



IMPERMEABILIZAÇÃO SOLUÇÕES SIKA® PARA IMPERMEABILIZAÇÃO DE TÚNEIS

A CONSTRUIR CONFIANÇA





ANTES...

Em 1882, abriu o primeiro túnel que atravessava Gotthard permitindo assim um eixo ferroviário através dos Alpes. O túnel tinha 15 km de comprimento e estava localizado a uma altitude de 1150 m acima do nível do mar. Há mais de 100 anos, também se iniciou a história de sucesso da Sika® no túnel de Gotthard. Com a impermeabilização para a electrificação do túnel, em 1918, a Sika® criou as condições para o sucesso da ferrovia e também as bases para o sucesso global da empresa: Kaspar Winkler introduziu o Sika®-1, um aditivo para argamassa de impermeabilização no revestimento existente do túnel. Atualmente, o Sika®-1 é vendido com a mesma fórmula e para a mesma utilização, em mais de 90 países.

CONTEÚDO

04	Soluções de impermeabilização
-----------	-------------------------------

05	Túneis-estruturas: Exposição e ações aplicadas
-----------	--

06	Requisitos do dono de obra
-----------	----------------------------

08	Métodos de escavação
-----------	----------------------

10	Conceitos gerais de impermeabilização
-----------	---------------------------------------

12	Tecnologias de impermeabilização
-----------	----------------------------------

14	Seleção da tecnologia
-----------	-----------------------

16	Sistema de membranas compartimentado com controlo integrado por injeção
-----------	---

18	Membranas líquidas, à base de polímeros reativos
-----------	--

20	Sistemas de membranas de impermeabilização totalmente aderidas
-----------	--

22	Conceito Sika White Box e sistemas de betão impermeável
-----------	---

24	Argamassas de impermeabilização e membranas pulverizadas em túneis
-----------	--

26	Soluções de impermeabilização para túneis com segmentos pré-fabricados
-----------	--

28	Guia de seleção de sistemas para túneis de escavação convencional
-----------	---

30	Guia de seleção de túneis a céu aberto
-----------	--

32	Soluções de reparação com injeções
-----------	------------------------------------

34	Sika® - O líder global em impermeabilização estrutural
-----------	--

SOLUÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO

SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO para túneis são confrontados com requisitos muito rigorosos em termos de durabilidade, condições de exposição e de tensão, exigindo métodos e sequências construtivas, facilidade de aplicação e gestão total dos custos.

Como líder global no fornecimento de soluções de impermeabilização estruturais, a Sika® possui uma gama completa e abrangente de soluções e sistemas projetados para responder às necessidades e exigências específicas de proprietários, arquitetos, engenheiros e empreiteiros em obra, consistindo em sistemas de membranas altamente flexíveis, membranas líquidas à base de polímeros, adjuvantes para betão impermeável, sistemas de impermeabilização de juntas, argamassas e revestimentos de impermeabilização, assim como, caldas e resinas de injeção.

Atualmente, os utilizadores exigem uma vida útil de mais de 100 anos para estruturas enterradas, mas a falta de estanqueidade reduz substancialmente a longevidade de um túnel e afeta gravemente a utilização planeada,

uma vez que as infiltrações de água atacam e deterioram o betão.

Os resultados são reparações dispendiosas, danos e inatividade operacional. A seleção da solução de impermeabilização adequada, o projeto específico para o sistema de impermeabilização escolhido e a sua aplicação segura em obra são elementos chave para minimizar os custos de operação.

Um sistema de impermeabilização normalmente equivale a uma parte dos custos totais de construção. A seleção de uma solução de impermeabilização de elevada qualidade pode facilmente reduzir o valor do investimento inicial ou em custos futuros de manutenção e reparação, ao longo da vida útil da estrutura.



TÚNEIS RODOVIÁRIOS

Impermeabilização de túneis rodoviários executados a céu aberto ou por escavação.



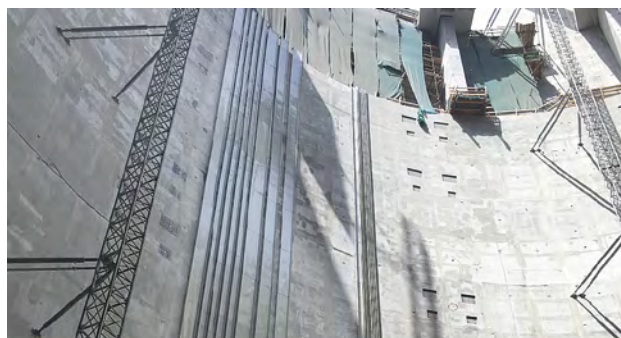
TÚNEIS FERROVIÁRIOS

Impermeabilização de túneis ferroviários executados a céu aberto ou por escavação.



TÚNEIS METROPOLITANOS

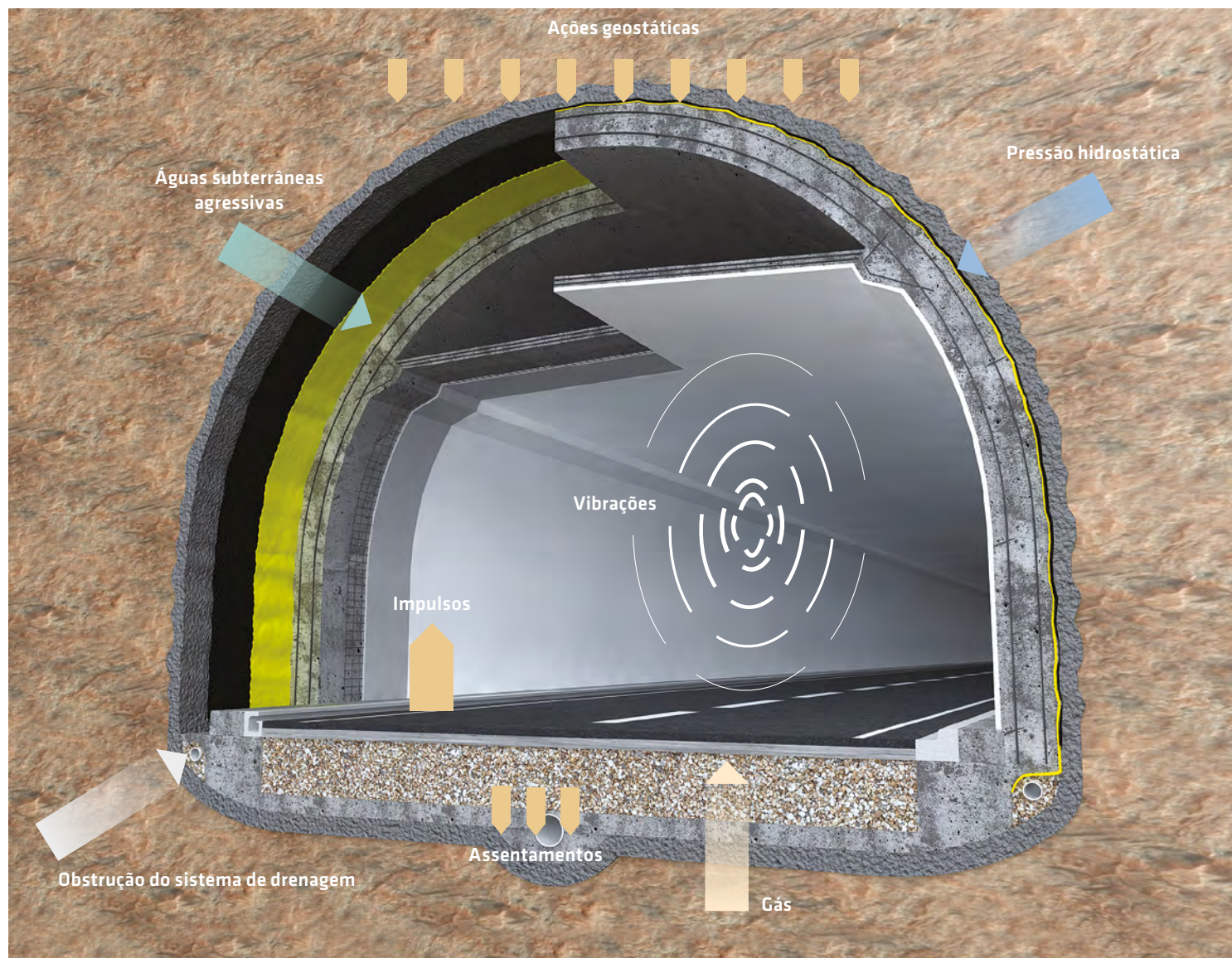
Impermeabilização de estruturas executadas a céu aberto, túneis e estações metropolitanas.



GALERIAS SOB PRESSÃO

Impermeabilização de elementos construtivos para resistirem à pressão hidráulica.

TÚNEIS-ESTRUTURAS: EXPOSIÇÃO E AÇÕES APLICADAS



EXPOSIÇÃO AO IMPACTO DE ESTRUTURAS ENTERRADAS

Os seguintes tipos de exposição podem influenciar negativamente a utilização, estanqueidade e durabilidade dos túneis, resultando na redução da vida útil de toda a estrutura.

Exposição		Impacto na estrutura
Infiltração de água	→	Danos na estrutura e instalações eléctricas. Corrosão das armaduras.
Produtos químicos agressivos	→	Danos no betão (devido ao ataque de sulfato), corrosão das armaduras (devido ao ataque de cloretos)
Diferentes tensões estáticas	→	Fissuras estruturais
Tensões dinâmicas	→	Fissuras estruturais
Variações de temperatura	→	Condensação, destacamento e fissuração do betão
Penetração de gases	→	Penetração do gás e exposição para utilizadores
Ataque fúngico/bacteriano	→	Danos para o sistema de impermeabilização ou acabamentos

REQUISITOS DO DONO DE OBRA

PARA DEFINIR A ESTRATÉGIA DE IMPERMEABILIZAÇÃO E TIPO DE SISTEMA adequados para um projeto específico, é importante considerar não só as condições do solo, mas também os requisitos de projeto do dono de obra: funcionalidade e utilização futura, a vida útil e o custo total.

Exigências do dono de obra

- 1** Funcionalidade (Utilização, nível de estanqueidade)
- 2** Vida útil/durabilidade
- 3** Custo total (incluindo custo de manutenção)

1 FUNCIONALIDADE (UTILIZAÇÃO, NÍVEL DE ESTANQUEIDADE)

A futura utilização define o nível de estanqueidade e proteção da estrutura. A norma alemã Ril 853, referente a túneis, descreve diferentes níveis de estanqueidade que podem ser combinados com requisitos de proteção adicionais.

Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Completamente seco	Seco a ligeiramente húmido	Húmido	Húmido a molhada
Não é permitida qualquer humidade na superfície interior do túnel.	São permitidas falhas pontuais. Não é permitida infiltração de água na superfície interior do túnel.	São permitidas partes parcialmente húmidas e infiltrações limitadas na superfície interior do túnel.	São permitidas partes húmidas e infiltrações.
■ Espaços com qualidade de ar adequada ■ Espaços com ambiente seco ■ Espaços com fornecimento de energia ■ Estações de metro (presença de pessoas)	■ Túneis rodoviários ■ Túneis rodoviários em zonas com gelo ■ Túneis ferroviários ■ Estacionamento	■ Ferrovias regionais ■ Linhas de metro ■ Túneis de evacuação	■ Túneis de águas residuais
Infiltração de água em l/m ² em 24 horas, de acordo com o relatório STUVA			
0	0 - 0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 1,0

2 VIDA ÚTIL/DURABILIDADE

Atualmente, é comum exigir uma durabilidade superior a 100 anos para túneis e estruturas enterradas. As seguintes diretrizes e regulamentos, utilizados internacionalmente, descrevem o material e propriedades do sistema a considerar para alcançar uma vida útil superior a 100 anos:

■ Áustria
ÖBV Guideline 'Richtline Tunnelabdichtung'

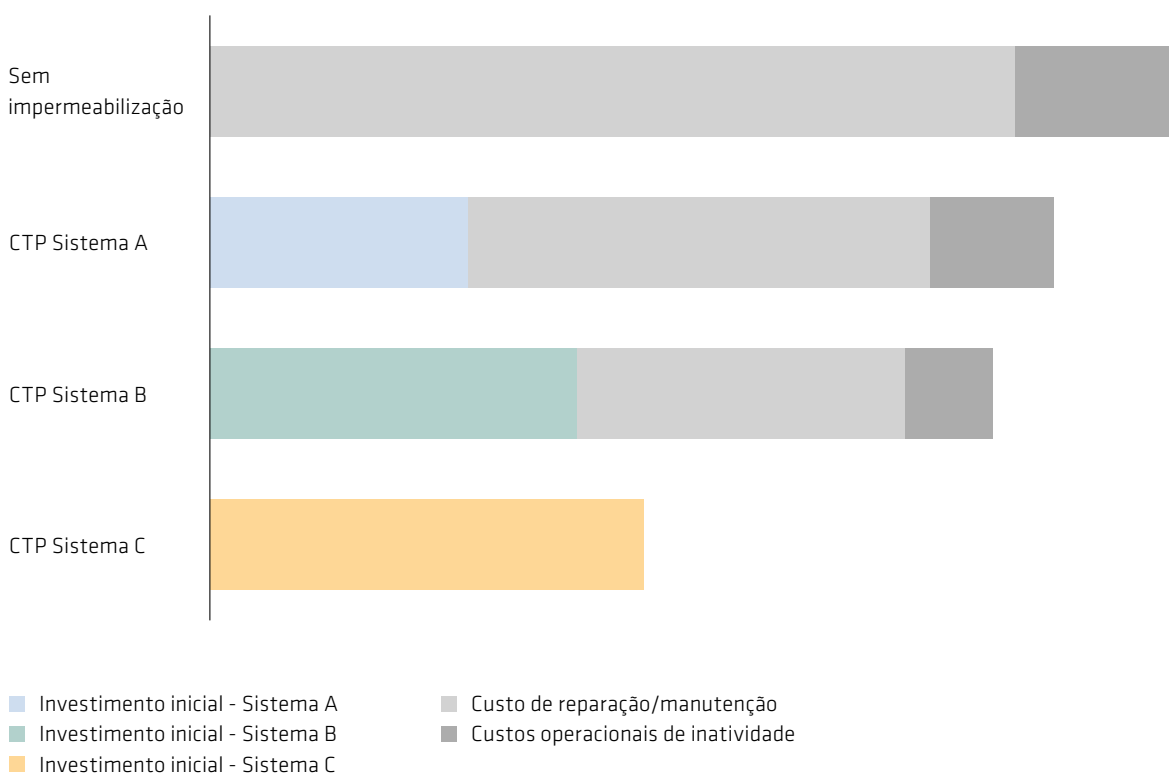
■ Alemanha
ZTV-ING, Ril 853

■ Suíça
SIA 272

Os requisitos definidos nesses regulamentos não se limitam às propriedades físicas iniciais, mas incluem também ensaios rigorosos a longo prazo, como a exposição a água quente e produtos químicos específicos, para simular o processo de envelhecimento dos produtos de impermeabilização.

3 CUSTO TOTAL DE PROJETO

O Custo Total de Projeto (CTP) para o dono de obra e investidor inclui todos os custos de construção para toda a vida útil da estrutura, incluindo o investimento inicial, o custo de qualquer reparação e manutenção, além do custo de inatividade durante a execução desses trabalhos. O gráfico abaixo ilustra o custo total de projeto de uma obra específica (por exemplo, túneis) com uma vida útil superior a 100 anos.



MÉTODOS DE ESCAVAÇÃO

TÚNEIS DE ESCAVAÇÃO incluem todas as estruturas subterrâneas escavadas por métodos convencionais ou mecânicos. Dependendo do método de escavação e a estanqueidade necessária, é escolhido revestimento simples ou duplo. No caso de construções com revestimento simples, o revestimento primário é a barreira de impermeabilização. No caso de construções com revestimento duplo, a camada de impermeabilização é aplicada entre as duas camadas de revestimento.

ESCAVAÇÃO CONVENCIONAL



POR PERFURAÇÃO E EXPLOSÃO

Descrição

Por defeito, os túneis de escavação limitam a seleção do sistema de impermeabilização a sistemas de membranas pré-instaladas ou apenas impermeabilização integral. Portanto, sistemas de impermeabilização externos ou pós-aplicados não podem ser utilizados.

Sistemas de impermeabilização

Sistemas de impermeabilização integral:

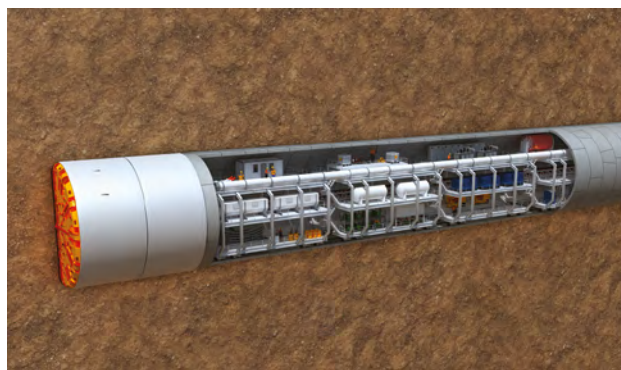
- Conceito Sika White Box/Sistema de betão impermeável

Sistemas de impermeabilização pré-instalados:

- Sistemas de membranas sintéticas soltos, drenados e pressurizados



ESCAVAÇÃO MECÂNICA



POR TBM

Descrição

Em túneis de revestimento simples com segmentos pré-fabricados ou revestimento duplo são comuns. O tipo de TBM define o sistema de impermeabilização.

Sistemas de impermeabilização

Sistemas de impermeabilização integral:

- Conceito Sika White Box/Sistema de betão impermeável

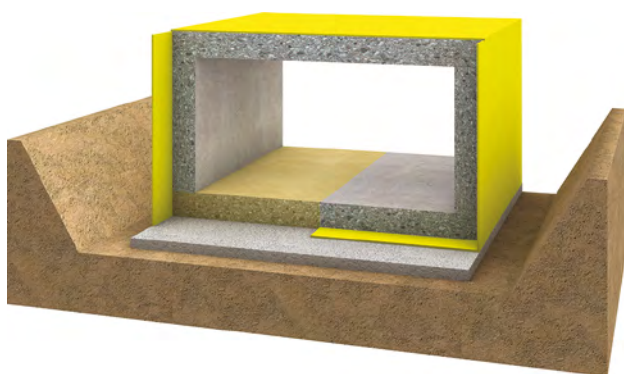
Sistemas de impermeabilização pré-instalados:

- Sistemas de membranas sintéticas soltos, como sistema drenado ou sistema de barreira (revestimento duplo)



ESTRUTURAS A CÉU ABERTO descrevem edifícios construídos numa vala que é posteriormente aterrada. O tipo de suporte temporário e o método de escavação definem os possíveis sistemas de impermeabilização a serem utilizados.

ESCAVAÇÃO A CÉU ABERTO



COM TALUDES

Descrição

Este método básico de escavação utilizando taludes permite uma fácil construção de baixo para cima e não tem impacto na seleção ou instalação do sistema de impermeabilização.

Sistemas de impermeabilização

Sistemas de impermeabilização integral:

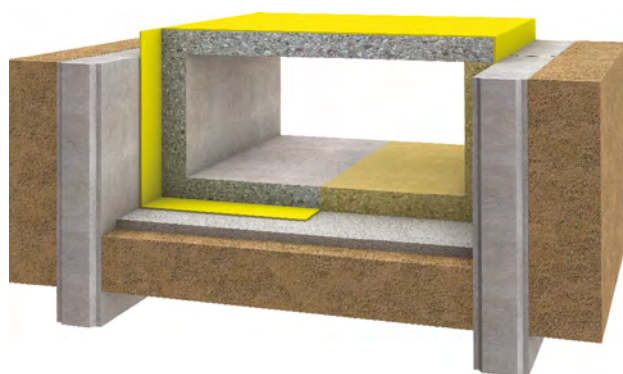
- Conceito Sika White Box/Sistema de betão impermeável

Sistemas de impermeabilização aplicados pelo exterior

- Sistemas de membranas compartimentadas
- Membranas totalmente aderidas pré- e pós-aplicadas
- Membranas líquidas
- Argamassas e revestimentos de impermeabilização (em combinação com sistemas de drenagem)



CONSTRUÇÃO COM PAREDES DE ESTACAS/MOLDADAS



CONSTRUÇÃO ENTRE PAREDES DE ESTACAS

Descrição

A estrutura é normalmente construída diretamente contra o suporte temporário da escavação. Os sistemas de impermeabilização pós-aplicados não podem, portanto, ser utilizados para estas estruturas (exceto para secções de coberturas).

Sistemas de impermeabilização

Sistemas de impermeabilização integral:

- Conceito Sika White Box/Sistema de betão impermeável

Sistemas de impermeabilização aplicados pelo exterior (lajes):

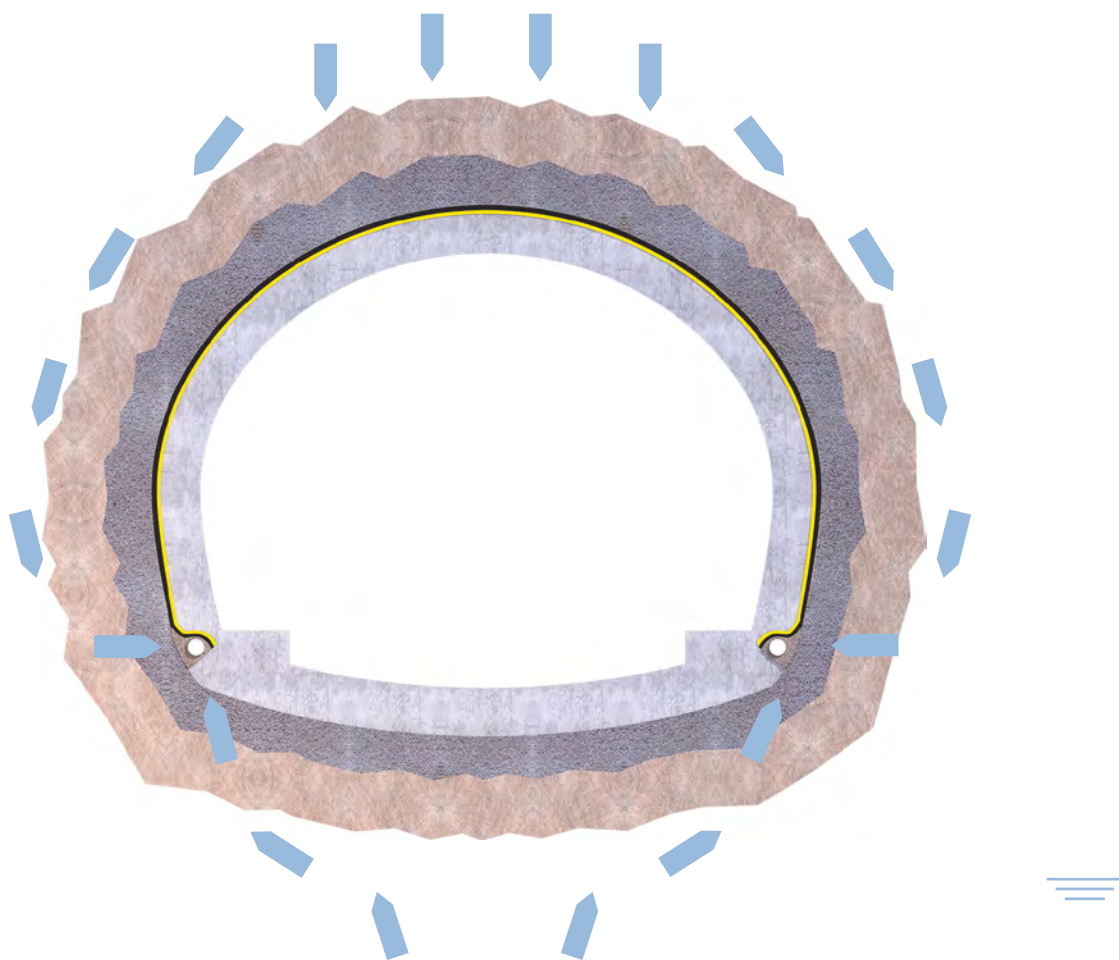
- Sistemas de membranas compartimentadas
- Membranas totalmente aderidas pré-aplicadas



CONCEITOS GERAIS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

EXISTEM DOIS CONCEITOS BÁSICOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO para a selagem de estruturas enterradas. Diferentes fatores, tais como localização, condições das águas subterrâneas, sobrecarga, etc. definem a abordagem adequada, que tem de ser selecionada pelo projetista antes de qualquer definição do esquema de construção, dos materiais e sistemas de impermeabilização.

SISTEMA DRENADO



Descrição

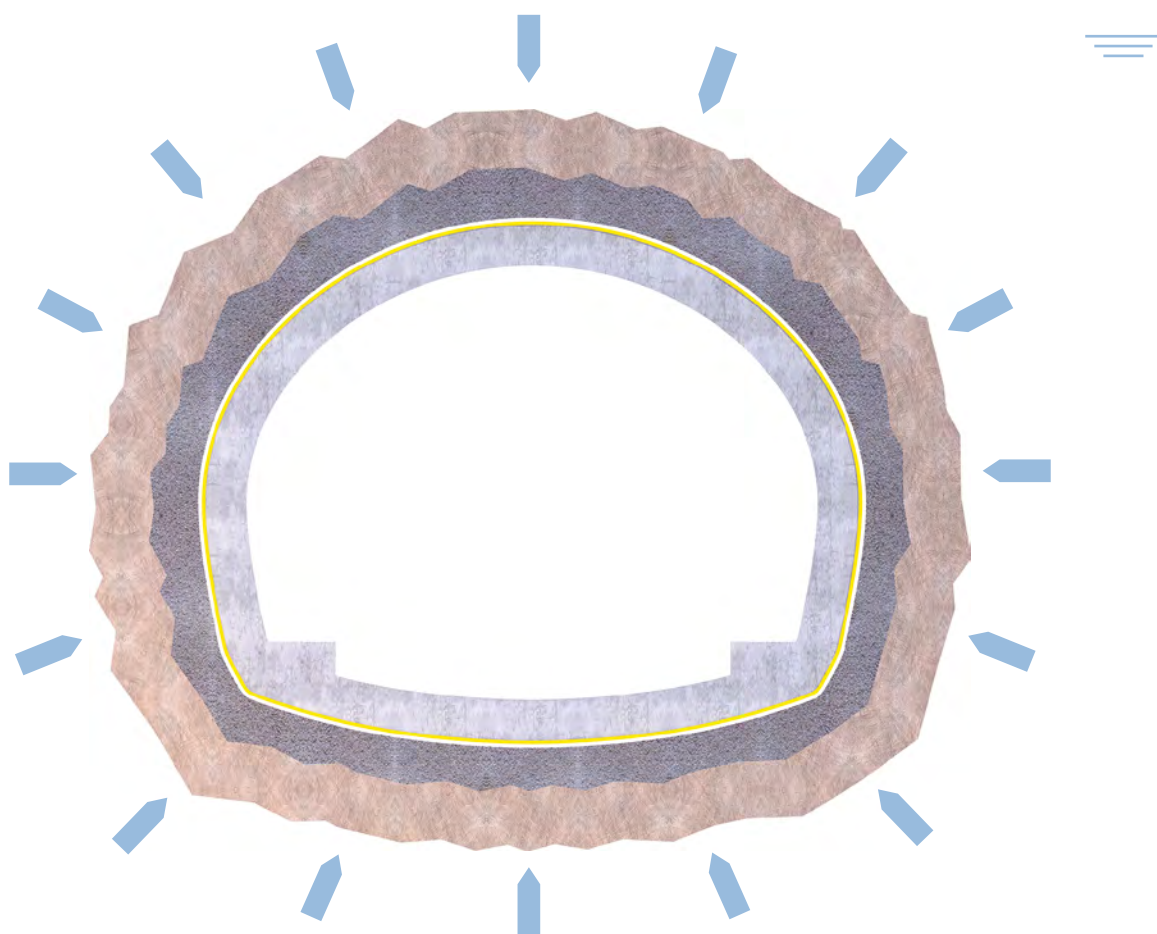
A drenagem permanente da água mantém o nível dos lençóis freáticos baixo. A estrutura de betão não está sob pressão da água.

O revestimento de impermeabilização protege o betão no arco e transporta água para os tubos de drenagem. Os tubos de drenagem são o elemento principal, devem ser verificados e deve ser feita a manutenção regular para evitar o bloqueio do sistema de drenagem.

Prós & Contras

- Redução da espessura do betão
- Menor custo de revestimento de impermeabilização
- Permite a escavação em condições extremas
- Maior custo de manutenção (limpeza de tubos de drenagem)
- Interrupção do tráfego durante os trabalhos de manutenção
- Possíveis assentamentos sobre a área do túnel devido à drenagem

SISTEMA DE BARREIRA



Descrição

Todo o túnel está sob pressão hidrostática, que deve ser considerada no projeto de estruturas. O revestimento de impermeabilização protege toda a estrutura de betão contra infiltrações e ataques químicos. Dependendo da tecnologia de impermeabilização, um sistema de controlo integrado com possibilidade de selagem por injeção, pode ser aplicado como sistema auxiliar.

Prós & Contras

- Não há influência do lençol freático após a construção,
- Redução acentuada do risco de assentamentos no solo
- Sistema de impermeabilização de elevado desempenho
- Permite fácil controlo e reparação do sistema de impermeabilização
- Sem custo de manutenção
- Maior custo (estrutura de betão e revestimento de impermeabilização)

TECNOLOGIAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

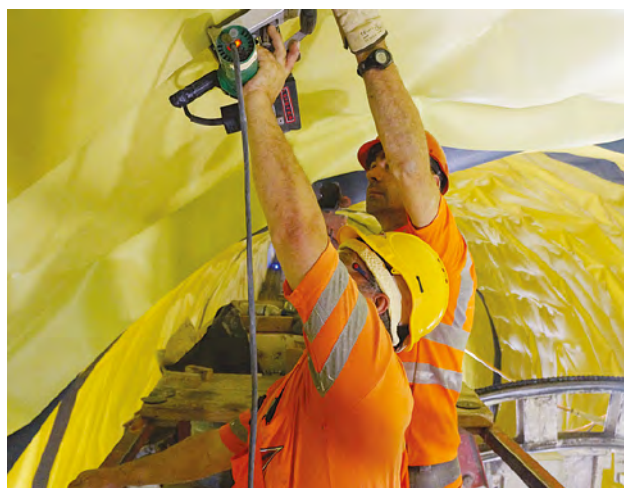
A SIKA® FORNECE UMA AMPLA GAMA de diferentes sistemas e soluções de impermeabilização.

A seleção do melhor sistema para um projeto específico depende de muitos fatores, incluindo as condições do solo. A impermeabilização está diretamente relacionada com o projeto de estruturas e com a construção de túneis. Portanto, é importante que o projetista integre o sistema de impermeabilização selecionado, numa fase inicial do projeto de estruturas.

Devido ao elevado custo e à necessidade de disponibilidade ininterrupta para o tráfego, é expectável que os túneis tenham uma vida útil de 100 anos ou mais, sem trabalhos de manutenção significativos. Todos os componentes da construção de um túnel devem cumprir essas expectativas. Entre esses componentes, a impermeabilização é um elemento importante. Infiltrações podem reduzir a vida útil do túnel, causar danos a instalações elétricas ou levar a situações perigosas para tráfego rodoviário. A camada de impermeabilização está no centro da construção do túnel, portanto, o acesso a essa camada para fins de reparação ou substituição não é viável na maioria dos casos.

Cada tecnologia de impermeabilização tem uma durabilidade específica, grau de segurança, estanqueidade e fiabilidade. Para algumas tecnologias - como membranas sintéticas - os métodos de ensaio específicos para >100 anos de durabilidade estão de acordo com as principais normas (ÖBV). Para outras tecnologias, não existem normas (por exemplo, membrana betuminosa) ou os ensaios não são aplicáveis (por exemplo, betões impermeáveis e argamassa de impermeabilização). As principais diferenças entre as tecnologias seguintes são evidenciadas nas páginas 14 e 15.

1. SISTEMAS DE MEMBRANAS SINTÉTICAS



Durante aproximadamente meio século, as membranas poliméricas à base de PVC foram usadas para impermeabilização de túneis. A vida útil da membranas é determinada por ensaios mais abrangentes e padronizados, incluindo procedimentos de envelhecimento acelerado, proporcionando maior segurança em relação à durabilidade.

2. MEMBRANAS LÍQUIDAS REATIVAS (PUR/PUA)



Estes materiais fornecem uma maior resistência química. Quanto à durabilidade, não há ensaios e regulamentos abrangentes disponíveis até ao momento.

3. MEMBRANAS TOTALMENTE ADERIDAS



A evolução mais recente das membranas poliméricas são os sistemas avançados com aderência total ao betão estrutural. O material base satisfaz os mais exigentes ensaios de durabilidade, que têm sido utilizados para membranas de impermeabilização poliméricas não-aderidas, no entanto, a ligação ao betão e as sobreposições não são padronizadas, nem extensivamente investigadas quanto à durabilidade.

4. CONCEITO SIKA WHITE BOX/BETÃO IMPERMEÁVEL



A impermeabilização incorporada na estrutura de betão torna esta tecnologia muito apelativa para os empreiteiros. Contudo, a durabilidade depende muito da qualidade da água do solo, especialmente porque a água salgada leva à corrosão das armaduras, reduzindo substancialmente a durabilidade da estrutura.

5. ARGAMASSAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO



As argamassas aplicadas manualmente ou por projeção proporcionam uma durabilidade razoável em contacto com água potável. Com o aumento do teor de sulfato e magnésio, a durabilidade é reduzida drasticamente.

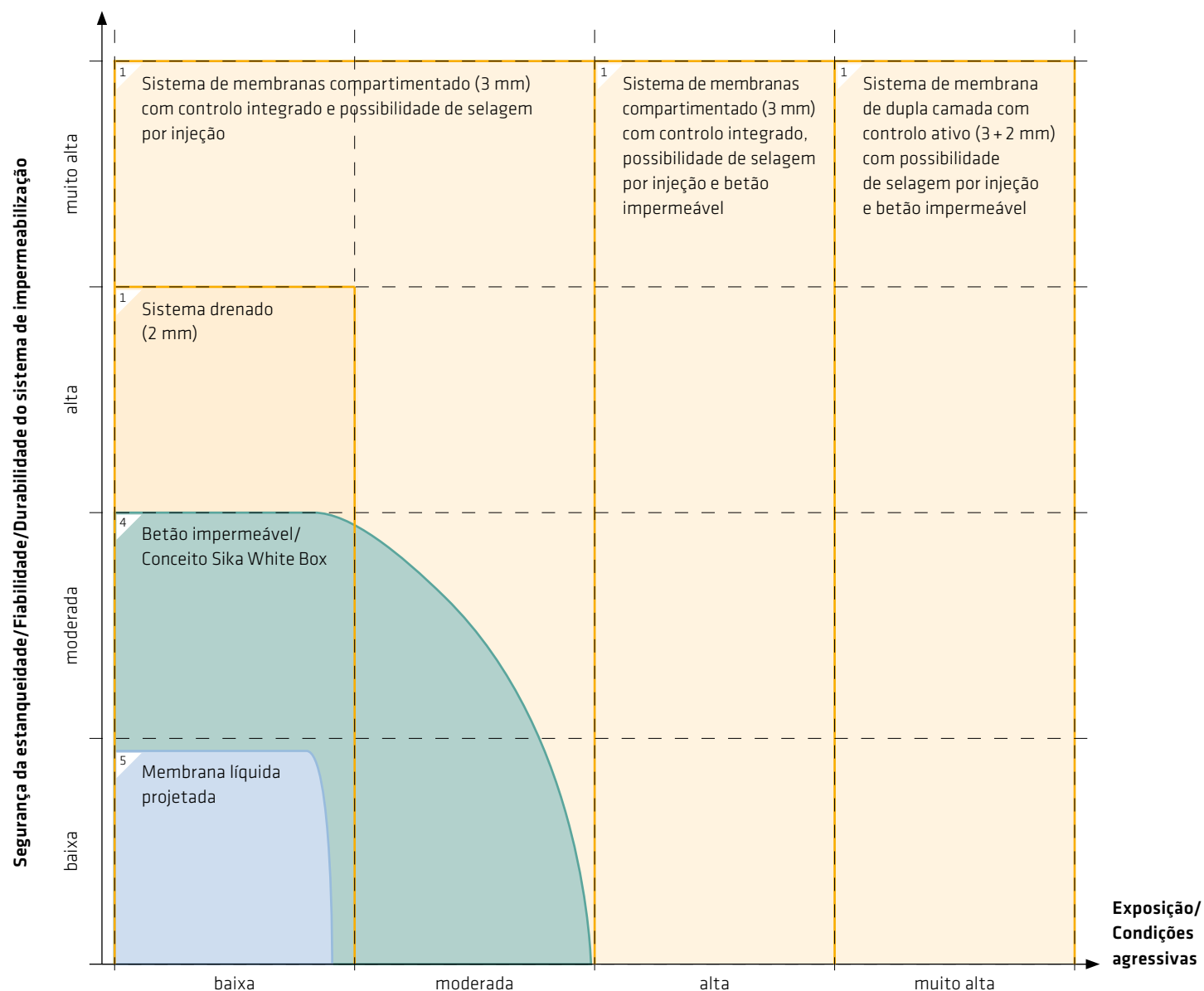
6. MEMBRANAS BETUMINOSAS



As membranas betuminosas são uma das mais antigas tecnologias de impermeabilização, com durabilidade limitada, mesmo em condições não agressivas de águas subterrâneas.

SELEÇÃO DA TECNOLOGIA

TÚNEIS DE ESCAVAÇÃO



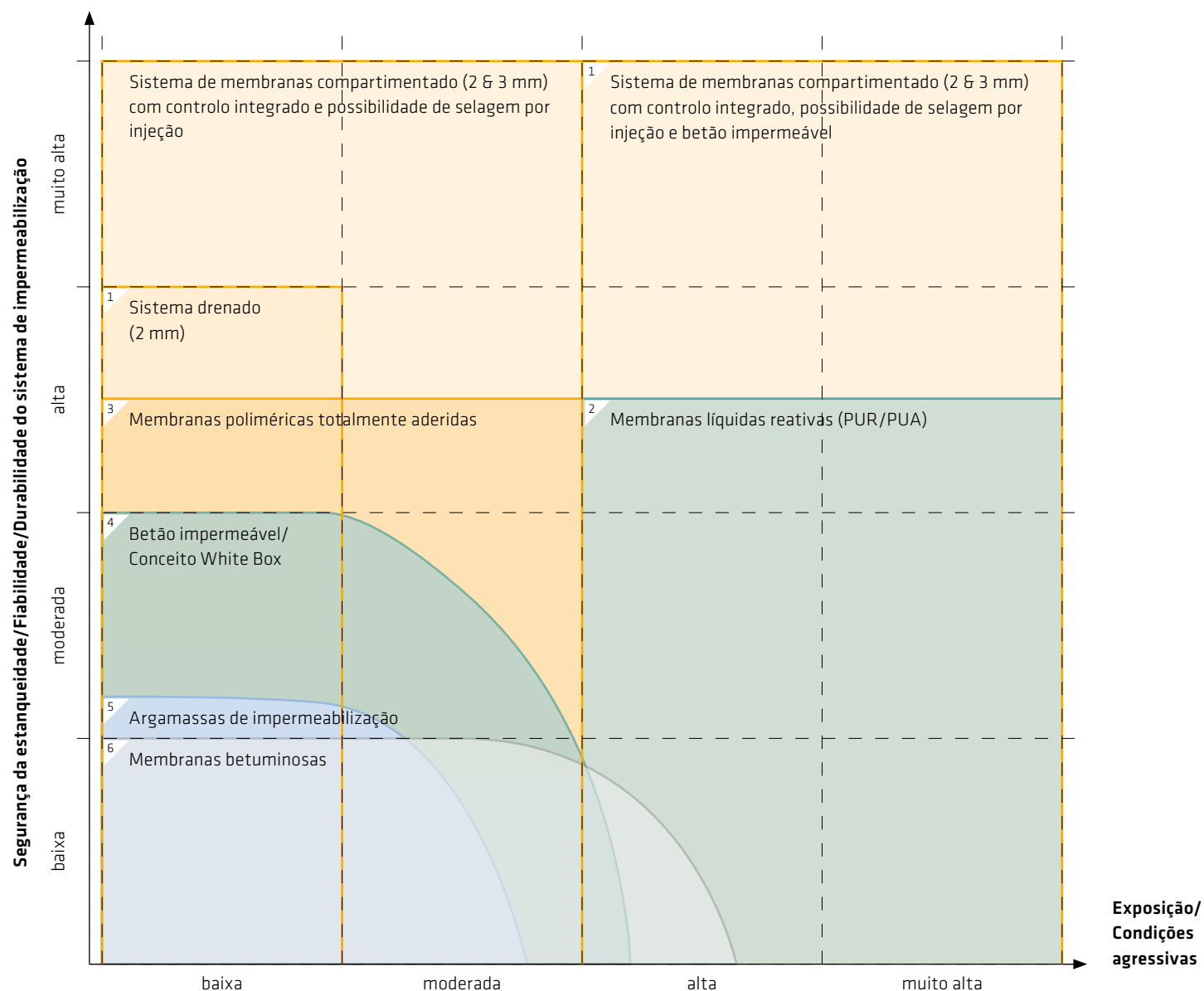
Durabilidade/Fiabilidade

- Muito alta: Sistema de impermeabilização auxiliar / infiltrações completamente controladas / elevada durabilidade comprovada
- Alta: Sistema de impermeabilização auxiliar / reduzido risco de infiltrações / elevada durabilidade
- Média: Sem sistema de impermeabilização auxiliar / risco limitado de infiltrações
- Baixa: Sem sistema de impermeabilização auxiliar / risco elevado de infiltrações / durabilidade limitada

Exposição/Condições agressivas

- Muito alta: Pressão hidrostática > 60 mca / Temperatura > 35°C / Água muito agressiva
- Alta: Pressão hidrostática 30 - 60 mca / Água agressiva / Fissuras > 0,2 mm
- Moderada: Pressão hidrostática 5 - 30 mca / Fissuras < 0,2 mm / Sem água agressiva
- Baixa: Pressão hidrostática < 5 mca / sem fissuras / Sem água agressiva

ESTRUTURAS A CÉU ABERTO



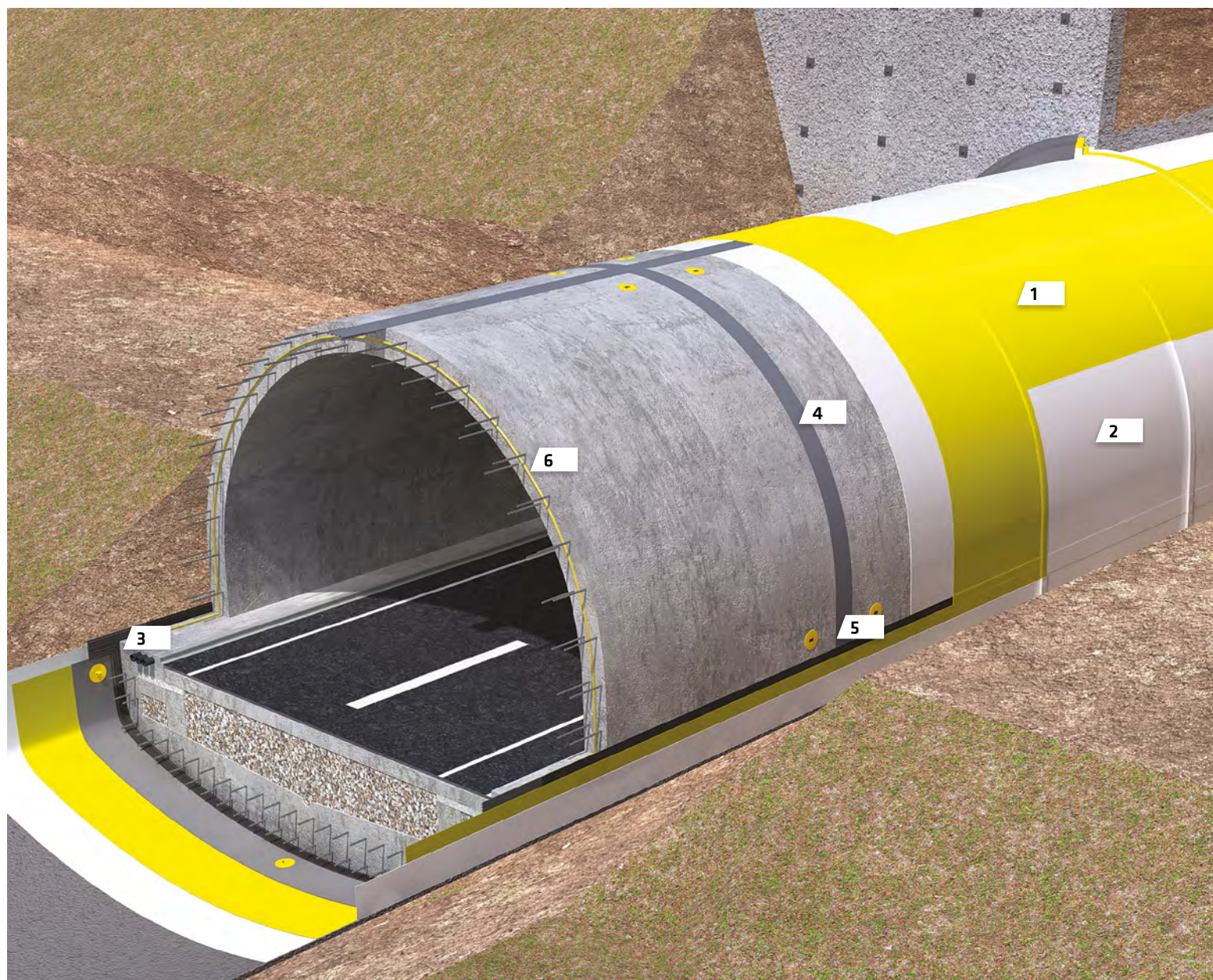
Durabilidade/Fiabilidade

- Muito alta: Sistema de impermeabilização auxiliar / infiltrações completamente controladas / elevada durabilidade comprovada
- Alta: Sistema de impermeabilização auxiliar / reduzido risco de infiltrações / elevada durabilidade
- Média: Sem sistema de impermeabilização auxiliar / risco limitado de infiltrações
- Baixa: Sem sistema de impermeabilização auxiliar / risco elevado de infiltrações / durabilidade limitada

Exposição/Condições agressivas

- Muito alta: Pressão hidrostática > 30 mca / Temperatura > 35°C / Água muito agressiva
- Alta: Pressão hidrostática 15 - 30 mca / Água agressiva / Fissuras > 0,2 mm
- Moderada: Pressão hidrostática 5 - 15 mca / Fissuras < 0,2 mm / Sem água agressiva
- Baixa: Pressão hidrostática < 5 mca / Sem fissuras / Sem água agressiva

SISTEMA DE MEMBRANAS COMPARTIMENTADO COM CONTROLO INTEGRADO POR INJEÇÃO



**Gama Sikaplan®
WP 1000 e 2100
Gama Sikaplan®
WT 1200 e 2200**



**Sikaplan® W Felt
Sikaplan® W
Tundrain
Sika® Drain**



**Sika® Waterbar
WP/WT**



**Sika® Dilatec® E Tape
Sikaplan® WP Tape
Sikaplan® WT Tape**



ELEVADO DESEMPENHO, CAPACIDADE DE PONTE DE FISSURAS, COM SISTEMA AUXILIAR INCORPORADO PARA FUTURAS REPARAÇÕES

Os sistemas de impermeabilização de última geração altamente flexíveis, que utilizam membranas de impermeabilização Sikaplan® à base de PVC ou FPO, são instalados em estruturas de túneis de escavação ou aplicados em estruturas de túneis a céu aberto para garantir estruturas completamente estanques e proteger o revestimento de betão contra água sob pressão hidrostática ou drenados.

UTILIZAÇÃO

- Como soluções de impermeabilização para garantir estruturas completamente estanques
- Para elevados requisitos e condições de solo adversas
- Para estruturas em contacto com águas subterrâneas agressivas, como áreas costeiras
- Para túneis, pórticos, estações de metro, passagens transversais etc.

PRINCIPAIS VANTAGENS

- A estanqueidade é controlada e assegurada a qualquer momento durante o período de vida útil da estrutura
- Todas as membranas e componentes do sistema cumprem as principais normas de escavação de túneis para alcançar uma vida útil de mais de 100 anos.

PROJETOS-TIPO

- Túneis rodoviários
- Túneis ferroviários
- Túneis metropolitanos
- Passagens transversais
- Poços
- Galerias sob pressão hidrostática

SOLUÇÕES SIKA® DE PRODUTOS E SISTEMAS

Gama Sikaplan® WP 1100 e 2100

Membranas de impermeabilização homogêneas em PVC, para impermeabilização de túneis e estruturas a céu aberto, com sobreposições unidas por termosoldadura.

Gama Sikaplan® WT 1200

Membranas de impermeabilização armadas em FPO, para impermeabilização de túneis a céu aberto, com sobreposições unidas por termosoldaduras.

Gama Sikaplan® WT 2200

Membranas de impermeabilização homogêneas em FPO, para impermeabilização de túneis, com sobreposições unidas por termosoldadura.

Acessórios

Sika® Waterbar WP/WT

Lâminas de estanqueidade externas (Waterstop), aplicadas por termosoldadura nas membranas de impermeabilização Sikaplan®, para formar uma rede de compartimentos para sistemas pressurizados.

Sika® Waterbar WP/WT Control Socket

Peça pré-fabricada soldada na membrana de impermeabilização Sikaplan® com controlo integrado e com possibilidade de selagem por injeção, ligadas com tubos flexíveis para deteção, acesso e injeção da infiltração.

Sikaplan® WP/WT Tapes Sika® Dilatec® E/ER Tapes

Bandas de selagem à base de PVC ou FPO, coladas adesivo Sikadur® Combiflex® Adhesive ou Sikadur®-31 EF para selagem de juntas.

Sikaplan® W Tundrain Sika® Drain

Painéis de drenagem e proteção para túneis de escavação e estruturas a céu aberto.

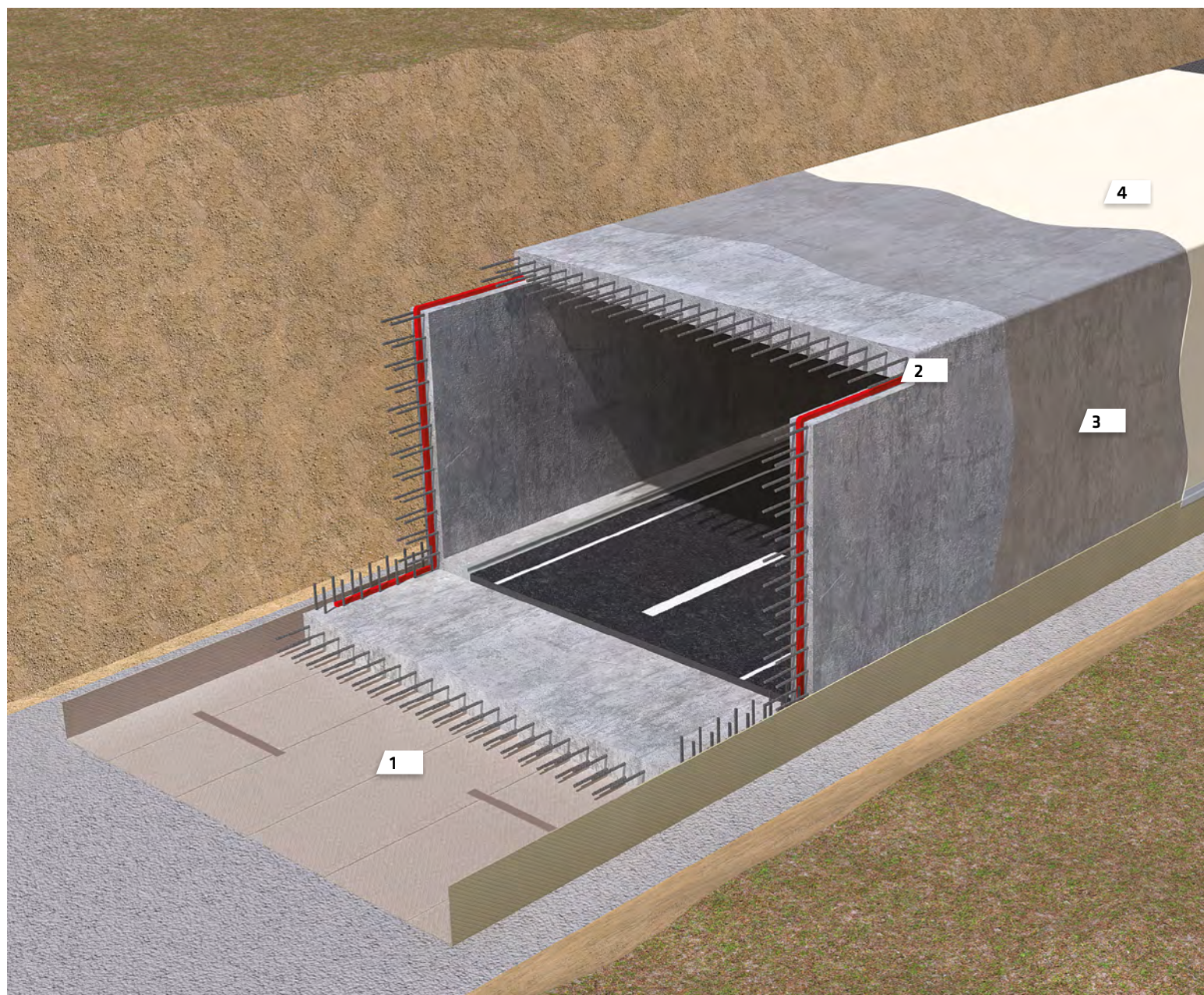


Sikaplan® WP/WT Control e Injection Socket

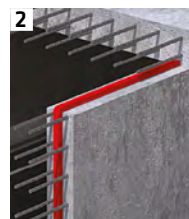


SikaFuko®

MEMBRANAS LÍQUIDAS, À BASE DE POLÍMEROS REATIVOS



SikaProof® A+



SikaSwell®



**Sikadur®-188
Rapide
Sikafloor®-150**



PRESA RÁPIDA E CAPACIDADE DE PONTE DE FISSURAS

Membranas líquidas reativas (LAM) são sistemas poliméricos, muito elásticos e flexíveis à base de poliureia ou híbridos, com excelentes propriedades técnicas para aplicações de elevado desempenho. Estes materiais são aplicados por projeção, em superfícies de betão exteriores previamente preparadas, o que permite excelentes soluções especialmente para geometrias complexas. As membranas líquidas também evitam a passagem de água lateral em caso de danos localizados.

UTILIZAÇÃO

- Como impermeabilização pós-aplicada de muros de contenção e secções de cobertura de forma a garantir a sua estanqueidade
- Para elevados requisitos e condições severas de águas subterrâneas

PRINCIPAIS VANTAGENS

- Soluções totalmente aderidas
- Capacidade de ponte de fissuras
- Reação rápida
- Elevada resistência química e à abrasão
- Fácil de aplicar em geometrias complexas

PROJETOS-TIPO

- Escavações a céu aberto para túneis rodoviários e ferroviários
- Estações de metro

SOLUÇÕES SIKA® DE PRODUTOS E SISTEMAS

Sikalastic®-851	Elevada flexibilidade, cura rápida, resina bi-componente à base de poliureia/poliuretano, aplicada por projeção na superfície de betão para impermeabilização de muros de contenção e secção de cobertura.
Sikalastic®-8800	Elevada flexibilidade, cura rápida, resina bi-componente à base de poliureia pura, aplicada por projeção na superfície de betão para impermeabilização de muros de contenção e secção de cobertura.
Sikadur®-188 Rapide	Primário de base epóxi de cura rápida.
Sikafloor®-150	Primário de base epóxi.

Produtos complementares para selagem de juntas

SikaSwell®	Gama de perfis e mastique hidrofílicos, para selagem e impermeabilização de juntas de construção e ligação (por exemplo, passa-muros ou tubos).
SikaFuko®	Mangueira de injeção reutilizável para impermeabilização de juntas de construção.
Sika® Drain	Painéis de drenagem e proteção

IMPERMEABILIZAÇÃO DE FUNDAÇÕES

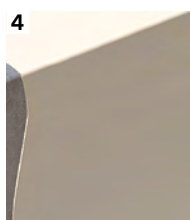
Não é recomendada a aplicação de uma membrana líquida sobre betão de limpeza, portanto, o sistema de membranas pré-fabricado deve ser aplicado sob a laje estrutural:

Opção 1

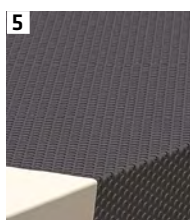
SikaProof® A+	Sistema de membranas totalmente aderidas, consultar página 20
----------------------	---

Opção 2

Sikaplan® WP/WT	Sistema de membranas compartimentadas, consultar página 20
------------------------	--

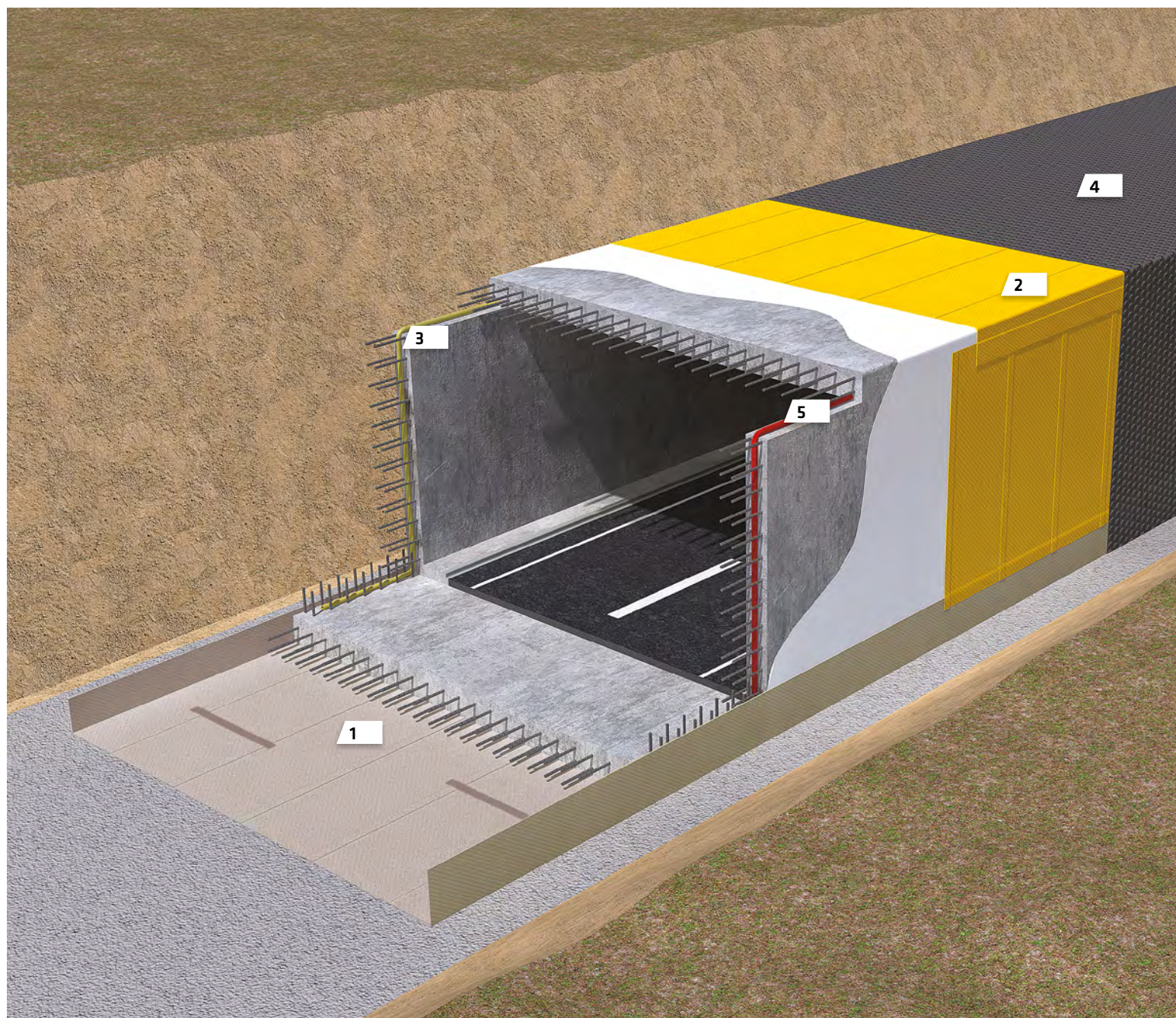


Sikalastic®-851
Sikalastic®-8800



Sika® Drain

SISTEMAS DE MEMBRANAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO TOTALMENTE ADERIDAS



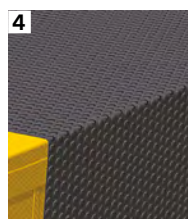
SikaProof® A+



SikaProof® P-1201



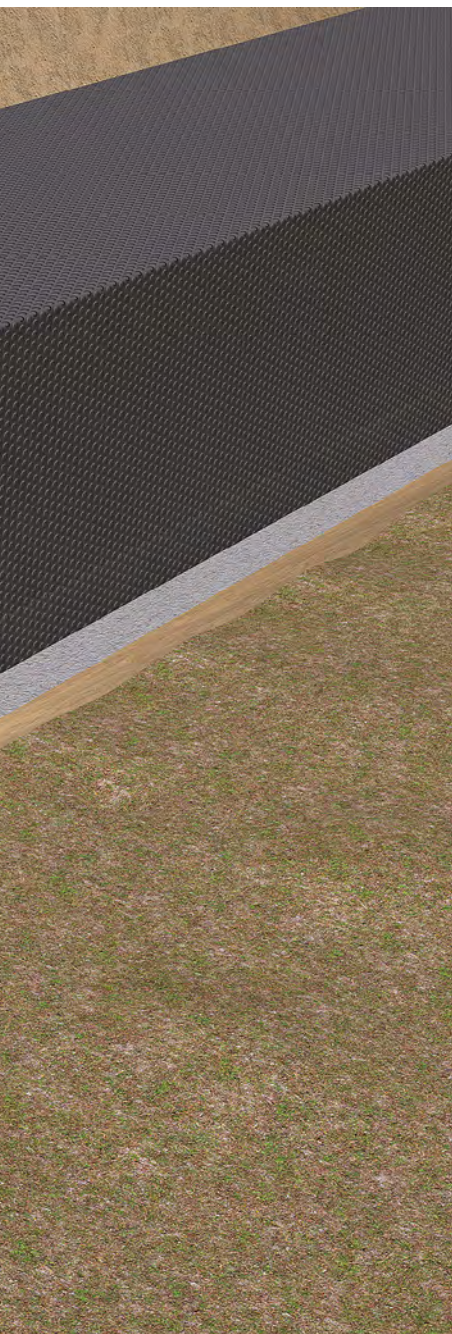
SikaFuko®



Sika® Drain



SikaSwell®



ELEVADO DESEMPENHO, CAPACIDADE DE PONTE DE FISSURAS, RÁPIDO E FÁCIL DE APLICAR

Os sistemas Sika® de membranas de impermeabilização totalmente aderidas, pré- e pós-aplicadas, podem prevenir permanentemente qualquer fluxo de água lateral entre a impermeabilização e a estrutura em betão, em caso de danos localizados, mesmo quando isto ocorre sob a laje. SikaProof® é um sistema de membranas de impermeabilização totalmente aderidas, simples e fáceis de usar, rápido e seguro de aplicar em obra. As sobreposições e pormenores são executados de forma muito simples: pela utilização de fitas auto-adesivas. Não há procedimentos de soldadura e não é necessário nenhum equipamento especial em obra.

UTILIZAÇÃO

- Como solução de impermeabilização, pré- e pós-aplicada, para garantir estruturas estanques
- Para elevados requisitos e condições de solo adversas
- Para estruturas em contacto com águas subterrâneas agressivas, como áreas costeiras

PRINCIPAIS VANTAGENS

- Solução económica (Material + Aplicação)
- Elevada durabilidade
- Sem infiltração de água lateral
- Elevada flexibilidade e capacidade de ponte de fissuras
- Pormenores aprovados

PROJETOS-TIPO

- Estações de metro
- Escavação de túneis a céu aberto

SOLUÇÕES SIKA® DE PRODUTOS E SISTEMAS

Impermeabilização pré-aplicada (fundações e paredes)

SikaProof® A+

Sistemas de membranas de impermeabilização em FPO pré-aplicadas para aplicação sob lajes e paredes.

Impermeabilização pós-aplicada (paredes e cobertura)

SikaProof® P-1201

Sistema

SikaProof® Adhesive: Adesivo de elevado desempenho, bi-componente à base de poliuretano para colagem da membrana SikaProof® P-1200.

SikaProof® P-1200: Membrana de impermeabilização, pós-aplicada em obra à base de FPO, especialmente concebida para coberturas e paredes com cofragem dupla.

Produtos complementares

SikaSwell®

Gama de perfis e mastique hidrofílicos, para selagem e impermeabilização de juntas de construção e ligação (por exemplo, passa-muros ou tubos).

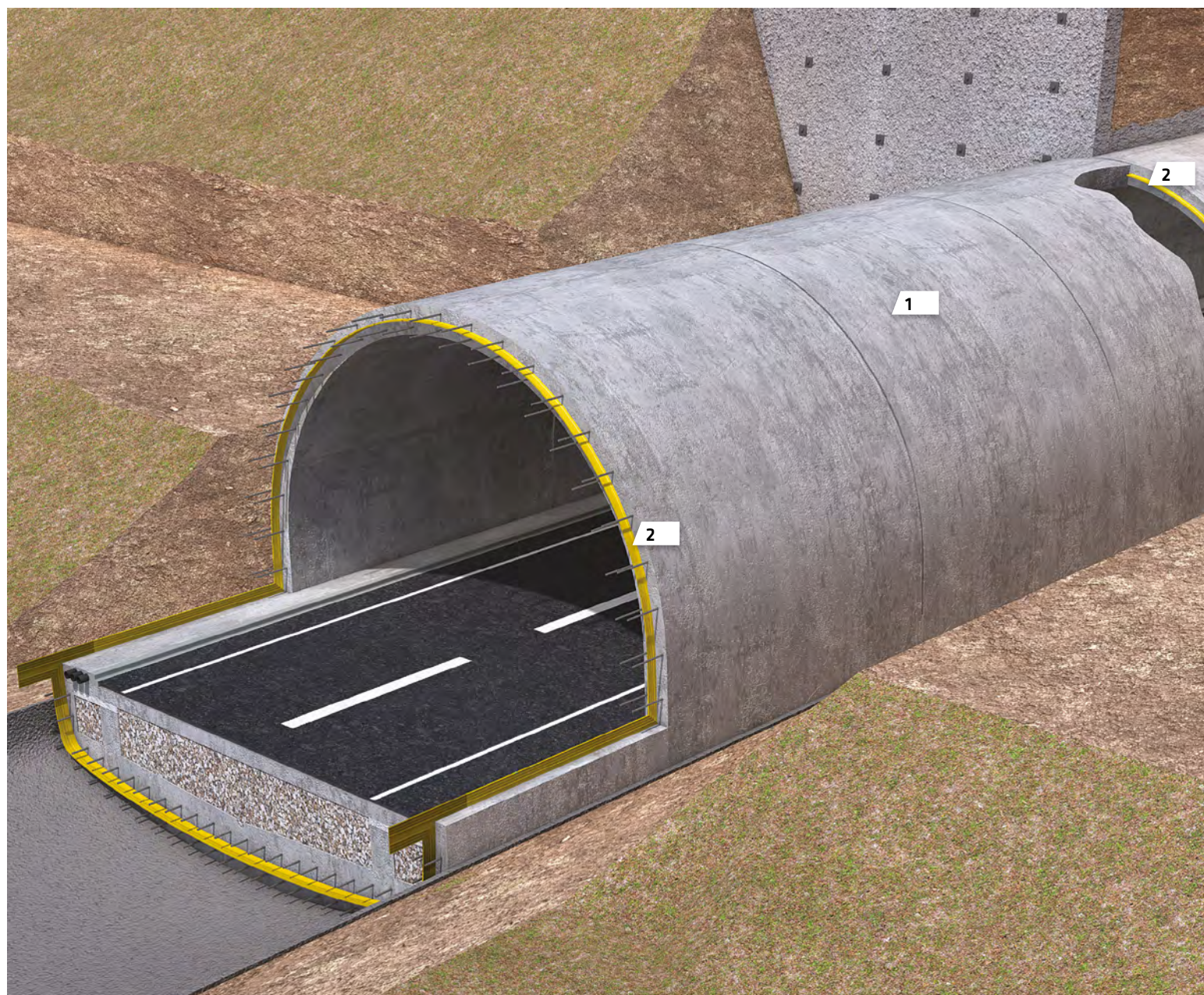
SikaFuko®

Mangueira de injeção reutilizável para impermeabilização de juntas de construção.

Sika® Drain

Painéis de drenagem e proteção

CONCEITO SIKA WHITE BOX E SISTEMAS DE BETÃO IMPERMEÁVEL





SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO INTEGRAL

O conceito Sika White Box envolve uma otimização na conjugação do projeto de estruturas e de armaduras com uma solução de impermeabilização integral. Isto consiste em betão impermeável, combinado com sistemas de selagem de juntas adequados para juntas de construção e de dilatação. A produção de betão impermeável inclui adjuvantes como superplastificantes e agentes de selagem de poros ou cristalização ativa, para assegurar uma adequada consistência, fluidez e fácil compactação numa matriz densa com vazios mínimos. Além disso, a Sika® oferece uma ampla gama de produtos para selagem de juntas, tais como, lâminas de estanqueidade (Waterstop), mastique e perfis hidrofílicos, mangueiras de injeção e bandas impermeáveis.

UTILIZAÇÃO

- Como solução de impermeabilização para garantir estruturas estanques
- Para elevados requisitos de estruturas em contacto com águas subterrâneas

PRINCIPAIS VANTAGENS

- Solução económica, relativa a material e obras de construção
- Redução dos procedimentos em obra

PROJETOS-TIPO

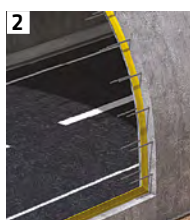
- Túneis rodoviários
- Túneis ferroviários
- Túneis metropolitanos
- Túneis de serviço

SOLUÇÕES SIKA® DE PRODUTOS E SISTEMAS

Sika® Viscocrete®	Adjuvantes de elevado desempenho e fortes redutores de água para reduzir o volume de poros e melhorar reologia para BAC.
Sika® WT 100 Sika® WT 200	Adjuvantes para selagem de poros e cristalização ativa contra a penetração de água.
Sika® Waterbar	Lâminas de estanqueidade (Waterstop) externas e internas, incorporadas no betão, à base de PVC ou borracha, para impermeabilização de juntas.
Sikadur-Combiflex®	Banda de selagem adesiva à base de FPO, colada com o adesivo Sikadur® Combiflex® Adhesive ou Sikadur®-31 EF para selagem de juntas, pós-aplicadas.
SikaFuko®	Mangueira de injeção reutilizável para impermeabilização de juntas de construção.
SikaSwell®	Gama de perfis e mastique hidrofílicos, para selagem e impermeabilização de juntas de construção e ligação (por exemplo, passa-muros ou tubos).
Sika® Drain	Painéis de drenagem

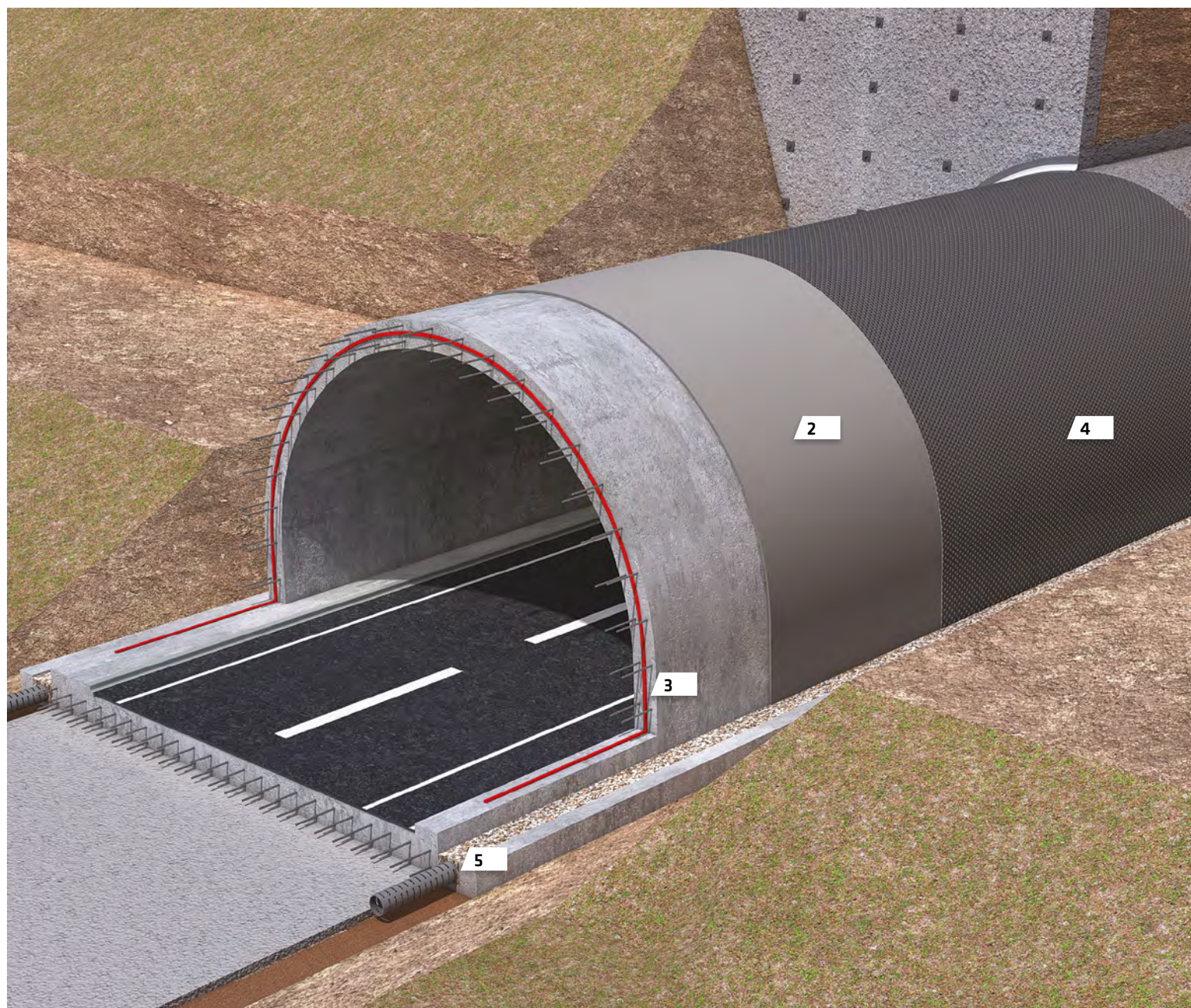


Sika® Viscocrete®
Sika® WT 100/WT 200

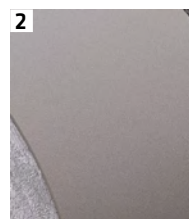


Sika® Waterbar

ARGAMASSAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO E MEMBRANAS PULVERIZADAS EM TÚNEIS



**SikaCem®-711
Elastic**



**Sikalastic® 1K ou
SikaTop® Seal-107**



SikaSwell®



RÁPIDA APLICAÇÃO

Argamassas e membranas de impermeabilização à base de cimento para túneis de escavação convencional a céu aberto com boas propriedades técnicas para impermeabilização de solos húmidos e infiltração de água. Estes materiais são aplicados sobre as superfícies de betão ou betão projetado, manualmente ou por projeção.

Estas argamassas de impermeabilização são usadas em conjugação com produtos para selagem de juntas.

UTILIZAÇÃO

- Como impermeabilização pré- ou pós-aplicada para estruturas com baixos requisitos no que diz respeito a estanqueidade e fiabilidade

PRINCIPAIS VANTAGENS

- Fácil aplicação
- Pode ser usado em combinação com sistemas Sika® para selagem de juntas

PROJETOS-TIPO

- Túneis de evacuação com pressão hidrostática máxima de 5 mca

SOLUÇÕES SIKA® DE PRODUTOS E SISTEMAS

Sikalastic®-1K

Argamassa de impermeabilização cimentícia com polímeros modificados, monocomponente, com flexibilidade média para aplicação sobre superfícies de betão em túneis a céu aberto.

SikaTop® Seal-107

Argamassa de impermeabilização cimentícia com polímeros modificados, bi-componente, com baixa flexibilidade para aplicação sobre superfícies de betão em túneis a céu aberto.

SikaCem®-711 Elastic

Membrana de impermeabilização à base de cimento e polímeros, elástica e aplicada por projeção por via de robot (Aliva 237) sobre superfícies de betão projetado.

Produtos complementares

Sika® FlexoDrain

Canais para drenagem de água subterrânea que penetram através do revestimento de betão projetado.

Sika® Shot-3

Argamassa pré-doseada de presa rápida de base cimentícia para projeção

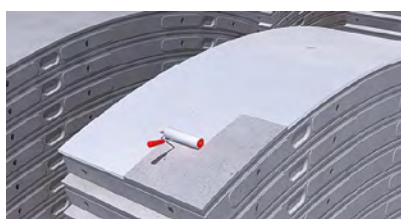
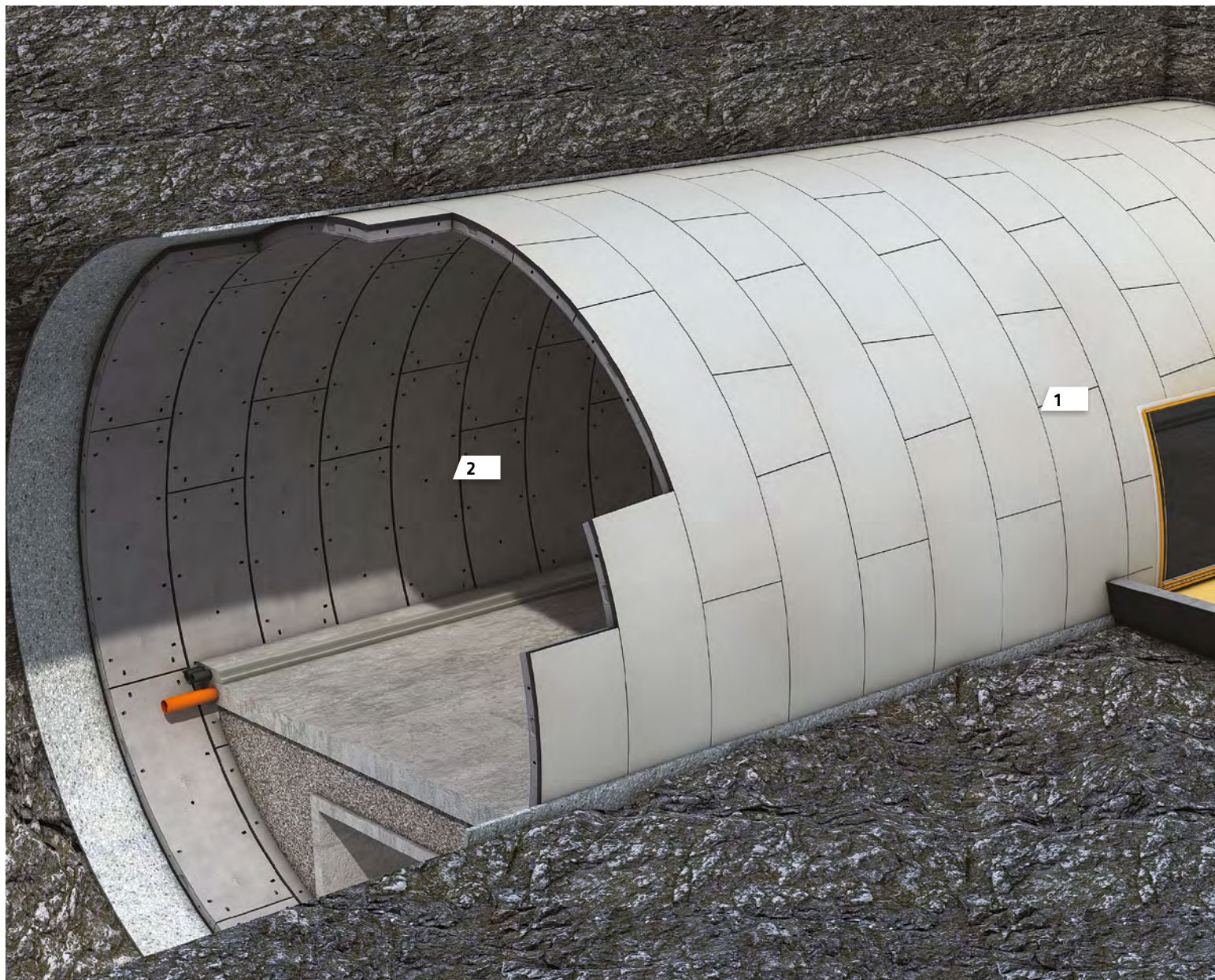


Sika® Drain

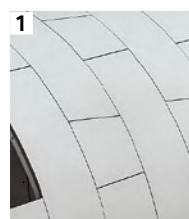


Lateral Drainage

SOLUÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO PARA TÚNEIS COM SEGMENTOS PRÉ-FABRICADOS



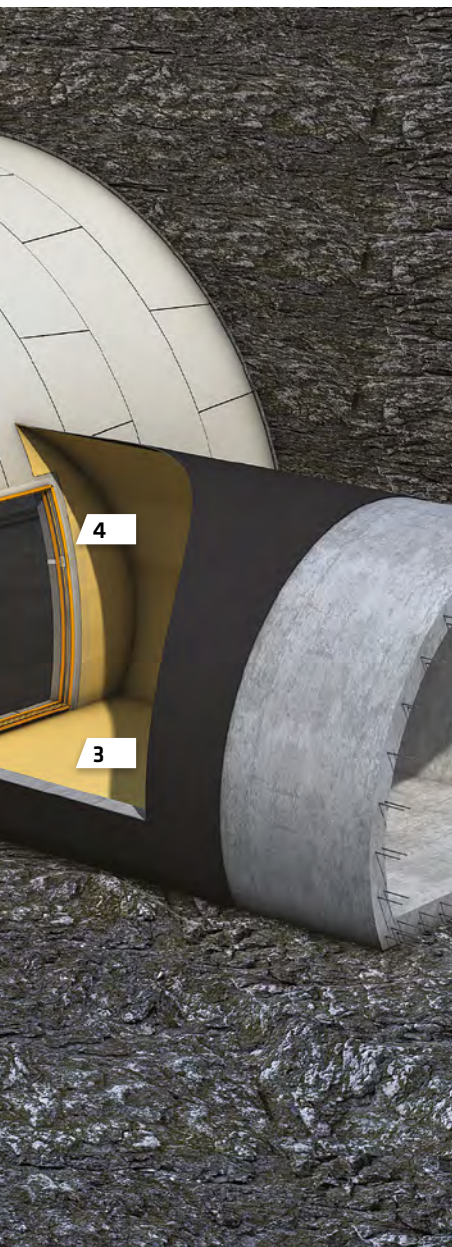
Aplicação Sikagard® 65 WN



Sikagard® 65 WN



Sika® ViscoCrete®
Adjuvantes



SISTEMA INTEGRAL, RÍGIDO E ECONÓMICO

Segmentos pré-fabricados para túneis executados por TBM. O sistema consiste na utilização de segmentos de betão impermeáveis combinados com perfis de EPDM para selagem das juntas. A produção de betão impermeável inclui a utilização de adjuvantes (superplastificantes) de modo a obter a fluidez necessária e facilidade de compactação numa matriz densa com mínimo de vazios. A qualidade e durabilidade dos segmentos são melhorados pela utilização de agentes de cura e revestimentos de proteção de base epóxi.

UTILIZAÇÃO

- Impermeabilização e proteção de betão para revestimentos individuais de tubos (segmentos pré-fabricados)

PRINCIPAIS VANTAGENS

- Solução económica, relativa a material e obras de construção
- Redução dos procedimentos em obra

PROJETOS-TIPO

- Túneis rodoviários
- Túneis ferroviários
- Túneis metropolitanos
- Túneis de serviço

SOLUÇÕES SIKA® DE PRODUTOS E SISTEMAS

Sika® ViscoCrete®
Adjuvantes

Adjuvantes de elevado desempenho e fortes redutores de água para reduzir o volume de poros e melhorar reologia para BAC.

Sikagard® 65 WN

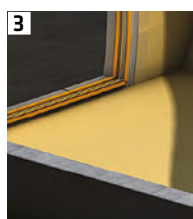
Revestimento de proteção de base epóxi e agente de cura para aplicar sobre betão verde nas superfícies exteriores dos segmentos. Melhora a qualidade do betão e aumenta a durabilidade do túnel permanentemente exposto às águas do solo.

Sikaplan® WP/WT
Membrana

Membranas de impermeabilização para selagem de passagens transversais

Sikaplan® WT Banda
Sikaplan® WP Banda

Banda de selagem adesiva à base de FPO, colado com o adesivo Sikadur® Combiflex® Adhesive ou Sikadur®-31 EF para impermeabilização segmentos de passagens transversais.



Passagens transversais:
Sikaplan® WT/WT
Membrana



Passagens transversais:
Sikaplan® WT/WT
Banda

GUIA DE SELEÇÃO DE SISTEMAS PARA TÚNEIS DE ESCAVAÇÃO CONVENCIONAL

SISTEMAS DE DRENAGEM

SISTEMA DRENADO



Solução Sika

Método de escavação

Revestimentos

Tecnologias de impermeabilização

Grau de impermeabilização

Proteção do betão

Durabilidade/Fiabilidade

Características de desempenho

Reparação em caso de danos

Condições de aplicação

Vantagens

Utilizações comuns

Sikaplan®

- Escavação convencional.
- Hard Rock TBM.
- Shield TBM.

Túnel com revestimento duplo:
- Revestimento primário: betão projetado ou segmentos.
- Revestimento secundário: Betão ou betão projetado.

Sistema de drenagem e membrana sintética (guarda-chuva) de PVC ou FPO.

Classe 1 (completamente seco).

Alta.

Alta.

Capacidade de ponte de fissuras:	+++
Permeabilidade ao vapor de água:	n.a.
Resistência química:	++
Barreira contra gases:	n.a.

- Injeção local.

Uniformidade da superfície de betão projetado.

Solução económica, arco completamente impermeabilizado, a drenagem reduz a criticidade da aplicação.

Túneis rodoviários e ferroviários em zonas montanhosas com alta sobrecarga.

SISTEMA DE CANALIZAÇÃO



FlexoDrain® /SikaCem®

- Escavação convencional (perfuração e explosão, etc.).
- Hard Rock TBM.

Túnel com revestimento simples com betão projetado ou revestimento duplo de betão projetado com membrana líquida entre camadas.

Sistema de drenagem FlexoDrain: Encaminhamento de infiltrações de água localmente.
Opcional: projeção de membrana líquida impermeável sobre o sistema.

Classe 4 (húmido a molhado).

Nenhuma ou limitado a revestimento secundário.

Baixa.

Capacidade de ponte de fissuras:	+
Permeabilidade ao vapor de água:	+
Resistência química:	+
Barreira contra gases:	n.a.

- Injeção em fissuras.
- Injeção no solo.

Não há requisitos especiais para o sistema FlexoDrain. Antes da aplicação, por projeção, da membrana, são exigidos requisitos muito elevados na preparação da base: impermeabilização através da injeção do solo para obter uma base seca. Controlo de ventilação e humidade no local.

Fácil de aplicar.

Túneis de evacuação, travessias pedonais, estruturas sem nenhum requisito ou com requisitos muito limitados em relação a impermeabilização. Pressão hidrostática máxima 0,5 bar.

SISTEMAS DE BARREIRA

BARREIRA HIDROSTÁTICA



Sikaplan®

- Escavação convencional.
- Hard Rock TBM.
- Shield TBM.

Túnel com revestimento duplo:

- Revestimento primário: betão projetado ou segmentos.
- Revestimento secundário: Betão.

Sistema de membrana de PVC ou FPO, compartimentada e com possibilidade de injeção integrada. Aplicação de membrana numa ou duas camadas.

Classe 1 (Completamente seco).

Alta.

Alta.

Capacidade de ponte de fissuras:	+++
Permeabilidade ao vapor de água:	+++
Resistência química:	+++
Barreira contra gases:	+++

- Injeção de compartimentos com infiltração, através de mangueiras incorporadas na estrutura.

Uniformidade da superfície de betão projetado.

Elevada segurança de impermeabilização, sistema auxiliar de injeção incorporado.

Túneis rodoviários e ferroviários em áreas urbanas sem permissão para alterar as condições das águas subterrâneas.

SISTEMA DE BETÃO IMPERMEÁVEL



Sika® White Box

- Escavação convencional (perfuração e explosão, etc.).
- Hard Rock TBM.

Túnel com revestimento duplo:

- Revestimento primário: betão projetado.
- Revestimento secundário: Betão.

Sistema Sika White Box: Betão impermeável com selagem estrutural de juntas.

Classe 2 (Seco a ligeiramente húmido).

Limitada, dependendo da qualidade do betão.

Média.

Capacidade de ponte de fissuras:	n.a.
Permeabilidade ao vapor de água:	+
Resistência química:	+
Barreira contra gases:	+

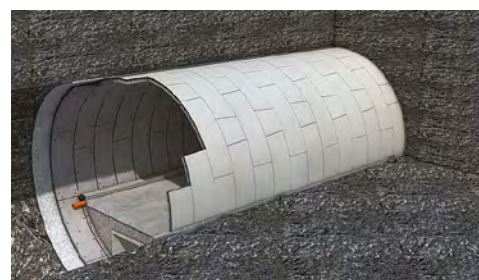
- Injeção de fissuras
- Injeção de juntas

Betonagem controlada em obra:
Cofragem, compactação, cura.
Espessura de fissuras limitada a 0,2 mm (máx.).

Impermeabilização integrada, impermeabilização limitada em todas as juntas.

Túneis metropolitanos, rodoviários e ferroviários com pressão hidrostática limitada.

REVESTIMENTO SEGMENTADO



Sikagard®

- Shield TBM.

Túnel com revestimento simples:

- Revestimento primário: segmentos de tubos.

Segmentos pré-fabricados impermeáveis, selagem de juntas com perfis EPDM.

Classe 2 (Seco a ligeiramente húmido).

Baixa a elevada, dependendo da qualidade do betão e do revestimento de proteção dos segmentos.

Média-Alta.

Capacidade de ponte de fissuras:	n.a.
Permeabilidade ao vapor de água:	n.a.
Resistência química:	++
Barreira contra gases:	+

- Injeção de fissuras
- Injeção de juntas

Produção de segmentos em ambiente controlado de acordo com condições de fábrica, composição de betão de elevada qualidade.

Impermeabilização incorporada através de um processo industrializado de segmentos de fábrica.

Túneis metropolitanos, ferroviários e rodoviários.

GUIA DE SELEÇÃO DE SISTEMAS PARA TÚNEIS A CÉU ABERTO

SISTEMAS FLEXÍVEIS

SISTEMA DE MEMBRANAS COMPARTIMENTADAS



Solução Sika

Método de escavação

Água subterrânea

Tecnologias de impermeabilização

Grau de impermeabilização

Proteção do betão

Durabilidade/Fiabilidade

Características de desempenho

Reparação em caso de danos

Condições de aplicação

Vantagens

Utilizações comuns

Sikaplan®

Pré-aplicado sobre o betão de limpeza ou suporte temporário.

Água de percolação ou sob pressão hidrostática.

Sistema de membrana de PVC ou FPO, compartimentada e com possibilidade de injeção integrada. Aplicação de membrana numa ou duas camadas.

Completamente seca.

Muito alta.

Muito alta.

Capacidade de ponte de fissuras:	+++
Permeabilidade ao vapor de água:	+++
Resistência química:	+++
Barreira contra gases:	+++

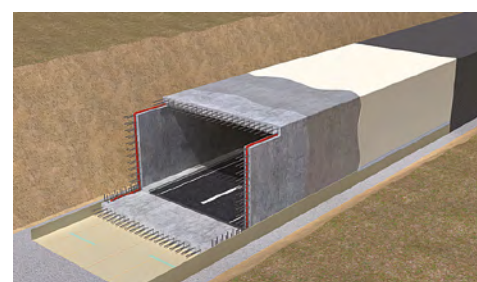
- Injeção de compartimentos com infiltração, através de mangueiras incorporadas na estrutura.

Sem requisitos especiais.

Elevada segurança de impermeabilização.
Sistema auxiliar incorporado.
Elevada durabilidade.

Estações, túneis metropolitanos, rodoviários e ferroviários.

MEMBRANAS LÍQUIDAS



Sikalastic®

Pós-aplicado sobre betão estrutural.

Água de percolação ou sob pressão hidrostática.

Membranas líquidas reativas, bi-componentes à base de poliuretano e poliureia.

Seco a ligeiramente húmido.

Alta.

Alta.

Capacidade de ponte de fissuras:	+++
Permeabilidade ao vapor de água:	++
Resistência química:	+++
Barreira contra gases:	++

- Injeção de fissuras.
- Injeção de solo.

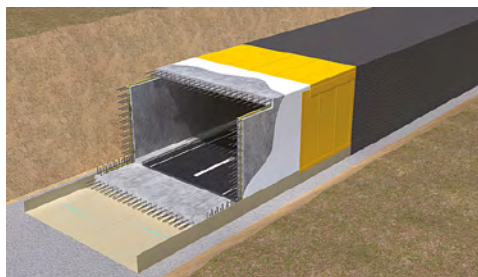
Preparação da base (primário) necessária antes da aplicação da membrana.
É obrigatório o controlo do ponto de orvalho em obra.

Adequado a geometrias complexas, sem juntas, cura rápida, totalmente aderido.

Muros de contenção, coberturas de estações.

SISTEMAS RÍGIDOS

MEMBRANAS TOTALMENTE ADERIDAS



SikaProof®

Pré- e pós-aplicados sob e sobre betão estrutural, respectivamente.

Água de percolação ou sob pressão hidrostática.

Sistemas de membranas em FPO totalmente aderidos, aplicados a frio.

Seco a ligeiramente húmido.

Alta.

Alta (para membranas à base de polímeros).
Média (para membranas bituminosas).

Capacidade de ponte de fissuras:	++
Permeabilidade ao vapor de água:	++
Resistência química:	++
Barreira contra gases:	+

- Injeção de fissuras.
- Injeção de solo.

Preparação da base e aplicação de primário antes da aplicação da membrana.

Rápido e fácil de aplicar.

Estações, túneis de evacuação, travessias pedonais, estruturas com requisitos limitados em relação a estanqueidade e durabilidade.

BETÃO IMPERMEÁVEL



Sika® White Box

Impermeabilização integral.

Água de percolação ou sob pressão hidrostática.

Sistema Sika White Box. Betão impermeável em conjunto com projeto de estruturas.

Húmido.

Limitada, dependendo da qualidade do betão.

Média.

Capacidade de ponte de fissuras:	n.a.
Permeabilidade ao vapor de água:	n.a.
Resistência química:	+
Barreira contra gases:	n.a.

- Injeção de fissuras.
- Injeção de solo.

Exigência de controlo de betonagem *in situ*: vazamento, compactação e cura.

Económico, impermeabilização integrada, impermeabilização limitada em todas as juntas.

Estações, túneis metropolitanos, rodoviários e ferroviários.

ARGAMASSAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO



SikaTop® / SikaCem®

Pós-aplicados sobre betão estrutural.

Água de percolação.

Revestimento cimentício.

Húmido a molhado.

Limitada.

Baixa.

Capacidade de ponte de fissuras:	+
Permeabilidade ao vapor de água:	n.a.
Resistência química:	n.a.
Barreira contra gases:	n.a.

- Injeção de fissuras.
- Injeção de solo.

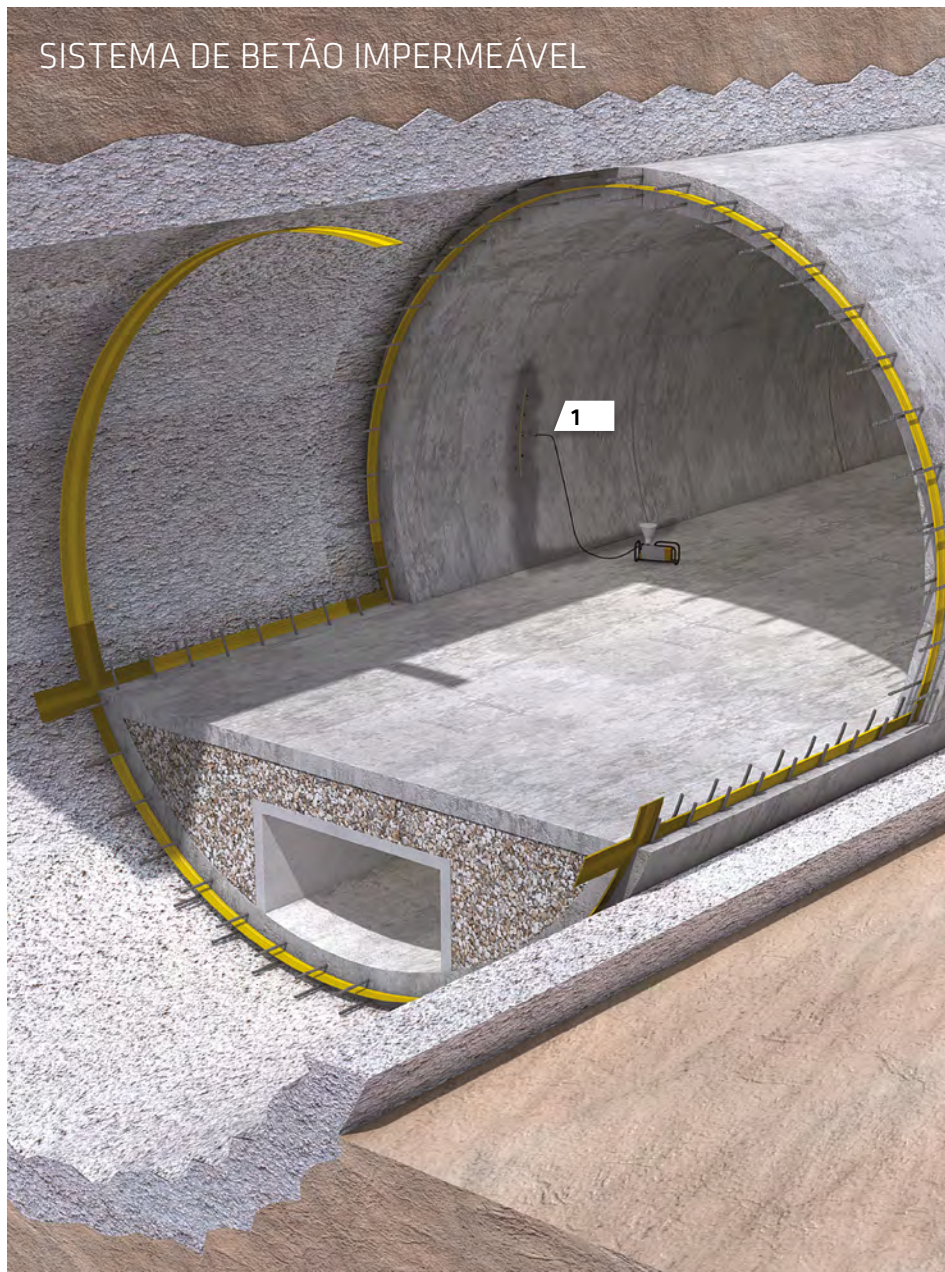
Sem requisitos especiais.

Muito económico.
Simples e rápido de aplicar.
Não é necessário um aplicador especializado.

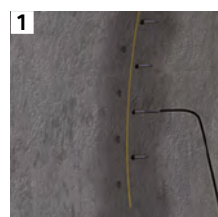
Túneis de evacuação, travessias pedonais, estruturas sem requisitos ou com requisitos limitados em relação a estanqueidade.

SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO COM INJEÇÕES

SISTEMA DE BETÃO IMPERMEÁVEL



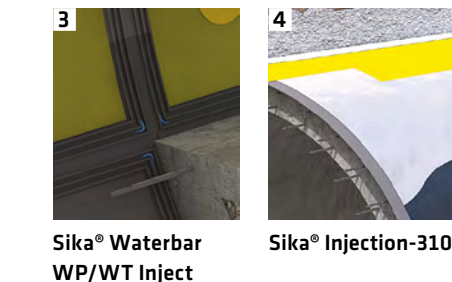
SISTEMA DE MEMBRANAS COMPACTADAS



Sika® Injection-101 RC
Sika® Injection-201 CE
Sika® Injection-307



Sikaplan® WP/WT
control sockets



SIKA® - O LÍDER GLOBAL EM IMPERMEABILIZAÇÃO ESTRUTURAL

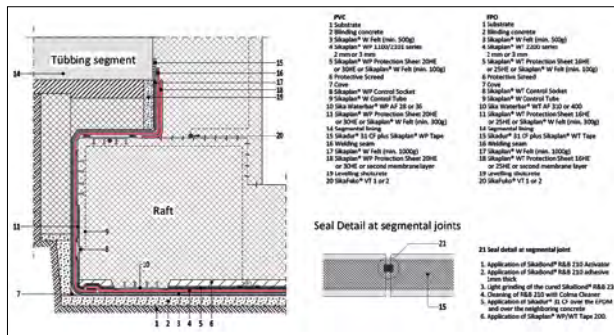
A SIKA® FORNECE UMA VASTA GAMA de soluções alternativas de impermeabilização para diferentes requisitos em túneis novos ou reabilitação. Com mais de 100 anos de experiência em impermeabilização estrutural, a Sika® é o parceiro confiável para todas as partes envolvidas em cada projeto. As soluções inovadoras de impermeabilização Sika, que incluem sistemas rígidos e flexíveis, criam valor acrescentado para os clientes todos os dias e são o principal impulsionador para o nosso sucesso global e uma das razões principais pelas quais a Sika® é o número um em Impermeabilização Estrutural. Estando presente em todo o mundo, localmente em mais de 100 países. A Sika® está idealmente posicionada para oferecer apoio aos seus clientes em todos os lugares, desde o projeto inicial até à instalação bem-sucedida e conclusão da obra.

APOIO AO PROJETO



- Seleção do conceito adequado e soluções de sistema
- Composição e controlo do betão
- Detalhes de engenharia, soluções personalizadas
- Custo/Desempenho

APOIO À ESPECIFICAÇÃO



- Especificações, Método de Aplicação, Mapa de Quantidades
- Desenho de pormenor (CAD + BIM)

APOIO EM OBRA



- Formação para aplicação em obra
- Resolução de problemas
- Procedimentos de controlo de qualidade
- Controlo de qualidade do betão



- Manuais de manutenção
- Sistemas de reabilitação
- Documentação de reparação e reabilitação
- Visitas em obra e propostas técnicas de reabilitação

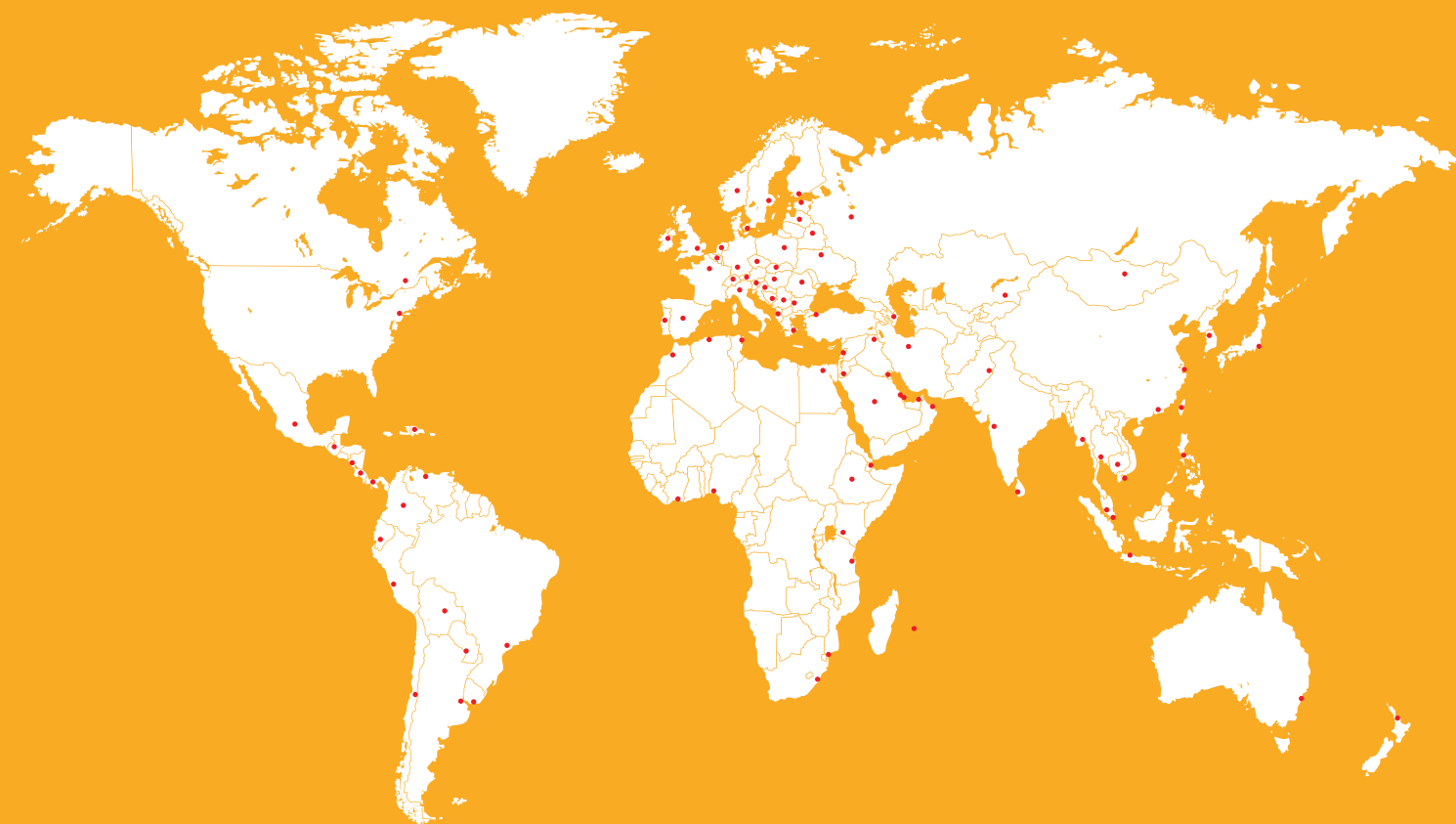


... E AGORA

125 anos após a conclusão do primeiro túnel ferroviário dos Alpes, o novo túnel Gotthard foi construído, a uma altitude de apenas 550 m acima da cota do mar, permitindo uma ligação plana de norte a sul, sem inclinação, reduzindo o tempo de deslocação e aumentando a capacidade de transporte.

A construção do túnel de dupla secção com 57 km de comprimento começou no ano 2000 e levou 15 anos até à sua conclusão. A Sika®, com uma experiência de mais de 100 anos em impermeabilização de túneis, forneceu todo o sistema de impermeabilização com membranas sintéticas Sikaplan® WP à base de PVC-P e Sikaplan® WT à base de FPO.

PRESENÇA MUNDIAL COM PARCEIROS LOCAIS



São aplicáveis as condições gerais de venda mais recentes.

Consulte a ficha do produto em vigor antes de qualquer utilização e processamento.

SIKA PORTUGAL, S.A.
Rua de Santarém, 113
4400-292 V. N. Gaia - Portugal
info@pt.sika.com - www.sika.pt

A CONSTRUIR CONFIANÇA

