



Ponte da Arrábida

REPARAÇÃO E PROTEÇÃO DE BETÃO

31-03-2021, PEDRO AZEVEDO

SIKA PORTUGAL, S.A. / TMM ENGINEER REFURBISHMENT

BUILDING TRUST



AGENDA

- 1 NP EN 1504**
- 2 DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO**
- 3 AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS E ERROS DE EXECUÇÃO SEGUNDO A NP EN 1504**
- 4 SISTEMA DE PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE SEGUNDO A NP EN 1504**
- 5 SISTEMAS DE REPARAÇÃO DE BETÃO ESTRUTURAL E NÃO ESTRUTURAL SEGUNDO A NP EN 1504**
- 6 SISTEMAS DE PROTEÇÃO DE BETÃO SEGUNDO A NP EN 1504**

1. PRINCÍPIOS DA NP EN 1504

A norma europeia EN 1504

A norma europeia EN 1504 é composta por 10 partes.

Nestes documentos definem-se os requisitos dos produtos para reparação e protecção do betão. O controlo de qualidade na produção dos materiais e a execução dos trabalhos em obra fazem também parte desta norma.

EN 1504 – 1 Descreve os termos e definições contidos na norma

EN 1504 – 2 Fornece especificações para os produtos/sistemas de protecção superficial do betão

EN 1504 – 3 Fornece especificações para reparação estrutural e não estrutural

EN 1504 – 4 Fornece especificações para colagem estrutural

EN 1504 – 5 Fornece especificações para injecções em betão

EN 1504 – 6 Fornece especificações para ancoragem de armaduras

EN 1504 – 7 Fornece especificações para a protecção anticorrosiva de armaduras

EN 1504 – 8 Descreve o controlo de qualidade e a avaliação de conformidade das empresas produtoras

EN 1504 – 9 Define os princípios gerais para a utilização de produtos e sistemas na reparação e protecção de betão

EN 1504 – 10 Fornece informação sobre a aplicação dos produtos em obra e controlo de qualidade dos trabalhos

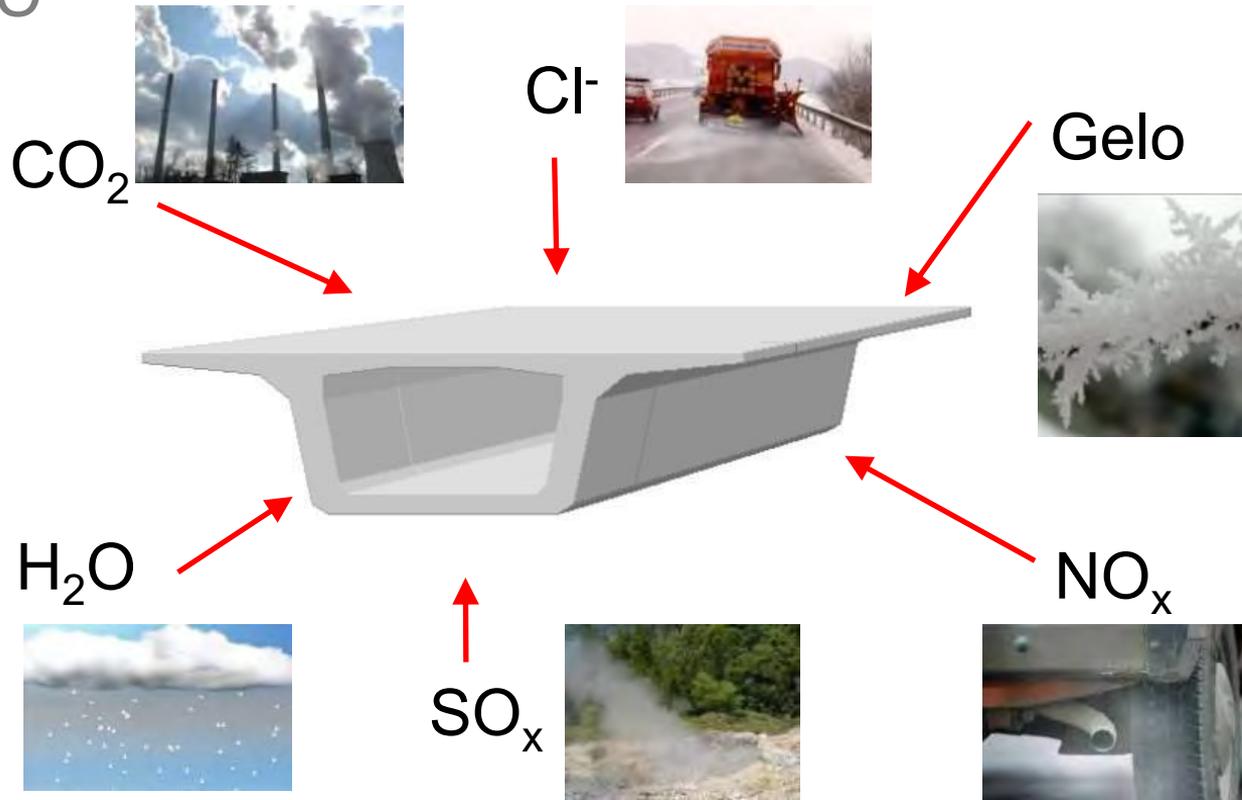


Esta norma será um auxiliar para donos de obra, projectistas e empreiteiros que pretendam intervenções de sucesso na reparação e protecção de todos os tipos de estruturas de betão.

2. ENVELHECIMENTO DE ESTRUTURAS DE BETÃO

DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO

EXPOSIÇÃO



3. AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS E ERROS DE EXECUÇÃO SEGUNDO A NP EN 1504



DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO

CORROSÃO

Ataque químico

Carbonatação

Ácidos

Contaminantes corrosivos

Cloretos

Corrente elétrica



DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO

CONDIÇÕES PARA A CORROSÃO DO AÇO DO BETÃO

FASE 1

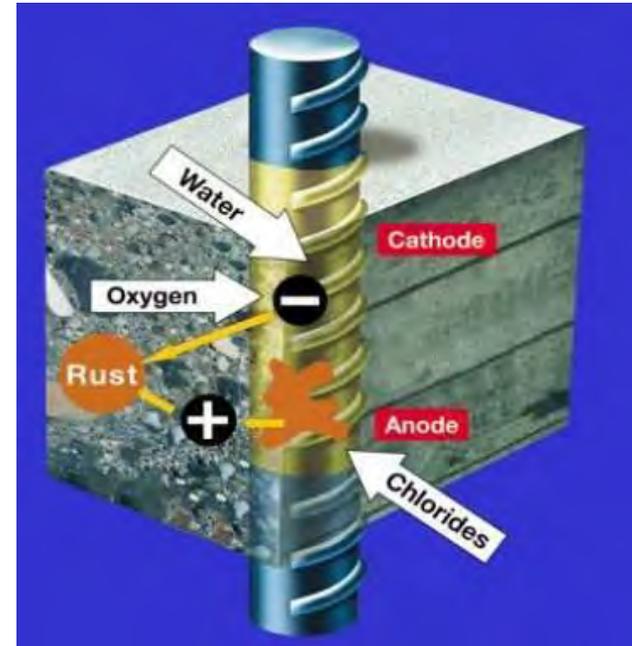
Decomposição da camada protetora

- Por carbonatação
- Por cloretos

FASE 2

Início do processo electroquímico

- Eletrólito (matriz do betão húmido)
- Anódo
- Cátodo



DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO

O RESULTADO DA CORROSÃO DO AÇO NO BETÃO

O volume do produto da corrosão é de aprox. 2,5 vezes maior do que o aço inicial → fissuração na camada de recobrimento → delaminação !



3. AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS E ERROS DE EXECUÇÃO SEGUNDO A NP EN 1504



FATORES QUE PROVOCAM CORROSÃO NO AÇO



- **Camada de recobrimento**
- **Qualidade do betão**
- **As condições de serviço, ex. cloretos**
- **Húmidade (50-70%), salpicos de água**

CORROSÃO DEVIDO À CARBONATAÇÃO DO BETÃO



Destacamento do betão

Armaduras corroidas

Pouco Recobrimento

Redução de secção útil da armadura: prox. 0,02 a 0,2 mm por ano

CORROSÃO DEVIDO AOS CLORETOS

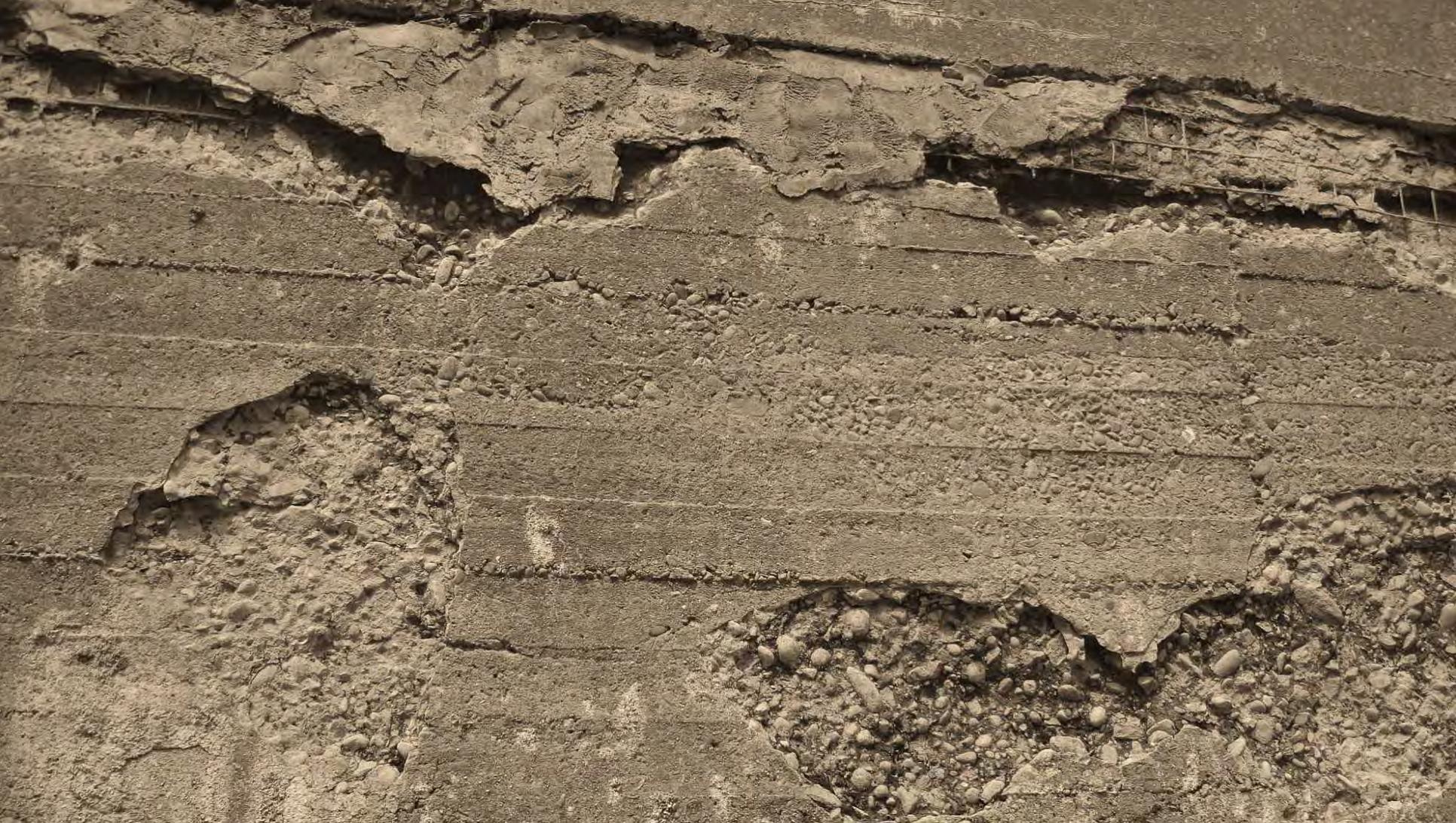


Corrosão localizada

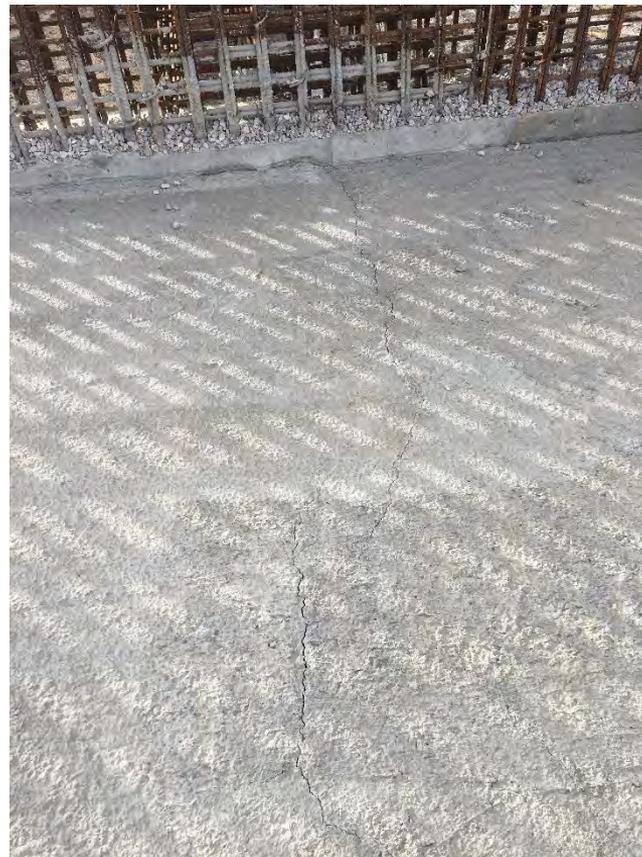
Sal dissolvido (cloretos)

Redução de secção da armadura: prox. 1 a 10 mm por ano!!

ERROS DE EXECUÇÃO



ERROS DE EXECUÇÃO



ERROS DE EXECUÇÃO



ERROS DE EXECUÇÃO



ERROS DE EXECUÇÃO



4. SISTEMA DE PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE SEGUNDO A NP EN 1504 MÉTODOS DE REPARAÇÃO DE BETÃO PREPARAÇÃO DA BASE E APLICAÇÃO

EQUIPAMENTOS

SIKAGROUT® • SIKA® MONOTOP® • SIKAREP®



EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA



- ✓ Usar equipamento de segurança apropriado.
- ✓ Cumprir as normas de segurança.

Trabalhe com
Segurança!

EQUIPAMENTOS DE MISTURA

Utilizar equipamento profissional para a mistura de SikaGrout®.



Misturador monocomando com pá para pequenas quantidades



Misturador duplo com pás para pequenas médias quantidades



Misturador de panela de ação forçada para grandes quantidades

EQUIPAMENTOS PARA APLICAÇÃO

Utilizar equipamento sem circuito de projeção.



MÉTODOS DE REPARAÇÃO DE BETÃO

PREPARAÇÃO DA BASE E APLICAÇÃO

REPARAÇÃO DE BETÃO

8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

1. PREPARAÇÃO DA BASE



	Limpeza	Desgaste	Remoção
Martelo e ponteira			X
Martelo perfurador		X	X
Granalha de aço	X	X	
Jato de água com baixa pressão (máx. 180 bar)	X		
Jato de água com alta pressão (máx. 600 bar)		X	
Jato de água com muito alta pressão (máx. 1100 bar)			X

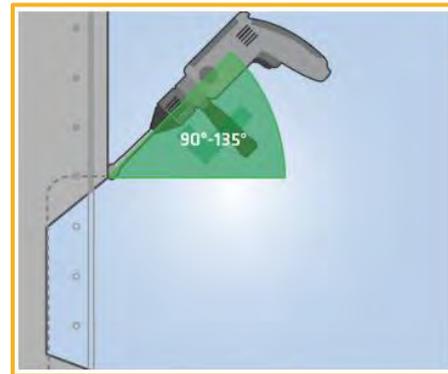
REPARAÇÃO DE BETÃO

8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

1. PREPARAÇÃO DA BASE



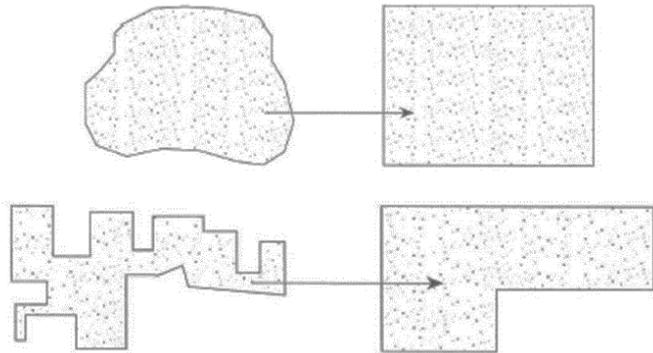
- ✓ Remoção >15 mm atrás das armaduras
- ✓ Superfície rugosa (min. 2 mm)
- ✓ Ângulos de corte > 90° a 135°



REPARAÇÃO DE BETÃO

8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

1. PREPARAÇÃO DA BASE



- ✓ Formas retangulares
- ✓ Minimizar os cantos reentrantes

REPARAÇÃO DE BETÃO

8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

2. LIMPEZA DAS ARMADURAS

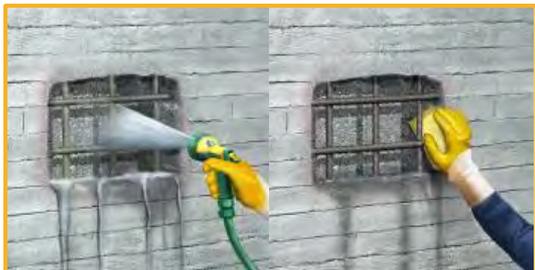


- ✓ As armaduras devem estar completamente limpas e isentas de ferrugem, camadas de descasque
- ✓ Toda a circunferência da barra deve ser uniformemente limpa

REPARAÇÃO DE BETÃO

8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

3. SATURAÇÃO PRÉVIA DA BASE



- ✓ A base de betão deverá ser saturada com água limpa e baixa pressão no mínimo 2 horas antes da aplicação
- ✓ A superfície não deverá estar seca antes da aplicação
- ✓ Imediatamente antes da aplicação, remover o excesso de água
- ✓ A superfície deve ter um aspeto mate sem água empoçada

REPARAÇÃO DE BETÃO

8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

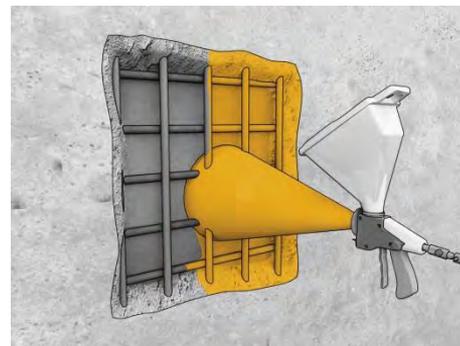
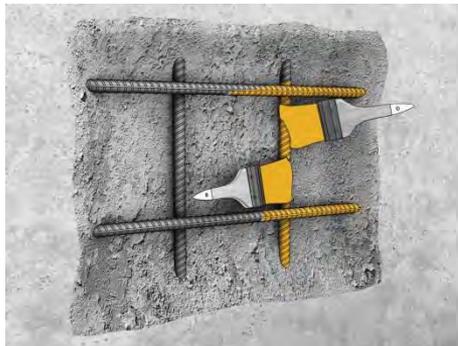
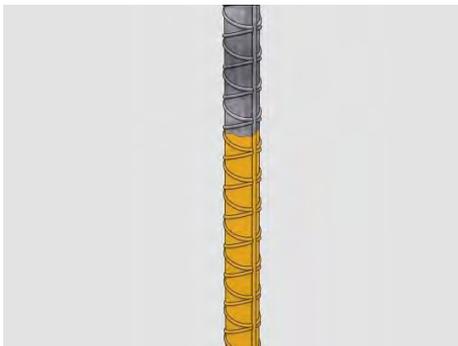
4. APLICAÇÃO REVESTIMENTO ANTICORROSIVO E COMO AGENTE DE ADERÊNCIA



- ✓ Aplicar o produto em toda a superfície da barra em duas camadas
- ✓ Aguardar que a primeira camada esteja seca antes de aplicar a segunda camada
- ✓ Utilizar, se necessário, um espelho para verificar a zona posterior da armadura e garantir o revestimento na sua totalidade

REPARAÇÃO DE BETÃO

PROTEÇÃO ANTICORROSIVA E PROMOTOR DE ADERÊNCIA



SikaTop® Armatec®-110 EpoCem®

- ✓ Cimento e resina de epoxi modificada
- ✓ Fornecido em três componentes
- ✓ Agente de aderência e como proteção anticorrosiva



Sika® MonoTop®-910 S

- ✓ À base de cimento
- ✓ Monocomponente
- ✓ Agente de aderência e como proteção anticorrosiva

Como promotores de aderência estrutural para todo tipo de argamassas!

REPARAÇÃO DE BETÃO

8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

5. REPERFILAMENTO DO BETÃO



- ✓ A argamassa de reparação deve ser pressionada firmemente na área de reparação
- ✓ Quando a espessura de reparação exceder o máximo permitido por camada da argamassa de reparação, deverão ser realizadas várias camadas
- ✓ A primeira camada deverá estar endurecida
- ✓ Garantir que a argamassa de reparação cobre todo o perímetro da armadura

REPARAÇÃO DE BETÃO

8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

5. REPERFILAMENTO DO BETÃO - APLICAÇÃO POR PROJEÇÃO



- ✓ As argamassas projetadas são geralmente aplicadas através de bico de projeção
- ✓ As mesmas recomendações de dosagem, camadas intermédias, etc, seguem de acordo com a aplicação manual

REPARAÇÃO DE BETÃO

8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

5. REPERFILAMENTO DO BETÃO - APLICAÇÃO POR VAZAMENTO



- ✓ As argamassas fluidas devem ser aplicadas o mais rapidamente possível na área preparada após a mistura
- ✓ As argamassas fluidas devem ser vazadas no período de 15 minutos para otimizar as propriedades de expansão do material
- ✓ Vazar o material **só** a partir de um lado da cofragem

REPARAÇÃO DE BETÃO

REPERAÇÃO ESTRUTURAL– MÉTODO DE APLICAÇÃO

TIXOTRÓPICAS



Fluidas



REPARAÇÃO ESTRUTURAL – APLICAÇÃO MANUAL OU PROJEÇÃO

Class e	Produto	Espessuras (mín/máx)	Resistências à compressão		Reparação EN 1504-3	Proteção EN 1504-2	Anticorrosã o EN 1504-7
			24 horas	28 dias			
R1	SikaRep-111	2 / 10 mm	----	15 MPa	✓	✗	✗
R2	SikaRep-2200 (2h pintar)	5 / 50 mm	8 MPa	17 MPa	✓	✗	✗
R3	SikaRep-2300	5 / 50 mm	12 MPa	25 MPa	✓	✗	✗
	Sika Monotop 612	5 / 30 mm	----	40 MPa	✓	✗	✗
	Sika Monotop 620	1,5 / 5 mm	9,5 MPa	43 MPa	✓	✗	✗
R4	SikaRep-2400	5 / 60 mm	20 MPa	50 MPa	✓	✗	✗
	Sika Monotop 412 S	6 / 50 mm	20 MPa	50 MPa	✓	✗	✗
	Sika Monotop-3130 Ultra Rapid	5 / 50 mm	20 MPa	50 MPa	✓	✗	✗
	Sika Monotop-4200 Multiflow	5 / 80 mm	20 MPa	50 MPa	✓	✗	✗
	Sika Monotop-4100 Protect	4 / 60 mm	15 MPa	50 MPa	✓	✓	✓

REPARAÇÃO ESTRUTURAL – APLICAÇÃO MANUAL OU PROJEÇÃO

Class e	Produto	Espessuras (mín/máx)	Resistências à compressão		Reparação EN 1504-3	Proteção EN 1504-2	Anticorrosão EN 1504-7
			24 horas	28 dias			
R4	SikaRep 434*	6 / 150 mm	6,5 MPa	60 MPa	✓	✗	✗
	SikaGrout-340	10/ 300 mm	50 MPa	> 95 N MPa	✓	✗	✗

* O SikaRep-434, quando adicionado com o SikaRep 512, pode ser aplicado até 150 mm por camada (2:1).



REPARAÇÃO DE BETÃO

8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

6. BARRAMENTO DE REGULARIZAÇÃO



- ✓ Selar toda porosidade e regularizar
- ✓ Restaurar durabilidade
- ✓ Controlo da humidade
- ✓ Aumento da resistência física
- ✓ Preservação ou Aumento da resistividade

REPARAÇÃO DE BETÃO

ARGAMASSAS DE REGULARIZAÇÃO – MÉTODO DE APLICAÇÃO

TIXOTRÓPICAS



REPARAÇÃO DE BETÃO

ARGAMASSAS DE REGULARIZAÇÃO - TIXOTRÓPICAS

Classe [EN 1504-3]	Produto	Espessuras (mín/máx)	Inibidores corrosão	Nº de comp.	Tipo de ligante	Rapidez endur.	Aplicação
R1	SikaRep-111	2 – 10 mm	Não	1	Cimento Portland	Não	Manual / Projeção
R3	Sika Monotop-620	2 - 5 mm	Não	1	Cimento Portland	Não	Manual / Projeção
R4	Sikagard-720 EpoCem	0,5 - 3 mm	Não	3	Epoxi + Cimento Portland	Não	Manual / Projeção

REPARAÇÃO DE BETÃO

8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

7. REVESTIMENTO DE PROTEÇÃO - PRIMÁRIO

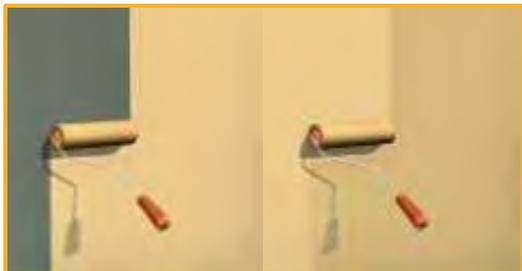


- ✓ Como primário promotor de aderência:
 - Sobre betão poroso ou muito denso (GRC)
 - Sobre bases minerais absorventes.

REPARAÇÃO DE BETÃO

8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

8. REVESTIMENTO DE PROTEÇÃO - REVESTIMENTO



- ✓ Protege o betão das influências atmosféricas agressivas, que penetram no betão em forma de sais ou gases.
- ✓ Elevada resistência à difusão de CO₂, reduzindo o efeito da carbonatação.
- ✓ A permeabilidade ao vapor de água não é afetada.
- ✓ O revestimento reduz a deposição de sujidade e favorece o efeito de autolimpeza das superfícies

5. PROTEÇÃO DE BETÃO



Centro Comercial
Colombo - Lisboa



Ponte Arrábida - Porto

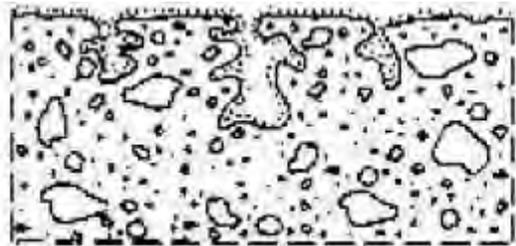
Centro Comercial
Mar Shopping
- Matosinhos



Viaduto Avenida 25
de Abril - Porto

PROTEÇÃO DE BETÃO

CLASSIFICAÇÃO



Impregnação hidrofóbica

Repelentes de água

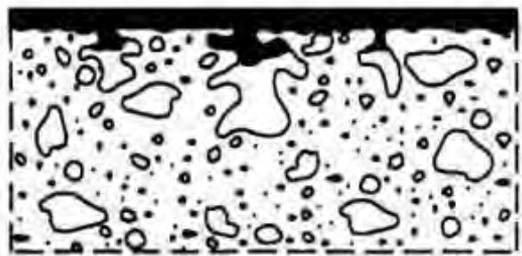
Poros revestidos internamente, mas não preenchidos



Impregnação

Reduzir a porosidade da superfície

Poros parcialmente ou totalmente preenchido



Revestimentos

Camada contínua protetora da superfície

PROTEÇÃO DE BETÃO

IMPREGNAÇÕES HIDROFÓBICAS



Aumenta a durabilidade!

- ✓ Superfície invisível repelente de água
- ✓ Mantém a água para fora da estrutura
- ✓ Protege contra geadas
- ✓ Protege os sias de degelo
- ✓ Protege a entrada de cloretos

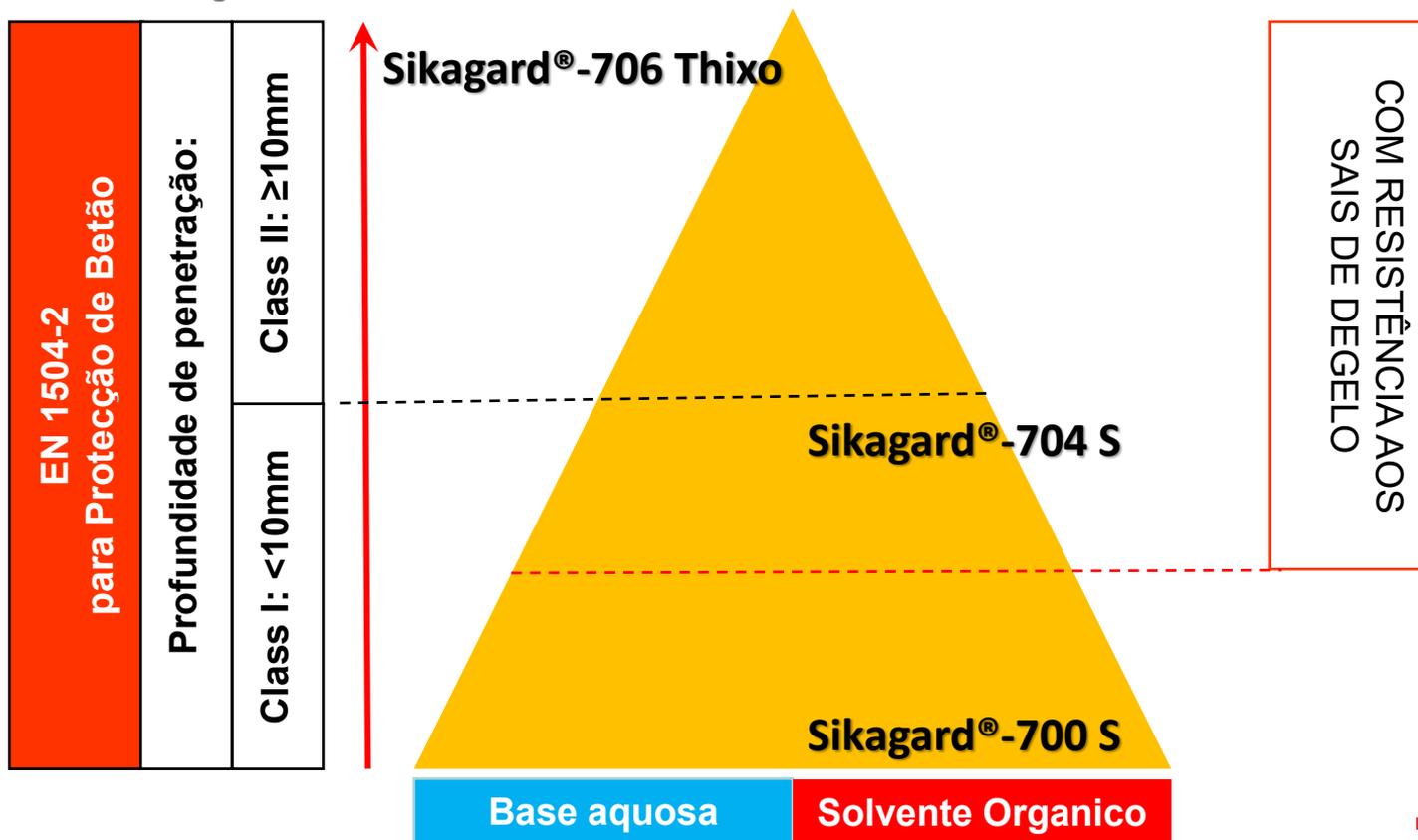
PROTEÇÃO DE BETÃO

IMPREGNAÇÕES HIDROFÓBICAS

Tipo de produto (Conteúdo ativo)	Profundidade de penetração em mm	Preferências de uso
Silano líquido (>99%) ou silano em gel (80%)	> 5mm	Máxima proteção em ambientes marítimos Proteção à corrosão e reação álcali-silica
Silanos/siloxanos (20 to 40%)	3-4 mm	Usos gerais em engenharia civil
Emulsão de silanos (20 to 40%)	2- 3 mm	Usos gerais em edifícios o como primários para revestimentos de proteção
Siloxanos base solvente ou aquosa (<10%)	< 1 mm (em betão) > 5mm alvenarias	Para alvenarias o substratos no alcalinos Para betão, usado como primário para revestimentos de proteção

PROTEÇÃO DE BETÃO

IMPREGNAÇÕES HIDROFÓBICAS



PROTEÇÃO DE BETÃO

IMPREGNAÇÕES E REVESTIMENTOS

Ponte de fissuras (para sistemas flexíveis ou elásticos)

^c Revestimentos rígidos são revestimentos com Shore D ≥ 60 de acordo com a EN ISO 868.

Quadro 6 – Condições de ensaio de acordo com a EN 1062-7 (Método A, abertura contínua da fissura)

Classe	Largura da fissura, mm	Velocidade de abertura da fissura, mm/min
A1	> 0,100	-
A2	> 0,250	0,05
A3	> 0,500	0,05
A4	> 1,250	0,5
A5	> 2,500	0,5

NOTA 1: Temperatura de ensaio recomendada para as classes A2 a A5: -10 °C (para a A1: 21°C).

Podem ser escolhidas outras temperaturas de ensaio por comum acordo entre as partes interessadas, como por exemplo, 10 °C, 0 °C, -20 °C, -30 °C, -40 °C

A temperatura de ensaio deve ser indicada entre parêntesis após a classe (por exemplo, A4 (-20 °C)).

Fonte: NP EN 1504-2 : 2006

SIKAGARD SERIE 500 E 600

EXTERIOR | PROTEÇÃO

BUILDING TRUST



PROTEÇÃO DE BETÃO

IMPREGNAÇÃO

Elasticidade ↑

Sikagard®-555 W Elastic (Classe A5)

Sikagard®-550 W Elastic

Sikagard®-670 W Elastocolor

Sikagard®-680 S

PROTEÇÃO DE BETÃO

SISTEMAS

■ Proteção da Pele:

✓ Creme de proteção solar
(→reflexão de radiação UV)



✓ Guarda-sol
(→para criar sombra)



✓ Roupas de protecção
(→ para cobrir a pele)



■ Protecção de Betão:

✓ Inibidores de Corrosão
(protecção das armaduras)



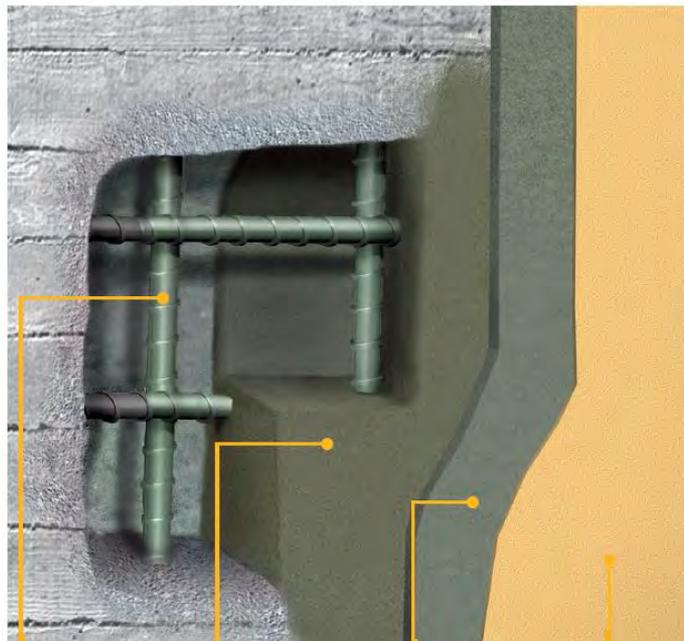
✓ A impregnação hidrofóbica
(repelente de água)



✓ Revestimento
(película de protecção)

REPARAÇÃO E PROTEÇÃO DE BETÃO

SISTEMA



Proteção anticorrosiva

Sika® Monotop®-910 S
SikaTop® Armatec® 110
EpoCem®

Argamassa de reparação

Sika® Monotop®-612, 412 S ou
4200 MultiFlow
SikaRep®-414 ou 434

Argamassa de reparação

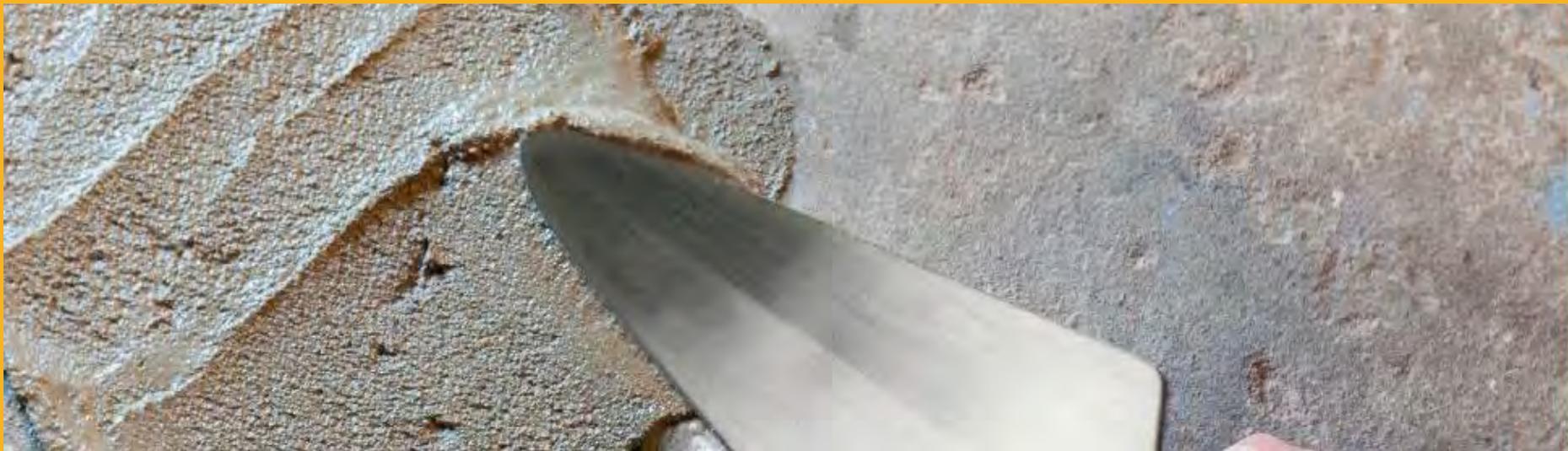
Sika® Monotop®-620
SikaRep®-111
Sikagard®-720 EpoCem®

Revestimento de proteção

Sikagard® (pinturas ou impregnações)

DOCUMENTOS DISPONÍVEIS

- ✓ Fichas de produtos
- ✓ Fichas de dados de segurança
- ✓ Declarações de desempenho
- ✓ Certificado e Controlo de Produção em fábrica
- ✓ Métodos de aplicação/Propostas Técnicas
- ✓ Brochuras



OBRIGADO PELA ATENÇÃO