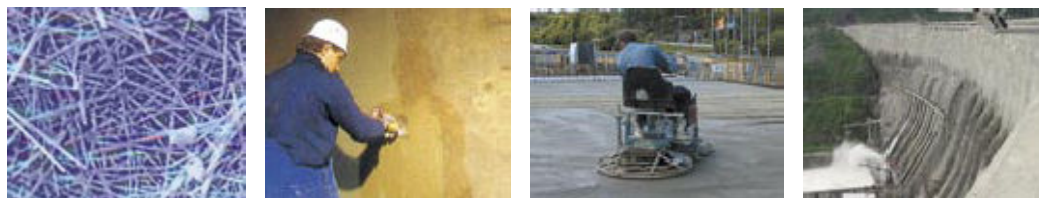




INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Departamento de Engenharia Civil

ISEL



IMPERMEABILIZAÇÃO CAPILAR DO BETÃO POR MEIO DE ARGAMASSAS CIMENTÍCIAS PRÉ-DOSEADAS

GONÇALO MANUEL RODRIGUES LEITÃO BURACA
(LICENCIADO)

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM ENGENHARIA CIVIL NA ÁREA DE ESPECIALIZAÇÃO EM EDIFICAŐES
(DOCUMENTO DEFINITIVO)

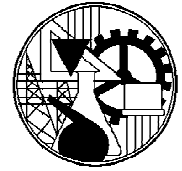
ORIENTADOR: PROF. ADJUNTO MANUEL BRAZÃO C. FARINHA, MESTRE
(ISEL)

JÚRI:

PRESIDENTE: PROF. COORDENADORA MARIA HELENA F. MARECOS DO MONTE, DOUTORA
(ISEL)

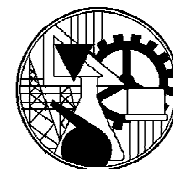
VOGAIS: PROF. ADJUNTO MANUEL BRAZÃO C. FARINHA, MESTRE (ISEL)
EQ. PROF. ADJUNTO JORGE MANUEL GRANDÃO LOPES, LICENCIADO (ISEL)

JUNHO DE 2010



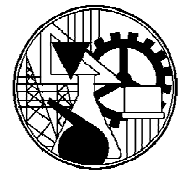
AGRADECIMENTOS:

A todos os que me apoiaram,
possibilitando a concretização deste
trabalho, em especial família, amigos e
em memória do meu Pai e Avô.

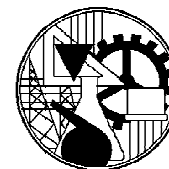


INDÍCE

RESUMO (PORTUGUÊS)	1
PALAVRAS-CHAVE (PORTUGUÊS)	1
RESUMO (INGÊS)	2
PALAVRAS-CHAVE (INGLÊS)	2
I – INTRODUÇÃO	3
1.1- CONSIDERAÇÕES GERAIS	3
1.2- OBJECTIVOS	3
1.3- O QUE SE PRETENDE FAZER	4
II – CARACTERÍSTICAS DE VÁRIOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO	5
2.1 - MEMBRANAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO	5
2.2 - CIMENTOS POLIMÉRICOS	8
2.3 – EMULSÕES BETOMINOSAS	10
2.4 – ARGAMASSAS CIMENTÍCIAS PRÉ-DOSEADAS PARA IMPERMEABILIZAÇÃO CAPILAR DO BETÃO	12
2.4.1 – INTRODUÇÃO	12
2.4.2 – FUNCIONAMENTO DO MATERIAL	14
2.4.3 – POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO	19
2.4.3.1 – INSTRUÇÕES GERAIS	20
2.4.3.2 – INSTRUÇÕES COM DETALHE DE APLICAÇÃO	23



III – EXEMPLOS PRÁTICOS	38
3.1 – ETAR DO SEIXAL	38
3.2 – PISCINA EM OEIRAS	52
3.3 – IMPERMEABILIZAÇÃO DE PAREDE E LAJE TÉRREA NUMA MORADIA EM QUEIJAS	57
3.4 – IMPERMEABILIZAÇÃO DE LAJE E PAREDES EM CAVE DE GARAGEM, NUM EDIFÍCIO EM LISBOA	59
IV – CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	65
V – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67



INDICE DAS FIGURAS

Figura 1 - Efeito da acção do vento num sistema fixado mecanicamente	6
Figura 2 - Exemplo de aplicação do sistema de membrana com tela betuminosa	7
Figura 3 - Exemplo de aplicação do sistema de cimentos poliméricos num pavimento	9
Figura 4 - Exemplo de aplicação do sistema de cimentos poliméricos numa parede	9
Figura 5 - Exemplo de aplicação do sistema de emulsão betuminosa	11
Figura 6 - Efeito de Osmose	13
Figura 7 - Efeito de osmose em revestimento orgânico	13
Figura 8 – Observação ‘in loco’ do processo químico	15
Figura 9 – Sistema de ‘funcionamento’	16
Figura 10 - Exemplo da ficha técnica dum produto	22
Figura 11 – Esquema de aplicação em lajes	24
Figura 12 – Esquema de aplicação em paredes	25
Figura 13 – Esquema de aplicação em juntas de paredes	26
Figura 14 – Esquema de aplicação de atravessamento de tubagens em paredes	27
Figura 15 – Esquema de aplicação atravessamento de tubagens em lajes	28
Figura 16 – Esquema de aplicação em fundações pelo interior	29

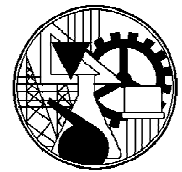
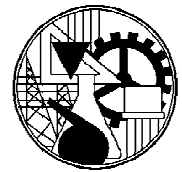


Figura 17 – Esquema de aplicação em fundações pelo exterior	30
Figura 18 – Esquema de aplicação em fundações de parede/pilar	31
Figura 19 – Esquema de aplicação em poço de elevador	32
Figura 20 – Esquema de aplicação em piscina	33
Figura 21 – Esquema de aplicação em barragem	34
Figura 22 – Esquema de aplicação em túnel	35
Figura 23 – Esquema de aplicação em reservatório de tratamento de esgoto	36
Figura 24 – Esquema de aplicação em pontes	37

INDICE DOS QUADROS

Quadro 1 – Quadro Comparativo dos diversos Sistemas	65
---	----



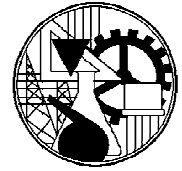
RESUMO

Pretende-se com a realização deste trabalho apresentar um estudo sobre os materiais existentes no mercado para a execução de impermeabilizações e, em particular, sobre os de impermeabilização capilar do betão por meio de argamassas cimentícias pré-doseadas. Numa primeira abordagem, e como análise inicial, far-se-á uma apresentação resumida de alguns dos sistemas de impermeabilização mais usados actualmente e serão comparadas as suas características. Em relação ao sistema de impermeabilização capilar do betão por meio de argamassas cimentícias pré-doseadas será apresentado o processo físico-químico de actuação e explicado, em termos teóricos, como se processa a sua aplicação e funcionamento.

Por fim, demonstrar-se-ão casos práticos de aplicação dum material, com as várias fases de actuação e intervenção necessárias, para diferentes tipos de patologias e situações.

PALAVRAS-CHAVE

Impermeabilização capilar
Osmose
Betão
Protecção
Inibidor de Corrosão Migratório
Durabilidade
Manutenção
Capilaridade
Porosidade
Argamassa pré-doseada



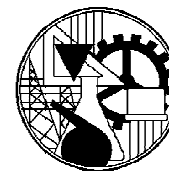
ABSTRACT

With this work one intends to present a study about the existent materials in the market for the execution of waterproofing and, particularly on capillary waterproofing of the concrete through cement control mortar. At a first approach, and as an initial analysis, it will be done a brief presentation of some of the waterproofing systems commonly used today, and their features will be compared. In what concerns the waterproofing system, it will be presented the physicist-chemist process of acting, and will be introduced and explained in theoretical terms how it prosecutes its application and functioning.

Finally, it will be shown practical cases of application of a material, with the many phases of acting and intervention.

KEYWORDS

Capillary waterproofing
Osmosis
Concrete
Protection
Inhibiting of Corrosion migratory
Durability
Maintenance
Capillarity
Porosity
Control mortar



CAPITULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1- Considerações Gerais

Existem actualmente no mercado diversos sistemas de impermeabilização e protecção de betão, tais como os sistemas de: cristalização, revestimento à base de cimento polimérico, membranas e emulsões betuminosas.

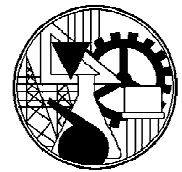
Os sistemas de cristalização são conhecidos e vêm sendo aplicados mundialmente com sucesso durante as últimas décadas, embora em Portugal tenham começado a ser aplicados apenas recentemente, em detrimento das telas asfálticas. Os sistemas de cristalização tornam o betão menos permeável devido a reacções de formações de cristais nos poros e capilares do mesmo. As suas propriedades permitem a aplicação em diversas áreas, desde os reservatórios de água potável, até aos de efluentes, pois a resistência química destes sistemas encontra-se numa faixa de pH entre 3 e 11.

1.2- Objectivos

A principal razão da opção por este tema, foi o facto do mesmo, ser pouco conhecido e divulgado nas classes profissionais dos engenheiros e arquitectos e, conseqüentemente, pouco utilizado na actividade profissional destes.

Julga-se que a impermeabilização capilar do betão é uma técnica eficiente para colmatar algumas necessidades, ou corrigir determinadas patologias existentes em estruturas, devendo-se avaliar sempre, como em qualquer outra solução, se o material apresenta as características técnicas adequadas a cada situação.

Assim sendo, para além do tema se inserir na nossa actual área de actividade profissional (reabilitação de edifícios, remodelação e impermeabilização de elementos estruturais e construtivos), julgamos que, dando a conhecer aos técnicos mais esta alternativa e analisando os campos de aplicação, vantagens e desvantagens, contribuímos para a diversificação desta técnica e melhoria das soluções no que diz respeito à área da impermeabilização.

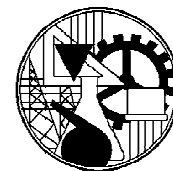


1.3- O que se pretende fazer

Como é do senso comum, à medida que o Homem evolui, vai aperfeiçoando as técnicas e os materiais, neste caso, empregues na construção civil, mais propriamente na área das impermeabilizações.

Assim, pretende-se mostrar e confirmar que com a “descoberta” da técnica de impermeabilização capilar do betão se deu um grande passo para uma superior protecção do betão e, conseqüentemente, na sua durabilidade, manutenção e até resistência.

Através da explicação e aprendizagem do processo de actuação, será mais fácil compreender posteriormente, todas as vantagens e campos de aplicação possíveis deste sistema.



CAPITULO 2 - CARACTERÍSTICAS DE VÁRIOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

2.1 - Membranas de Impermeabilização

As membranas impermeáveis, vulgo telas, são talvez dos sistemas de impermeabilização mais usados na construção actualmente, nomeadamente em terraços e coberturas.

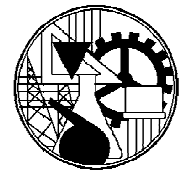
Há vários tipos de membranas, tais como: betumes-polímeros, termoplásticas e elastoméricas

Todas devem satisfazer alguns requisitos importantes para garantir o seu bom desempenho sob determinadas condições, como:

- Sucção do vento;
- Fogo;
- Acções mecânicas, em especial ao arrancamento, corte, compressão e fadiga;
- Diferenciais térmicos;
- U.V.;
- Gases atmosféricos;
- Substancias químicas e/ou biológicas e obviamente;
- Água.

Analisando as principais características deste sistema, podemos concluir que tem como principais vantagens:

- Material flexível, capaz de se deformar sem rotura ou fissuração;
- Facilidade de aplicação;
- Aplicável em superfícies horizontais e verticais.



Tem como principais desvantagens:

- Juntas de colagem;
- No caso de rotura deixa de responder à sua principal função, estanquidade;
- Aplicação pelo lado de pressão activo;
- Não permite a passagem do vapor de água.

Principais pontos críticos da aplicação:

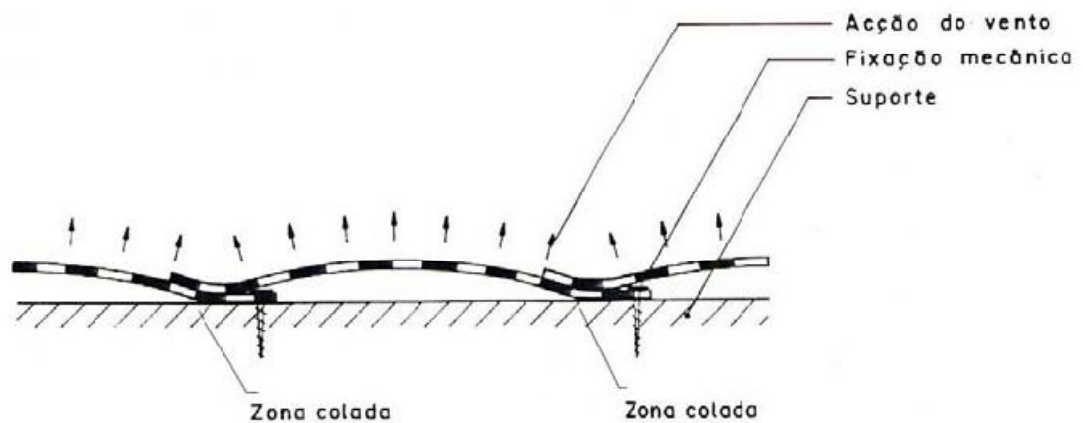


Figura 1 - Efeito da acção do vento num sistema fixado mecanicamente

Como mostra a figura 1, há dois pontos críticos para uma correcta execução deste sistema, que são:

- Aderência ao suporte, pois sem uma correcta fixação o material descolar-se-á;
- Sobreposição das juntas de colagem, para que não haja possibilidade de infiltração pelas mesmas.

(Vide Ref. Bibliográfica 3)

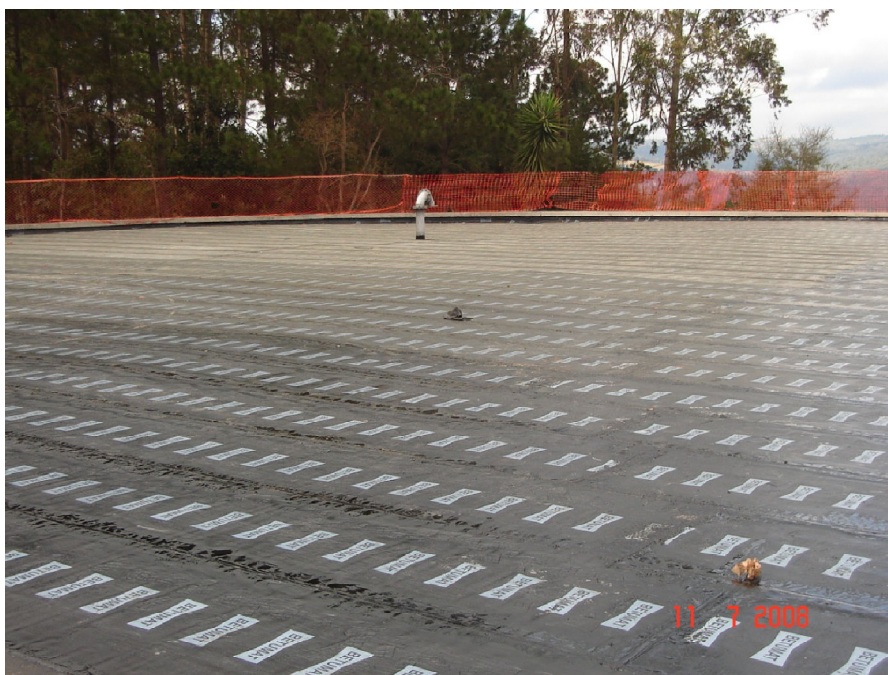
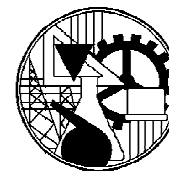
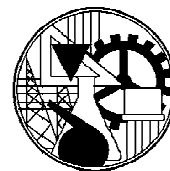


Figura 2 - Exemplo de aplicação do sistema de membrana com tela betuminosa



2.2 - Cimentos Poliméricos

Com o aparecimento de novas tecnologias, têm surgido novos materiais no mercado da construção, e exemplo disso são os cimentos poliméricos.

Os revestimentos à base de cimento polimérico consistem normalmente em produtos bicomponentes, sendo um dos componentes um pó à base de cimento, e o outro, um líquido à base de polímeros.

Como nos sistemas cristalizantes, os produtos mais actuais utilizam na sua composição, polímeros em pó e são manuseados da forma monocomponente, o que diminui a possibilidade de erros na mistura. As suas propriedades permitem que normalmente se apliquem em estruturas com água potável, não sendo recomendados para a aplicação em estruturas com águas de efluentes devido à sua baixa resistência química.

Características:

- Sistemas isentos de solventes;
- Resistência química a substâncias químicas com PH variando entre 3,5 e 7;
- Resistências moderadas a águas e gases agressivos;
- Impermeável à água contra pressões de 25 m.c.a;
- Resistente à penetração de cloretos e ao ataque de sulfatos;
- Resistência a temperaturas elevadas;
- Resistência à acção dos raios UV;
- Espessura mínima de 5mm, com alta resistência contra impacto e à abrasão;
- Permite a difusão do vapor de água;
- Aplicação em superfícies verticais, horizontais e *overhead*;
- Fácil aplicação e manutenção;
- Aplicado apenas pelo lado de pressão activo;
- Não tem juntas de aplicação.

Os principais pontos críticos deste sistema são:

- Aderência ao suporte, pois sem uma correcta ligação o material abrirá fissuras;
- Espessura, para ter a resistência mínima necessária aos esforços actuantes.

(Vide Ref. Bibliográfica 1 e 2)

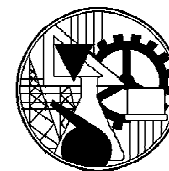
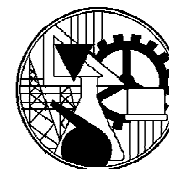


Figura 3 - Exemplo de aplicação do sistema de cimentos poliméricos num pavimento



Figura 4 - Exemplo de aplicação do sistema de cimentos poliméricos numa parede



2.3 - Sistemas de Emulsões Betuminosas

Assim como as membranas, as pinturas através de emulsões betuminosas são dos sistemas mais usados e antigos na construção, sendo neste caso, uma solução muito usada para impermeabilizar partes de estruturas enterradas, ou em contacto directo com o solo.

A aplicação de revestimentos betuminosos pastosos sobre a superfície exterior de paredes verticais enterradas, permite obter uma membrana impermeável, relativamente flexível e sem discontinuidades. A espessura da camada varia entre 4 e 6 mm. Nas situações em que seja necessário que o sistema resista a pressões hidrostáticas, o revestimento deverá ser armado (rede de fibra de vidro). Estes produtos podem ser aplicados sobre superfícies não rebocadas. No entanto, o suporte deverá ser regular, devendo-se proceder ao preenchimento de todos os vazios e das juntas da alvenaria. As superfícies deverão estar secas ou ligeiramente húmidas, mas não molhadas, e isentas de poeiras, pinturas, etc. Quando o estado do suporte não for satisfatório deverá ser aplicado um reboco à base de cimento. Os trabalhos de aplicação do revestimento não deverão realizar-se com temperaturas inferiores a + 5 °C, nem durante períodos de chuva intensa. Após a aplicação, o revestimento poderá deteriorar-se, se não for convenientemente protegido, por exemplo, com placas de poliestireno.

As suas principais características são:

- Boa aderência ao substrato
- Total impermeabilidade à água em choque directo até 2 bar
- Impermeabilidade a soluções salinas de cloretos, sulfatos, carbonatos, etc
- Não é tóxico
- No estado natural (emulsão) não é inflamável. Após secagem, se a película estiver em contacto com chama livre, arde
- Aplicação pelo lado activo
- Não permite a difusão do vapor de água
- É ainda um sistema relativamente económico e de fácil aplicação
- Não é indicado para aplicação em estruturas de betão à vista ou quando se pretende uma elevada qualidade estética

Os principais pontos críticos deste sistema são:

- Aderência ao suporte, para cumprir com eficácia o desempenho da função impermeabilizadora.

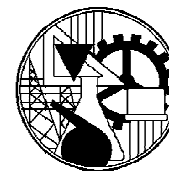
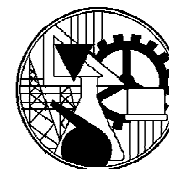


Figura 5 - Exemplo de aplicação do sistema de emulsão betuminosa



2.4 - Argamassas Cimentícias Pré-Doseadas para Impermeabilização Capilar do Betão

2.4.1 - Introdução

Para se perceber o funcionamento deste sistema, em primeiro lugar é necessário referir que as argamassas cimentícias para impermeabilização capilar “funcionam” através do efeito de osmose.

A osmose é o nome dado ao movimento da água entre meios com concentrações diferentes de solutos separados por uma membrana semipermeável. É um processo físico-químico.

A água movimenta-se sempre de um meio hipotónico (menos concentrado em soluto) para um meio hipertónico (mais concentrado em soluto) com o objectivo de se atingir a mesma concentração em ambos os meios (isotónicos) através de uma membrana semipermeável, ou seja, uma membrana cujos poros permitem a passagem de moléculas de água, mas impedem a passagem de outras moléculas.

Esse processo está relacionado com a pressão de vapor dos líquidos envolvidos que é regulada pela quantidade de soluto no solvente.

Uma das principais diferenças entre os sistemas orgânicos e inorgânicos diz respeito à difusão de vapor de água. Normalmente os revestimentos inorgânicos são considerados abertos à difusão de água, enquanto os orgânicos fechados à difusão de vapor de água.

Por esta característica, é necessário ter cuidados especiais na utilização de revestimentos orgânicos em estruturas de saneamento, devido ao grande risco da ocorrência do fenómeno de osmose.

Sabe-se que o movimento da água através de uma parede de betão ocorre pelo gradiente de humidade entre os dois lados devido ao efeito osmótico, e não apenas pela pressão hidrostática. Este gradiente de humidade pode exercer uma pressão de vapor significativa, onde a humidade retida tende a sair e empolar películas impermeáveis (vide Figuras 6 e 7).

(Vide Ref. Bibliográfica 1 e 2)

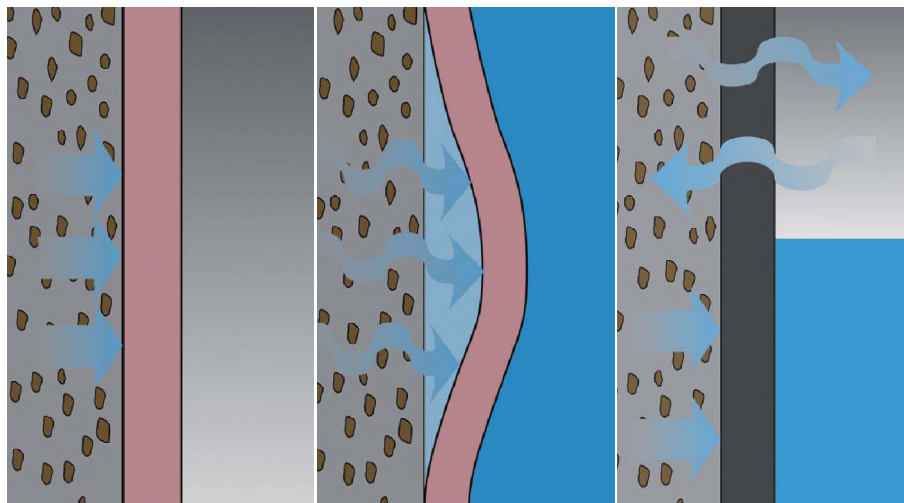
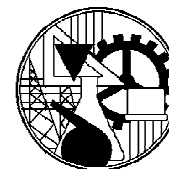


Figura 6 - Efeito de Osmose



Figura 7 - Efeito de osmose em revestimento orgânico



2.4.2 - Funcionamento do material

Os produtos impermeabilizantes cristalinos e cimentícios são constituídos por cimento comum, quartzo, areia especial e múltiplos químicos activos que proporcionam uma impermeabilização do betão permanente e efectiva. Os químicos actuam penetrando nos vasos capilares do betão, através da pressão por osmose, do movimento browniano e de reacções de partículas “secas” (vide Figura 8). Os ingredientes activos reagem com os vários minerais do betão, formando cristais insolúveis que encham as fissuras, poros e vazios até uma espessura mínima de 0.40mm, podendo ser utilizado em múltiplas soluções e/ou estruturas, tais como reservatórios, túneis, tanques, fundações de pavimentos e paredes, lajes, canais de esgotos, estruturas de tratamento de águas e esgotos, piscinas, etc. É igualmente eficaz quando aplicado em qualquer dos lados de uma estrutura de betão (lado activo e passivo), ou seja, quer pelo lado onde a pressão é positiva quer por aquele onde é negativa.

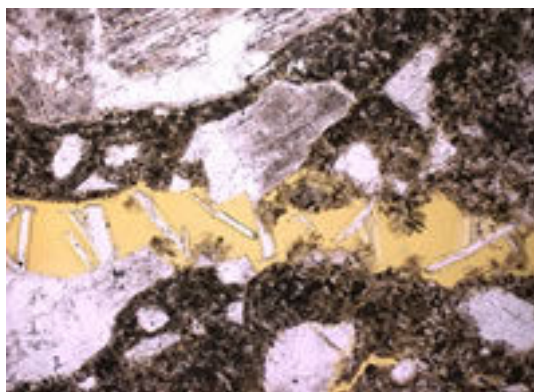
É um material de aplicação para superfícies que impermeabiliza e protege em profundidade o betão. Pode ser aplicado em todas as estruturas de betão, novo ou velho.

Este tipo de produto é penetrante, cristalino e impermeabilizante, para aplicação em superfícies e que protege o betão em profundidade, podendo ir até cerca de um metro (vide Figura 9).

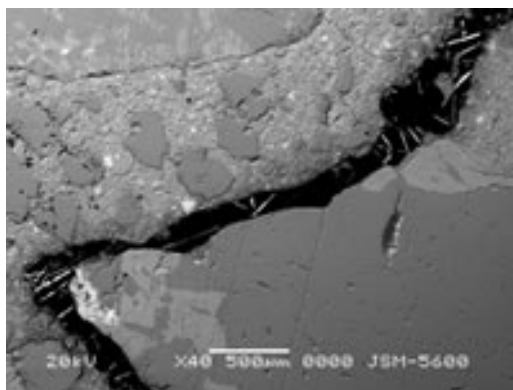
É constituído por cimento “Portland”, areia de quartzo (com tratamento especial) e um composto de químicos activos, precisando apenas de ser misturado com água, antes da sua aplicação. Quando aplicado numa superfície de betão, os químicos activos combinam com a “cal livre” e a humidade presente nos vasos capilares do betão, formando uma estrutura cristalina insolúvel. Estes cristais encham os poros e as fendas mais pequenas no betão, evitando a absorção de água (mesmo sob pressão). Contudo, este produto permite também a passagem de vapor pela estrutura, ou seja, deixa o betão “respirar”. Além de impermeabilizar a estrutura, protege o betão contra a água do mar, de esgotos, de águas subterrâneas agressivas e de muitos outros fluidos químicos agressivos, agindo como um inibidor de corrosão migratório. Pode ser aprovado para uso no contacto com água potável e, por isso, é adequado para os tanques de água, reservatórios, água de tratamento de plantas, etc, não sendo um material decorativo.

(Vide Ref. Bibliográfica 4)

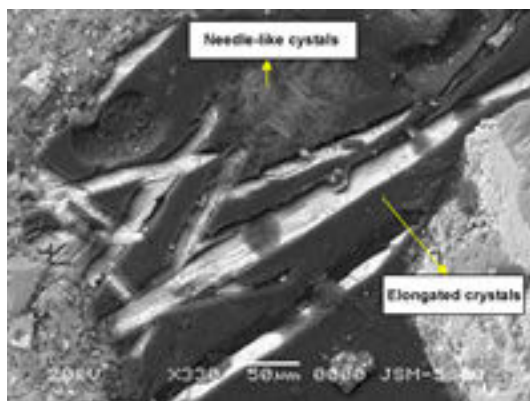
Figura 8 – Observação ‘in loco’ do processo químico



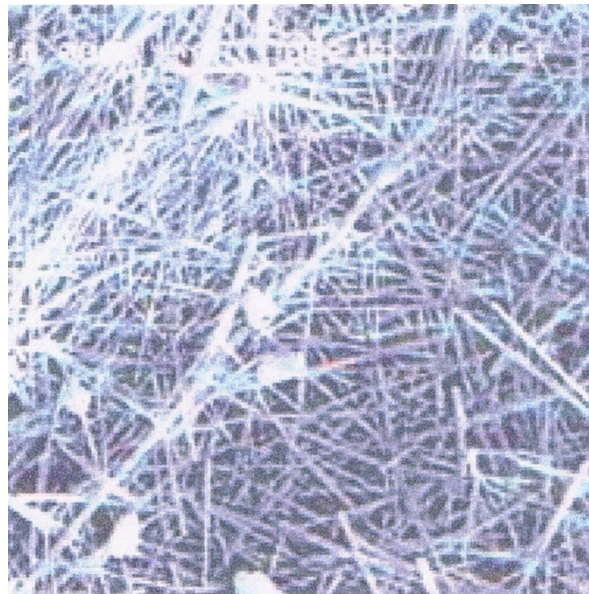
Cristais granulados alongados de granulação grossa e cristais em forma de agulha de granulação fina podem ser observados cobrindo uma fissura. Estes cristais irão preencher e impermeabilizar completamente a fissura.



A mesma fissura acima observada com BEI (Backscattered Electron Image) mostrando a formação do cristal, vedando-a.

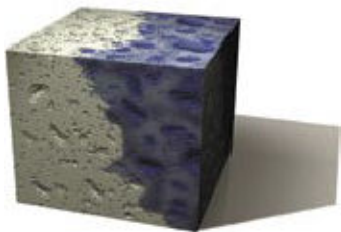


Detalhe de BEI mostrando cristais alongados e cristais em forma de agulha finos na fissura.

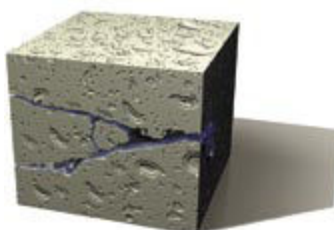


Exame microscópico do betão aos 28 dias

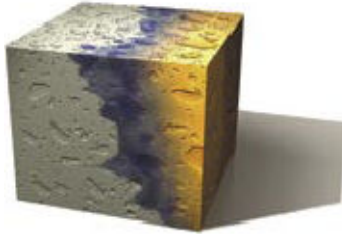
Figura 9 – Sistema de ‘funcionamento’



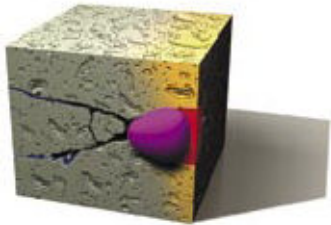
Estrutura de betão com humidade



Uma fissura com passagem típica



Pode ser aplicado quer pelo lado positivo quer pelo passivo



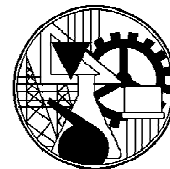
A reacção química começa logo que o material é aplicado no betão



Grau de penetração até uma profundidade de um metro



O efeito profundo protege completamente a estrutura do betão

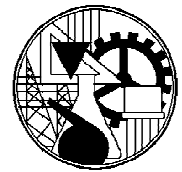


As áreas típicas de aplicação são:

- Paredes de caves;
- Estruturas de estacionamento;
- Lajes de betão (pavimento, tecto, terraços);
- Túneis e sistemas de passagem subterrâneos;
- Juntas de construção;
- Fundações;
- Estruturas de retenção de águas;
- Abóbadas subterrâneas;
- Piscinas;
- Estações de tratamento de esgotos e águas;
- Canais;
- Reservatórios;
- Pontes, etc.

Tem como principais vantagens:

- Tornar-se uma parte integrante do betão, formando um corpo completo de força e durabilidade. Não deve ser confundido com um revestimento ou uma membrana;
- Penetrar profundamente e selar os vasos capilares e as fendas pequenas do betão;
- Poder ser aplicado tanto do lado positivo ou negativo;
- Ter propriedades de impermeabilização e resistência química que continuam intactas, mesmo quando a superfície é danificada;
- Ser totalmente eficaz contra a forte pressão hidrostática;
- Ser mais eficaz de um modo geral e menos dispendioso que as membranas impermeáveis ou que os sistemas de painéis de argila
- Ser fácil de aplicar, aumentando a produtividade da mão-de-obra;
- Aumentar a resistência à compressiva do betão;
- Não poder ser separado nas costuras, romper-se ou perfurar-se;
- Não requer protecção durante a “cura”, colocação de aço ou fibras metálicas, ou outros procedimentos comuns;



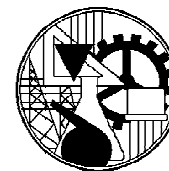
- Selar todas as pequenas fissuras/fendas até 0.4mm, mais do que meramente disfarçar ou ligá-las;
- Resistir a ataques químicos (pH 3-11 em contacto constante, e pH 2-12 em contacto não contínuo) e proporcionar uma forte de protecção contra ciclos de gelo/degelo, águas de subsolo agressivas, água do mar, efeito de carbonatação, cloretos, sulfatos e nitratos;
- Poder ser aplicado em betão jovem ou em fase plástica;
- Proteger o aço embutido (reforçando o aço e as fibras metálicas);
- Não ser tóxico.

Tem como principais desvantagens:

- Ser requerida mão-de-obra especializada para a sua aplicação;
- Sendo um produto alcalino, para a sua neutralização, pode ser necessária uma lavagem 'a posteriori' com uma solução de vinagre.

2.4.3 – Possibilidades de aplicação

Como já foi referido anteriormente, existem inúmeras hipóteses para a utilização deste produto, no entanto, descrever-se-ão em seguida aquelas que consideramos mais importantes, apresentando a forma de aplicação nalguns equipamentos.



INSTRUÇÕES GERAIS E DETALHES DE APLICAÇÃO

2.4.3.1 - INSTRUÇÕES GERAIS

Preparação da Superfície:

A superfície de betão onde irá ser aplicado o produto, deve estar estruturalmente sã e livre de sujidade, terra, óleo e outros agentes de descofragem, leitada ou outros materiais estranhos, que possam impedir a penetração e de um modo geral o desempenho dos materiais.

As superfícies de betão extremamente lisas devem ser projectadas com de jacto de água, de areia ou ácidos, de modo a terem o sistema capilar aberto (poros abertos), e a superfície a tratar nunca deve ter uma aparência brilhante, para que o material possa penetrar.

As fissuras visíveis com mais de 0,4 mm de abertura a uma profundidade de 2 cm a 2,5 cm devem ser alegradas, assim como os chochos e as juntas de construção defeituosas até ao betão são. As juntas construtivas deverão ser alegradas e preenchidas com um filete de argamassa com cerca de 2 cm x 2 cm de secção transversal.

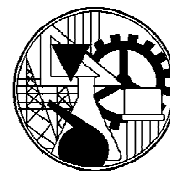
A superfície deve ser humedecida levemente antes da aplicação do material, pois só assim garantirá o máximo de penetração química.

Como Misturar:

O material deve ser bem misturado até estar homogéneo. Deve-se ir misturando frequentemente durante a aplicação e preparar apenas o que possa ser utilizado num período de 30 minutos.

Aplicação a pincel: 0.7kg/m², 5 partes material para 2 partes água, para uma demão
0.9kg/m², 3 partes material para 1 parte água, para uma demão

Aplicação a aspersor: 0.7kg/m², 5 partes material: (2 ¾ a 3 ¼) partes água, para uma demão
Varia com o clima e equipamento de pulverização.



Aplicação:

Deve ser aplicada uma camada do material com um pincel do tipo 'brocha' (fibras artificiais, se disponível).

Quando de tratar de aplicações com aspersor, recomenda-se a utilização de equipamento do tipo bomba de êmbolo ou tremonha.

Cura:

Nas superfícies verticais, à excepção de climas extremamente quentes e de baixa humidade, a cura do material não é necessária. Nas superfícies horizontais deve ser humedecida a área uma vez, aproximadamente 24h após a aplicação

Neutralização:

As superfícies tratadas para receber tintas ou outros revestimentos de protecção devem ser neutralizadas com uma solução de vinagre e água ou com uma solução de ácido muriático e água, numa proporção de 1 para 10. Enxaguar todas as superfícies tratadas cuidadosamente com água.

Requisito de Temperatura:

Estes sistemas podem ser aplicados em forma de revestimento ou de argamassa, quando a temperatura está acima de 0°C.

Cuidados:

Usar luvas de borracha aquando da mistura e aplicação. Usar óculos aquando da aplicação com aspersor. O efeito na pele pode ser neutralizado com uma solução de vinagre e água.

Estes produtos são não-tóxicos.

DIAGRAMA DE INSTRUÇÕES GERAIS

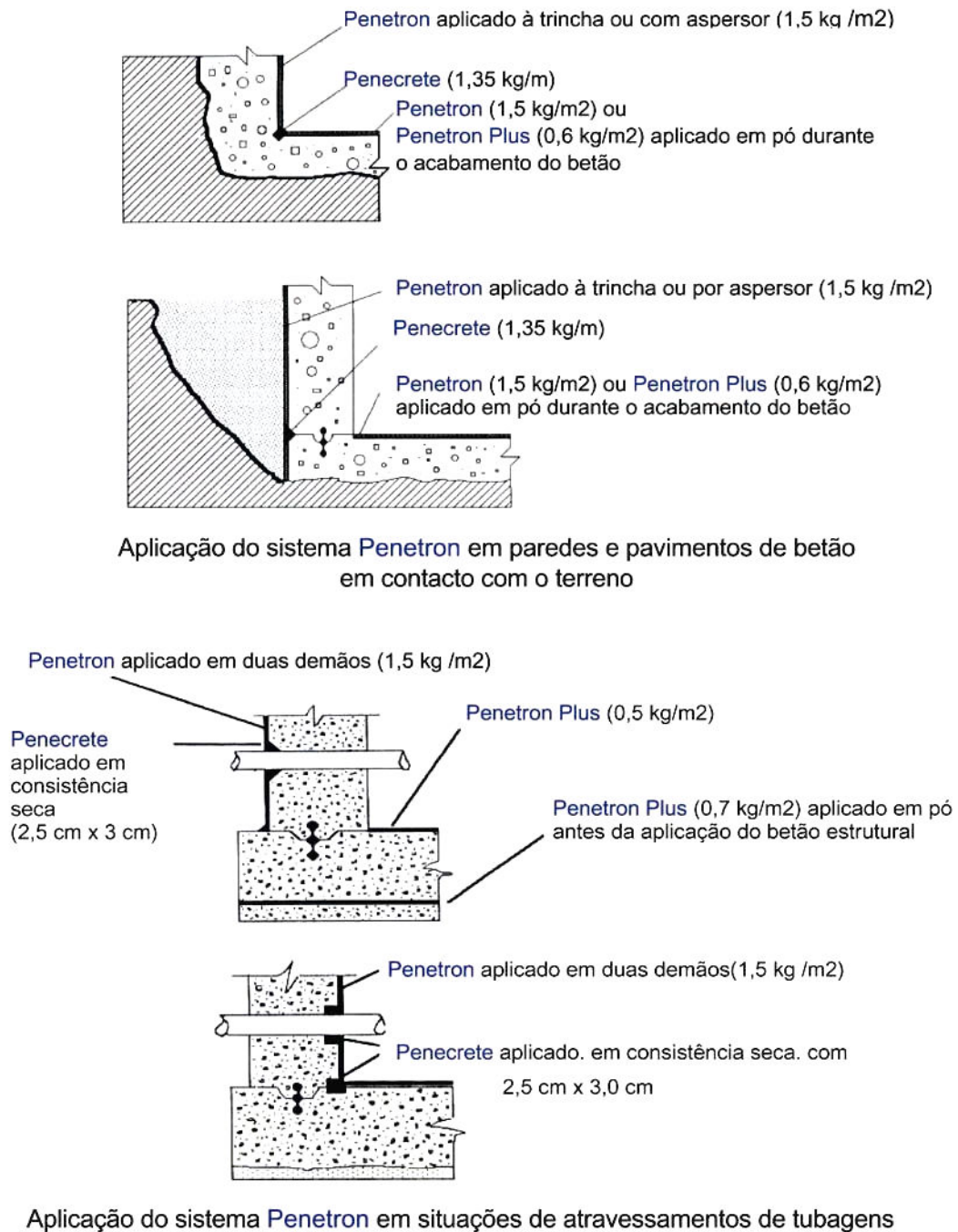
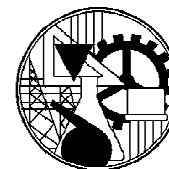


Figura 10 - Exemplo da ficha técnica dum produto



Neste exemplo de ficha técnica consta informação adicional de mais dois produtos da mesma família e com propriedades complementares às do material principal;

- Penecrete que serve para executar reparações em fissuras e nas juntas construtivas.
- Penetron Plus que é aplicado directamente na laje ainda na altura da execução da mesma.

(Vide Ref. Bibliográfica 4, 17, 18, 19 e 20)

2.4.3.2 - INSTRUÇÕES COM DETALHES DE APLICAÇÃO EM:

LAJES DE FUNDAÇÕES, DE PARQUEAMENTO

Impermeabilização:

Para lajes de fundações, de parqueamento.

Consumo:

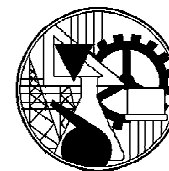
0.5 a 0.7kg/m²

Aplicação :

O material é aplicado numa consistência de pó em quantidades específicas, quando o betão ainda está no seu estado plástico.

Finalização:

As superfícies tratadas são finalizadas, como especificado, seguindo-se os procedimentos normais de colocação de betão.



PAREDES DE FUNDAÇÕES, DE ESTRUTURAS DE RETENÇÃO DE ÁGUAS, PAREDES E LAJES

Área:

Aplicação exterior ou interior contra ou com a pressão de água.

Consumo:

1.4-1.6kg/m²

Nota: quando o material estiver a trabalhar contra a pressão de água, as juntas de construção, fissuras, ligação parede/laje devem ser previamente tratadas.

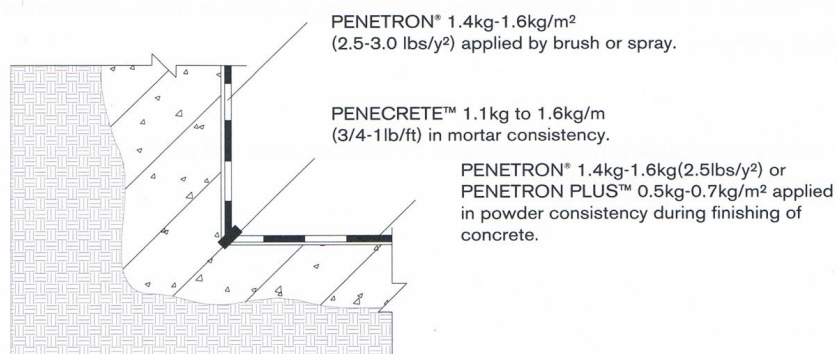


Figura 12 – Esquema de aplicação em paredes

(Vide Ref. Bibliográfica 4)

JUNTAS DE CONSTRUÇÃO – PAREDES OU LAJES

1. Impermeabilização das juntas: limpar a junta cuidadosamente. Na superfície porosa aplicar o material nas duas faces da junta com um consumo de material de 1.4-1.6kg/m².
2. Selagem de fissura: alegrar, regularizar e limpar a zona a tratar. Aplicar uma fina camada de material com um consumo de 0.8kg/m². Encher o roço com material de enchimento com argamassa consistente. A zona a tratar deve estar deslocada para os dois lados das juntas.
3. Aplicação com argamassa: revestir toda a área a reparar com uma fina camada de material, estendendo-se 250mm em ambos os lados da reparação.

Nota: A impermeabilização do betão deve ser executada tão homoganeamente quanto possível e a junta de construção horizontal de paredes não deve estar localizada na ligação entre parede e laje, mas sim dentro da parede acima da laje

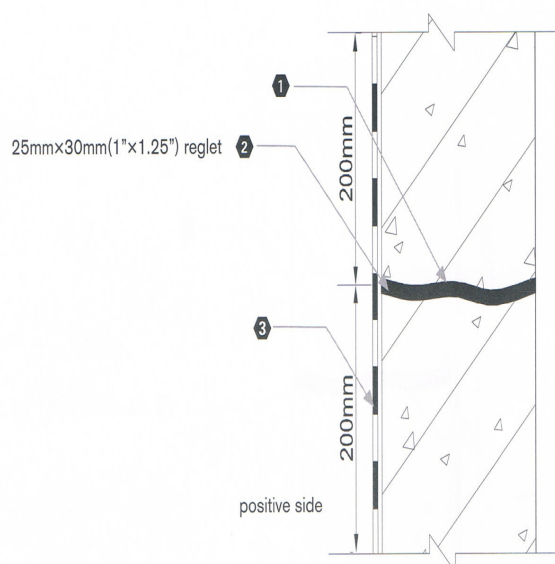
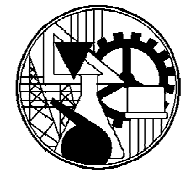


Figura 13 – Esquema de aplicação em juntas de paredes

(Vide Ref. Bibliográfica 4)



ATRAVESSAMENTOS DE TUBAGENS EM PAREDES

1. Limpar a zona a tratar. Aplicar uma camada fina de material com um consumo de 0.8kg/m^2 . Encher os filetes com argamassa consistente.
2. Aplicação de argamassa fina: revestir toda a área a reparar com a argamassa fina, estendendo-se 250mm para ambos os lados da reparação.

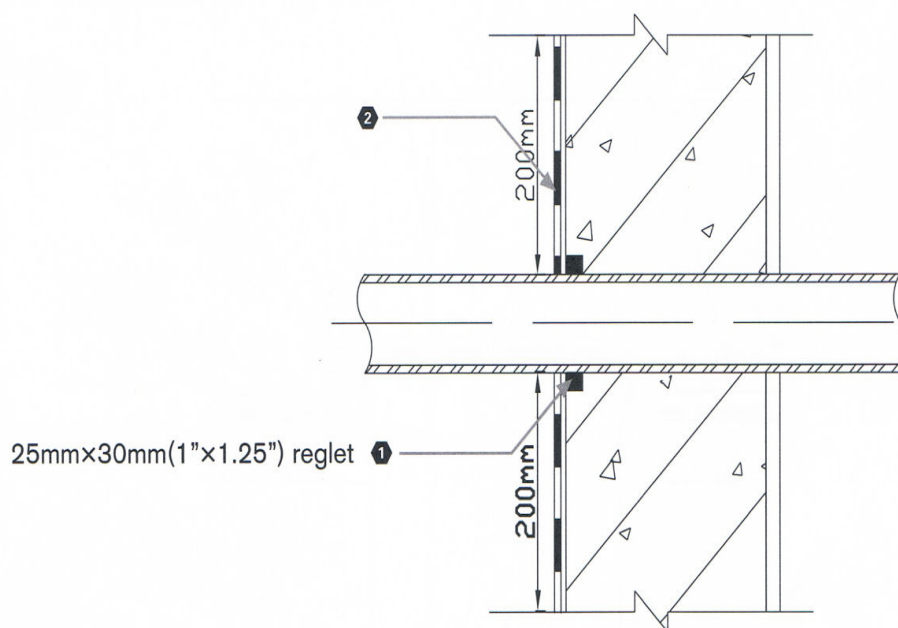


Figura 14 – Esquema de aplicação de atravessamento de tubagens em paredes

(Vide Ref. Bibliográfica 4)

ATRAVESSAMENTOS DE TUBAGENS EM LAJES

1. Impermeabilização no topo da tubagem: Limpar cuidadosamente o topo da laje e depois aplicar uma fina camada de material nas juntas da superfície com um consumo de 1.4-1.6kg/m².
2. Impermeabilização da laje: aplicar uma camada fina de material na superfície do betão, com duas demãos com um consumo total de 1.4-1.6kg/m².

Nota: A camada impermeabilizante deve ser contínua entre o betão e a tubagem.

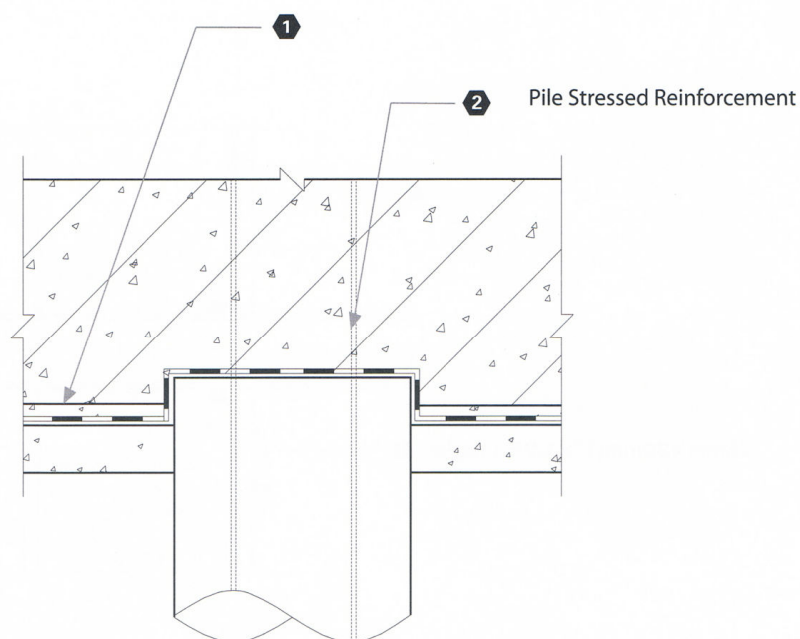
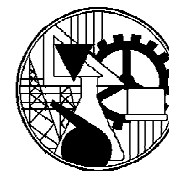


Figura 15 – Esquema de aplicação de atravessamento de tubagens em lajes

(Vide Ref. Bibliográfica 4)



FUNDAÇÕES EM BETÃO – APLICAÇÃO INTERIOR

1. Impermeabilização das juntas: de acordo com os detalhes de juntas de construção – Parede ou Lajes.
2. Aplicação de argamassa consistente: aplicar a argamassa consistente nos cantos estruturais.
3. Aplicação camada fina: aplicar uma fina camada de material na superfície da parede e laje conforme indicado, com duas demãos com um consumo de 1.4-1.6kg/m² no total.

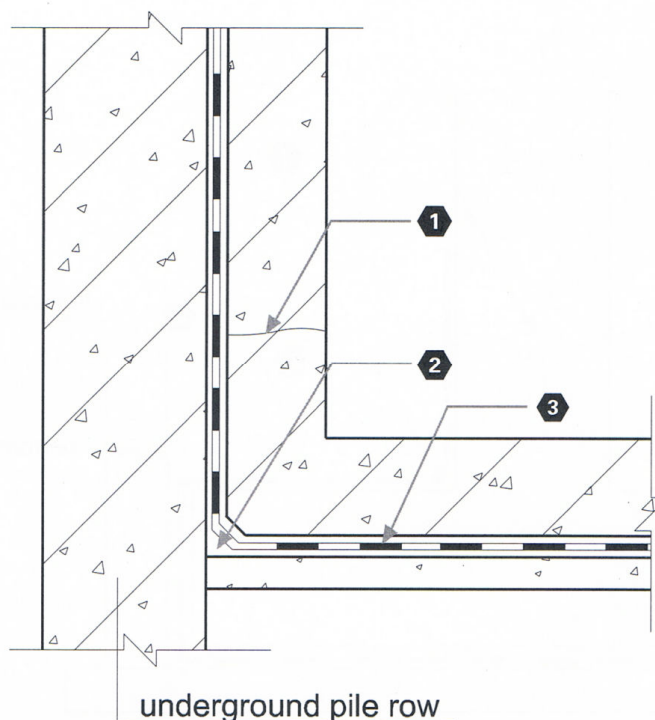


Figura 16 – Esquema de aplicação em fundações pelo interior

(Vide Ref. Bibliográfica 4)

FUNDAÇÕES EM BETÃO – APLICAÇÃO EXTERIOR

1. Impermeabilização das juntas: de acordo com os detalhes de juntas de construção – Parede ou Lajes.
2. Aplicação de argamassa consistente: aplicar a argamassa consistente nos cantos estruturais.
3. Aplicação camada fina: aplicar uma fina camada de material na superfície da parede e laje conforme indicado, com duas demãos com um consumo de 1.4-1.6kg/m² no total.

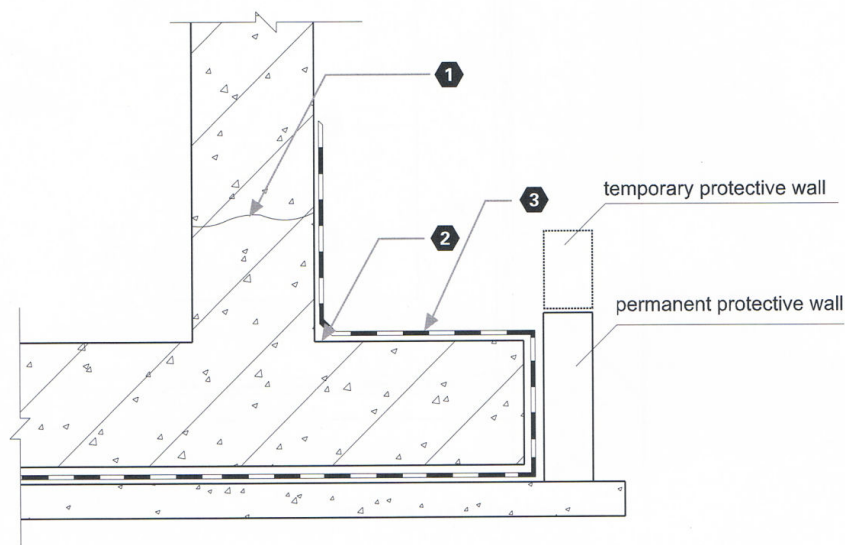
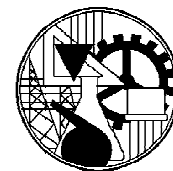


Figura 17 – Esquema de aplicação em fundações pelo exterior

(Vide Ref. Bibliográfica 4)



DIAFRAGMA DE FUNDAÇÕES DE PAREDES OU PILARES

1. Reparação e estancamento de fugas: aplicar argamassa de presa rápida na fuga existente. Depois de a fuga ter parado, encher o vazio até à superfície com argamassa consistente.
2. Impermeabilização das juntas: de acordo com os detalhes de juntas de construção – Parede ou Lajes.
3. Aplicação de argamassa consistente: aplicar a argamassa consistente nos cantos estruturais.
4. Aplicação camada fina: aplicar uma fina camada de material na superfície da parede e laje conforme indicado, com duas demãos com um consumo de 1.4-1.6kg/m² no total.

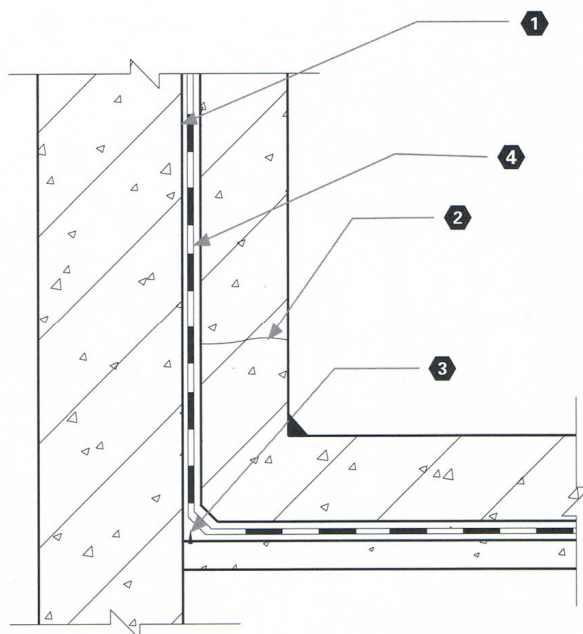


Figura 18 – Esquema de aplicação em fundações de parede/pilar

(Vide Ref. Bibliográfica 4)

POÇO DE ELEVADOR

1. Impermeabilização das juntas: de acordo com os detalhes de juntas de construção – Parede ou Lajes.
2. Aplicação de argamassa consistente: aplicar uma argamassa consistente nos cantos estruturais.
3. Aplicação camada fina: aplicar uma fina camada de material na superfície da parede e laje conforme indicado, com duas demãos de 1.4-1.6kg/m² no total.

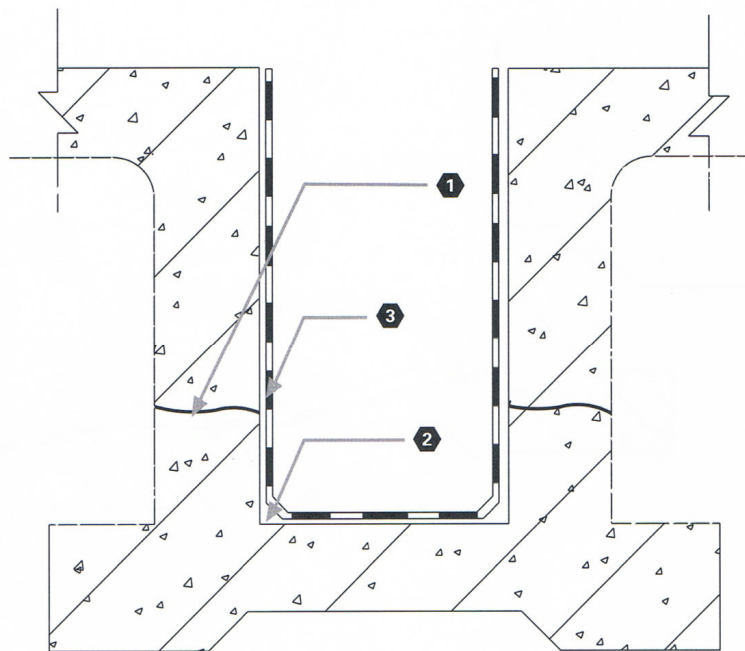
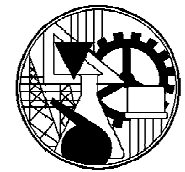


Figura 19 – Esquema de aplicação em poço de elevador

(Vide Ref. Bibliográfica 4)



PISCINA

1. Impermeabilização das juntas: limpar a junta cuidadosamente. Na superfície porosa, aplicar uma camada fina de material nas juntas da superfície com um consumo de 1.4-1.6kg/m².
2. Aplicação de camada fina: aplicar uma fina camada de material na superfície da parede e laje conforme indicado, com duas demãos de 1.4-1.6kg/m² no total.

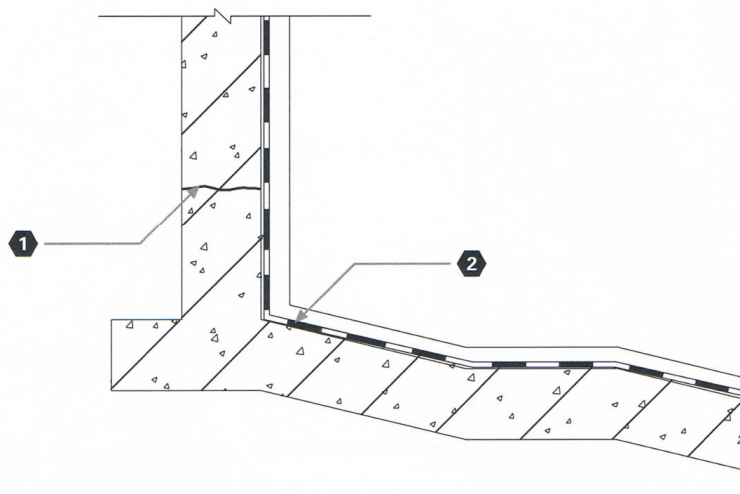
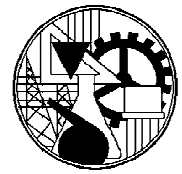


Figura 20 – Esquema de aplicação em piscina

(Vide Ref. Bibliográfica 4)



BARRAGEM

1. Impermeabilização da face da laje de betão: aplicar uma camada de material na superfície da face de betão da laje, base da laje e coroamento, conforme indicado, com duas demão de 1.4-1.6kg/m² no total.

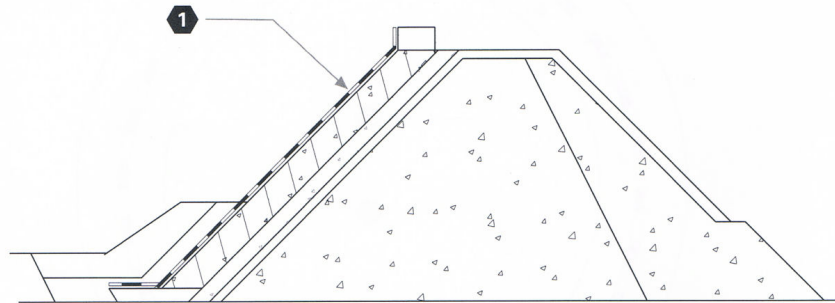
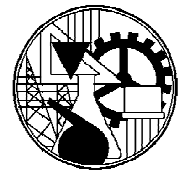


Figura 21 – Esquema de aplicação em barragem

(Vide Ref. Bibliográfica 4)



TÚNEL

1. Impermeabilização de parede e abobada: aplicar material na superfície do betão, conforme indicado, com duas demão de 1.4-1.6kg/m² no total.
2. Impermeabilização da laje: aplicar material na superfície do betão, conforme indicado, com duas demão de 1.4-1.6kg/m² no total.

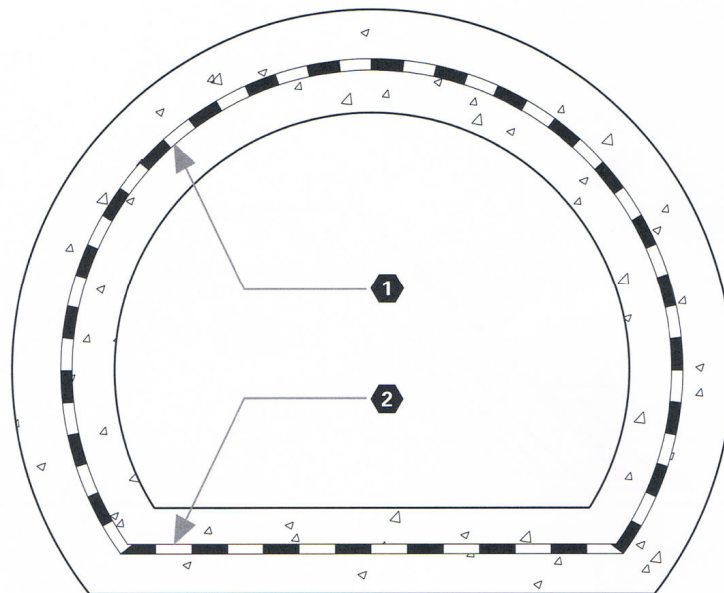
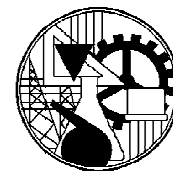


Figura 22 – Esquema de aplicação em túnel

(Vide Ref. Bibliográfica 4)



RESERVATÓRIOS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

1. Impermeabilização das juntas: de acordo com os detalhes de juntas de construção – Parede ou Lajes.
2. Aplicação de argamassa consistente: aplicar a argamassa consistente nos cantos estruturais.
3. Impermeabilização do tanque de tratamento de esgotos: aplicar uma fina camada de material na superfície do tanque de tratamento de esgotos, conforme indicado, em duas demão de 1.4-1.6kg/m² no total.
4. Impermeabilização da laje: aplicar uma fina camada de material na superfície de betão, conforme indicado, em duas demão de 1.4-1.6kg/m² no total.

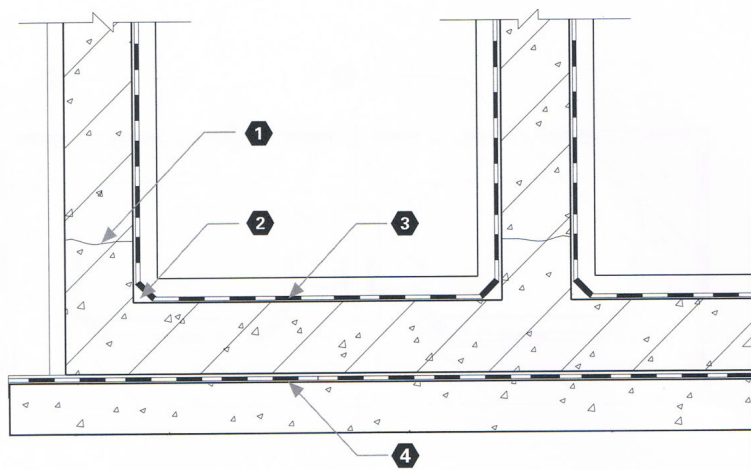
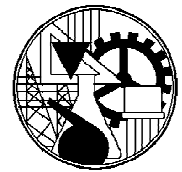


Figura 23 – Esquema de aplicação em reservatório de tratamento de esgoto

(Vide Ref. Bibliográfica 4)



PONTES

1. Impermeabilização das juntas: de acordo com os detalhes de juntas de construção – Parede ou Lajes.
2. Impermeabilização da laje: aplicar uma fina camada de material na superfície da laje, em duas demão de 1.4-1.6kg/m² no total.

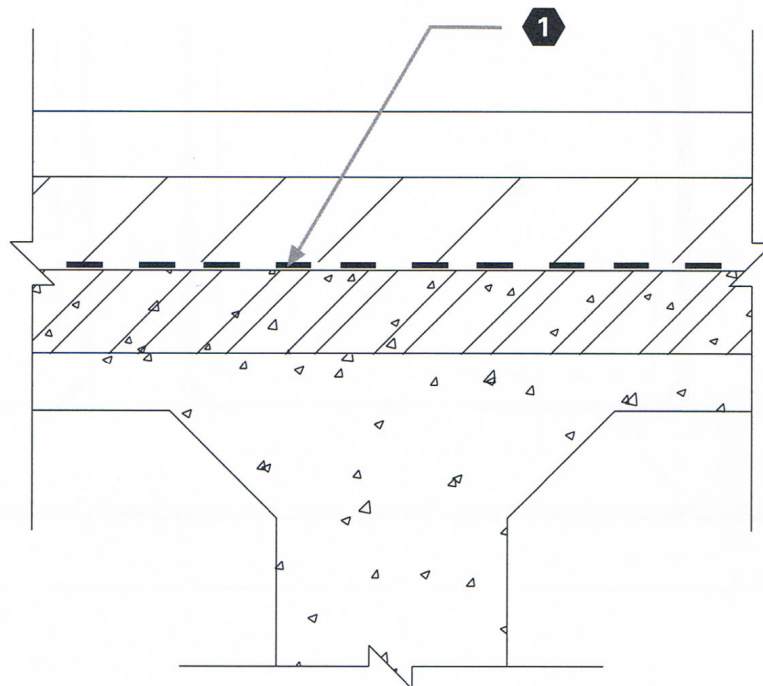
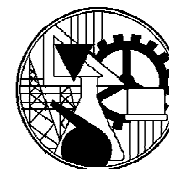


Figura 24 – Esquema de aplicação em pontes

(Vide Ref. Bibliográfica 4)



CAPITULO 3 - EXEMPLOS PRÁTICOS

3.1 – ETAR

Este trabalho foi executado numa Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR). Esta ETAR é constituída por vários elementos em betão armado, tais como decantadores, reactores, tanques, etc., que precisavam ser impermeabilizados para não haver infiltrações e consequente contaminação dos solos envolventes. Assim sendo, optou-se pela aplicação duma argamassa cimentícia pré-doseada para a impermeabilização capilar do betão, numa área de aproximadamente 12.500m² (fotografias 1, 2, 22 e 23).

Previamente ao trabalho de impermeabilização propriamente dito, teve que se proceder ao fecho das tijes com argamassa impermeável não retráctil, assim, como a reparações pontuais no betão fissurado e com chochos, onde se fez um tratamento pontual através do alegramento, e aplicação de argamassa de reparação estrutural não retráctil.

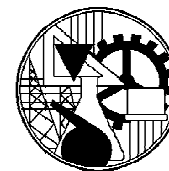
INSTRUÇÕES E DETALHES DE APLICAÇÃO

Preparação:

A preparação da superfície foi executada com uma máquina de jacto de água a alta pressão, aplicado directamente sobre a superfície a preparar (fotografias 3 e 4), à pressão média de 180bar, de modo a retirar as impurezas e a leitada vítrea para abrir os poros do betão.

Esta operação foi de primordial importância, pois sem a devida preparação, o material, não teria tido o efeito para o qual foi projectado, tal como referido nas instruções gerais de aplicação.

Rendimento prático: 400m²/dia para uma equipa formada com dois homens



Mistura:

A preparação do material deve ser feita de modo cuidado e se possível à sombra (fotografias 5 a 10) e com água a uma temperatura média não muito elevada, pois estes factores são variáveis importantes, e poderiam ter contribuído para um menor manuseamento e tempo de aplicação do material.

Neste caso prático, estando o local desprovido de protecção e com temperaturas elevadas, teve que se proceder a quantidades de misturas mais pequenas.

Assim sendo, fez-se uma mistura de 3 partes de material para 1 de água num total de 20l de material para aplicar em 20 a 30 minutos.

Aplicação:

Antes de se proceder à aplicação da primeira demão, a superfície foi humedecida para beneficiar a penetração do material e o efeito de osmose (fotografia 11).

Depois, passou-se com uma trincha sobre a superfície a impermeabilizar, sempre na mesma direcção e com força de modo a fazer impregnar o máximo de material (fotografias 12 a 16).

Deixou-se o material secar e quando estava seco ao tacto, pode-se aplicar a segunda demão.

Voltou-se a humedecer a superfície (fotografia 17).

Aplicou-se então a segunda demão na direcção ortogonal à primeira demão, e com a mesma metodologia. (fotografias 18 a 21).

Custo:

Neste caso prático e estando a falar de áreas de intervenção já consideravelmente elevadas, o valor final da execução desta metodologia foi de 6,85 €/m², para o fornecimento, aplicação do material, equipamento, sem contar com os meios de acesso.

De seguida apresentam-se as fotografias exemplificativas dos trabalhos atrás descritos.

FOTOGRAFIAS

Reservatório virgem



FOTOGRAFIA 1



FOTOGRAFIA 2

Preparação



FOTOGRAFIA 3



FOTOGRAFIA 4

Mistura



FOTOGRAFIA 5



FOTOGRAFIA 6



FOTOGRAFIA 7



FOTOGRAFIA 8



FOTOGRAFIA 9



FOTOGRAFIA 10

Humedecimento da superfície para aplicação da primeira demão



FOTOGRAFIA 11

Aplicação da primeira demão



FOTOGRAFIA 12



FOTOGRAFIA 13



FOTOGRAFIA 14



FOTOGRAFIA 15



FOTOGRAFIA 16

Humedecimento para a aplicação da segunda demão



FOTOGRAFIA 17

Aplicação da segunda demão



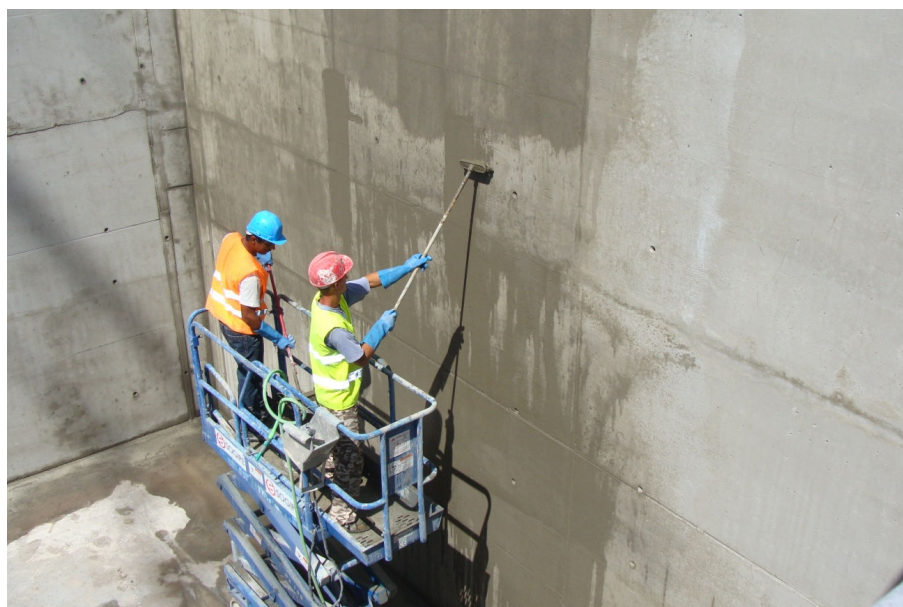
FOTOGRAFIA 18



FOTOGRAFIA 19



FOTOGRAFIA 20



FOTOGRAFIA 21

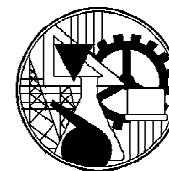
Trabalho concluído



FOTOGRAFIA 22



FOTOGRAFIA 23



3.2 – Piscina em Oeiras

Devido ao abaixamento do nível da água numa piscina de betão armado revestida com ladrilhos do tipo evinel (fotografia 1), foi-nos solicitada a apresentação duma solução definitiva para a patologia existente. Para tal, e após prévias sondagens, verificou-se que o substracto existente era de má qualidade tanto como suporte ao acabamento quer como camada impermeabilizante. Do diagnóstico efectuado, chegou-se à conclusão que para a resolução da respectiva patologia, seria necessário seguir a seguinte metodologia de intervenção:

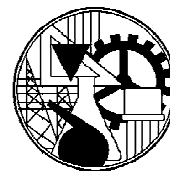
- Demolição do revestimento e substracto existentes, no fundo e paredes;
- Impermeabilização capilar do betão em toda a área (fotografias 2 e 3);
- Execução de nova camada de regularização no fundo e paredes;
- Acabamento com aplicação de novo revestimento (fotografias 4 e 5).

Preparação:

Neste caso a preparação da superfície foi executada com uma máquina de jacto de água a alta pressão, aplicado directamente sobre a superfície a preparar, mas à pressão média de 120bar, visto o suporte não se encontrar muito vítreo e com os poros fechados, fazendo no entanto a limpeza de impurezas.

Esta operação foi de primordial importância, pois sem a devida preparação, o material, não teria tido o efeito para o qual foi projectado, tal como referido nas instruções gerais de aplicação.

Rendimento prático: 50m²/dia para uma equipa formada com dois homens



Aplicação:

De igual modo, antes de se proceder à aplicação da primeira demão, a superfície foi humedecida para beneficiar a penetração do material e o efeito de osmose.

Depois, passou-se com uma trincha sobre a superfície a impermeabilizar, sempre na mesma direcção e com força de modo a fazer impregnar o máximo de material.

Deixou-se o material secar e quando estava seco ao tacto, pode-se aplicar a segunda demão.

Voltou-se a humedecer a superfície.

Aplicou-se então a segunda demão na direcção ortogonal à primeira demão, e com a mesma metodologia.

Custo:

Neste caso prático, e estando a falar de áreas de intervenção relativamente pequenas, o valor final da execução para a metodologia de impermeabilização foi de 19,85 €/m², para o fornecimento, aplicação do material, equipamento e meios de acesso.

Conclusão:

Para dar uma garantia do trabalho executado, foi efectivamente necessário executar a impermeabilização integral da piscina, que resolveu a patologia de infiltração existente.

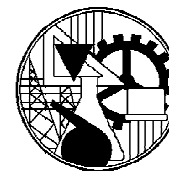
FOTOGRAFIAS



FOTOGRAFIA 1



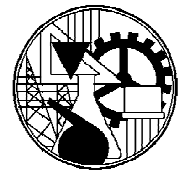
FOTOGRAFIA 2



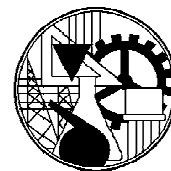
FOTOGRAFIA 3



FOTOGRAFIA 4



FOTOGRAFIA 5



3.3 – Impermeabilização de parede e laje térrea numa moradia em Queijas

Patologia existente: efluorescências.

Causa: humidade devida a fenómenos de higroscopicidade.

Metodologia de intervenção: Aplicação de argamassa cimentícia de impermeabilização capilar sobre reboco na parede e betão na laje (fotografias 1 e 2).

Preparação:

Neste caso, e como se tratava duma intervenção pelo lado passivo, interior da habitação, não se pôde usar para a preparação da superfície a máquina de jacto de água a alta pressão. Nas paredes, e como o reboco estava com o poro aberto, apenas se fez uma limpeza com escova humedecida para retirar impurezas e na laje, para além desta preparação, fez-se ainda a raspagem com escova de arame de modo a arranhar a superfície. Esta operação foi de primordial importância, pois sem a devida preparação, o material, não teria tido o efeito para o qual foi projectado, tal como referido nas instruções gerais de aplicação.

Aplicação:

De igual modo, antes de se proceder à aplicação da primeira demão, a superfície foi humedecida para beneficiar a penetração do material e o efeito de osmose.

Depois passou-se com uma trincha sobre a superfície a impermeabilizar, sempre na mesma direcção e com força, de modo a fazer impregnar o máximo de material.

Deixou-se o material secar e quando estava seco ao tacto, pôde-se aplicar a segunda demão.

Voltou-se a humedecer a superfície.

Aplicou-se então a segunda demão na direcção ortogonal à primeira demão, e com a mesma metodologia.

Custo:

Neste caso prático, visto tratar-se dum trabalho com uma área de intervenção muito pequena, o valor final da execução para a metodologia de impermeabilização foi de 35 €/m², para o fornecimento, aplicação do material, equipamento e meios de acesso.

Conclusão:

A grande vantagem neste trabalho foi resolver a patologia existente pelo lado passivo, tendo um custo inferior de intervenção para o dono de obra.

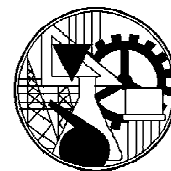
FOTOGRAFIAS



FOTOGRAFIA 1



FOTOGRAFIA 2



3.4 – Impermeabilização de laje e paredes em cave de garagem num edifício em Lisboa

Patologia existente: laje fissurada e paredes resistentes com rotura no sistema de impermeabilização (fotografias 1, 2, 3).

Causa: Humidades do terreno e precipitação.

Metodologia de intervenção: Preparação com máquina de jacto de água a alta pressão (fotografia 4), posterior reparação das fissuras através do prévio alegramento (fotografia 5) e aplicação de argamassa de reparação estrutural. Impermeabilização através da aplicação de argamassa cimentícia de impermeabilização capilar sob o betão na laje (fotografias 6 a 9).

Preparação:

Neste caso a preparação da superfície foi executada novamente com uma máquina de jacto de água a alta pressão, aplicado directamente sobre a superfície a preparar, à pressão média de 180bar, pois houve a necessidade adicional de retirar o acabamento final das paredes e tecto, tinta plástica e noutro tecto da laje, verniz, para além da limpeza normal da superfície. Esta operação foi de primordial importância, pois sem a devida preparação, o material, não teria tido o efeito para o qual foi projectado, tal como referido nas instruções gerais de aplicação.

Rendimento prático: 100m²/dia para uma equipa formada com quatro homens

Aplicação:

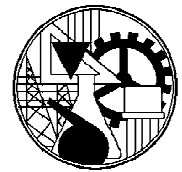
De igual modo antes de se proceder à aplicação da primeira demão, a superfície foi humedecida para beneficiar a penetração do material e o efeito de osmose.

Depois passou-se com uma trincha sobre a superfície a impermeabilizar, sempre na mesma direcção e com força de modo a fazer impregnar o máximo de material.

Deixou-se o material secar e quando estava seco ao tacto, pôde-se aplicar a segunda demão.

Voltou-se a humedecer a superfície.

Aplicou-se então a segunda demão na direcção ortogonal à primeira demão, e com a mesma metodologia.



Custo:

Neste caso prático e apesar de se estar a tratar uma área com cerca de 900m², o valor final da execução para a metodologia de impermeabilização foi de 22,50 €/m², pois foi necessário fazer previamente a reparação das fissuras. Este valor inclui fornecimento, aplicação do material, equipamento e meios de acesso.

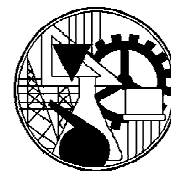
Conclusão:

A grande vantagem neste trabalho foi resolver mais uma vez a patologia existente pelo lado passivo, tendo um custo muito inferior de intervenção para o dono de obra, visto tratar-se de uma estrutura enterrada.

FOTOGRAFIAS



FOTOGRAFIA 1



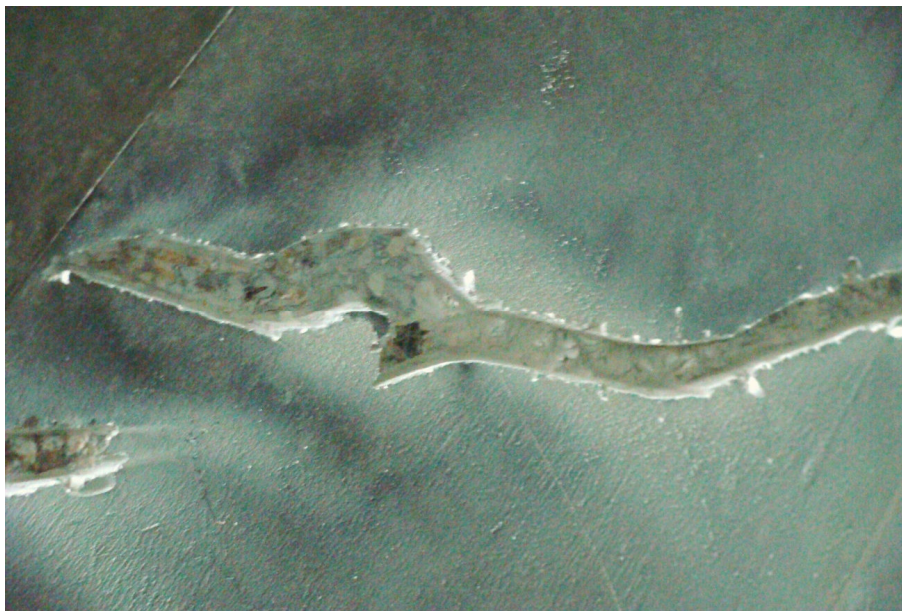
FOTOGRAFIA 2



FOTOGRAFIA 3



FOTOGRAFIA 4



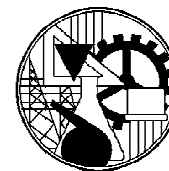
FOTOGRAFIA 5



FOTOGRAFIA 6



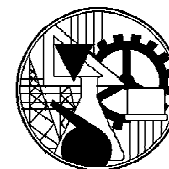
FOTOGRAFIA 7



FOTOGRAFIA 8



FOTOGRAFIA 9



CAPITULO 4 – CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

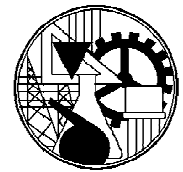
4.1 - Conclusões

Com já se referiu, não existe ainda em Portugal grande conhecimento, estudos e bibliografia acerca do tema em questão. Até por esse motivo foi extremamente difícil conseguir-se fazer pesquisa para a execução deste trabalho. Espera-se ter conseguido atenuar esta lacuna nesta área de trabalho, contribuindo para o enriquecimento dos conhecimentos acerca da matéria.

Para uma melhor análise e compreensão dos diversos sistemas impermeabilizantes, apresenta-se de seguida um quadro comparativo onde se resumem, para os vários sistemas de impermeabilização, as principais características físico-químicas dos respectivos materiais, para se poder ter uma ideia genérica dos mesmos.

		Sistema de Impermeabilização através de:			
		Membranas	Cimentos Poliméricos	Emulsões Betuminosas	Impermeabilização Capilar do Betão
Principais Características:	Juntas	Sim	Não	Não	Não
	Facilidade de aplicação	Média	Média	Fácil	Média
	Lado de pressão	Activo	Activo	Activo	Activo e Passivo
	Durabilidade	Média	Média	Média	Elevada
	Flexibilidade	Elevada	Pequena	Média	Pequena
	Resistência Química	Média	Média	Média	Elevada
	Difusão do vapor de água	Não	Sim	Não	Sim
	Resistência aos U.V.	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 1 – Comparação dos diversos Sistemas de Impermeabilização



Pela análise feita ao longo deste trabalho e através da observação do quadro resumo, verifica-se facilmente, que há cinco grandes vantagens na aplicação da metodologia de impermeabilização capilar do betão, quando comparadas com as outras, nomeadamente, na:

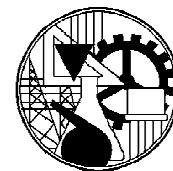
1. Aplicabilidade pelo lado negativo de pressão, em termos de custo e capacidade técnica de intervenção, pode ser muito importante esta vantagem;
2. Impermeabilidade, mas Permeabilidade ao vapor, o que não origina aumento de pressão interna no betão;
3. Inexistência de juntas, garante uma superior capacidade de impermeabilização;
4. Tempo de duração do material é associado à vida útil da estrutura, ou seja, enquanto a estrutura cumprir a sua função não haverá necessidade de intervenção.
5. Não exige custos de manutenção.

Importante será sublinhar o último item, manutenção, pois o custo de aplicação do material é apenas o de curto prazo, visto que não é necessário contabilizar o de manutenção ao contrário de outros materiais existentes no mercado.

Assinale-se também o facto desta solução ter aplicabilidade em estações de tratamento de água potável, sendo compatível com qualquer utilização onde seja necessário impermeabilizar estruturas para água para consumo humano e/ou animal.

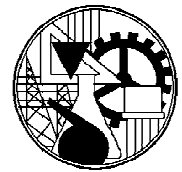
4.2 – Desenvolvimentos futuros

Considerando que temos grande interesse nesta temática, e aproveitando a experiência e conhecimento adquirido, pensamos, a médio prazo, com o desenvolvimento dos conhecimentos, investir possivelmente num doutoramento, proporcionando assim ao meio académico mais informação detalhada e procurando contribuir para uma melhor e mais rentável prática do exercício de engenharia no nosso país.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DANISH STANDARDS INSTITUTE. **Repair of concrete structures to EN 1504**. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004.
2. DEUTSCHES INSTITUTE FUR NORMUNG **DIN EN 1504** products and systems for protection and repair of concrete structures: definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity: English version, Berlin, Germany, 2005.
3. PORTUGAL. Biblioteca do ISEL - SEBENTA DA CADEIRA DE ACABAMENTOS DE CONSTRUÇÃO, 2007.
4. E.U.A.- ICS – PENETRON INTERNATIONAL, The PENETRON System – Integral Capillary Concrete Waterproofing Systems. Disponível em www.penetron.com
5. NORMA ISO 9001:2000
Gestão de Qualidade – Produção e comercialização de produtos especializados em impermeabilização e protecção de Betão
6. NORMA EN 934-2:2001
Qualidade das argamassas cimentícias
7. NORMA EN 12 390-8:2000
Permeabilidade do betão sob pressão hidroestática
8. NORMA CRD-C-48-73
Permeabilidade à água
9. NORMA CRD-C-48-73
Permeabilidade à água sob pressão de entrada



- 10 NORMA ASTM C39
Resistência à compressão
- 11 NORMA ASTM C-672-76
Teste de ciclo congelamento/degelo
- 12 NORMA ASTM C-267-77
Resistência química
- 13 NORMA ASTM N69-1967
Resistencia à radiação
- 14 NORMA ISO 7031
Profundidade de penetração
- 15 NORMA AASHTO T260
Teor de cloretos
- 16 NORMA BS 6920:Secção2.5
Atóxico
- 17 FICHA TÉCNICA
Penetron, ICS Penetron
- 18 FICHA TÉCNICA
Xypex, Tisapex
- 19 FICHA TÉCNICA
nº. 83.02 Maxseal Super
- 20 FICHA TÉCNICA
CN2000 Insta-plug edition 5.2008