre superficies húmedas
Formulación sin sustancias peligrosas o dañinas para la salud o el medio ambiente	Formulación sin sustancias peligrosas o dañinas para la salud o medio ambiente
Alta resistencia a presión permanente	Excelente resistencia al envejecimiento
Resistencia a explosiones	Formulación sin plastificante

(*) CAPA DE ADVERTENCIA, UN CONCEPTO INNOVATIVO

La capa de advertencia permite una rápida detección de cualquier daño durante la instalación de la membrana. Dicho daño puede ocurrir durante la instalación y/o durante todas las fases de trabajo posteriores. Por lo tanto, ayuda a salvaguardar la integridad total del sistema de impermeabilización.

INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ESTUDIO

El objetivo del estudio fue comparar la resistencia a la abrasión (de acuerdo a norma EN 5470-1) sobre dos membranas de impermeabilización de PVC-P denominadas, MAPEPLAN TU 20 (2.0 mm de espesor, con capa de señalización de color naranja, de 0.4 mm de espesor nominal) y MAPEPLAN TU WL 20 (espesor 2.0 mm con capa de señalización de < 0.20 mm de espesor nominal). El siguiente equipo se utilizó para resaltar las diferentes propiedades y desempeños físicos y mecánicos.

1. ENSAYO DE ABRASIÓN, EQUIPO DE LABORATORIO

El equipo de abrasión TABER utilizado para el ensayo, consiste en:

- soporte;
- apoyo de testigo;
- placa circular;
- par de brazos basculantes para fijar ruedas abrasivas;
- motor para rotar el disco sobre el cual se apoya el testigo;
- contador de revoluciones;
- dispositivo para el cierre automático después de un número determinado de vueltas (600 revoluciones);
- dispositivo de succión para remover desperdicios.

2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de datos muestra un comportamiento similar entre ambas membranas con respecto a la pérdida de masa. La membrana MAPEPLAN TU, en promedio, pierde aproximadamente 0.24 gramos después de 600 revoluciones. La membrana MAPEPLAN TU WL, en promedio, pierde aproximadamente 0.21 g después de 600 revoluciones. Ambas membranas, muestran una pérdida de masa parecida. Sin embargo, exhiben una diferencia significativamente en la capa subyacente (color negro, ver fotografías siguientes).

3. CONCLUSIONES

La resistencia a la abrasión (de acuerdo con la evaluación según EN ISO 5470-1) de las membranas MAPEPLAN TU y MAPEPLAN TU WL, muestra un desempeño similar (pérdida de masa). Sin embargo, mediante la aplicación de la misma acción mecánica (600 revoluciones) sobre MAPEPLAN TU WL, es más fácil detectar daños a la superficie de la membrana.



Equipo de ensayo de abrasión



Resultados de ensayo

3.2.3. ESTÁNDARES Y ENSAYOS

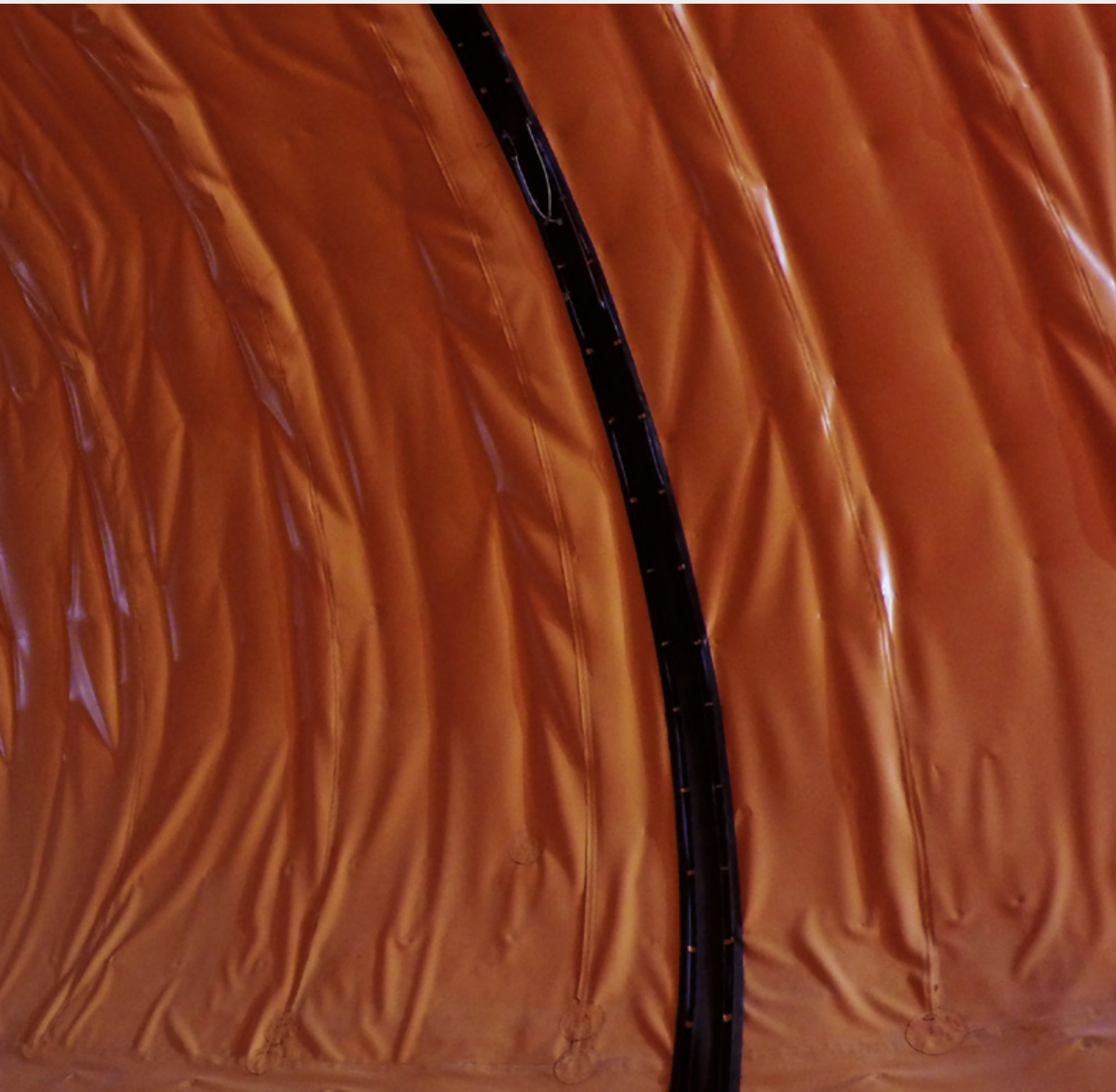
De acuerdo a las certificaciones europeas vigentes (CE), todos los productos MAPEPLAN fabricados para estructuras de túneles y obras subterráneas están testeados según estándares normalizados bajo EN 13491 y EN 13967: “Geosintetic barriers – Characteristics required for use as a fluid barrier in the construction of tunnels and underground structures”.

PROPIEDADES A ENSAYAR		MÉTODOS DE ENSAYO
Propiedades Físicas	Espesor	EN 1849-2
	Masa por unidad de área	EN 1849-2
Propiedades Hidráulicas	Permeabilidad al Agua (estanqueidad)	EN 14150
Propiedades Mecánicas	Resistencia a tracción	ISO R 527
	Elongación a rotura	ISO R 527
	Punzonamiento Estático	EN ISO 12236
	Resistencia al Estallido *	EN 14151
	Resistencia al Resistencia al Desgarro *	ISO 34
Propiedades Térmicas	Comportamiento a Bajas Temperaturas (flexibilidad) *	EN 495-5
	Expansión Térmica	ASTM D 696-91
Durabilidad y Resistencia Química	Envejecimiento *	EN 12224
	Microorganismos *	EN 12225
	Oxidación	EN ISO 13438
	Agrietamiento por Tensión Ambiental	ASTM D 5397-99
	Resistencia Química *	EN 14414
	Penetración de Raíces *	CEN/TS 14416
	Reacción al Fuego	EN ISO 11925-2

* relevante a condiciones específicas de uso



PROYECTO CROSSRAIL - Estación de Metro Farringdon - Londres (GB)



3.2.4. SISTEMAS DE MEMBRANAS SINTÉTICAS DE IMPERMEABILIZACIÓN

PRINCIPALES SISTEMAS IMPERMEABILIZACIÓN

SISTEMA	TIPOLOGÍAS DE CONSTRUCCIÓN		
	TÚNEL DRENADO (SISTEMA PARAGUAS)	TÚNEL SIN DRENAR (SISTEMA SECCIÓN COMPLETA)	CIMENTACIONES
SISTEMA 1L WS	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
SISTEMA 1LP WS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SISTEMA 2LP WS		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Se puede disponer de soluciones intermedias y pueden ser desarrolladas por el Departamento Técnico de MAPEI, con el fin de cumplir con los requerimientos técnicos de un proyecto en particular.

1L WS - 1 ESTRATO / WATERSTOP

1L Membrana monocapa de impermeabilización

WS Waterstop

Mangueras re-inyectables

1LP WS - 1 ESTRATO / PROTECCION / WATERSTOP

1L Membrana monocapa de impermeabilización

P Capa de protección

WS Waterstop

Válvula de inyección / Manguera de inyección

2LP WS - 2 ESTRATOS / PROTECCION / WATERSTOP (SISTEMA AL VACÍO)

2L Doble capa de membrana de impermeabilización

P Capa de protección

WS Waterstop

Válvula de inyección / manguera de inyección

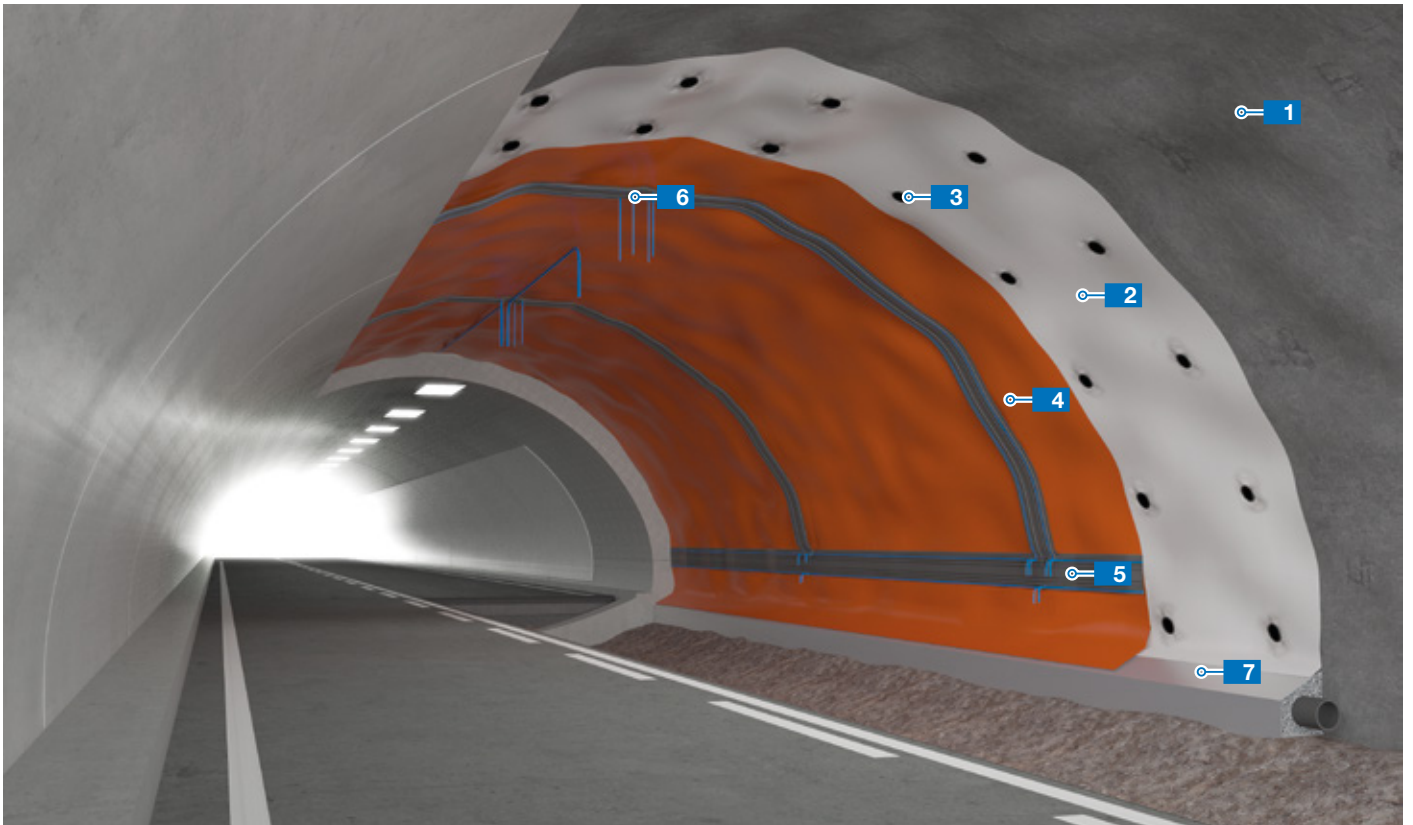
1L WS - 1 ESTRATO / WATERSTOP

VENTAJA:

- Compartimentación primaria

ESTRATIGRAFÍA:

1. Substrato
2. Capa de regularización - POLYDREN PP
3. Disco de fijación - MAPEPLAN DISK
4. Membrana de impermeabilización - MAPEPLAN
5. Waterstop - IDROSTOP WATERSTOP
6. Back-up de sistema de inyección (mangueras re-inyectables + caja terminal) - IDROSTOP MULTI + MAPEPLAN END-BOX
7. Perfil de drenaje MAPEPLAN



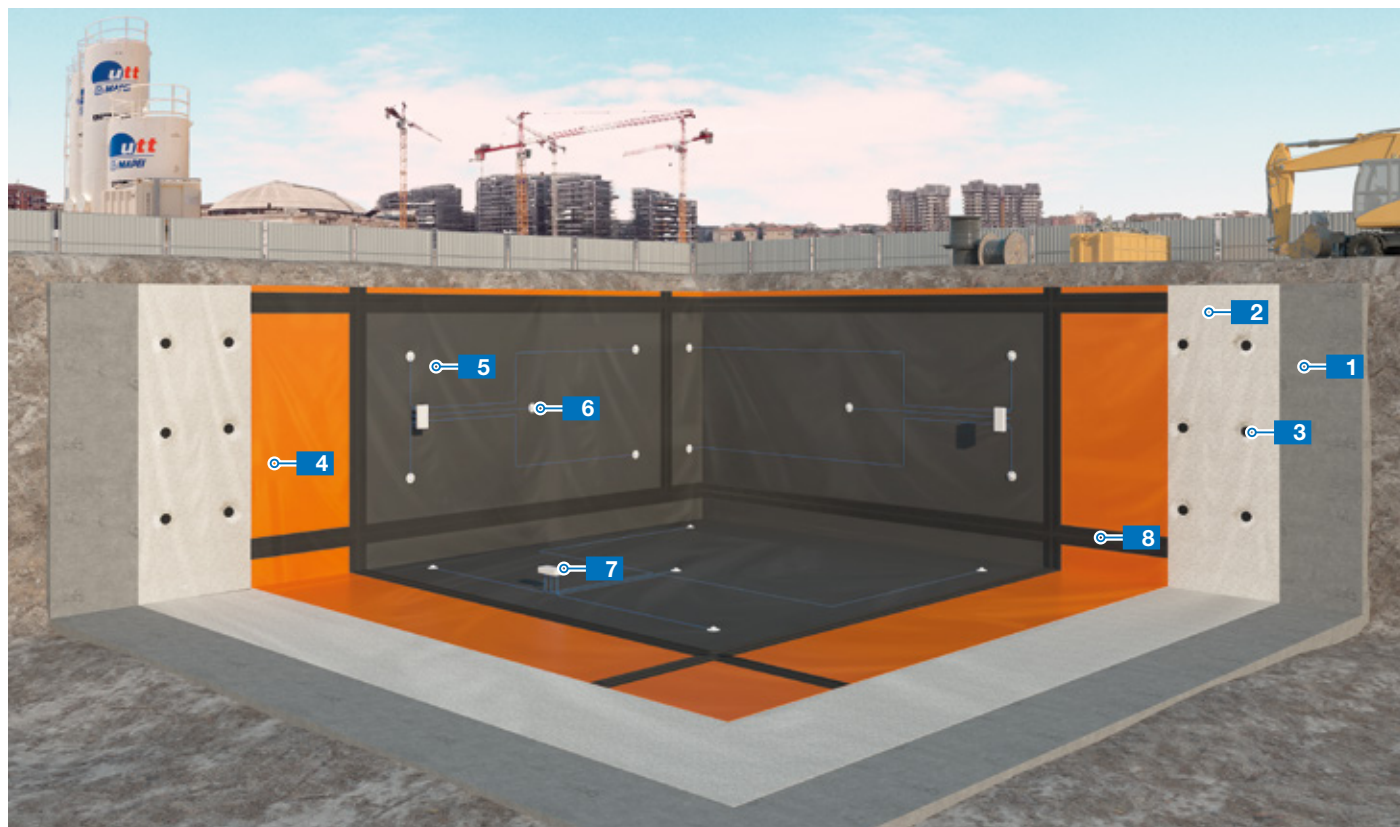
1LP WS - 1 ESTRATO / PROTECCIÓN / WATERSTOP

VENTAJAS:

- Compartimentación primaria
- Compartimentación inyectable

ESTRATIGRAFÍA:

1. Substrato
2. Capa de regularización - POLYDREN PP
3. Disco de fijación - MAPEPLAN DISK
4. Membrana de impermeabilización - MAPEPLAN
5. Capa de protección (confinamiento de inyección) - MAPEPLAN PROTECTION
6. Válvula de inyección / manguera de inyección - MAPEPLAN INJECTION VALVE
7. Colector - MAPEPLAN END-BOX
8. Waterstop - IDROSTOP WATERSTOP



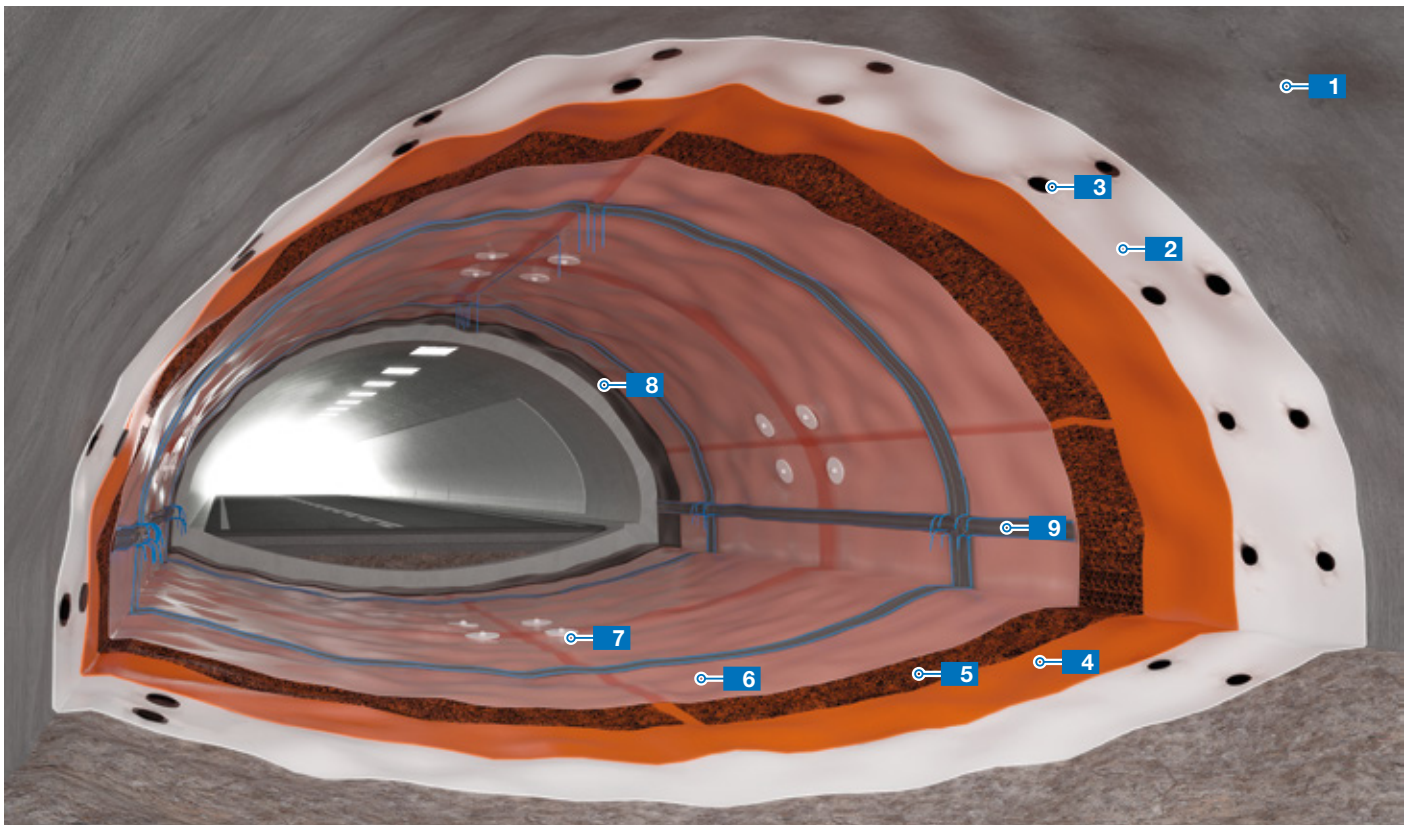
2LP WS - 2 ESTRATOS / PROTECCIÓN / WATERSTOP (SISTEMA al VACÍO *)

VENTAJAS:

- compartimentación primaria
- compartimentación inyectable
- Ensayable antes y después de realización de revestimiento final (sistema al vacío)

ESTRATIGRAFÍA:

1. Substrato
2. Capa de regularización - POLYDREN PP
3. Disco de fijación - MAPEPLAN DISK
4. Membrana de impermeabilización - MAPEPLAN
5. Capa de separación - MAPEPLAN SEPARATION LAYER (o MAPEPLAN TU ST, membrana en relieve)
6. Membrana de impermeabilización (confinamiento de inyección) - MAPEPLAN
7. Válvula de inyección + manguera re-inyectable + caja terminal - MAPEPLAN INJECTION VALVE
8. Capa de protección - MAPEPLAN PROTECTION
9. Waterstop - IDROSTOP WATERSTOP



SISTEMA AL VACÍO

COMPARTIMENTACIÓN / SECTORIZACIÓN

Mediante el uso de un sistema de doble membrana de PVC-P, en combinación con Waterstops, válvulas de inyección y mangueras, el sistema de impermeabilización para túneles puede ser dividido y separado en secciones estancas, pequeñas e independientes. Por consiguiente, el túnel / estructura se divide en secciones controlables que pueden ser tratadas como entidades individuales. Este sistema permite comprobar la estanqueidad en lugares sospechosos de daños accidentales, o en el caso de fugas. Por otra parte, las infiltraciones de agua estarían limitados a una sola sección / compartimento dañado. Cualquier daño o fuga puede ser localizado, permitiendo una fácil reparación y de esta manera, mitigar una de las principales preocupaciones con las aplicaciones tradicionales de PVC-P.

Esta compartimentación permite un control de la estanqueidad mediante la utilización de una capa de separación entre las 2 membranas de impermeabilización. Esta capa de separación puede ser además utilizada para monitorear el sellado del sistema de impermeabilización y permitir futuras reparaciones sencillas con inyección de resinas.

PRUEBA AL VACÍO

El sistema de impermeabilización al vacío MAPEPLAN permite evaluar de manera objetiva en cada sección, la eliminación del aire entre las dos capas de PVC - P (al vacío). Esta prueba se puede realizar varias veces durante las diversas etapas críticas de construcción:

- Después de la instalación del sistema de impermeabilización.
- Después de la instalación de la capa de protección - regularización (superficies horizontales).
- Después de la instalación del armado con barras de acero (superficies verticales).
- Después de la ejecución del hormigón - concreto de revestimiento.

A través de las válvulas de inyección siempre es posible acceder a la capa de separación entre las 2 membranas de impermeabilización. Por lo tanto, las pruebas de vacío se pueden realizar en cualquier momento, incluso muchos años después de que la construcción se haya completado. La oportunidad de probar la estanqueidad del sistema durante las diferentes etapas de construcción es la mejor garantía deseable que se pueda desear para el sistema de impermeabilización. Este tipo de prueba permite al contratista detectar fácilmente las fases críticas de construcción. En consecuencia, eliminar posibles intervenciones posteriores de difícil solución y coste imprevisto.



MAPEPLAN TU S – MAPEPLAN CAPA DE SEPARACIÓN – MAPEPLAN TT

REPARACIONES FUTURAS

A través del control y válvulas de inyección, es posible, una vez que la fuga haya sido identificada, reparar el sistema de impermeabilización. Esto es posible, incluso cuando la reparación es de difícil acceso (paredes losa / cimentación). La reparación de la impermeabilización se lleva a cabo mediante la inyección de una resina de baja viscosidad en el espacio entre las membranas de PVC-P sellando cualquier daño que pueda haber ocurrido durante las fases de construcción. Este tipo de intervención, a través de una “inyección”, es mínimamente invasivo y garantiza tiempos de intervención limitados y rápidos, evitando así interrupciones significativas durante la operación del túnel.



METRO DE CATANIA - Italia

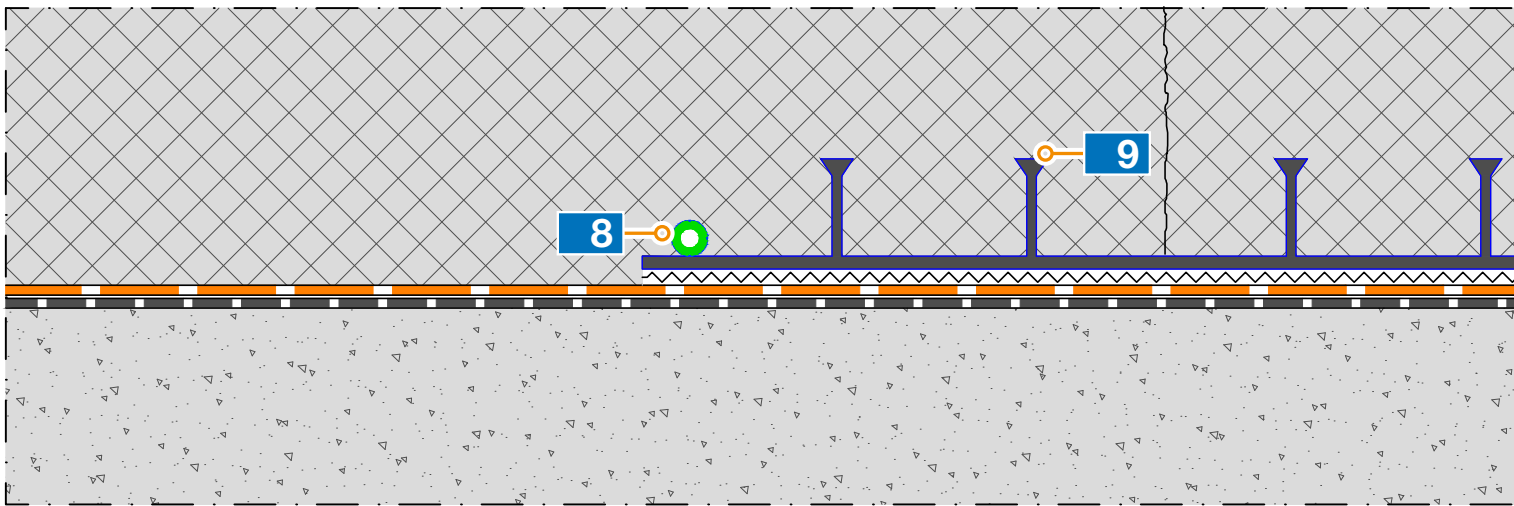


TÚNEL LAGONEGRO - AUTOPISTA A3 SALERNO-REGGIO CALABRIA - Italia

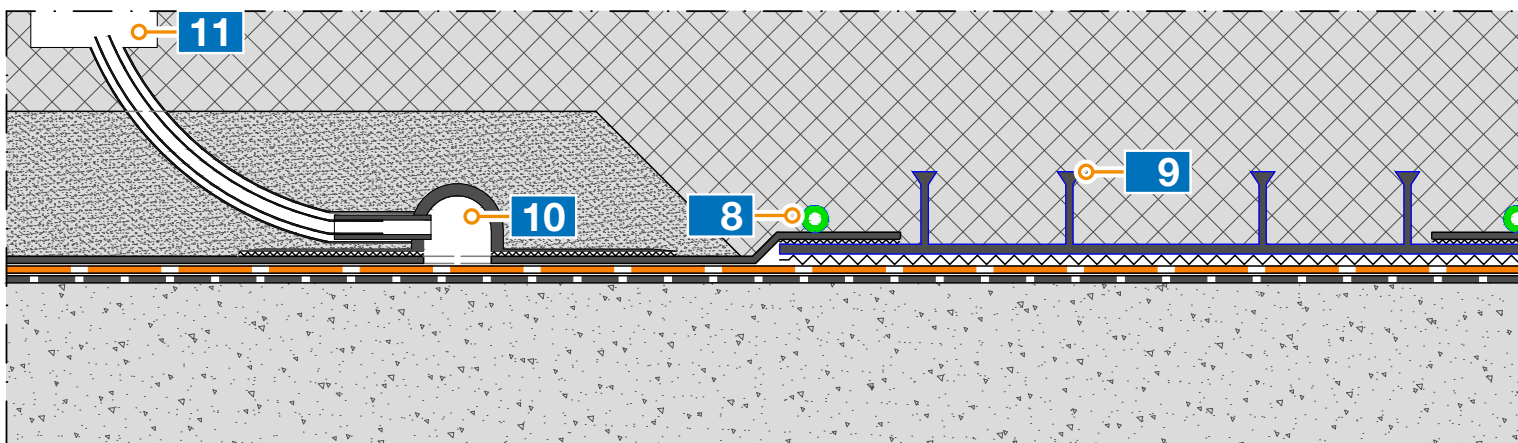


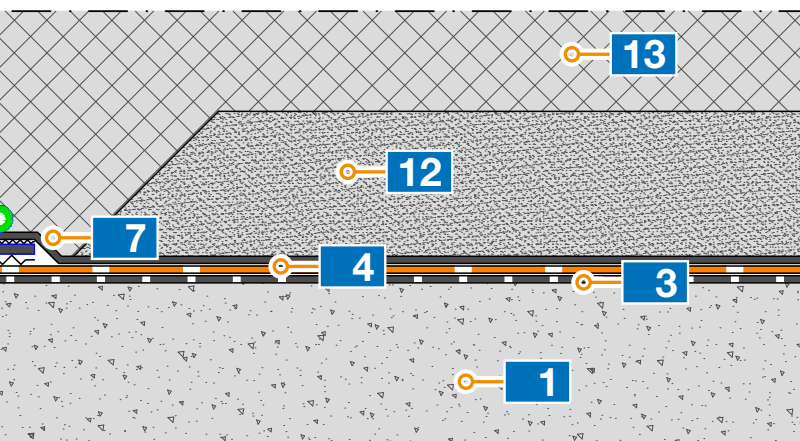
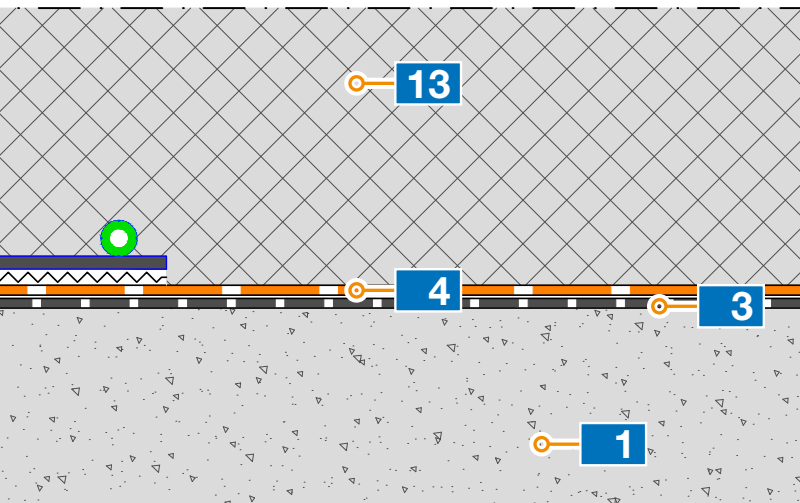
3.2.5 DIBUJOS TÉCNICOS

1L WS - 1 ESTRATO / WATERSTOP



1LP WS - 1 ESTRATO / PROTECCIÓN / WATERSTOP

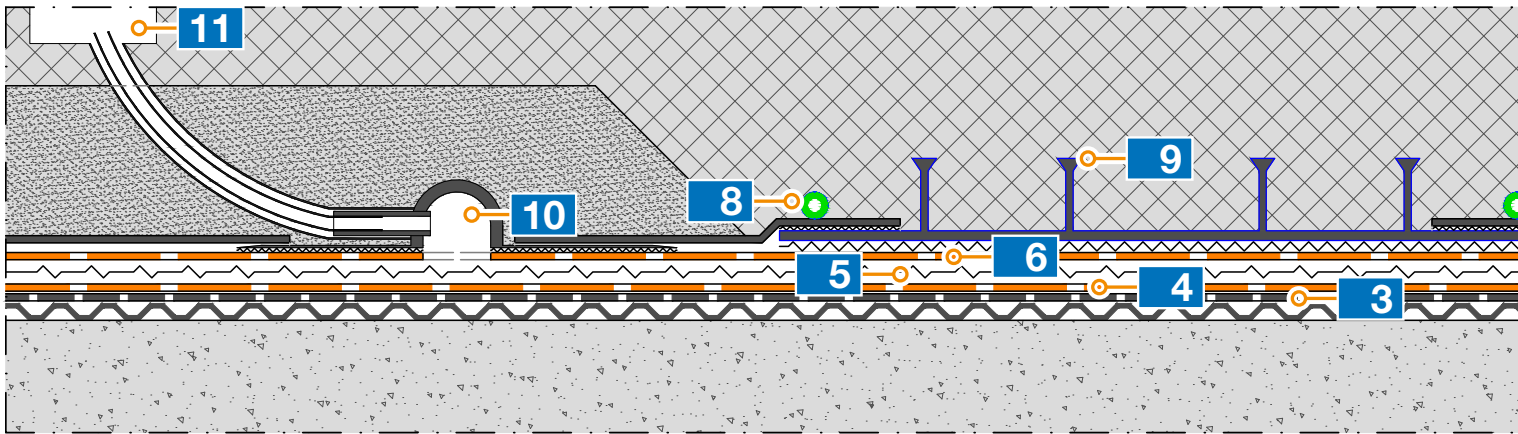




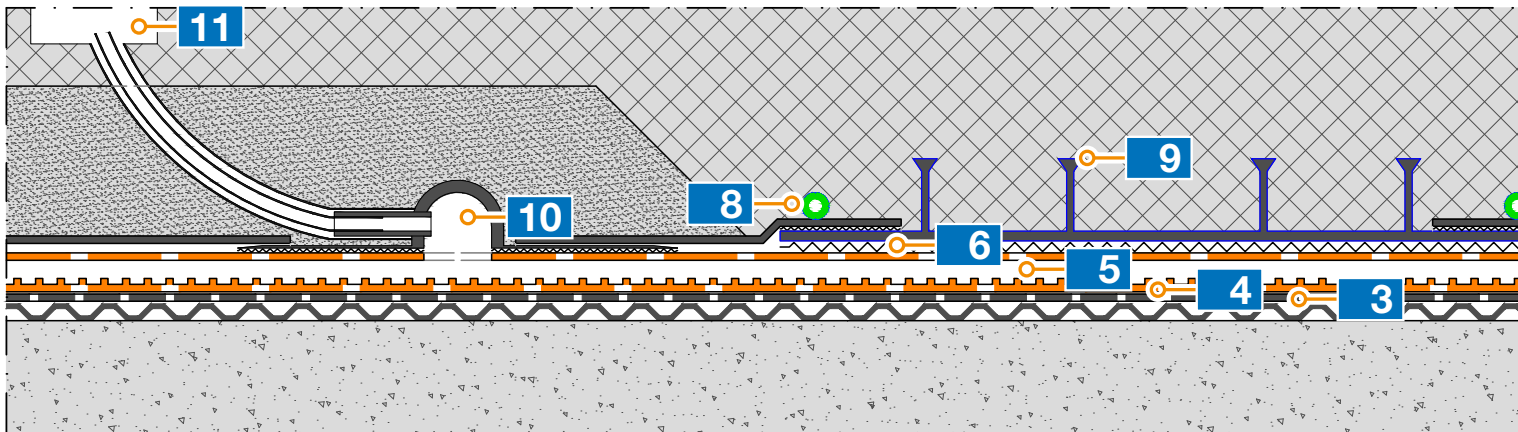
- 1** Substrato (shotcrete)
- 2** Capa de drenaje
POLYFOND KIT
- 3** Capa de regularización
POLYDREN PP
- 4** Primer estrato de membrana sintética de impermeabilización
MAPEPLAN / MAPEPLAN ST
- 5** Capa de separación
MAPEPLAN SEPARATION LAYER
(compartimento)
- 6** Segundo estrato de membrana sintética de impermeabilización
MAPEPLAN
- 7** Capa de protección
MAPEPLAN PROTECTION
- 8** Mangueras re-inyectables
IDROSTOP MULTI
- 9** Junta
MAPEPLAN WATERSTOP
- 10** Válvula de inyección
MAPEPLAN INJECTION VALVE
- 11** Caja colectora de mangueras
MAPEPLAN END BOX
- 12** Mortero de protección
- 13** Revestimiento final
- 14** Detalle del solape del compartimento

~ Soldadura

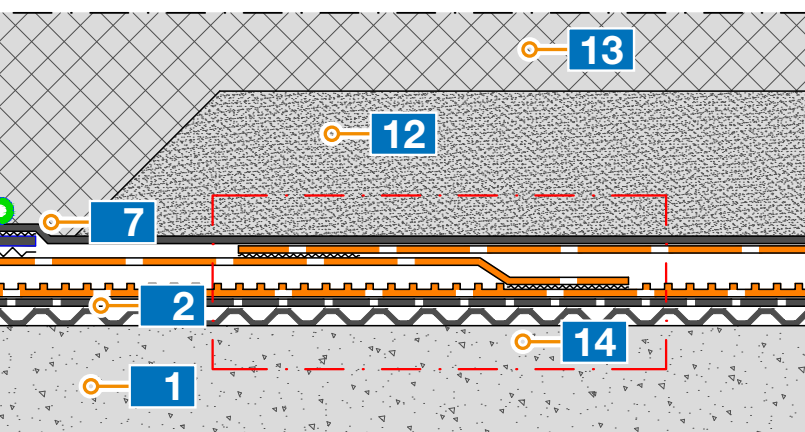
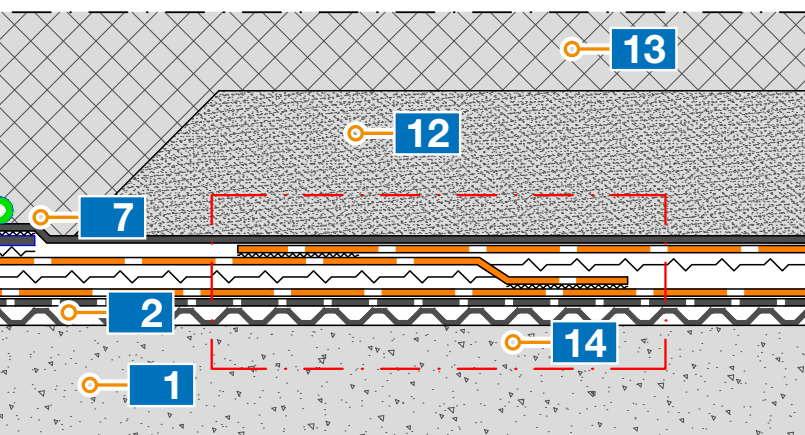
2LP WS - 2 ESTRATOS / PROTECCIÓN / WATERSTOP (SISTEMA AL VACÍO) + CAPA DE DRENAJE*



2LP WS - 2 ESTRATOS / PROTECCIÓN / WATERSTOP (SISTEMA AL VACÍO) + CAPA DE DRENAJE*



* para aplicar el sistema de impermeabilización en presencia de flujo de agua



- 1** Substrato (shotcrete/gunita)
- 2** Capa de drenaje
POLYFOND KIT
- 3** Capa de regularización
POLYDREN PP
- 4** Primer estrato de membrana sintética de impermeabilización
MAPEPLAN / MAPEPLAN ST
- 5** Capa de separación
MAPEPLAN SEPARATION LAYER (compartimento)
- 6** Segundo estrato de membrana sintética de impermeabilización
MAPEPLAN
- 7** Capa de protección
MAPEPLAN PROTECTION
- 8** Mangueras re-inyectables
IDROSTOP MULTI
- 9** Junta
MAPEPLAN WATERSTOP
- 10** Válvula de inyección
MAPEPLAN INJECTION VALVE
- 11** Caja colectora de mangueras
MAPEPLAN END BOX
- 12** Mortero de protección
- 13** Revestimiento final
- 14** Detalle del solape del compartimento

~~~~ Soldadura

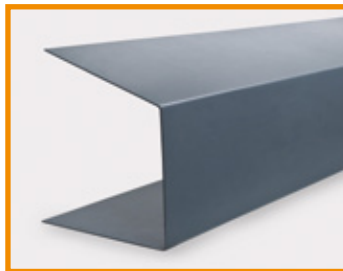


TÚNEL PARA TREN DE ALTA VELOCIDAD MILANO-GENOVA - Italia



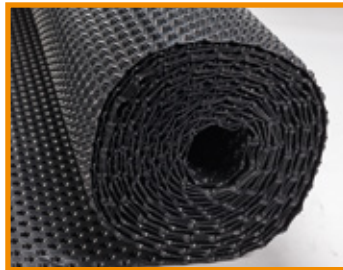
### 3.2.6 ACCESORIOS MAPEPLAN \*

#### MAPEPLAN DRAINAGE PROFILE



MAPEPLAN DRAINAGE PROFILE  
Perfil de PVC rígido, para facilitar conexión de sistema de drenaje con membrana de impermeabilización.

#### LÁMINA DE DRENAJE POLYFOND KIT



POLYFOND KIT  
lámina en relieve de HDPE, para drenaje de agua, permitiendo la correcta aplicación del sistema de impermeabilización.

#### GEOTEXTIL \* POLYDREN PP HT

*\* diferentes gramajes disponibles según requerimiento*



POLYDREN PP  
geotextil no tejido para ser utilizado como compensación, nivelación, protección y capa de filtro.

#### DISCO DE FIJACIÓN MAPEPLAN DISK



MAPEPLAN DISK  
elemento de fijación de PVC, para anclar mediante soldadura la membrana de impermeabilización y proveer un sostenimiento temporal.

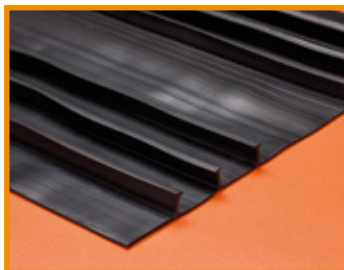
*\* TPO versión disponible para todos los productos auxiliares*

## WATERSTOPS

### MAPEPLAN WATERSTOP \*

tipo 4/20 ancho 320 mm  
tipo 4/20 ancho 320 mm  
tipo 4/30 ancho 250 mm  
tipo 6/20 ancho 600 mm  
tipo 6/30 ancho 500 mm  
tipo 6/30 ancho 400 mm

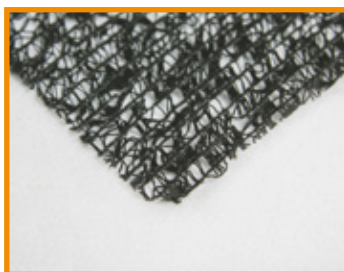
\* Diferentes perfiles de Waterstop disponibles bajo pedido



MAPEPLAN WATERSTOP  
Perfiles de PVC diseñados para impermeabilizar juntas y crear compartimento.

## CAPA DE SEPARACIÓN

### MAPEPLAN SEPARATION LAYER



MAPEPLAN SEPARATION LAYER  
núcleo tridimensional de drenaje de polipropileno fusionados, con filamentos enredados.

## PROTECCIÓN

### CAPA DE PROTECCIÓN



MAPEPLAN PROTECTION  
Membrana de PVC para proteger la membrana de impermeabilización MAPEPLAN durante los trabajos de construcción.

## MANGUERAS RE-INYECTABLES

### IDROSTOP MULTI 11 \*

\* Accessories disponibles



IDROSTOP MULTI 11-19  
mangueras re-inyectables de camisa doble, para inyecciones múltiples, para sellar juntas y reemplazar sistema de impermeabilización.

*Productos relacionados:*  
conectores plásticos, mangueras de ventilación, mangueras termo-encogibles.

## MANGUERAS DE INYECCIÓN



MAPEPLAN INJECTION TUBE  
Mangueras inyectables y juntas de sellado para  
reparación de sistema de impermeabilización.

*Productos relacionados:*  
conectores plásticos, mangueras de  
ventilación, mangueras termo-encogibles.

## VÁLVULA DE INYECCIÓN y TUBO DE INYECCIÓN MAPEPLAN INJECTION VALVE



MAPEPLAN INJECTION VALVE  
Válvula de inyección de PVC, para  
inyectar resina al compartimento.

*Productos relacionados:*  
Conector rápido 8-10 mm,  
tubo de inyección 6-8 mm.

## CAJA TERMINAL MAPEPLAN END BOX



CAJA TERMINAL  
Compartimento colector de  
mangueras y tubos de post-  
inyección, para permitir la  
conexión del equipo de bombeo  
con el sistema de inyección.

## CONIC COLLAR MAPEPLAN MULTICOLLAR



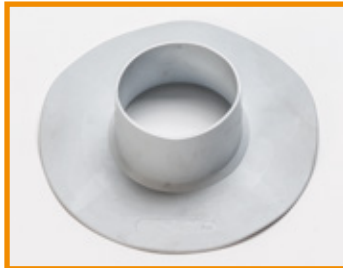
MAPEPLAN CONIC COLLAR  
producto auxiliar de PVC  
para impermeabilizar detalles  
especiales.

### MAPEPLAN CONIC COLLAR



**MAPEPLAN COLLAR**  
Producto auxiliar de PVC  
para impermeabilizar detalles  
especiales.

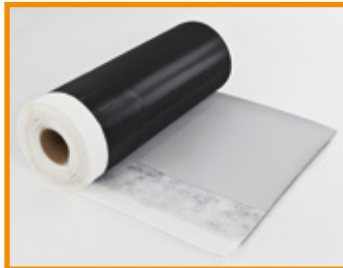
### MAPEPLAN COLLAR



**MAPEPLAN MULTICOLLAR**  
Producto auxiliar de PVC  
para impermeabilizar detalles  
especiales.

### CINTA

MAPEPLAN TAPE PVC 500



**MAPEPLAN TAPE PVC 500 /220**  
Producto relacionado: ADESILEX PG4  
Cinta especial de PVC tape para  
hacer terminaciones con membrana  
de impermeabilización y conectar  
con diferentes sistemas de  
impermeabilización.

### LÁMINAS &

### PERFILES METÁLICOS

MAPEPLAN METALSHEET



**MAPEPLAN STRIP y TERMINAL  
STRIP PROFILE**  
Perfiles de acero cubiertos con  
capa de terminación especial  
de PVC.

## PERFILES HIDROFÍLICOS

IDROSTOP BTN  
IDROSTOP CV  
IDROSTOP PTZ  
IDROSTOP E



Perfiles hidro-expansivos a base de bentonita, acrílico, poliuretano y EPDM.



MTRC - Hong Kong



MTRC - Hong Kong

### 3.2.7 HERRAMIENTAS de INSTALACIÓN



Pistola de aire caliente (art. A0800)



Boquilla 40 mm (art. A0804)  
Boquilla 20 mm (art. A0803)  
Boquilla 5 mm (art. A0805)



Máquina de doble soldadura  
*(no se incluye en programa de suministro)*



Grabador eléctrico  
*(no se incluye en programa de suministro)*



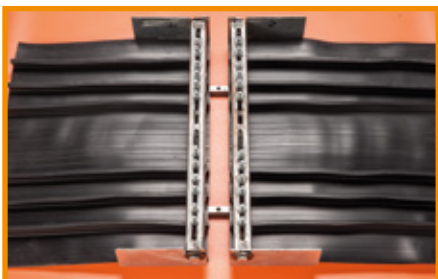
Roldana de bronce (art. A0815)  
Roldana de teflón (art. A0808)  
Roldana de goma (art. A0807)



Grabador (art. A0809)



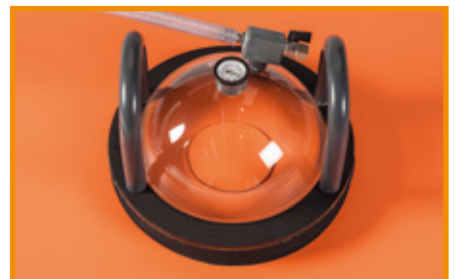
Gancho (art. A0810)



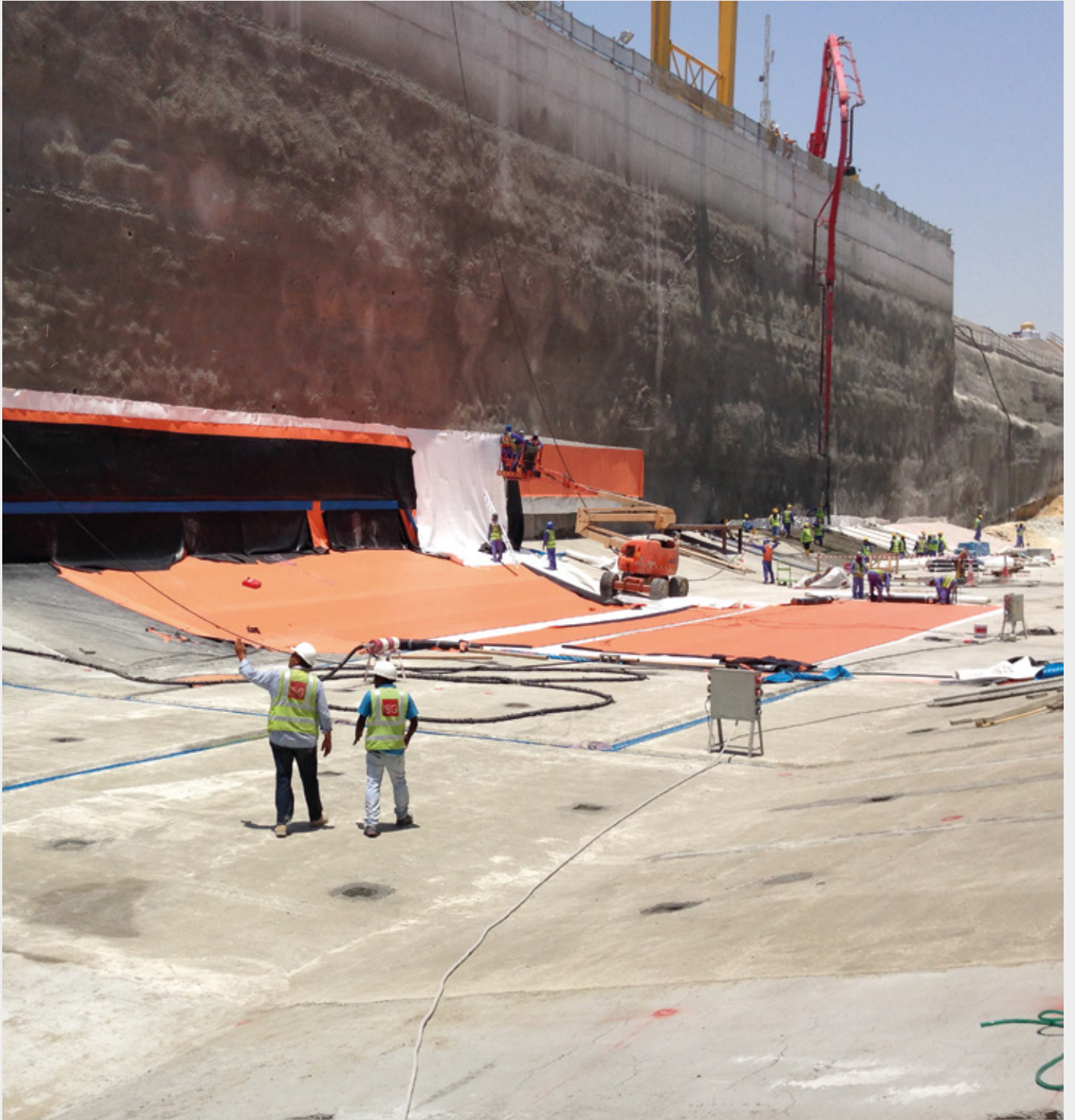
Plantilla para soldadura  
*(no se incluye en programa de suministro)*



Cortador de soldadura  
*(no se incluye en programa de suministro)*



Campana de vacío  
*(no se incluye en programa de suministro)*



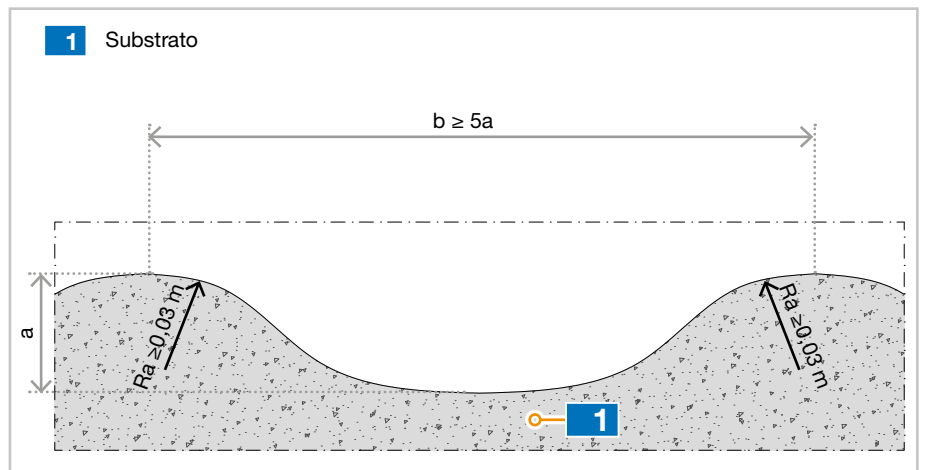
ESTACIÓN METRO LÍNEA ROJA - Doha - Qatar



### 3.2.8 MITIGACIÓN DE RIESGOS: LISTA DE COMPROVACIONES PARA IMPERMEABILIZACIÓN (INSPECCIÓN, ENSAYOS DE SOLDADURA)

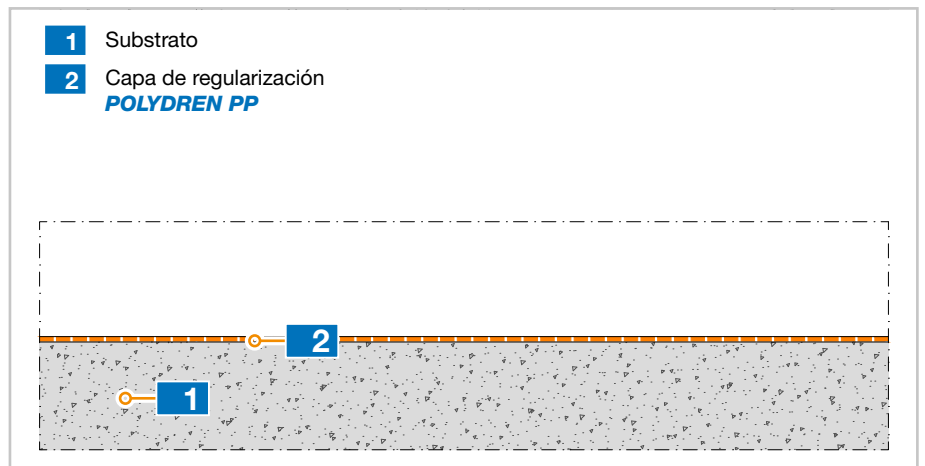
#### 1. RECEPCIÓN DE SUBSTRATO

- Verificar la compatibilidad de flexibilidad de membrana respecto a la rugosidad del hormigón proyectado (shotcrete)
- El substrato debe estar suave y limpio, como se especifica



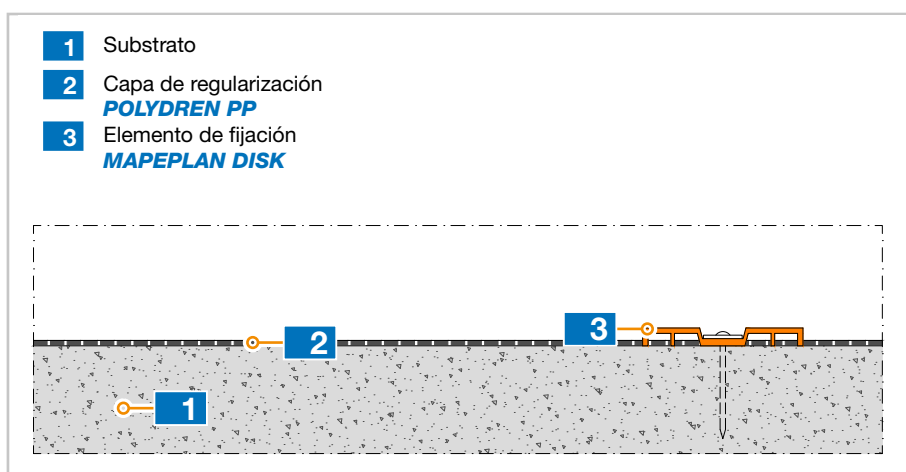
#### 2. CAPA DE NIVELACIÓN

- Verificar tipo (PP) y calidad ( $\geq 500 \text{ g/m}^2$ ) de la capa (de acuerdo al substrato)
- Verificar que el solape esté correcto



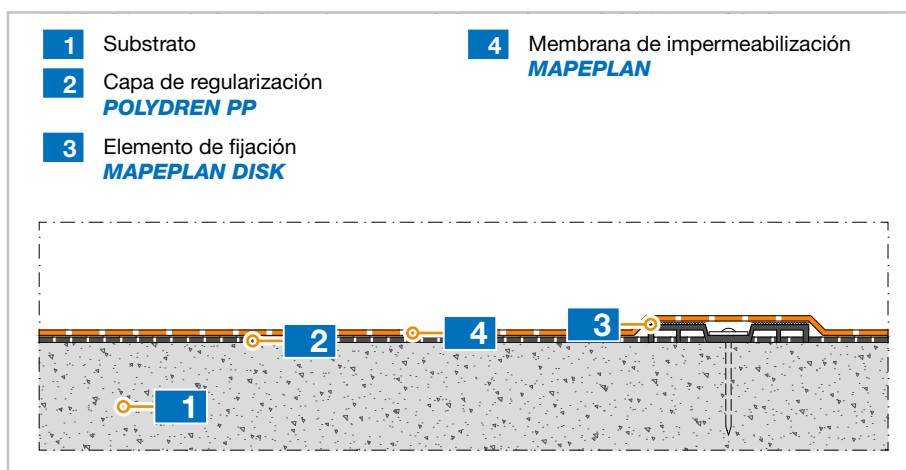
### 3. ELEMENTOS DE FIJACIÓN

- Utilizar un elemento de fijación apropiado (el fallo preventivo del disco, previene la posibilidad de cortes y rasguños en la membrana)
- Verificar número y posición de disco



### 4. MEMBRANA DE IMPERMEABILIZACIÓN

- Verificar tipo (PVC-P), calidad, longitud y características mecánicas de la membrana
- Verificar que el solape sea correcto (solape 10-12 cm)
- Verificar que la membrana no esté en tensión entre los elementos de fijación

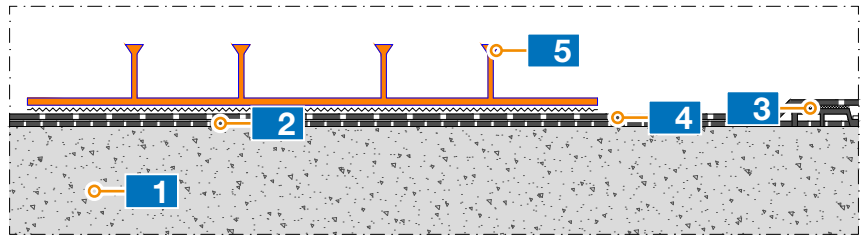


## 5. WATERSTOP

- Verificar posición de Waterstops
- Verificar que los Waterstops estén limpios y libres de residuos
- Verificar soldaduras mediante gancho



- |          |                                              |          |                                                   |
|----------|----------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------|
| <b>1</b> | Substrato                                    | <b>4</b> | Membrana de impermeabilización<br><b>MAPEPLAN</b> |
| <b>2</b> | Capa de regularización<br><b>POLYDREN PP</b> | <b>5</b> | Waterstop<br><b>MAPEPLAN WATERSTOP</b>            |
| <b>3</b> | Elemento de fijación<br><b>MAPEPLAN DISK</b> |          |                                                   |

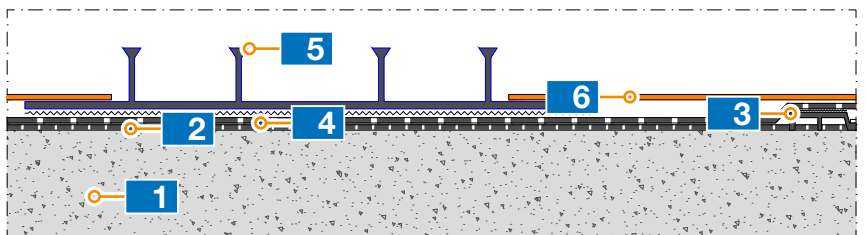


## 6. CAPA DE PROTECCIÓN

- Verificar tipologías, calidad y espesores de la membrana



- |          |                                              |          |                                                   |
|----------|----------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------|
| <b>1</b> | Substrato                                    | <b>4</b> | Membrana de impermeabilización<br><b>MAPEPLAN</b> |
| <b>2</b> | Capa de regularización<br><b>POLYDREN PP</b> | <b>5</b> | Waterstop<br><b>MAPEPLAN WATERSTOP</b>            |
| <b>3</b> | Elemento de fijación<br><b>MAPEPLAN DISK</b> | <b>6</b> | Capa de protección<br><b>MAPEPLAN PROTECTION</b>  |



## 7. SOLDADURA DE LA MEMBRANA

- Verificar que los bordes de soldadura estén limpios
- Verificar que la membrana esté limpia
- Verificar el estado de la máquina de soldadura: temperatura, velocidad y presión
- Verificar la correcta realización de las juntas



## 8. INSPECCIÓN de SOLDADURA

| PARÁMETROS                 | MÉTODO DE ENSAYO                             | FRECUENCIA                                                                           | CRITERIOS DE ENSAYO / ERROR                                                         |
|----------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Cobertura                  | Visual                                       | Inspección visual se realiza de forma continua durante la instalación de la membrana | Cobertura del 100%                                                                  |
| Uniones de soldadura doble | De acuerdo con las directrices del proveedor | Cada junta                                                                           | Pérdida de presión < 10% cuando se aplica una presión de 2 bares durante 10 minutos |
| Soldadura simple           | De acuerdo con las directrices del proveedor | Cada junta o solape                                                                  | Ensayo mediante gancho (*)                                                          |
| Soldadura simple           | De acuerdo con las directrices del proveedor | Cada junta o solape                                                                  | Prueba de campana de vacío y de gancho (lo permite la planicidad) (**)              |



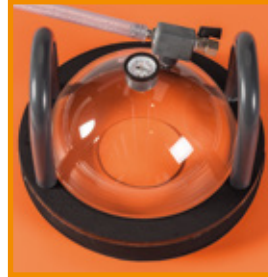
I Inspección visual manual



II Ensayo manual utilizando el gancho



III Ensayo de aire comprimido - doble soldadura



IV Ensayo de Campana al vacío - Juntas / parches



V Prueba de la bomba de vacío

### *I Inspección visual*

A continuación, juntas y solapes deben ser inspeccionados visualmente por personal calificado. Especial atención debe prestarse a juntas en T, penetraciones y tapajuntas.

### *II Ensayo manual empleando un gancho*

Todas las juntas soldadas a mano deben ser probadas mecánicamente una vez se hayan enfriado por completo. Para este fin utilizar un gancho (alrededor de 5 mm de ancho, con aristas vivas). Aplique una ligera presión a la junta, teniendo cuidado de no rasgar la membrana. Los ensayos mecánicos no son una prueba de estanqueidad; ayudan a detectar juntas y uniones que no se soldaron completamente.

### *III Ensayo de aire comprimido - doble soldadura*

Las máquinas de doble cuña producen dos juntas soldadas simultáneamente. En ambos extremos de la doble junta, el canal entre las dos soldaduras a ensayar se sujeta en forma cerrada y se instala un manómetro y una aguja. Se conecta una bomba de pie o compresor y se desarrolla la presión de prueba apropiada. Los parámetros de ensayo estándar son como sigue: Duración de la prueba: 10 minutos; presión de prueba: 2 bares. El sello se considera estanco si la presión inicial en el canal de ensayo disminuye menos de 10% durante el periodo de ensayo. Los valores de presión se registran, específicamente la presión inicial y la final.

### *IV Prueba de campana de vacío - juntas / parches*

Procedimiento de ensayo:

- Aplicar una solución de jabón sobre los bordes de la junta de la campana de vacío.
- Presione la campana de vacío sobre el área tratada con una solución de jabón y cree el vacío (0,2 bar).
- Compruebe visualmente las juntas al vacío (si hay burbujeo de solución de jabón, denota una fuga).
- Retirar la campana de vacío y limpiar la junta con trapos limpios.
- Cualquier fuga debe ser rectificada con pistola manual de soldadura y rodillos de silicona de 20 mm, a temperaturas normales de soldadura.

#### V *Ensayo de bombeo al vacío.*

Esta prueba es para probar cada compartimento antes del vertido del hormigón de revestimiento. Para probar y controlar las superficies de membrana y soldadura de cada compartimento, se sugiere el siguiente procedimiento:

- Identificar y numerar los compartimentos a ensayar.
- Para cada compartimento (200 a 250 m<sup>2</sup>), se requiere instalar de 4 a 5 válvulas. En una de estas válvulas, se conecta una manguera y bomba de vacío. Las válvulas restantes deben ser selladas herméticamente.
- Poner en marcha la bomba de vacío, mantener funcionando hasta que la caída de presión esté en el rango de 0,5-0,6 bar.
- Esperar hasta que la lectura se mantenga estable (1 minuto).
- Medir la presión de prueba inicial (0,5-0,6 bar). Esperar 10 minutos y tomar nota de la presión final.
- La prueba es correcta si la diferencia entre la presión inicial y final es inferior o igual a un 20%.

A través de esta prueba de vacío es posible comprobar la integridad de la obra de impermeabilización. También es posible identificar y corregir los defectos con un mínimo de tiempo y consecuencias económicas.



**Hauge Túnel** - Istak Lonevag - Noruega

### 3.3. SISTEMA DE POST-INYECCIÓN

#### DÓNDE UTILIZARLO

1. Sellado de filtraciones puntuales
2. Sellado de flujos de agua difusos
3. Reemplazo de sistema de impermeabilización - Inyección de compartimentos (sistema 1LP / 2LP WS) y mangueras re-inyectables (IDROSTOP MULTI)
4. Impermeabilización y reemplazo de fisuras en hormigón y juntas

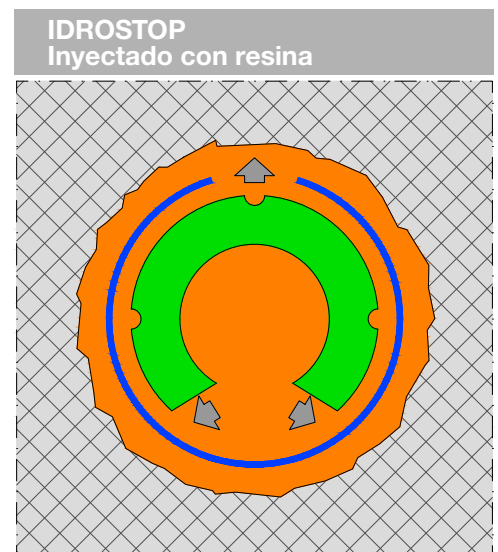
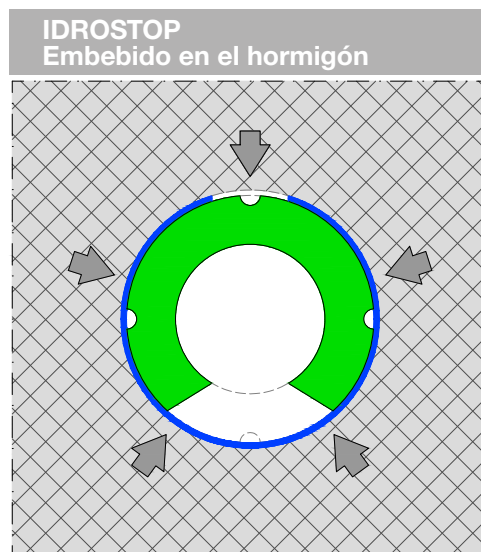
MAPEGEL UTT SYSTEM

resina acrílica tricomponente

FOAMJET 260 LV

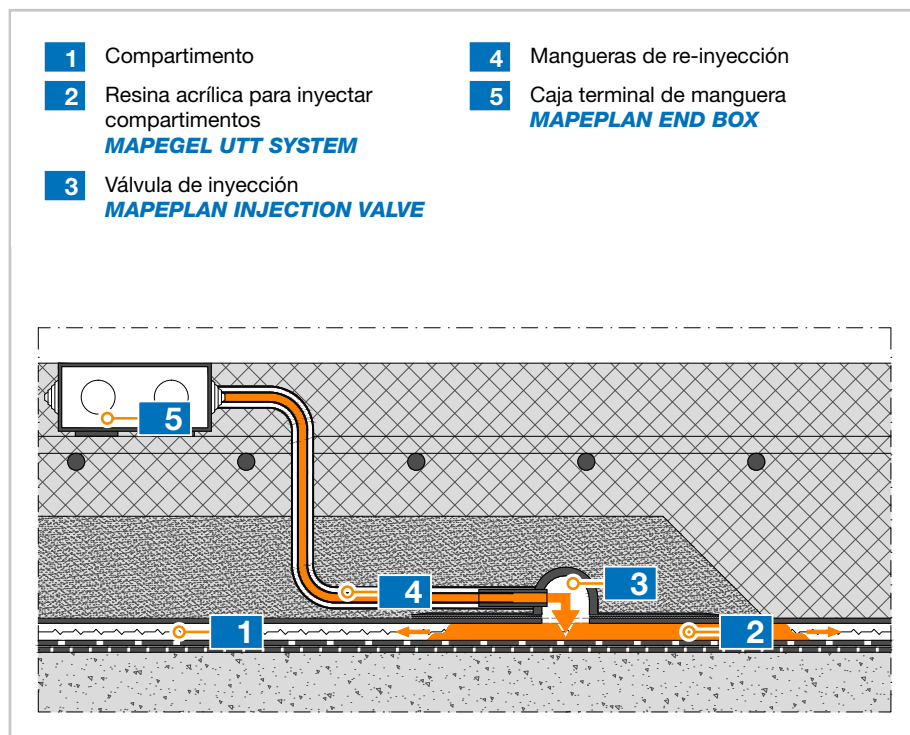
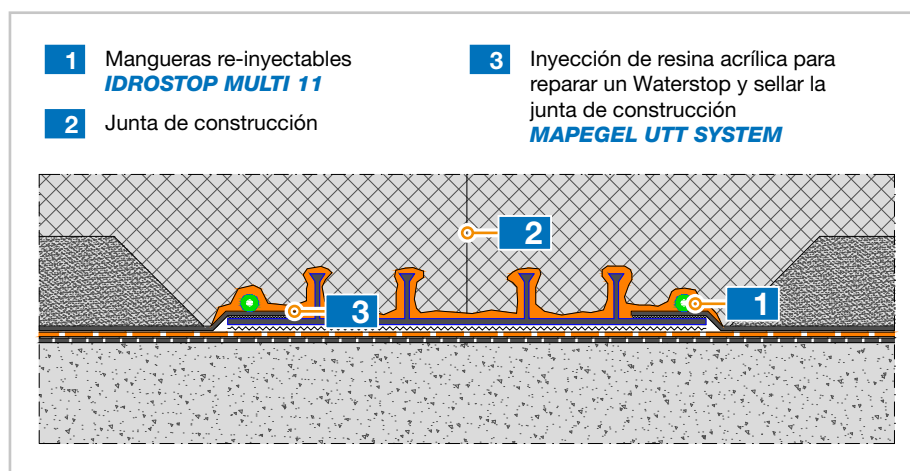
gel base poliuretano bicomponente

- Baja viscosidad y alta penetración
- Tiempo de reacción rápido y controlado
- Excelente elasticidad
- Excelente resistencia química



## CONCEPTO DE SISTEMA “BACK UP”

- Reemplazo de Waterstops y sellos de juntas con resina acrílica de inyección o poliuretano de baja viscosidad (utilizando mangueras re-inyectables).
- Inyección de geles acrílicos o poliuretano de baja viscosidad, mediante válvula instalada en cada compartimento de membrana sintética de impermeabilización.



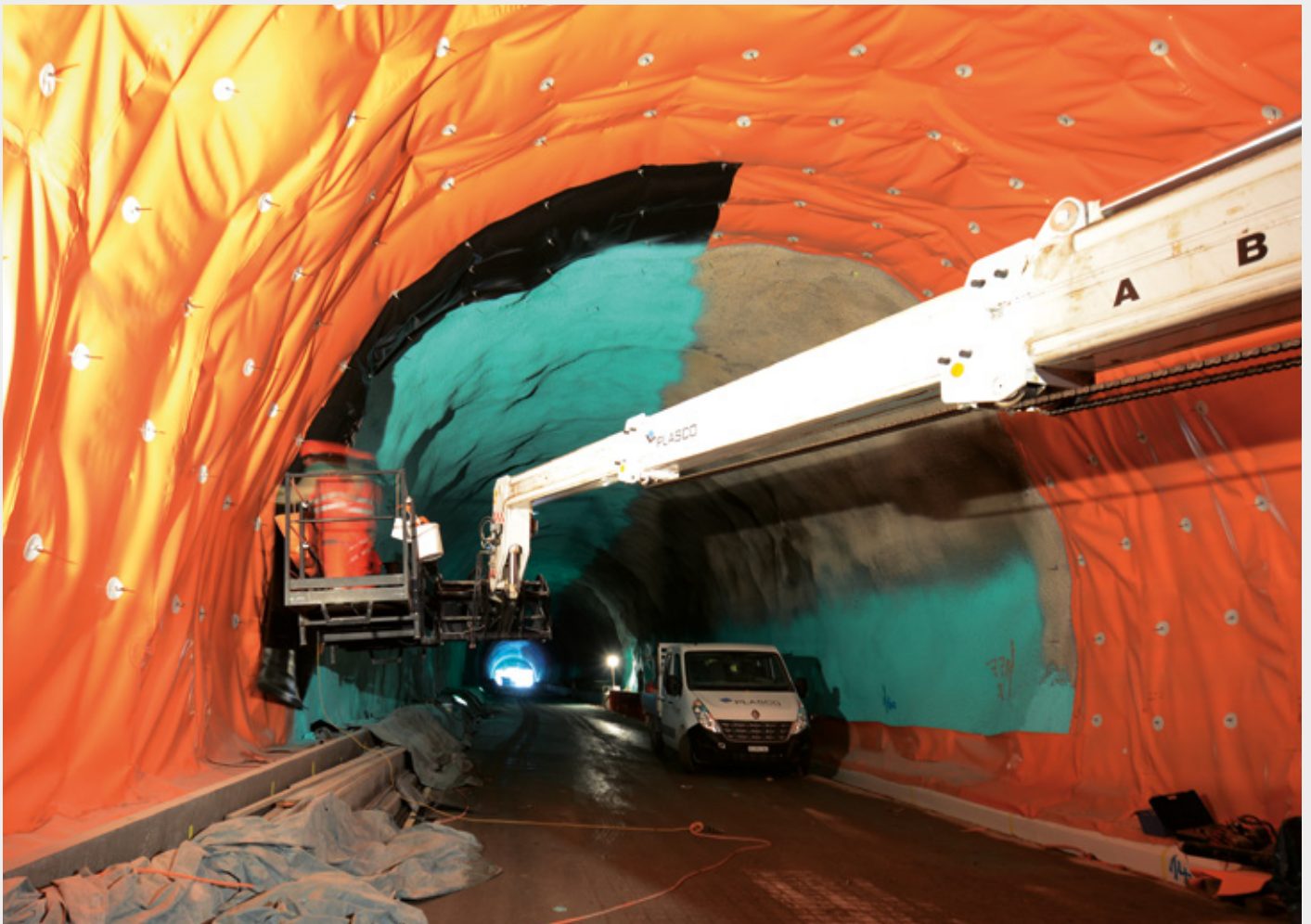


### 3.4. MEMBRANA DE IMPERMEABILIZACIÓN PROYECTABLE Y MEMBRANA SINTÉTICA DE IMPERMEABILIZACIÓN

#### 3.4.1. IMPERMEABILIZACIÓN MEDIANTE MEMBRANA PROYECTABLE Y BASE PVC

El sistema MAPELASTIC TU se puede integrar y es compatible con la membrana de impermeabilización base PVC (MAPEPLAN).

Detalle: solape entre membrana de PVC (MAPEPLAN) Y MAPELASTIC TU SYSTEM.



LÖTSCHBERG TÚNEL - Suiza



ESTACIÓN DE METRO LÍNEA ROJA - Doha - Catar

## MAPEI UTT Underground Technology Team

### UTT - ASISTENCIA TÉCNICA EN OBRA:

- Amplia experiencia técnica de acuerdo al conocimiento de productos, fases de ejecución y sistemas constructivos.
- Asistencia durante las fases de diseño y construcción, para la correcta elección de productos y soluciones técnicas.
- Servicio permanente las 24 horas del día y 365 días del año.
- Optimización de la producción y reducción de costes.

### EL MUNDO DE UTT

- PRODUCTOS PARA HORMIGÓN PROYECTADO
- PRODUCTOS PARA EXCAVACIÓN MECANIZADA - TBM
- PRODUCTOS PARA PERFORACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE TERRENO
- SISTEMAS DE INYECCIÓN
- SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN
- PRODUCTOS PARA PAVIMENTOS
- MANTENIMIENTO & REHABILITACIÓN DE TÚNELES, REVESTIMIENTOS ESPECIALES

### SUMINISTRAMOS ...



PRODUCTOS



SISTEMAS



INNOVACIÓN



SOPORTE  
TÉCNICO





[www.utt.mapei.com](http://www.utt.mapei.com)  
[hq.utt@utt.mapei.com](mailto:hq.utt@utt.mapei.com)



MAPEI SPAIN, S.A.  
C/ Valencia, 11 P.I. Can Oller  
08130 Sta. Perpètua de Mogoda (Barcelona)  
Telf. +34.93.3435050  
Fax +34.93.3024229  
Internet: [www.mapei.es](http://www.mapei.es)  
E-mail: [mapei@mapei.es](mailto:mapei@mapei.es)



[/mapeispain](https://www.facebook.com/mapeispain)