

1º Curso de Engenharia Aplicada às Obras de Impermeabilização



1º Curso de Engenharia Aplicada às Obras de Impermeabilização

1º CURSO DE ENGENHARIA APLICADA ÀS OBRAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO – 2022 TRATAMENTO DE CONTENÇÕES - ESTANQUEIDADE DE SUBSOLOS PREVENTIVA E CORRETIVA

Engº Bruno Arrais



Engenheiro Bruno Arrais

- Acompanhamento e gerenciamento de obras de engenharia civil, com foco em geotecnia, mecânica dos solos, terraplenagem, patologias e impermeabilizações especiais.
- Engenheiro Civil atuando em obras de fundações e contenções com experiência nos setores de Assistência técnica de contenções, Lama Bentonítica (Estacas Escavadas e Parede Diafragma com ou sem hidrofresa), Estaca Hélice Contínua, Tirantes e Estaca Raiz.
- Com a **VIBES Engenharia** atuo no ramo de tratamento de contenções e subsolos, patologias, proteção de substrato e impermeabilizações especiais atendendo as principais construtoras do país. (www.vibesengenharia.com.br)

Panorama - Patologias e tratamentos em obras de contenções

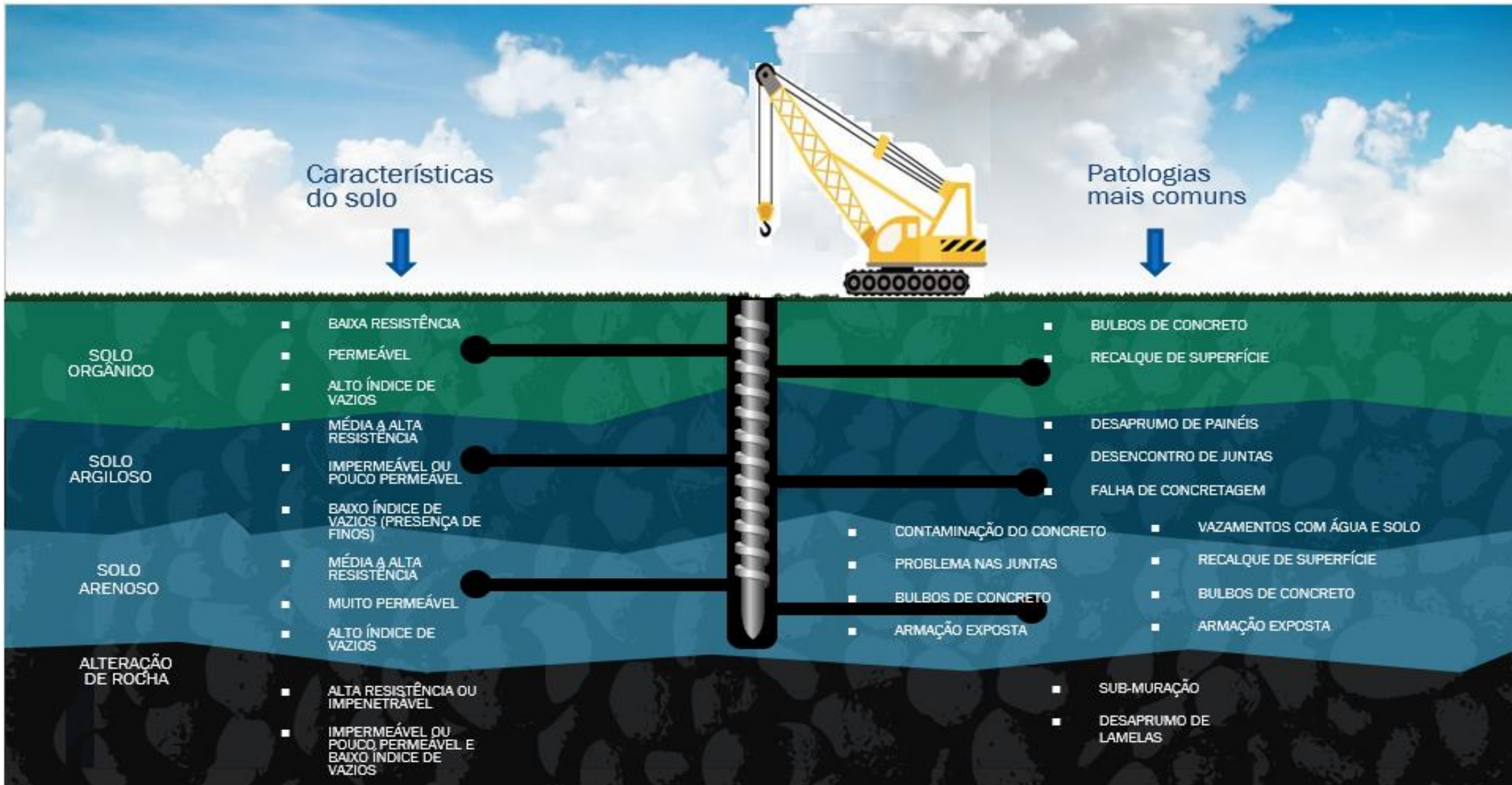
- Um dos maiores problemas relativos à manutenção de edifícios é a falta de conhecimento técnico sobre como fazê-la corretamente.(NOUR, 2003);
- Poucas referências bibliográficas sobre o tema. As existentes, não abordam as metodologias sobre prevenção e correção de patologias de forma objetiva. (ARRAIS, 2018);
- Em geral, tratam de maneira superficial ou inadequada;
- Alto custo de manutenção corretiva para construtoras e condomínios;
- 20% dos condomínios realizam manutenções em subsolos anualmente devido a vazamentos.

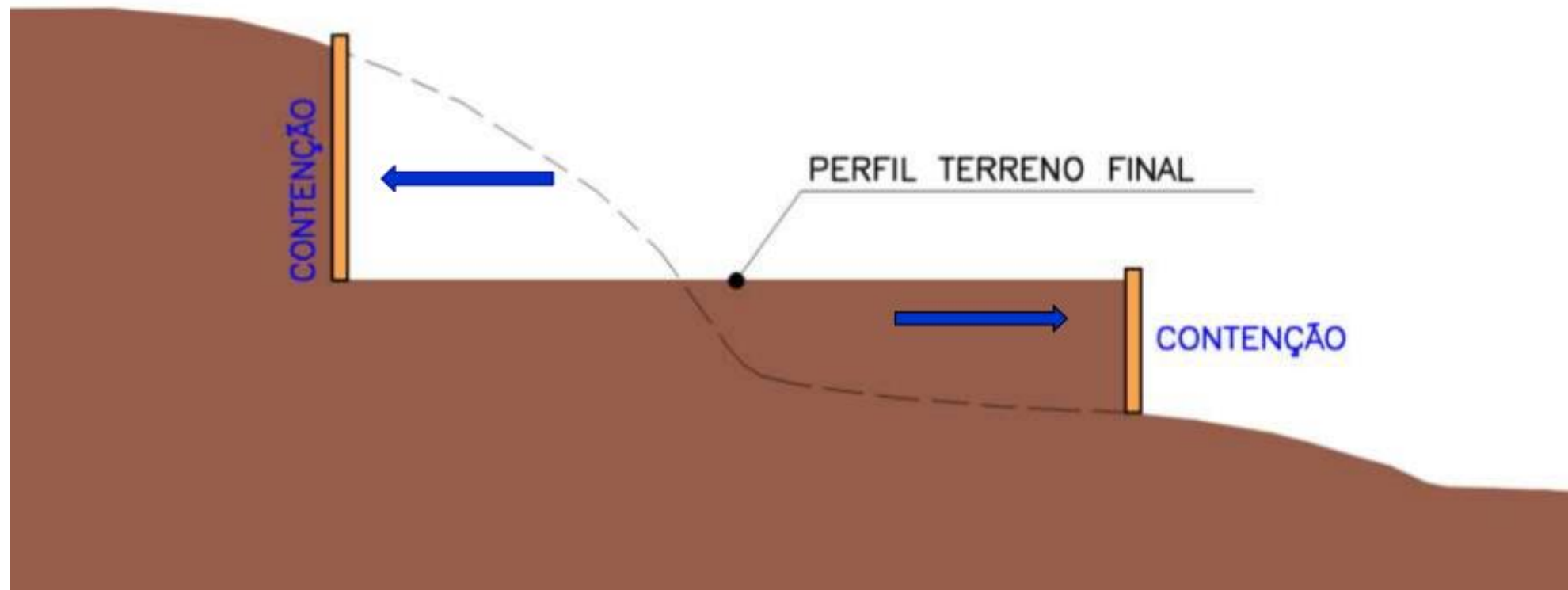
(fonte:<https://economia.estadao.com.br/blogs/radar-imobiliario/infiltracao-em-garagem-e-dor-de-cabeca-para-prédios>).

Abrangência

Cases de Obras – Manutenção Preventiva e Corretiva

- ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO EM OBRAS CIVIS
 - PERFIL METÁLICO PRANCHEADO
 - PAREDE DIAFRAGMA e TIRANTES
 - ESTACAS SECANTES OU JUSTAPOSTAS
 - CONCRETO PROJETADO e SOLO GRAMPEADO





PERFIL METÁLICO

Cases de Obras – Manutenção Preventiva e Corretiva

Patologias - Cases de Obras



1. Patologia

- Patologia em contenção de perfil metálico;
- Grande fluxo de Água e carreamento de material.



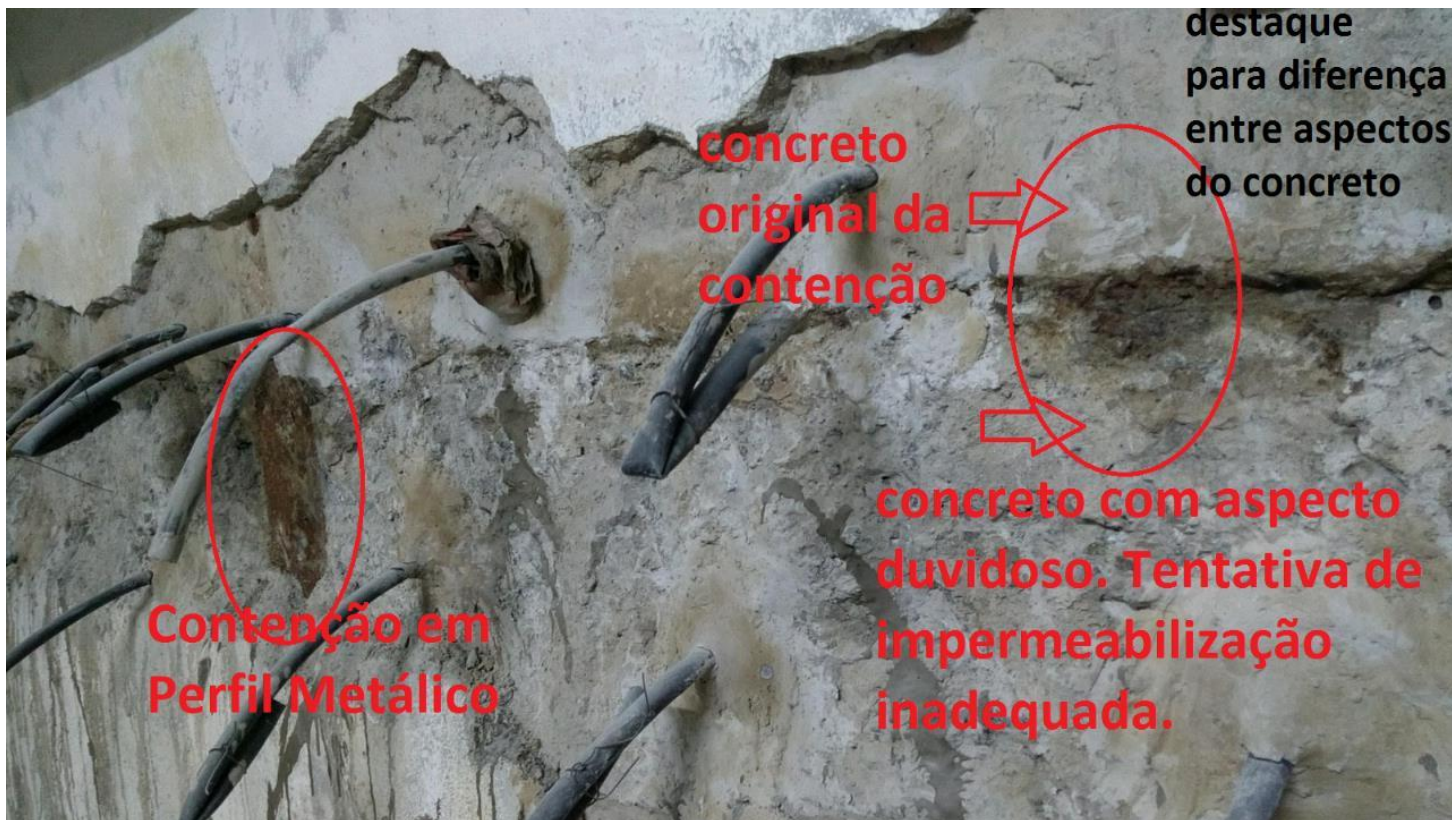
2. Patologia

- Patologia em contenção em perfil metálico;
- Engaste de viga na contenção, região propícia à infiltrações.



3. Patologia

- Patologia em contenção em perfil metálico;
- Canalização de tirante, forma errada de tratamento.



ANÁLISE

- Inspeção e verificação dos reparos feitos na contenção;
- Em sua maioria executada de forma errada gerando retrabalho e manutenção corretiva;
- Elevando o custo por falta de manutenção adequada.



AÇÃO DE TERAPIA

- Canalização da contenção e início da injeção de nata de cimento aditivada com cristalizante e redutor de retração



AÇÃO DE TERAPIA

- Tamponamento da canalização e verificação do comportamento da água.



AÇÃO DE TERAPIA

- Impermeabilização da área de contenção.



AÇÃO DE TERAPIA

- Reincidência de vazamento após impermeabilização e pintura, ponto com alto grau de dificuldade;
- Injeção de Gel PU - Elastômero de poliuretano flexível para selamento de trincas por injeção.



- Antes



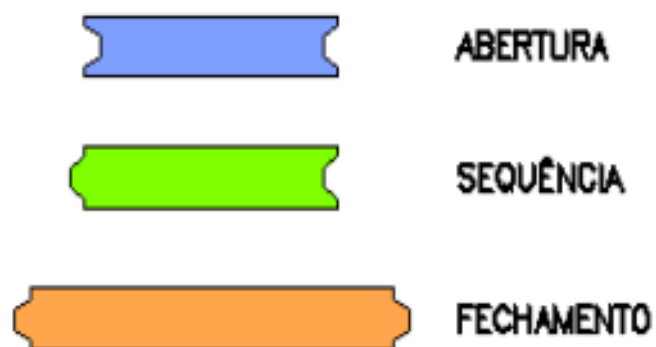
- Depois;
- 3 anos de obra entregue sem chamado de assistência técnica.

PAREDE DIAFRAGMA

Cases de Obras – Manutenção Preventiva e Corretiva

Patologias - Cases de Obras

Demonstrativo executivo para contenção em parede diafragma



Obra de contenção em parede diafragma





1. Patologia

- Patologia em contenção parede diafragma;
- Falha na concretagem, aço aparente, baixa qualidade da estrutura.



2. Patologia

- Patologia em contenção parede diafragma;
- Falha na concretagem, aço aparente, baixa qualidade da estrutura.



3. Patologia

- Vídeo;
- Patologia em contenção parede diafragma;
- Alto fluxo de água.



4. Patologia

- Patologia em contenção parede diafragma.
- Falha na concretagem, aço aparente, baixa qualidade da estrutura;
- Tirantes desprotendidos sem tamponamento prévio e definitivo.
- Alto fluxo de água.



5. Patologia

- Patologia em contenção parede diafragma.
- Fluxo intenso de água e carreamento de materias,
- Subsolo alagado impossibilitando atividades seguras.



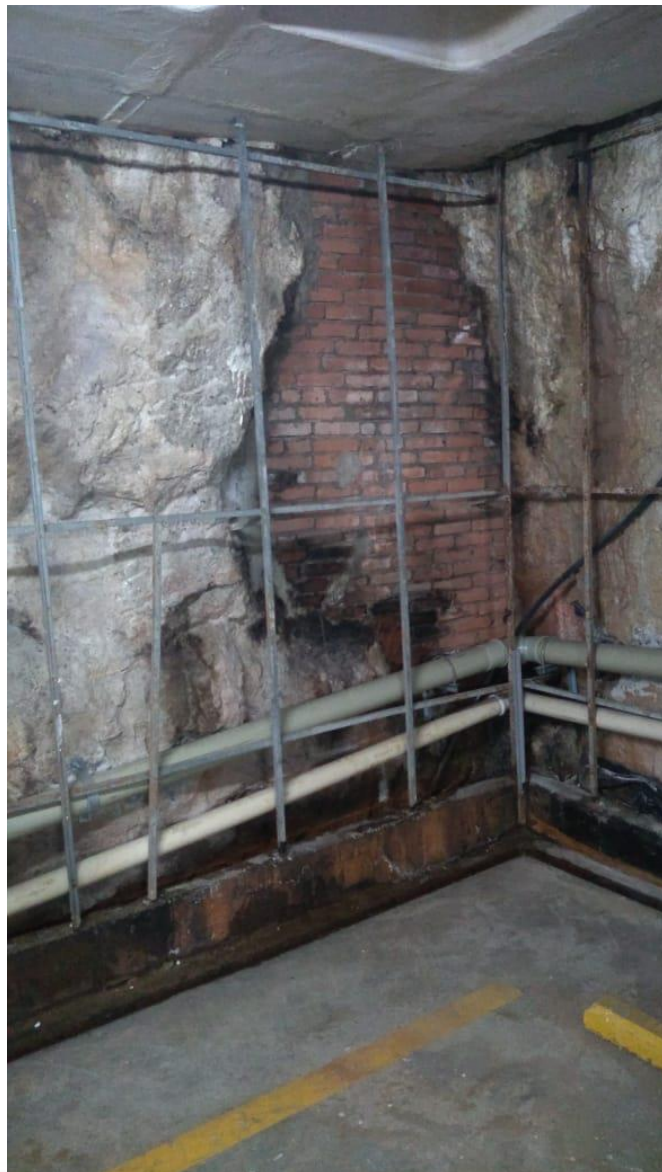
6. Patologia

- Patologia em contenção parede diafragma;
- Falha na concretagem, aço aparente, baixa qualidade da estrutura.



7. Patologia

- Vídeo;
- Patologia em contenção parede diafragma;
- Alto fluxo de água e carreamento de material;
- Recalque da superfície.



8. Patologia

- Patologia em contenção parede diafragma.
- Ausência de concreto. Manutenção realizada de forma errada com tijolo sem aço, sem resistência à empuxo negativo e permeável.



AÇÃO DE TERAPIA

- Local com Patologia recuperado;
- Realização de forma em série, injeção de nata de cimento ativada;
- Impermeabilização com polimericos e/ ou cristalizante.



AÇÃO DE TERAPIA

- Início do tratamento da contenção.
- Perfuração de modo que atravesse a espessura da contenção.
- Objetivo: Fixação das mangueiras de injeção nos pontos com predominância de umidade e fluxo de água.



AÇÃO DE TERAPIA

- Fixação das mangueiras de injeção nos pontos com predominância de umidade e fluxo de água.
- Objetivo: Canalizar a infiltração pelas mangueiras de injeção.



AÇÃO DE TERAPIA

- Injeção de nata de cimento aditivada.



AÇÃO DE TERAPIA

- Raspagem e remoção dos bulbos de concreto;
- Separação e remoção do entulho gerado;
- Objetivo: Trazer o concreto saudável à tona.



AÇÃO DE TERAPIA

- Apicoamento da estrutura, concreto saudável à tona.
- Bulbos removidos, parede aprumada.
- Objetivo: Receber impermeabilizante cristalizante.



AÇÃO DE TERAPIA

- Vídeo;
- Atividade de injeção de nata de cimento aditivada;
- Impermeabilização cristalizante pulverizada.



AÇÃO DE TERAPIA

- 3 dias de Hidratação do produto impermeabilizante.



AÇÃO DE TERAPIA

- Processo de cura e secagem do impermeabilizante cristalizante.
- Montagem da estrutura para parede de vedação.



AÇÃO DE TERAPIA

- Início da montagem da parede de vedação em PVC.
- Subsolos secos e impermeabilizados.

TIRANTES PROVISÓRIOS E DEFINITIVOS

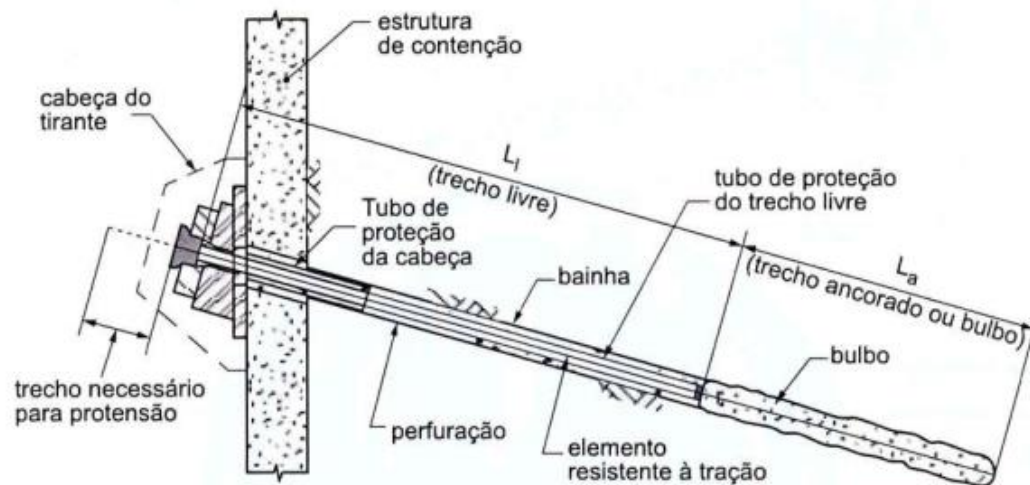
Cases de Obras – Manutenção Preventiva e Corretiva

Patologias - Cases de Obras

Características dos Tirantes

Anexo A (normativo)

Figuras características dos tirantes



Legenda

L_l comprimento do trecho livre ou comprimento livre

L_a comprimento do trecho ancorado ou comprimento ancorado ou do bulbo

Figura A.1 – Elementos básicos do tirante

- Figura A.1 - Elementos básicos do tirante;
- Anexo A (normativo) Figuras características dos tirantes;
- Norma brasileira ABNT NBR 5629 Tirantes ancorados no terreno – Projeto e execução, Terceira edição 25/10/2018.

Proteções contra corrosão

C.2 Sistema de proteções contra a corrosão

A caracterização dos sistemas de proteção contra a corrosão deve ser estabelecida no projeto. Os sistemas de proteções contra a corrosão a serem aplicados em todos os elementos dos tirantes devem seguir a Tabela C.1:

Tabela C.1 – Sistema de Proteção em função do meio e local

Vida útil de projeto	Meio ^a	Proteção		
		Cabeça	Trecho livre	Trecho ancorado
Provisório	Não agressivo	Calda de cimento	Calda de cimento	Calda de cimento
	Agressivo	Calda de cimento + 1 barreira	Calda de cimento + 1 barreira	Calda de cimento
Permanente	Não agressivo	Calda de cimento + 2 barreiras + Tubo protetor	Calda de cimento + 2 barreiras	Calda de cimento + 1 barreira
	Agressivo	Calda de cimento + 3 barreiras + Tubo protetor	Calda de cimento + 3 barreiras	Calda de cimento + 1 barreira

^a A referência de meio não agressivo é o critério pH > 6, podendo ser necessários outros critérios e ensaios, devidamente a ser prescritos no projeto.

- Tabela C.1 – Sistema de Proteção em Função do meio e local;
- C.2 – Sistema de proteção contra a corrosão;
- ^a A referência de meio não agressivo é o critério pH > 6;
- Norma brasileira ABNT NBR 5629 Tirantes ancorados no terreno – Projeto e execução, Terceira edição 25/10/2018.

Proteção da cabeça do tirante permanente

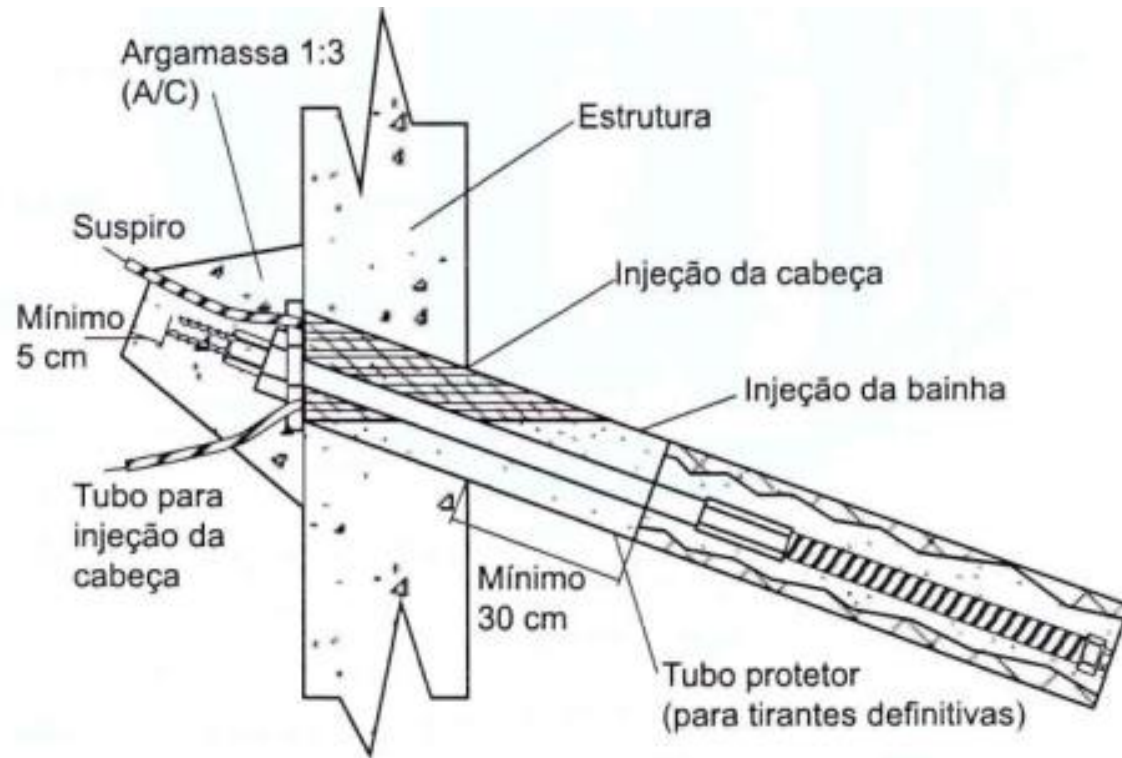


Figura C.1 – Proteção da cabeça do tirante permanente

- Figura C.1 – Proteção da cabeça do tirante permanente;
- Suspiro e tubo de injeção da cabeça;
- Norma brasileira ABNT NBR 5629 Tirantes ancorados no terreno – Projeto e execução, Terceira edição 25/10/2018.

Obra em parede diafragma atirantada, provisório





1. Patologia

- Patologia em tirante desprotendido;
- Carreamento de material e fluxo de água;
- Tratamento inadequado sem injeção de nata e tamponamento.



2. Patologia

- Patologia em tirante instalado;
- Tirante instalado com alto fluxo de água.



3. Patologia

- Patologia em tirante provisório protendido
- Tirante provisório com presença de água,
- Gotejamento.



4. Patologia

- Patologia: obra alagada
- Vista – Conteção em Parede diafragma atirantada com fluxo de água pelos tirantes.



5. Patologia

- Patologia: obra alagada
- Vista – Conteção em Parede diafragma atirantada com fluxo de água pelos tirantes.



6. Patologia

- Patologia tirante provisório protendido obra escavada
- Tirante provisório/ instalado com alto fluxo de água.



7. Patologia

- Vídeo;
- Alto fluxo de água pelo tirante na linha superior.
- Atrapalhando atividade e diminuindo a produtividade



8. Patologia

- Patologia: Obra alagada;
- Sem o tratamento correto dos tirantes;
- Impossibilitando atividades Segura e produtiva.



AÇÃO DE TERAPIA

- Início do tratamento tirantes provisórios;
- Se fez necessário a contratação de bombas de drenagem;
- Hora parada;
- Elevado custo para obra, não previsto.



AÇÃO DE TERAPIA

- Montagem de andaimes para tamponamento da linha de tirantes A.



AÇÃO DE TERAPIA

- Tirante provisório com fluxo de água;
- Tamponamento prévio de tirante



AÇÃO DE TERAPIA

- Tamponamento prévio de tirante provisório;



AÇÃO DE TERAPIA

- Tirantes provisórios tamponados e injetados.



AÇÃO DE TERAPIA

- Vista – Conteção em Parede diafragma atirantada com fluxo de água tratado, obra seca.



Desprotensão de tirante provisório.

Tirantes desprotendidos sem tratamento.





AÇÃO DE TERAPIA

- Tirante provisório desprotendido e tamponado.



AÇÃO DE TERAPIA

- Vista de tirantes desprotendidos e tamponados.

Tirante definitivo



1. Patologia

- Patologia em tirantes definitivos;
- Fluxo de água.



2. Patologia

- Patologia em tirantes definitivos;
- Fluxo de água, eflorescência.
- Tirantes sem injeção de nata



AÇÃO DE TERAPIA

- Vídeo;
- Perfuração para instalação de tubo para injeção de nada.



AÇÃO DE TERAPIA

- Vídeo;
- Injeção de nata de cimento;
- Tubo de injeção e suspiro



AÇÃO DE TERAPIA

- Tirante definitivo;
- Tratamento correto, injeção e impermeabilização.



AÇÃO DE TERAPIA

- Tirante definitivo;
- Tratamento correto, injeção e impermeabilização

ESTACAS SECANTES OU JUSTAPOSTAS e CONCRETO PROJETADO

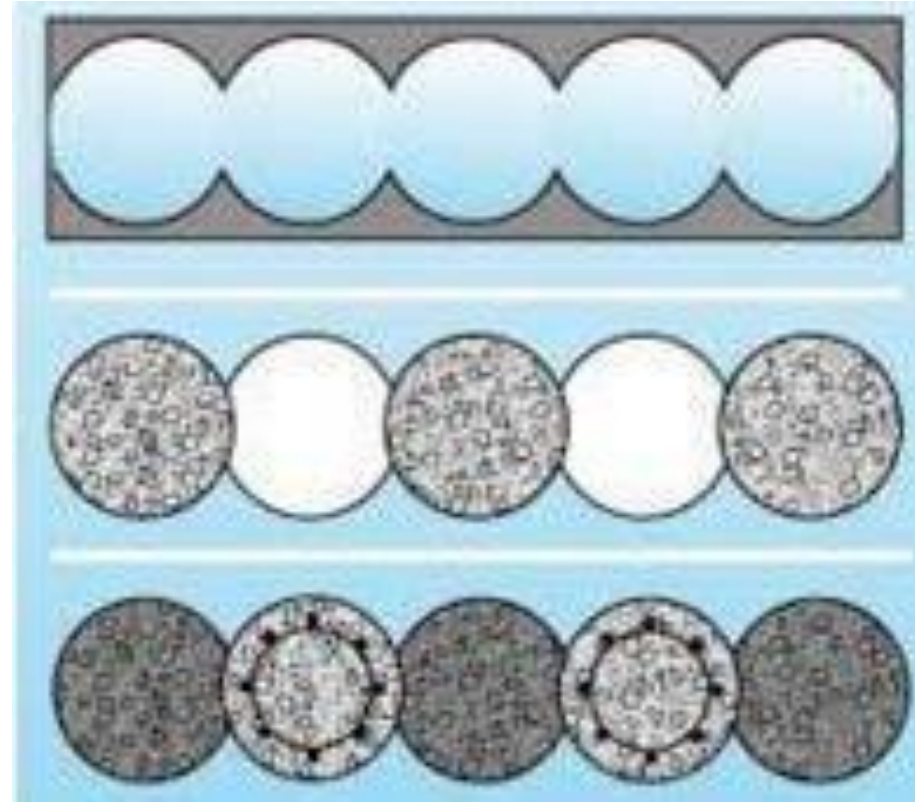
Cases de Obras – Manutenção Preventiva e Corretiva

Patologias - Cases de Obras



Contenção em estaca secante

- 1) Mureta Guia;
- 2) Estacas Primárias;
- 3) Estacas Fechamento;



- Demonstrativo executivo para contenção em estaca secante.

Obra em estacas escavadas com concreto projetado





1. Patologia

- Patologia em Obra de contenção em estacas raízes justa posta;
- Alto fluxo de água e carreamento de material.



2. Patologia

- Patologia em contenção justa posta com estaca raiz;
- Desaprumo de estacas;
- Alto fluxo de água e carreamento de material.



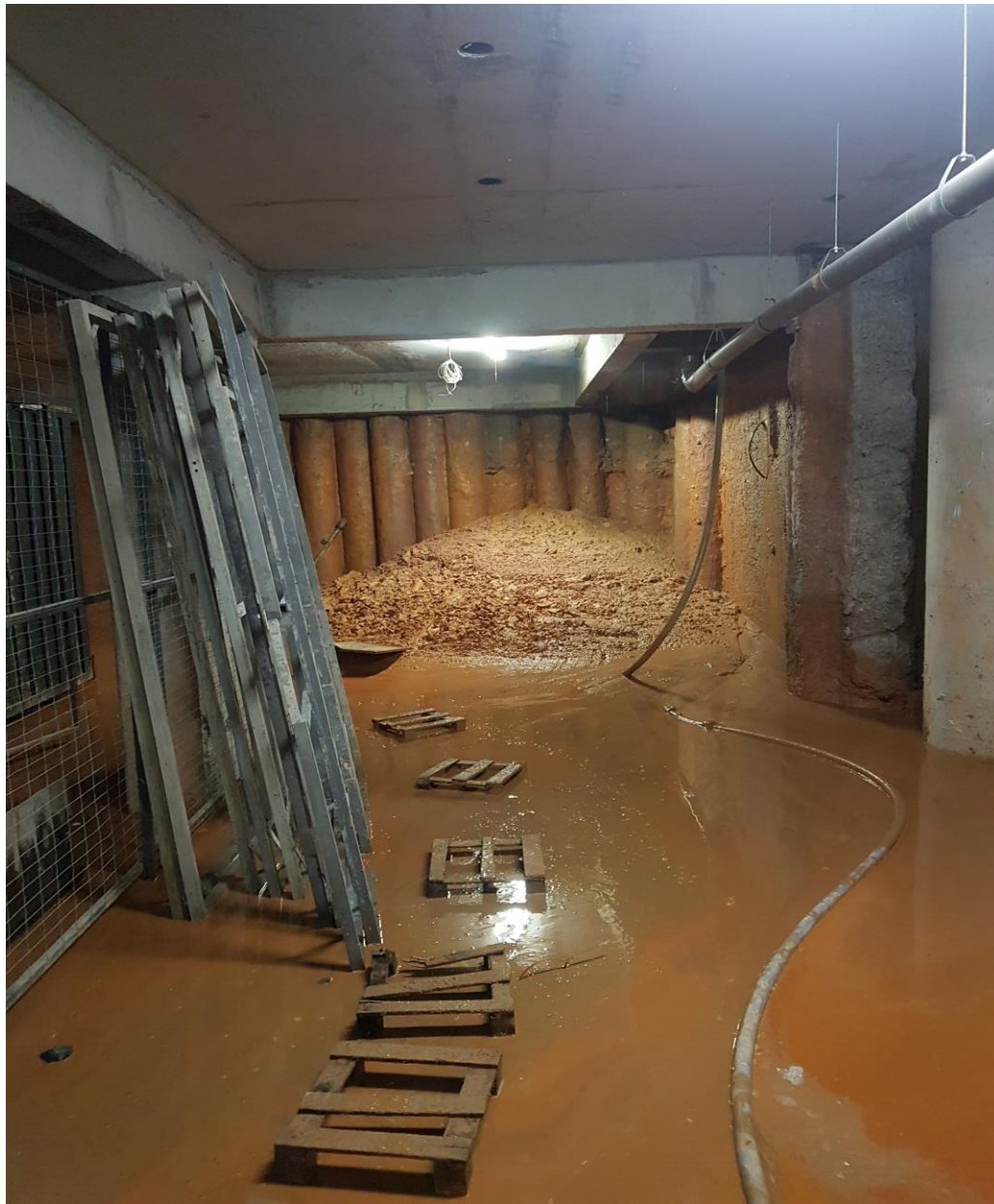
3. Patologia

- Vídeo
- Patologia em contenção justa posta com estaca raiz;
- Desaprumo de estacas;
- Alto fluxo de água e carreamento de material.



4. Patologia

- Patologia em contenção justa posta com estaca raiz;
- Alto fluxo de água e carreamento de material.



5. Patologia

- Patologia em contenção justa posta com estaca raiz;
- Alto fluxo de água e carreamento de material.



6. Patologia

- Patologia em contenção justa posta com estaca raiz;
- Recalque da superfície;



AÇÃO DE TERAPIA

- Execução de forma para contenção do solo.



AÇÃO DE TERAPIA

- Vídeo;
- Carreamento de material;
- Remoção e limpeza do subsolo.



AÇÃO DE TERAPIA

- Vídeo;
- Preenchimento dos vazios com argamassa com slump alto 22 + ou - 2, consumo 80.



AÇÃO DE TERAPIA

- Vídeo;
- Preenchimento dos vazios com argamassa com slump alto 22 + ou - 2, consumo 80.
- Preenchendo os vazios;
- Argamassa presente nos vazamentos.



AÇÃO DE TERAPIA

- Vazio preenchido.



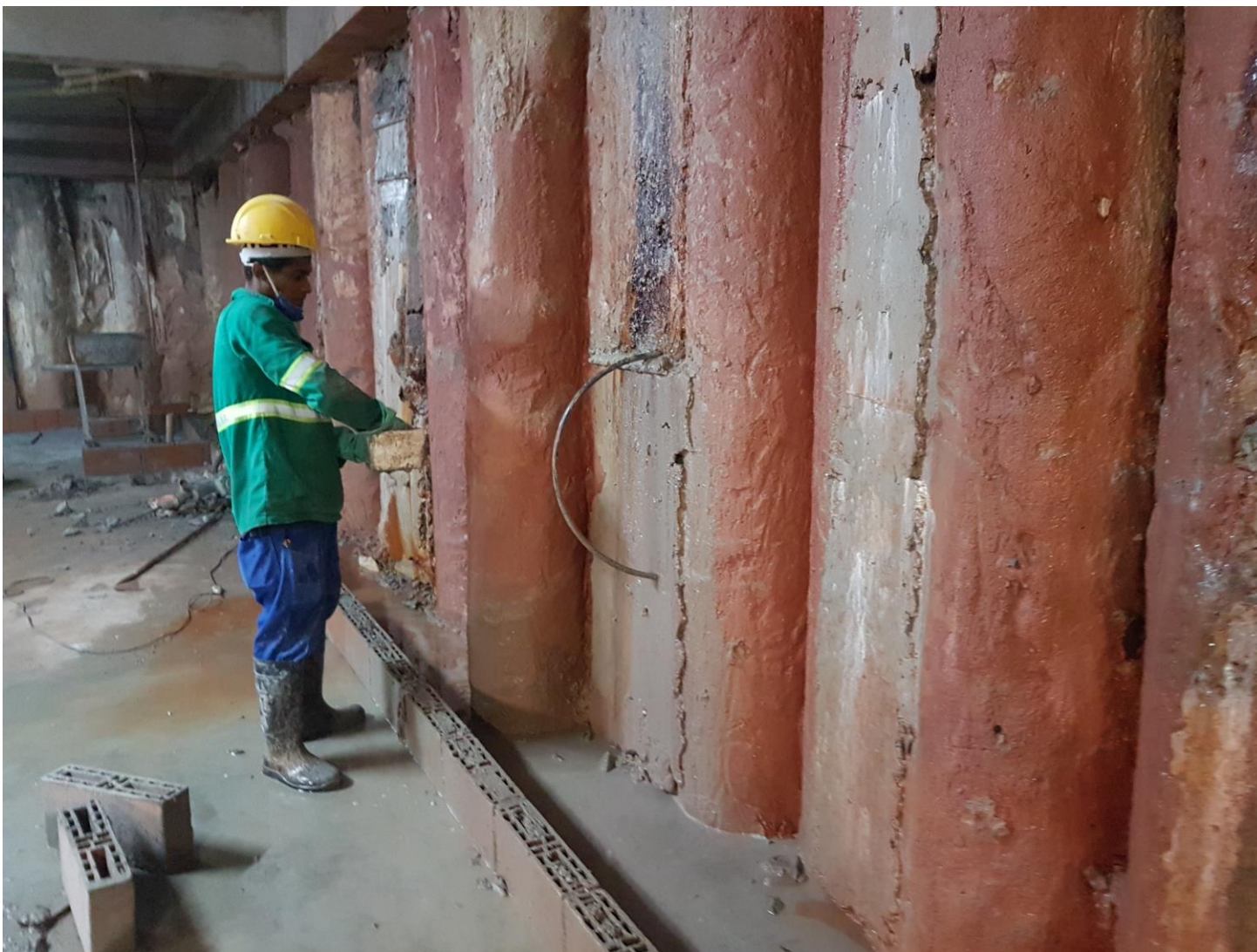
AÇÃO DE TERAPIA

- Lavagem da contenção;
- Calafetação das juntas entre estacas.



AÇÃO DE TERAPIA

- Lavagem da contenção;
- Calafetação das juntas entre estacas.



AÇÃO DE TERAPIA

- Tratamento das juntas com desaprumo;
- Execução de formas;
- Injeção de nata de cimento.



AÇÃO DE TERAPIA

- Impermeabilização com chapisco aditivado pulverizado.



AÇÃO DE TERAPIA

- Antes.



AÇÃO DE TERAPIA

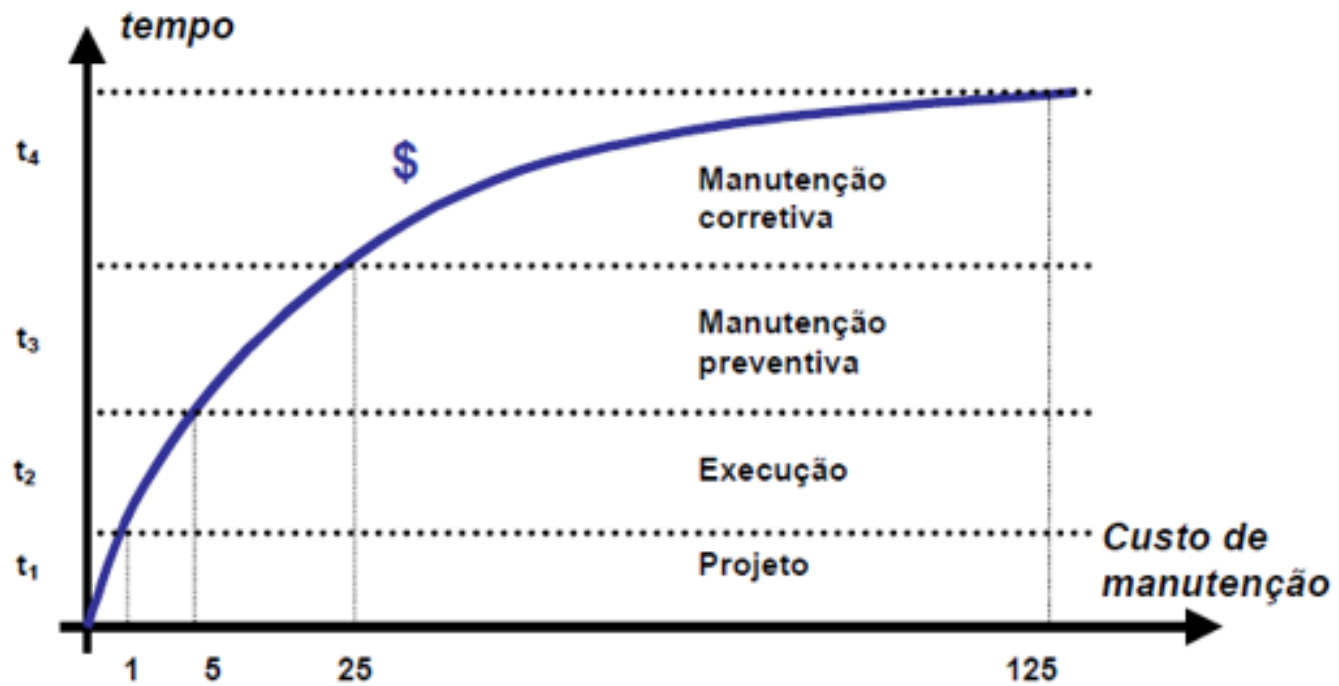
- Depois.



AÇÃO DE TERAPIA

- Vídeo;
- Concreto projetado com ativos.

Lei de Sitter



Fonte: (SILVA C., 2008).

- Lei de Sitter - 1983

Cronograma executivo para tratamento de contenções

Serviços		Prazo quinzenal						
		1ª quinzena	2ª quinzena	3ª quinzena	4ª quinzena	5ª quinzena	6ª quinzena	7ª quinzena
INJEÇÃO DE RESINA EM GEL ACRILICO POLIMERICO PARA TRATAMENTO DE VIGAS ENGASTADAS - 1ªSS - 2ªSS - 3ªSS								
1.1	Mobilização de equipe e equipamentos	100%						
1.2	Remoção de impurezas e material orgânico	100%	100%	100%				
1.3	Lixamento e raspagem para remoção de oxidação em aço exposto	100%	100%	100%				
1.4	Grudeamento de viga em área segregada			30%	30%			
1.5	Selamento perimetral de juntas e falhas de concretagem com argamassa hidráulica				70%			
1.6	Perfuração e engaste de pinos de aço para injeção				30%			
1.7	Aplicação de elastômero de gel de base acrílica hidroestruturado polimérico de baixa viscosidade e com tempo de reação controlável							
1.8	Selamento com mastique hidrofugante							
INJEÇÃO DE RESINA GEL P.U EM TRINCAS E LAJES								
2.1	Mobilização de equipe e equipamentos (incluso)	100%						
2.2	Lixamento e raspagem de trinca para remoção de eflorescências	100%	100%	100%				
2.3	Espuma de poliuretano hidrostivada de poliuretano de baixa viscosidade para injeção de trincas com ou sem a presença de água e para tamponamento provisório de infiltrações			30,00%	30,00%			
2.4	Elastômero em gel de poliuretano de baixa viscosidade para injeção de trincas com ou sem a presença de água e para selamento e reparo não estrutural de trincas com movimentação							
INJEÇÃO DE RESINA GEL P.U EM ENGASTE DE LAJES								
3.1	Mobilização de equipe e equipamentos (incluso)	100%						
3.2	Lixamento e raspagem de trinca para remoção de eflorescências	100%	100%	100%				
3.3	Espuma de poliuretano hidrostivada de poliuretano de baixa viscosidade para injeção de trincas com ou sem a presença de água e para tamponamento provisório de infiltrações			30,00%	30,00%			
3.4	Elastômero em gel de poliuretano de baixa viscosidade para injeção de trincas com ou sem a presença de água e para selamento e reparo não estrutural de trincas com movimentação							
TRATAMENTO DE PAREDE DIAFRAGMA								
4.1	Taxa de mobilização por conjunto de equipamentos e equipe	100%						
4.2	Lavagem de Parede Diafragma	100%	100%	100%	100%			
4.3	Locação de 3 lavadores de alta pressão (incluso)	100%	100%	100%	100%			
4.4	Demolição de bulbo de concreto	100%	100%	100%	100%			
4.5	Tratamento de PD incluso injeção de nata de cimento aditivada com cristalizantes impermeabilizantes e tratamento de armadura exposta com galvanização de fundo antioxidante.	80,00%	80,00%	80,00%	80,00%			
4.6	Tratamento de juntas entre lamelas com vazamento d'água e carreamento de solo	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%			
4.7	Injeção de nata de cimento com aditivos cristalizantes e expansores para junta entre lamelas	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%			
4.8	Impermeabilização de toda a área de contenção com cristalizantes resistente a pressões hidrostáticas positivas e negativas tornando-se parte integrante do concreto. Alta resistência a substâncias agressivas - pH 3 a 11 (contato permanente). Contribui para selamento de microfissuras estáticas < 0,4 mm.							

Nota de rodapé: Os serviços iniciaram dia 17/09/2020. As vagas da garagem devem estar livres permitindo frente de serviço contínua. O consumo de nata de cimento é uma variável portanto o cronograma pode sofrer alterações para mais ou para menos. O término dos serviços está previsto para 30/09/2020.

Fontes

Vibes Engenharia

- Eng° Bruno Arrais
- Eng° Giuliano Oliveira
- Eng° Igor Alves
- Eng^a Karina Paz
- Eng° Luiz Maia

Geofix

- Eng° Marcio Freitas
- Eng° Denis Andrade

1º Curso de Engenharia Aplicada às Obras de Impermeabilização

OBRIGADO

Engº Bruno Arrais

