

O MICROCONCRETO AUTORRECUPERÁVEL

IMAGINE UM CONCRETO QUE POSSUI FLEXIBILIDADE, POUCO SUSCEPTÍVEL À FORMAÇÃO DE TRINCAS E FISSURAS E, MESMO ASSIM AUTOMATICAMENTE MONOLITIZADAS. ESTE MATERIAL JÁ EXISTE.

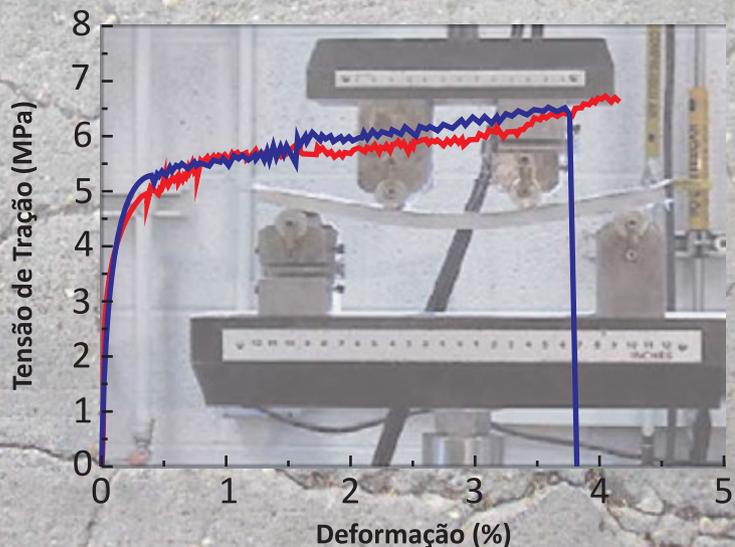


ANÁLISE

Patrícia
Karina Tinoco

Este composto cimentício apresenta flexibilidade e é auto-monolitizante. Quando tensionado formam-se inúmeras microfissuras, ao invés de uma grande fratura que, normalmente, conduziria o material à ruptura. Nesta foto, o material está sendo tensionado 5% a tração. Um concreto tradicional estaria na ruptura com apenas 0,01%.

Você encontra uma lâmpada mágica no meio do deserto. Dá uma esfregadinha e de dentro sai um gênio meio afetado, que concede a você a realização de um desejo. Humm... Você pediria um segundinho para pensar? Eu não faria isso. O meu desejo, diante dos problemas inerentes a esse material chamado concreto, que faz parte do meu dia a dia, como profissional que sou em arranjar soluções para a arte de recuperá-lo, seria pedir ao gênio para transformá-lo em um material inteligente, autossintomático e autorrecuperável. Não encontrei a lâmpada, muito menos o gênio, mas dei de cara com o meu desejo: um concreto ou composto, se bem que todo concreto é um composto, mistura de materiais diferentes que se unem para formar um outro único, resistente, refor-



Curva tensão-deformação do composto cimentício autorrecuperável (CCAR) com 2% de fibras.

Continua na pág. 6

RECUPERAR • Maio / Junho 2009



ESTACA METÁLICA COM CORROSÃO



Sua estaca metálica está com corrosão?
Só existe uma solução efetiva e específica:
PROTEÇÃO CATÓDICA COM JAQUETA AG.
É a mais completa solução para estacas metálicas ou
“tubadas”, pois reúne o melhor custo-benefício em
matéria de proteção catódica, associado ao mais
efetivo revestimento protetor. Oferecemos planos de
garantia superiores a 20 anos.

Corrosão não pára.
Interrompa este processo com segurança.

Jaqueta AG

The Right Jacket.

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 02



çado com fibras e que, automaticamente, se cura de fissuras e trincas, mantendo indefinidamente sua integridade. Acredite, pois é verdade. Este novo compósito poderá tornar nossas estruturas mais seguras, mais duráveis naturalmente, particularmente para seu mais ilustre hóspede: o aço. Claro, a formação natural de fissuras e até microfissuras fazem adentrar substâncias contaminantes. Como todo aço é totalmente reativo, teríamos um corpo fechado, ou seja, ausência de macro-problemas.

O compósito autorrecuperável

Esta maravilha da engenharia recuperativa, que pode ser chamada de compósito cimen-

GLOSSÁRIO

Compósito – combinação de dois ou mais materiais, sem chance de se misturarem e que trabalham em conjunto. Os compósitos são unidos por uma substância comum que funciona como cola e que recebe o nome genérico de matriz.

Polímeros – materiais com altíssima massa molecular, formados a partir de pequenas moléculas submetidas a ligações covalentes que permitem uma ligação. Polímeros podem ser feitos com um ou diversos tipos de moléculas. As propriedades dos polímeros, sejam borrachas, plásticos, fibras ou adesivos são baseadas em sua enorme massa molecular e grande tamanho de moléculas. A ligação entre estas cadeias individuais apresentam uma forma volumosa. Cadeia ou rede de unidades repetidas combinadas quimicamente, formadas a partir de monômeros pela polimerização.

Dúctil – capaz de ser estirado ou martelado e de sofrer deformação plástica a frio sem romper, ao ser submetido à força de tração.

Resiliência – o trabalho feito, por unidade de volume, de um material em estado de deformação. Propriedade dos corpos que armazenam grande energia de deformação, antes de se deformarem permanentemente.



Linhas brancas no corpo de prova evidenciam onde o CCAR sofreu automonolitização, com formação de CaCO₃. Este corpo de prova sofreu diversos ciclos de fissuramento com subsequentes processos de automonolitização, evidenciando resiliência necessária à atuação nas obras.

O assassino da Reatividade Álcali-Sílica (RAS)



RENEW
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 03

tício autorrecuperável (CCAR), necessita apenas de água e ar para se autorrecuperar. Uma chuvinha, apenas, será necessária para fazer com que a estrutura de uma ponte, por exemplo, se recomponha de na resistência e tenha sua durabilidade preservada. De acordo com os inventores deste fantástico concreto, seu mecanismo de autopreenchimento ou autorrecuperação deve-se apenas à formação do nosso conhecido carbonato de cálcio, CaCO_3 , formador da dura estrutura das conchas que encontramos nas praias e também resulta da reação entre cimento não hidratado e o gás dióxido de carbono, CO_2 , dissolvido em água. Nosso bem amado concreto tem uma particularidade bastante interessante e conhecida: milhares de partículas cimentícias não hidratadas, dispersas na massa endurecida, ficam absolutamente ávidas para se engajar ao todo. De um modo geral, em todo concreto com baixo fator água/cimento há um volume de cerca de 25% de partículas de cimento não hidratadas. Quando estruturas de concreto fissuram ou trincam, estas partículas não hidratadas ficam expostas à água e ao gás CO_2 , presentes no ambiente e, naturalmente, combinam-se, para desencadear o efeito nocivo da carbonatação assim como formar aquelas cicatrizes de eflorescências brancas de CaCO_3 . Evidentemente, todos nós já ouvimos falar que estas formações ou reações, em concretos antigos, acabam por fechar ou colmatar as trincas, resultando na impermeabilidade delas. Pois bem, os inventores afirmam que “a diferença entre o que é criado em laboratório e a situação que ocorre no concreto antigo é a qualidade e a intensidade da autorrecuperação. Precisamos ter certeza que o mecanismo de autorrecuperação ocorrerá sempre”. Essa autorrecuperação 100% controlada é totalmente possível, devido às particularidades desenvolvidas no CCAR, que têm incrível resistência à tração e flexão. Quando flexionado, ao invés de desenvolver uma ou duas trincas enormes, que o conduziriam a ruptura, sofre muitas microfissuras que acabam por se recuperar ou monolitizar. Mesmo se o compósito for tensionado a cargas superiores ao seu limite, as fissuras permanecem pequenas e, invariavelmente, o material acaba por recuperar sua resistência. Em números, poder-se-á tencioná-lo a tração, algo como 3%, o que significa esticá-lo 3% além do seu comprimento original, ou seja, é como se tivéssemos uma peça estrutural de 6m e a



Existe uma forma mais inteligente de detonar uma estrutura ou rocha.



DEMOX CIMENTO EXPANSIVO

DEMOX é um revolucionário cimento extremamente expansivo, ideal para corte de rochas e concreto. Age em função da dilatação de seu volume, exercendo nas paredes do furo força superior a 8.000kg/m^2 , provocando fraturas no material. DEMOX é um produto altamente ecológico, pois além de não ser explosivo, não produz gases e resíduos nocivos. Seu campo de ação é, praticamente, ilimitado. Serve para romper, cortar ou demolir rochas, concreto, concreto armado e situações onde, por razões de segurança ou preservação do meio ambiente, o uso de explosivos não seja possível.

Pode ser usado para a execução dos seguintes trabalhos:

- Escavação e demolição de fundações.
- Correção de rochas para construção de estradas.
- Escavações subterrâneas.
- Eliminação de blocos de pedra.
- Escavações marítimas, mesmo submarinas.
- Escavações de valas para posicionamento de dutos.
- Demolição de pilares, torres e paredes (de concreto armado ou não).
- Pré-fissuramento de formações rochosas com a criação de blocos isolados.

**Use tecnologia.
Use DEMOX.**

DEMOX
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 04

esticássemos 18cm. Para estas condições, o concreto ou qualquer estrutura metálica seria levada à ruptura. A média de abertura das trincas no CCAR não ultrapassa 60micrômetros, o que significa metade do diâmetro do cabelo humano. Em condições normais, este incrível material trabalha com deformações menores que 1%, e as microfissuras desenvolvidas são automaticamente monolitizadas, com a particularidade de retornarem ao seu estado inicial de tensões, como se nada tivesse ocorrido. Testes de recarregamento, após a automonolitização, evidenciaram comprometimento similar à situação original. As amostras testadas com medidas de frequência ressonante, utilizando-se ondas de som, foram submetidas a ciclo de molhagem e secagem, de modo a se determinar a integridade do compósito antes e após a surgência de trincas e, claro, após a automonolitização. Realmente, é um tremendo avanço, considerando que o comportamento do concreto tradicional é frágil, quebradiço e também rígido como qualquer cerâmica, tipicamente fraturando quando submetido a tensões de tração de apenas 0,01%. A particularidade intrigante do nosso velho e bom concreto é que, tipicamente, desenvolve estado de ruína com desmanche quando super tensionado. Este novo compósito, com comportamento dúctil e flexível é, na verdade, um concreto com ingredientes similares ao tradicional,

ou seja, com cimento portland, água, areia, fibras, pozolanas e aditivos. O segredo parece estar na rede de microfibras especiais dispersas na massa, com cerca de 2% em relação ao seu volume, além de outros polímeros especialmente formulados, de modo a promover a formidável característica de absorver trincas e fraturas, distribuindo tensões para todo lado ao invés de deixá-las concentradas, ao mesmo tempo em que promove monolitização automática. Realmente, é um espanto. Outra particularidade é ser 40% mais leve, possuir flexibilidade controlada e 500 vezes mais resistente ao fissuramento, quando submetido a deformações de tração superiores a 5%.

A ROGERTEC, empresa do Grupo RECUPERAR, estará brevemente comercializando este incrível material. É só aguardar.

fax consulta nº 05



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análises.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Patricia Karina Tinoco é engenheira civil, especialista em química e física da construção.

Reatividade Álcali-Sílica?



Detector de RAS 3000

- Todo teste é feito na própria obra.
- Não é exigido tratamento especial ou qualquer outro equipamento.
- Utiliza apenas 2 reagentes absolutamente seguros e atóxicos.
- Identifica a R.A.S. no concreto, diferenciando esta patologia das demais causas que possam atuar na estrutura.
- Resultados em menos de 5 minutos. Econômico, fácil e rápido de usar.

RAS 3000

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 06

www.ipacon.com.br

EPÓXI 28 Novolac

A MAIS AVANÇADA BARREIRA CONTRA A AÇÃO QUÍMICA

Proteja a superfície do concreto contra a ação de ácidos (concentração elevada) e substâncias fortemente alcalinas com EPÓXI 28. Moderníssimo sistema epóxico novolac, made in USA, especialmente projetado para suportar tudo aquilo que os melhores epóxios não conseguem suportar.

- ✓ 100% sólidos.
- ✓ Odor quase imperceptível.
- ✓ Excelente resistência química.

EPÓXI 28. INIGUALÁVEL.

DEMOX

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 07



PREJUÍZOS COM A UMIDADE EM PISOS DE CONCRETO II

ENTENDA COMO CONTROLAR UM DOS PIORES INIMIGOS DOS PISOS DE CONCRETO E SUAS CONSEQUENTES MANIFESTAÇÕES EM PINTURAS EPÓXICAS QUE, USUALMENTE, CAUSAM PROBLEMAS DE ORDEM JUDICIAL ENTRE CLIENTE E APLICADOR.

ANÁLISE

Mariana
Tati

Toda umidade em pisos de concreto é ruim, é prejuízo. Milhares de reais são gastos anualmente para pagar problemas causados pela umidade em pisos de concreto revestidos com epóxi. Na edição passada, apresentamos as fontes de umidade naturais que assolam pisos de concreto. Nesta edição, apresentaremos as fontes de umidade artificiais, que também devem ser do conhecimento de todo técnico ou engenheiro que lide com patologias em pisos de concreto pintados com epóxi.

A água do concreto

O fator condicionante que determinará quanto tempo um piso de concreto demorará a secar, pelo menos até um nível aceitável, é nada mais, nada menos que a água que entra na composição do próprio concreto. Quer dizer, o seu fator água/cimento (figura 1).

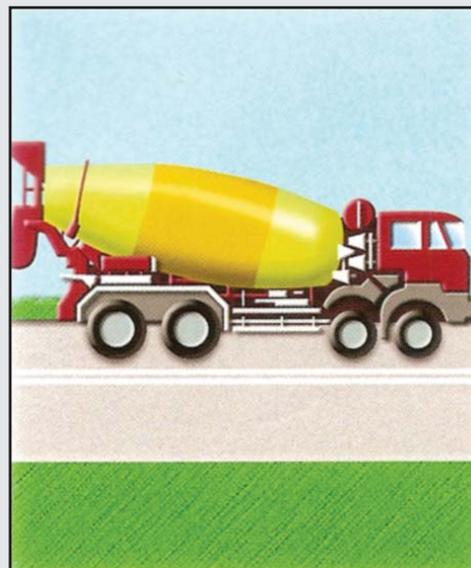


Figura 1 - Investigar a presença de focos de umidade no piso de concreto, antes da pintura, é tarefa importante. A água de amassamento é necessária para o cimento hidratar, dar pega e adquirir resistência. Dentro da água de amassamento há a água da trabalhabilidade, projetada para permitir o lançamento e o acabamento. É considerada fonte primária de umidade e precisa ser removida durante a secagem.

MONITORAMENTO EM ÁREAS MAIS REMOTAS 24 HORAS POR DIA EM SEU LAPTOP?



(F1) Zoom (F2) Defaults (F3) Hardcopy (F4) Menu





Figura 2 – A cura úmida promove a melhor oportunidade para o concreto obter sua completa resistência, inclusive à abrasão.

Por exemplo, um piso de concreto armado com 10cm de espessura, feito com um fator a/c = 0,40 pode durar de 2 a 3 meses para secar até um nível considerado aceitável. Este mesmo piso, se feito com um fator a/c = 0,50 demorará de 4 a 5 meses para chegar a um nível aceitável de secagem. Tudo, naturalmente, dependendo das condições ambientais. Uma dica super interessante para estimar



Figura 3 – Fontes indesejáveis d'água abaixo do piso: tubulações com vazamentos, bolsões d'água e nível freático extremamente alto...

o período correto de secagem de um piso de concreto é considerar 1 mês para cada 2,5cm de espessura do piso. De forma mais minuciosa, um dia de espera para cada milímetro de espessura. A prática confirma esta teoria, desde que se empregue fator a/c muito próximos a 0,5. Com fatores a/c maiores, mais tempo para secagem. Com fator a/c menores, menos tempo. Simples, não?

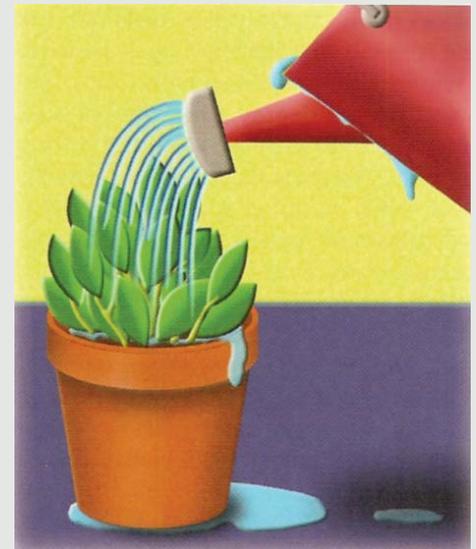


Figura 4 – A presença de plantas no interior contribui para aquela umidade indesejada em pisos comerciais e industriais, quando são muito molhadas e não houver coleta adequada da água que drena.

Água de cura

A cura úmida é a responsável pela hidratação do cimento, tornando possível sua mais alta resistência e viabilizando a desejada durabilidade. Muito cuidado, no entanto, para não introduzir água sob o piso, durante o processo de cura úmida, através de suas juntas, fissuras e/ou no entorno de seu perímetro. Tecidos geotêxteis

TECNOLOGIA?

Para medir os potenciais de corrosão no concreto armado já está disponível o novo conjunto semi-pilha CPV-4 com voltímetro digital. A semi-pilha CPV-4 é um revolucionário instrumento que mede os potenciais de corrosão em superfícies de concreto armado e protendido. Com este equipamento poder-se-á levantar ou monitorar, de tempos em tempos, possíveis estados de corrosão e a sua velocidade, antes que a estrutura apresente sinais de ruína por sintomas de corrosão (desplacamentos).

Só com semi-pilha CPV-4

Evite isto!

CPV-4
 Tele-atendimento
 (0XX21) 3154-3250
 fax (0XX21) 3154-3259
 produtos@recuperar.com.br
 Fax consulta nº 10

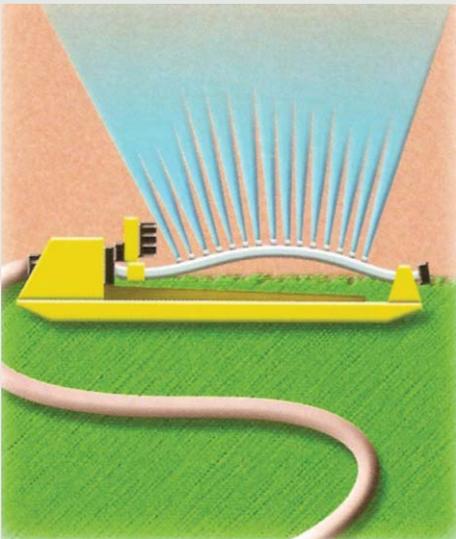


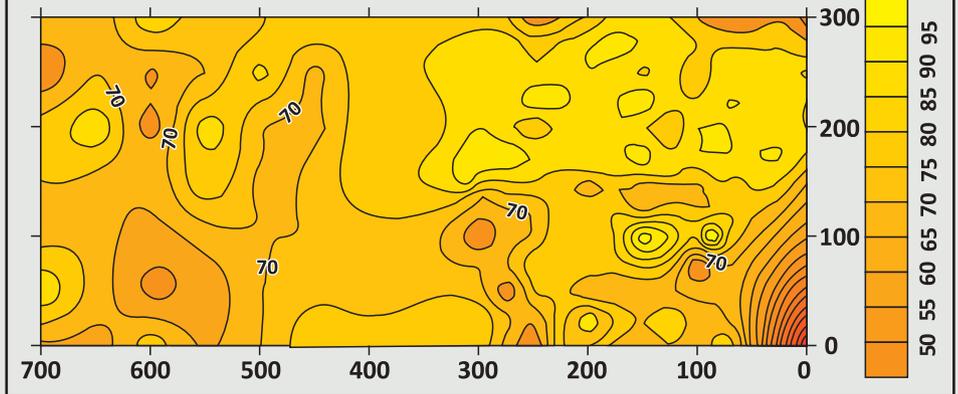
Figura 5 – Torneiras e aparatos de irrigação, anexos às paredes periféricas da indústria, acabam contribuindo com água para debaixo do piso.

encharcados ou películas de cura química atendem bem à norma ASTM C171.

Tubulações sob o piso

Muito frequentemente rompem-se tubulações d'água, sejam pluviais, industriais, potáveis ou de incêndio sob pisos de concreto. A elaboração do mapeamento

Mapa de Contorno



Aparelhos que detectam umidade servem para fazer um mapeamento da mesma em pisos industriais, com o objetivo de detectar-se focos de umidade danosos à futura pintura epóxica.

da umidade ao longo do piso, certamente, informará o foco do problema. A solução para a presença de focos de umidade está na elaboração da drenagem periférica externa. Para projetos novos sugere-se, sempre, envolver a tubulação com material granular adequado sobre geomembrana, de modo a impedir que ocorram subempençamentos e/ou infiltrações para o subleito, desestabilizando sapatas e o próprio piso. A ocorrência de problemas

de afundamento do piso e/ou das sapatas/pilares internos são facilmente resolvidos com a técnica Compaction Grouting. Caso haja presença de solo mole abaixo, a técnica indicada é o CPR.

Atividades com água

Durante a construção do piso, é comum fazer a central de massas e/ou qualquer atividade com uso de água na região

Problemas com fundações? Recalques?

COMPACTION GROUTING
 Tele-atendimento
 (0XX21) 3154-3250
 produtos@recuperar.com.br
 Fax consulta nº 11

Problemas de recalque
 são facilmente resolvidos
 com **COMPACTION GROUTING.**

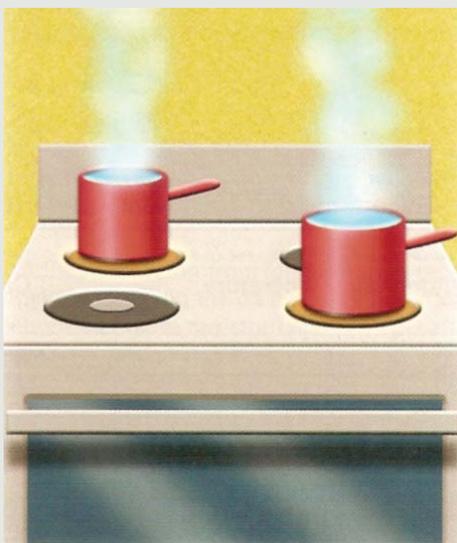


Figura 6 – Copas, cozinhas, além de todos os micro-ambientes industriais que trabalham com água, contribuem com aquela umidade indesejada no piso de concreto.

do futuro piso. O próprio caminhar do pessoal na obra contamina o subleito/sub-base, tornando difícil o processo de secagem. É comum também instalar-se torneiras junto às paredes periféricas, de modo a permitir a irrigação de gramados ou lavagem de passarelas. Banheiros, cozinhas, copas, salas industriais que funcionem com água, certamente acabam por adicioná-la diretamente no piso, como também aumentam a umidade relativa interna de todo o ambiente industrial.

Ar condicionado

Áreas comerciais e industriais submetidas a ar condicionado sujeitam o piso de concreto a particularidades interessantes. Se a temperatura do ponto de orvalho do ar interno fica acima da temperatura da

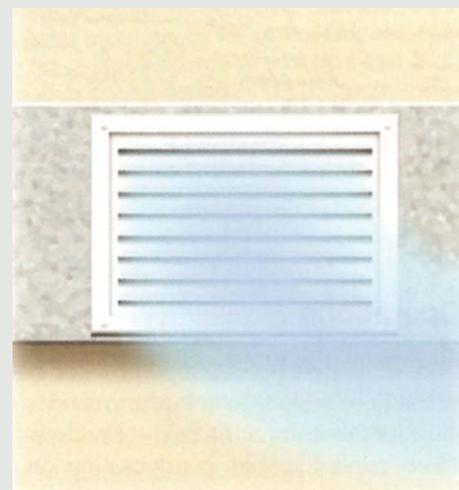
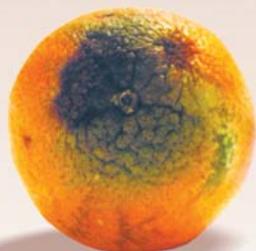


Figura 7 – Sistemas de ar condicionado afetam a umidade interna do ambiente e, conseqüentemente, do piso de concreto.

superfície do piso, ocorrerá um processo de condensação. Alguns sistemas de ar



O problema em pisos epóxicos começa localizado. Logo, logo torna-se disseminado. A solução é o **TVA-OK**



O problema resume-se em manchas, bolhas e deslocamentos. Enfim, o piso epóxico que você aplicou logo, logo estará comprometido. Por quê? A questão resume-se em um teste obrigatório que deveria ter sido feito antes da aplicação da pintura: o teste da transmissão de vapor d'água (TVA), conforme recomenda a norma ASTM F1869-98.

Sem o TVA-OK todo o seu investimento poderá estar sofrendo com as tensões originadas pela saída do vapor d'água de piso de concreto. Só o TVA-OK identifica o maior causador de problemas em pisos epóxicos. Não arrisque mais. Faça hoje mesmo o TVA-OK.

TVA-OK
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 12

BOMBA RGM



Conheça a revolucionária Bomba RGM para calafetamento de juntas e injeção de produtos viscosos em trincas.

- Possui fluxo contínuo de até 1,4 litros por minuto.
- Pressão de até 54kg/cm².
- Viscosidade de até 5.000cps
- Proporção de bombeamento A/B de 1:1 a 4:1.
- Velocidade de fluxo variável.
- Tanques de aço inox de 18 litros cada.
- Motor de ½ HP.
- Válvula de injeção manual ou automática.
- Energia elétrica e pneumática.

BOMBA RGM
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 13



Figura 8 – Produtos químicos utilizados na limpeza ajudam a conduzir a água para dentro do piso, com o agravante de contaminar o concreto armado-protendido.

condicionado, hoje, injetam vapor no ambiente, de modo a umidecer o ar interno. Um descontrole no sistema poderá causar problemas, principalmente com relação ao crescimento de colônias de microorganismos no piso e paredes.

Limpeza e manutenção

Para se obter a melhor aparência e funcionalidade para pisos de concreto é fundamental promover uma adequada e periódica limpeza. Muito cuidado na utilização de produtos químicos para a limpeza do piso de concreto armado/protendido. O ideal é utilizar produtos neutros.

fax consulta nº 14



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análises.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Mariana Tati é engenheira civil e trabalha no repairbusiness na área de monitoramento.
- ACI, Committee, Guide for Concrete Floor and Slab Construction, ACI 302.1R, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, 1989.
- ACI, Committee 302, Guide for Concrete Floor and Slab Construction, ACI 302.1R, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, 2006.

- ACI, Committee 302, Guide for Concrete Floor and Slab Construction, ACI 302.1R, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, 2004.
- ACI, Committee 302, Guide for Concrete Slabs That Receive Moisture-Sensitive Flooring Material, ACI 302.2R, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, 2006.
- ACI, Committee 515, Guide to the Use of Waterproofing, Dampproofing, Protective, and Decorative Barrier Systems for Concrete, ACI 515.1R, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, 1985.
- ASCE Committee on Professional Practice, Quality in the Constructed Project, 2nd Ed, ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 73, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, 2000.
- Berke, Neal S., and Li, Lianfang, "Early age shrinkage and moisture loss of concrete," Rilem Proceedings, Vol. 36, 2004.
- Blumer, H.M., "New justifications in an Old Debate: Specifying Vapor Barriers Under Slabs-on-Grade," Construction Specifier, February 1990, pages 27-28.
- Brown, W.S., Protection from Moisture for Slab-On-Ground Construction and for Habitable Spaces Below Grade, National Research Council Publication 707, Washington, National Academy of Sciences, National Research Council, 1959.
- Campbell, R.H.; Harding, W.; Misenheimer, E.; Nicholson, L.P.; and Sisk, J., "Job Conditions Affect Cracking and Strength of Concrete In-Place," ACI Journal, 1976, pages 10-13.



CONTROLE DA CORROSÃO e PROTEÇÃO CATÓDICA

- ✓ Staff certificado pelo NACE.
- ✓ Análise do estado de ruína.
- ✓ Projetos de proteção catódica.
- ✓ Produtos para proteção catódica.
- ✓ Instrumentos para inspeção.
- ✓ Tanques e tubulações.
- ✓ Anodos.
- ✓ Seminários para treinamento.
- ✓ Formulação de especificações.
- ✓ Pesquisa e desenvolvimento.



Tels: (21) 3154-3255
Fax: (21) 3154-3259
www.ipacon.com.br
atendimento@ipacon.com.br

AVALIANDO OS MATERIAIS EMPREGADOS NOS SERVIÇOS DE RECUPERAÇÃO

A PERFORMANCE REALISTA DAS ARGAMASSAS QUE EMPREGAMOS NOS SERVIÇOS DE RECUPERAÇÃO E QUE NÃO APARECEM NOS BOLETINS TÉCNICOS

SOLOS

Thomas Kim

Gasta-se, anualmente no repairbusiness, milhões de reais em argamassas pré-fabricadas para recuperação de superfícies de concreto. Muitas possuem especificações, simplesmente, miraculosas.

Todo especialista em recuperação/reforço de concreto armado protendido (RRCAP) sabe que estas estruturas trincam e isto não é novidade. O que estes profissionais sabem e não desejam é que o concreto ou argamassa aplicados em seus serviços não fissure ou não sofra trincas, pois sabem que é o caminho de entrada para processos acelerados de deslocamento e corrosão nas armaduras/cabos de protensão. Muito já se falou, nos números anteriores da RECUPERAR, sobre o inevitável processo de retração por secagem em concretos e argamassas de recuperação. No entanto, outros fatores também estão na lista dos procurados por provocar fissuras

e trincas. São eles a resistência de tração, o coeficiente de dilatação térmica, a fluência e os módulos dos concretos e argamassas empregados nos serviços de RRCAP. Ninguém pode esquecer que o maior desafio, ao se executar uma RRCAP, é garantir a durabilidade do serviço, três palavras mágicas que todo especialista em repairbusiness sabe de cor e salteado. Mas a durabilidade desejada faz ligação direta com a compatibilidade dimensional (CD) de concretos/argamassas empregados nos serviços de RRCAP e que têm a ver com as mudanças de volume que, naturalmente, ocorrem em relação ao concreto original que serve de base. Os primeiros

estão em processo ativo e o segundo nada mais deve, encontrando-se em processo passivo. A CD afeta a adesão dos materiais empregados, consequentemente sua capacidade de absorver cargas e resistir ao indesejável fissuramento. As quatro características adicionais citadas, além da trivial retração por secagem se INTER-RELACIONAM, apresentando valores os mais disparatados possíveis. Você, leitor, já começa a perceber que os números indesejáveis que acabam por comprometer a performance de concretos/argamassas empregados em nossos serviços não são, então, apresentados na especificação destes produtos. Por razões óbvias, senão o

Reforço Estrutural...

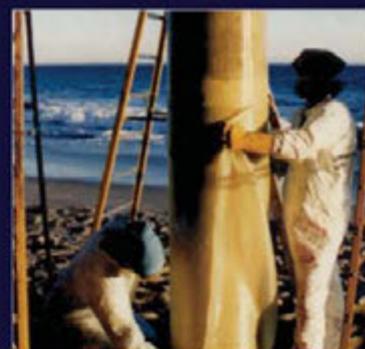
...só com sistemas MFC.



Manta de Fibra de Aço.



Manta de
Fibra de Carbono



Manta de Fibra de Kevlar

PRODUTOS MFC:

- *Manta de Fibra de Carbono*
- *Manta de Fibra de Kevlar*
- *Mantas de Fibra de Aço*
- *Manta de Fibra de Vidro Estrutural*
- *Fita de Fibra de Carbono*
- *Barras de Fibra de Carbono*
- *Tecnologia a toda prova*

Os sistemas de reforço estrutural MFC foram desenvolvidos no Japão e EUA com o mais perfeito requisito resistência-durabilidade.

Dispomos de uma formidável linha de produtos, com acessoria técnica para todas as empresas e profissionais, aliando viabilidade, segurança, preço e qualidade.



Lider em Reforços Inteligentes

REFORÇO ESTRUTURAL

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta n° 15



Um outro estudo específico, realizado somente nos serviços de RRCAP de pontes e viadutos, feito por G.P. Tilly concluiu que:

- 20 a 25% dos serviços apresentaram problemas nos primeiros 5 anos
- 65 a 75% dos serviços apresentaram problemas entre 6 e 10 anos.
- 95% dos serviços apresentaram problemas ao final de 25 anos.



produto não é vendido. Nesta matéria, apresentamos estes números, de modo que todos tenham uma visão realista dos produtos que compramos no nosso dia-a-dia.

Performance e impacto destes materiais no custo dos serviços

Em nosso país não temos números anuais que indiquem o montante de gastos nos serviços de RRCAP, mas nos EUA há estudos que evidenciam a bagatela de 20 bilhões de

dólares, com todo um ciclo de impulsionamento do Repairbusiness. Aqui, estima-se bem menos. Um dos estudos técnicos, super interessante, o Con Rep Net (Concrete Repair Network) investigou 215 obras de RRCAP e concluiu o seguinte:

- 80% dos serviços foram satisfatórios durante 5 anos.
- 30% dos serviços foram satisfatórios após 10 anos.
- 10% dos serviços foram satisfatórios após 25 anos.

Figura 1 - Performance dos serviços de recuperação em pontes, feito por Tilly.

A figura 1 é o resumo do interessante trabalho de Tilly.

A má performance ou a causa de todos os problemas foram:

- Fissuras e trincas,
- Corrosão do aço incentivada pelo próprio “material de recuperação”,
- Deslocamentos da massa de recuperação.

A figura 2 evidencia, de forma lógica, os resultados do Con Rep Net.

A MANTA DE FIBRA DE VIDRO ESTRUTURAL NASCEU DE UM MODELO INCOMUM.



É a perfeita combinação de materiais, resistência, simplicidade e adaptação às estruturas que necessitam de reforço, com total integração à realidade das obras.

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 16

ARMAGLASS
MANTA DE FIBRA DE VIDRO ESTRUTURAL
Diversos tipos. Uma adequada à sua obra.

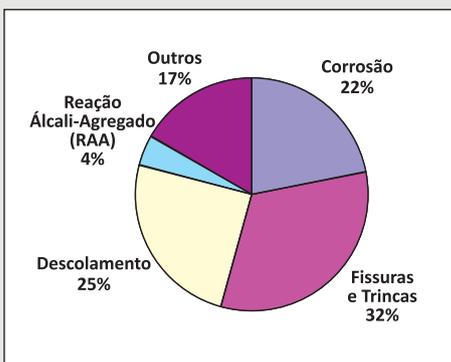


Figura 2 - Modo como os problemas ocorreram no trabalho Con Rep Net.

A ocorrência de fissuras e trincas nas massas aplicadas nos serviços de recuperação é crítico, pois é porta de entrada para os estados indesejáveis de carbonatação no concreto, entumescimento, corrosão nas armaduras e o conseqüente processo de expansão, resultante da nova camada de recobrimento. A presença cada vez mais constante de sais sulfatos nas águas do solo, devido a contaminação por efluentes, induzem processos de inchamento (etringita) no concreto dos elementos de fundação como estacas e sapatas. Neste particular, chamamos a atenção para projetistas que teimam em criar estruturas de estações de tratamentos de efluentes sem qualquer proteção específica para a superfície do concreto armado. Processos de reatividade álcali agregado (RAA) já são diagnosticados com alguma frequência.



Figura 3 - Peças de concreto armado que se submeterão a serviços de recuperação e tratamento da corrosão. As argamassas de recuperação farão o trabalho final.

Causas das fissuras e trincas

Por que, então, as massas empregadas nos serviços de recuperação trincam ou fissuram? Não deveriam, não é mesmo? Mudanças naturais de volume, que ocorrem em todas as massas cimentícias especiais prefabricadas, empregadas nos serviços de recuperação, induzem nas recuperações recém executadas, tensões de tração superiores à do próprio material de recuperação ainda em fase de crescimento. O

resultado são trincas e fissuras na superfície recuperada. A intensidade destas tensões in-

GLOSSÁRIO

Carbonatação – transformação química com redução do pH na qual minerais são alterados para carbonatos, devido ao ácido carbônico.

Módulo – tensão para uma determinada deformação.

Durabilidade – é a disposição do concreto para resistir à ação natural do envelhecimento e, principalmente, a ataques químicos, abrasivos e outras condições de serviço.

Etringita – sulfoaluminato de cálcio, rico em sulfatos. É formado pelo ataque de sulfatos no concreto.



Situação comum: ausência da camada de recobrimento e corrosão nas armaduras da laje. Solução: proceder o corte do concreto junto às armaduras e justapor, lateralmente, o FIO G* amarrando-o a cada 10cm com arame comum. Laje protegida por muitos anos.

* Dispomos do FIO G com vários diâmetros, adequado a todo tipo de armaduras e cabos de protensão.

FIO G[®] PROTEÇÃO CATÓDICA

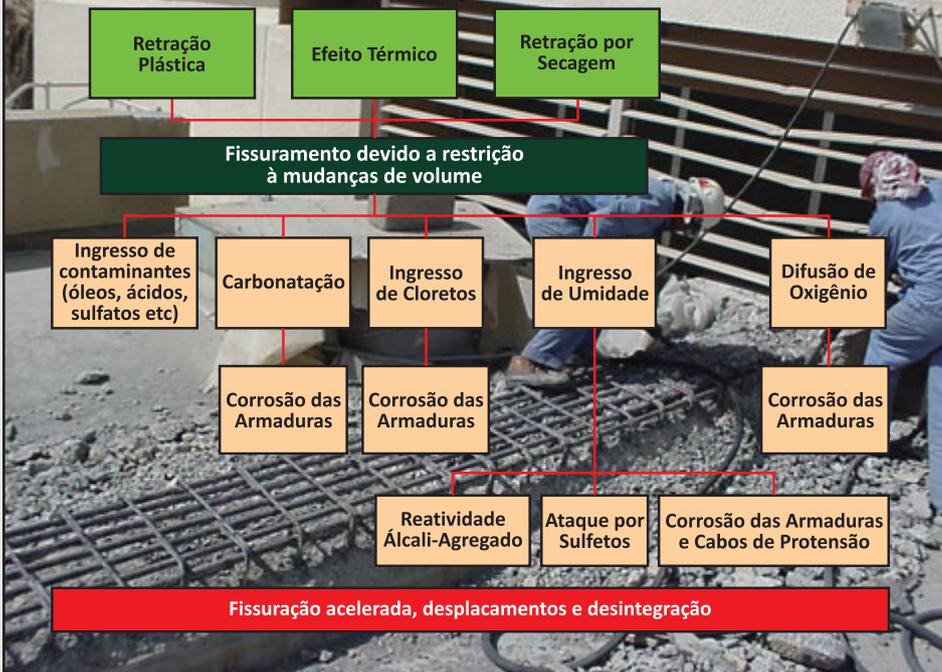


O FIO G é um sistema de proteção catódica à base de corrente galvânica, adequado para interromper ou impedir processos de corrosão em qualquer estrutura de concreto armado/protendido. O FIO G é eletricamente ligado às armaduras, tipicamente quando inexistente camada de recobrimento. Desta forma, todo e qualquer processo de corrosão é impedido de ocorrer nas armaduras, mesmo virtualmente sem camada de recobrimento.

SÓ COM FIO G[®]
PROTEÇÃO CATÓDICA POR CORRENTE GALVÂNICA

FIO G
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 17

Estado de Ruína Acelerada Devido ao Fissuramento



Resistência de tração

Esta característica é o indicador-mor de como a nova massa irá suportar as consequentes tensões de tração que surgirão. As altas tensões de tração, que se desenvolvem durante a cura (retração por secagem e plástica), frequentemente sobrepõem a ainda jovem resistência de tração da nova massa. Trincas como resultado. Evidentemente, percebe-se que quanto maior o ganho de resistência à tração da nova massa, menor a probabilidade de fissuras. Usualmente, utiliza-se o método da norma ASTM C190 para a determinação da resistência à tração de argamassas cimentícias. No entanto, esta norma foi cancelada e não houve qualquer substituição. A norma ASTM C496 é empregada para obtermos a resistência à tração de argamassas cimentícias, utilizando-se compressão diametral ao longo do comprimento da amostra cilíndrica.

duzidas de tração dependerá do gradiente de umidade e temperatura que envolve a obra, da absorção, módulo, retração, ganho de resistência de tração e fluência da massa empregada, além da geometria do local recuperado, o que estabelece comportamentos diferenciais entre a massa empregada na recuperação e o concreto armado que está sendo recuperado.

Propriedades fundamentais

Se você não quiser ter problemas em sua obra, após os serviços de recuperação, atente para as seguintes propriedades pertinentes a toda massa cimentícia:



Acima e abaixo: ASTM C157, "Método padrão para determinação de mudanças de comprimento em argamassas e concretos endurecidos."



Acabe com a rotina da manutenção.

DENSOFLEX é uma fita isolante da corrosão para fins industriais cujas características principais são elasticidade permanente e dupla camada. É prática e versátil. Atende às rigorosas normas alemãs DIN 30672 e DIN EN 12068 de aplicação em equipamentos e peças metálicas, enterradas ou não, assim como imersas em diversos fluidos.

DENSOFLEX é composta de fibra de lã sintética impregnada com elastômero à base de hidrocarbonetos de última geração. O lado não aderente da fita **DENSOFLEX** é composto de filme de polipropileno de alta resistência, de modo a proteger seu elemento elastomérico aderente. **DENSOFLEX**, uma vez aplicada sobre superfícies metálicas, é virtualmente impermeável à ação dos temidos vapor d'água e oxigênio, desencadeadores da corrosão. Duas camadas da Fita **DENSOFLEX** atende e excede as exigências da classe A-30 da norma DIN 36072 e DIN 12068 com relação a tensionamentos. **DENSOFLEX** é importada da Alemanha e caracterizada pela DIN-DVGW-Reg. N° NG-5180BM00.

USE

DENSOFLEX

Fita auto-aderente isolante da corrosão

DENSOFLEX
 Tele-atendimento
 (0XX21) 3154-3250
 fax (0XX21) 3154-3259
 produtos@recuperar.com.br
 Fax consulta n° 18

Resistência da colagem

Aderência entre massa de recuperação e o concreto original é fator condicionante para o êxito da obra. Para maiores detalhes sobre como otimizar a aderência consulte números anteriores da RECUPERAR. Diagnósticos frequentes, emitidos pelo IPACON, indicam ausência de de preparação adequada da superfície, desenvolvimento acentuado de tensões, devido a retração por secagem e/ou movimentação (deformação) térmica diferencial. Alterações de volume, na região recuperada, são bravamente combatidas pela adesão entre o novo e o antigo mas, invariavelmente, originam fissuras e aqueles trágicos deslocamentos a partir da interface de colagem. Toda e qualquer perda de colagem entre o novo e o antigo promove empenamentos no volume da recuperação aplicada, que acabam por desenvolver fissuramento por flexão. A metodologia da ASTM C1583 é relativamente nova mas está sendo amplamente empregada. Números anteriores da RECUPERAR dão dicas super importantes de como checar a superfície do concreto original, antes de aplicar a massa de recuperação.

Módulo

Muitos técnicos e engenheiros têm a maior dificuldade de entender esta importante característica pertinente às

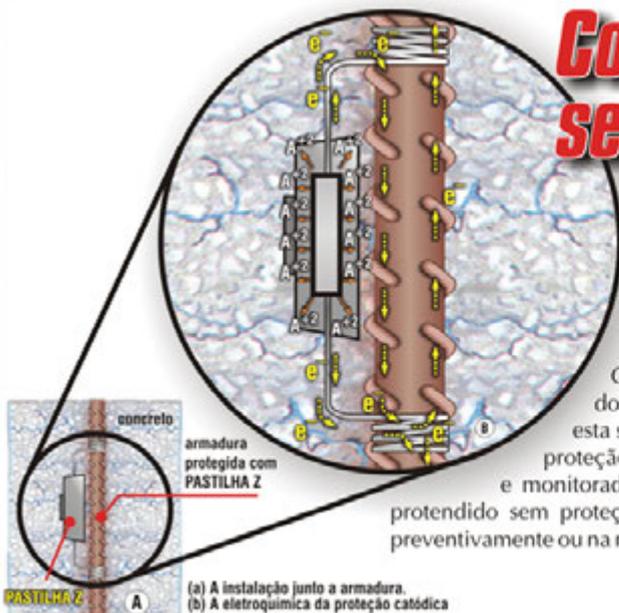


Acima e abaixo: ASTM C157, "Método padrão para determinação de alterações no comprimento de argamassas e concretos feitos com cimento portland.

ASTM C157 Alterações no Comprimento



Concreto armado-protendido sem corrosão?



O aço da construção é reativo e corrói fácil. Armaduras e cordoalhas de protensão são de aço. O concreto é um falso sólido. A proteção do aço pelo concreto é apenas mecânica. Com esta situação, a defesa natural e efetiva do aço é a proteção catódica. Sua atuação é facilmente checada e monitorada com uma semi-pilha. Concreto armado-protendido sem proteção catódica é uma fria. Use PASTILHA Z preventivamente ou na recuperação e tenha 20 anos de garantia.



Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta n° 19

massas cimentícias, exatamente pelo fato de existirem muitos tipos de módulos (Young, elástico, dinâmico etc). No entanto, todos representam a medida da dutibilidade ou fragilidade do material quando submetido ao binômio carregamento/deformação. A metodologia ASTM C469 é o principal indicador da performance do material para se avaliar seu módulo elástico estático. O módulo é determinado pela inclinação da curva tensão-deformação desenvolvida entre 40% da carga de ruptura aplicada e quando a deformação longitudinal corresponde a 50 milionésimos do comprimento do medidor.

Fluência

Nada mais é do que a deformação do material, sob condição de carregamento constante, ao longo do tempo. Pequenos valo-

res correspondem a materiais tipicamente com baixo módulo. A fluência pode ser por compressão, torsão, flexão, tração e axial, e são bastante discutíveis as possíveis correlações entre elas. Não devemos ter em nossas obras materiais que desenvolvam altos valores de fluência compressiva, exatamente pelo fato de que o carregamento aplicado ao chegar no novo material é, simplesmente, entregue à fluência que, por sua vez, transfere diretamente a carga para o substrato (superfície original). Ou seja, não distribui o carregamento através de sua massa. O método de teste da ASTM C512 é o padrão para a obtenção da fluência por ação compressiva.

Alterações de volume durante a fase plástica

Qualquer material cimentício sofre mudanças de volume a partir da mistura da

água até seu processo de endurecimento. A tal mudança de volume, que ocorre antes que o material de recuperação endureça, é causada pela retração química, pela evaporação da água, pela absorção, segregação, exsudação e alterações térmicas. Se permitirmos a rápida evaporação da água do reparo, ocorrerão fissuras parcialmente profundas, mas ou menos perpendiculares à direção do fluxo de ar e/ou paralelas ao volume da cavidade recuperada. A retração plástica pode ser avaliada pelos testes da ASTM C827 e C1579 (este teste é relativamente novo).

Alterações de volume na fase endurecida

Ocorrem por diversas razões. Talvez a maior culpada pelas fissuras que surgem seja a retração por secagem, que se desenvolve devido à evaporação da

Esta é a tecnologia de melhoramento para cicatrizes, usada por grandes cirurgões plásticos.



Restituir monolitidade de fissuras, trincas e fraturas em pisos e pavimentos, com discrição, discernimento e total compatibilidade virou atividade de cirurgião plástico? Claro que não! Apenas apresentamos a tecnologia do **CRACK SOLUTION EPOXY 36** que monolitiza trincas e fissuras com o mesmo nível de tensões existente no concreto base, de maneira rápida, discreta e 100% eficiente. E você não precisa ser cirurgião plástico para utilizá-la.

EPOXY 36

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 20



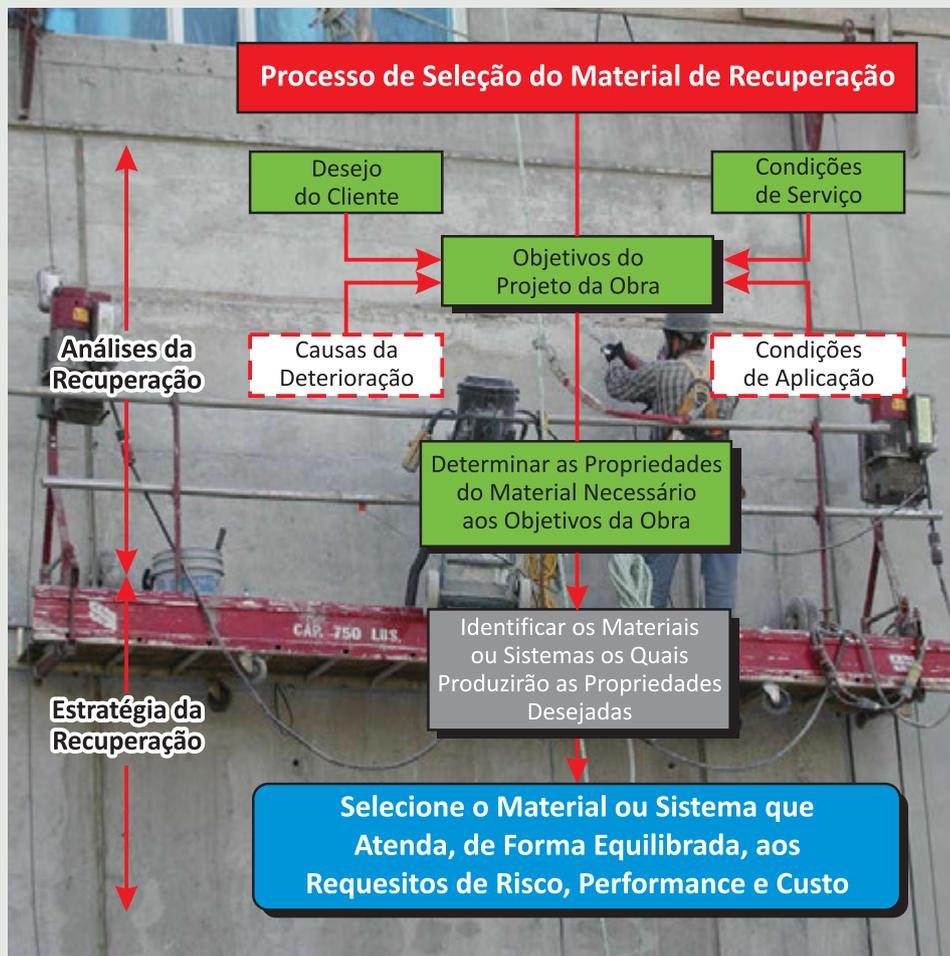
Entendeu?



água extra, contida nas argamassas de recuperação, necessária para dar aquela trabalhabilidade à massa. A retração por secagem é minimizada diminuindo-se o fator água/cimento. Para valores que permitam aplicar a massa com o mesmo objetivo, deve-se diminuir a quantidade de cimento a valores que permitam obter uma resistência desejada mínima e, claro, utilizando-se aditivos que compensem a retração, ou seja, quando a argamassa entra em processo de retração, o aditivo a faz expandir. O uso de aditivos podem dar efeitos colaterais, como expansão descontrolada. A retração por secagem é comumente determinada medindo-se as alterações do comprimento de corpos de prova não confinados. Utiliza-se a norma ASTM C157.

Propriedades térmicas

Rápido tempo de pega, juntamente com altas temperaturas desenvolvidas no material, durante a cura, invariavelmente causam fissuramento, devido às diferenças entre as temperaturas interna e externa do material de recuperação. Não há metodologia específica para quantificar



Concreto armado-protendido sem corrosão?

Só com TELA G

O aço da construção é reativo e corrói fácil. Armaduras e cordoalhas de protensão são de aço. O concreto é um falso sólido. A proteção do aço é apenas passiva. Com esta situação, a defesa natural e efetiva do aço é a proteção catódica. Sua atuação é facilmente checada e monitorada com uma semi-pilha. Concreto armado-protendido sem proteção catódica é uma fria. Use TELA G preventivamente ou na recuperação. E ainda tem 20 anos de garantia.

TELA G
 Tele-atendimento (0XX21) 3154-3250
 fax (0XX21) 3154-3259
 produtos@recuperar.com.br
 Fax consulta nº 21

(a) A instalação junto a armadura.
 (b) A eletroquímica da proteção catódica e a corrente de proteção.

a intensidade da temperatura de hidratação para materiais empregados no Repairbusiness. Utiliza-se o teste da norma ASTM C531 para determinar o coeficiente de dilatação térmica do material a ser empregado na recuperação.

Fissuramento e resistência dos materiais empregados em serviços de recuperação

Para se investigar o comportamento ao fissuramento, nas argamassas empregadas nos serviços de recuperação, precisamos de uma combinação das propriedades, onde se inclui a retração plástica, a retração por secagem, o tempo de cura, a fluência por tração, módulo e a resistência à tração. A ASTM C1581 leva todas estas características em conta e é adequada para selecionar materiais de recuperação com baixa probabilidade de fissuramento.



Torna-se necessária, antes de iniciar os serviços de recuperação, fazer a análise das propriedades necessárias ao objetivo da obra.

fax consulta nº 22



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- **Patricia Karina Tinoco** é engenheira civil, especialista em química e física da construção.
- Vision 2020 Report, October 2004, ACI Strategic Development Council, Farmington Hills, MI: ACI.

- Con Rep Net Network Newsletter, Building Research Establishment, Bucknalls Lane, Watford Great Britain, Issue #3 May 2004, <http://projects.bre.co.uk/conrepnet/pages/dissemin.htm>
- G. P. Tilly, "Performance of Repairs to Concrete Bridges," Bridge Engineering, 157 September 2004 Issue BE3 pp. 171-174, Institute of Civil Engineers.
- ASTM C190 (latest revision), "Standard Method of Test for Tensile Strength of Hydraulic Cement Mortars," West Conshohocken, PA: ASTM.
- ASTM C496 (latest revision), "Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens," West Conshohocken, PA: ASTM.
- ICRI 03732, "Selecting and Specifying Concrete Surface Preparation for Sealers, Coatings, and Polymer Overlays," International Concrete Repair Institute, 2004, Farmington Hills, MI.
- ASTM C1583 (latest revision), "Standard Test Method for Tensile Strength of Concrete Surfaces and the Bond Strength or Tensile Strength of Concrete Repair and Overlay Materials by Direct Tension (Pull-off Method)," West Conshohocken, PA: ASTM.
- ICRI 03739, "Guideline to Using In-Situ Tensile Pull-Off Tests to Evaluate Bond of Concrete Surface Materials," International Concrete Repair

- Institute, 2004, Farmington Hills, MI.
- ASTM C469 "Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression," West Conshohocken, PA: ASTM.
- ASTM C512 (latest revision), "Standard Test Method for Creep of Concrete in Compression," West Conshohocken, PA: ASTM.
- ASTM C827 (latest revision), "Standard Test Method for Change in Height at Early Ages of Cylindrical Specimens of Cementitious Mixtures," West Conshohocken, PA: ASTM.
- ASTM C1579 (latest revision), "Standard Test Method for Evaluating Plastic Shrinkage Cracking of Restrained Fiber Reinforced Concrete," West Conshohocken, PA: ASTM.
- ASTM C157 (latest revision), "Standard Test Method for Length Change of Hardened Hydraulic-Cement Mortar and Concrete," West Conshohocken, PA: ASTM.
- ASTM C341 (latest revision), "Standard Practice for Length Change of Cast, Drilled, or Sawed Specimens of Hydraulic-Cement Mortar and Concrete," West Conshohocken, PA: ASTM.
- ASTM C596 (latest revision), "Standard Test Method for Drying Shrinkage of Mortar Containing Hydraulic Cement," West Conshohocken, PA: ASTM.

Não perca!
Promoção
imperdível.

R\$ 530,00

Todos os números*
da **RECUPERAR** em CD

* do nº 1 ao 89



Fone: (21) 3154-3255
atendimento@recuperar.com.br

Tema:**POR QUE O EPÓXI DE PROTEÇÃO DO TANQUE DE ÁGUA DESMINERALIZADA FALHOU PRECOZEMENTE?****Pergunta:**

Sou da manutenção de uma grande indústria no interior de São Paulo. Possuímos um tanque em aço carbono para estocagem de água desmineralizada totalmente fechado. A temperatura da água, no interior do tanque é 38°C. Pintamos seu interior com um epóxi fenólico há exatos dois anos e, de lá para cá, a película está soltando. Qual a explicação para o problema e a sugestão para resolvê-lo?

Eng^o Marco Antônio S. Medeiros, SP.

Resposta:

É bem conhecida a performance de epóxis fenólicos em ambientes de água destilada e desmineralizada: formação de bolhas osmóticas seguidas de perda de película. Após a remoção da película antiga, torna-se fundamental tomar todo cuidado na preparação da superfície interna do tanque, antes da repintura de proteção. Dever-se-á, após a limpeza da superfície do metal branco (grau de limpeza), checar a presença de sais contaminantes tipo sulfatos, nitratos e, principalmente, cloretos. Infelizmente, 99% das pessoas que trabalham no setor não associam esta patologia à ação destruidora dos sais contaminantes. Pelo fato de não vermos os contaminantes, não significa que não existam. Sugerimos um limite de, no máximo, 10ppm para cloretos. O ideal é que seja zero PPM para todos eles.



É muito importante checar, após a completa secagem da película, a espessura do filme seco, se está de acordo com o contratado. Há diversos equipamentos adequados para tal. Pesquise na RECUPERAR.



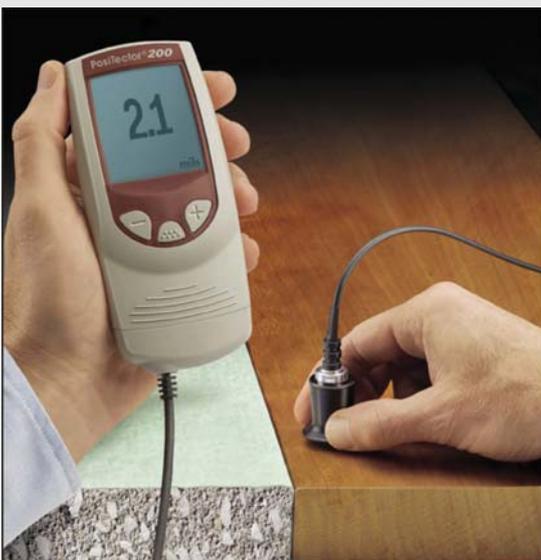
A preocupação com a espessura da película a ser aplicada é outra questão importante, ligada à durabilidade. Dependendo da espessura a ser utilizada você poderá utilizar o teste do corte em X (ASTM D-3359)



Na "The American Water Works Association" você encontra o normativo D102-06, "Pintando Tanques de Aço para Estocagem D'Água", muito útil para sugerir o tipo de pintura para superfícies externas e internas a ser aplicada em tanques de aço carbono.

Se você não tem como testar, aplique uma substância removedora de sais. Em princípio, sugerimos qualquer outro epóxi adequado para serviços de imersão. Não se esqueça de, após a aplicação da pintura, verificar se há furos na película, com detector de furos

(Holiday detector). Use a norma Petrobrás N-2137 "Determinação da Descontinuidade em Películas Secas de Tintas". Outro aspecto importante: contrate uma empresa para fiscalizar e inspecionar cada etapa do serviço. Vale cada centavo.



POSITECTOR PT200

NOVO MEDIDOR DE ESPESSURAS DE REVESTIMENTOS

O PT200 é um revolucionário medidor de espessuras de revestimentos para superfícies de concreto, plástico, madeira e qualquer outra superfície não metálica. Seus dois modelos, padrão e avançado, permitem a opção de se investigar espessuras de revestimentos, de maneira simples e direta ou de forma sofisticada, com sondas de longo alcance, resistente a impactos e, inclusive, com um revolucionário identificador de camadas. Situação muito comum nas obras. O PT200 atende à norma ASTM D6132 e ISO2808.

POSITECTOR PT200

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 08

Piezômetro de cordas vibrantes informa o excesso de pressão neutra devido a formação do bulbo.

Tubo de bombeamento do grout que comprime o solo mole em direção aos geodrenos circundantes. O manômetro informa a pressão total aplicada. O piezômetro a pressão neutra.

SOLOS. O QUE PRECISAMOS SABER?

CADA VEZ MAIS SE INTENSIFICA A PRESENÇA DE SOLOS MOLES, DE POUCA OU NENHUMA CAPACIDADE DE CARGA, QUE ACABAM POR EXIGIR MAIS CONHECIMENTOS GEOTÉCNICOS DE ENGENHEIROS E TÉCNICOS.

SOLOS



Jorge Luiz
F. Almeida

Serviços de Consolidação Profunda Radial (CPR) para melhoria do solo mole, com análise simultânea da pressão total e pressão neutra.

Tradicionalmente, técnicos e engenheiros deixam de dar a atenção necessária ao solo de suas fundações. Frequentemente, elaboram-se projetos com dados antigos ou com base em experiências tomadas em outras regiões nada representativas ou, comumente, com suposições acerca das propriedades do solo. Queremos falar de solos de baixa resistência, em particular os chamados solos moles. Sob este ponto de vista dois aspectos são importantes. O primeiro é que, ao menor esforço alteram-se suas propriedades. O segundo, é a presença da água. Sabemos que, em qualquer projeto de engenharia, torna-se necessário conhecer as propriedades dos materiais submetidos

a esforços que se produzem tanto na fase sólida quanto na líquida. Podemos garantir que exatamente na fase líquida é que se encontra o problema, quando se depara com solos moles. Sua mudança de volume, ocasionada por alterações no carregamento, costuma provocar o sinistro recalque nas estruturas. Deformações no solo são o resultado do excesso de esforço cortante atuante, vital para a capacidade de carga do solo de fundação.

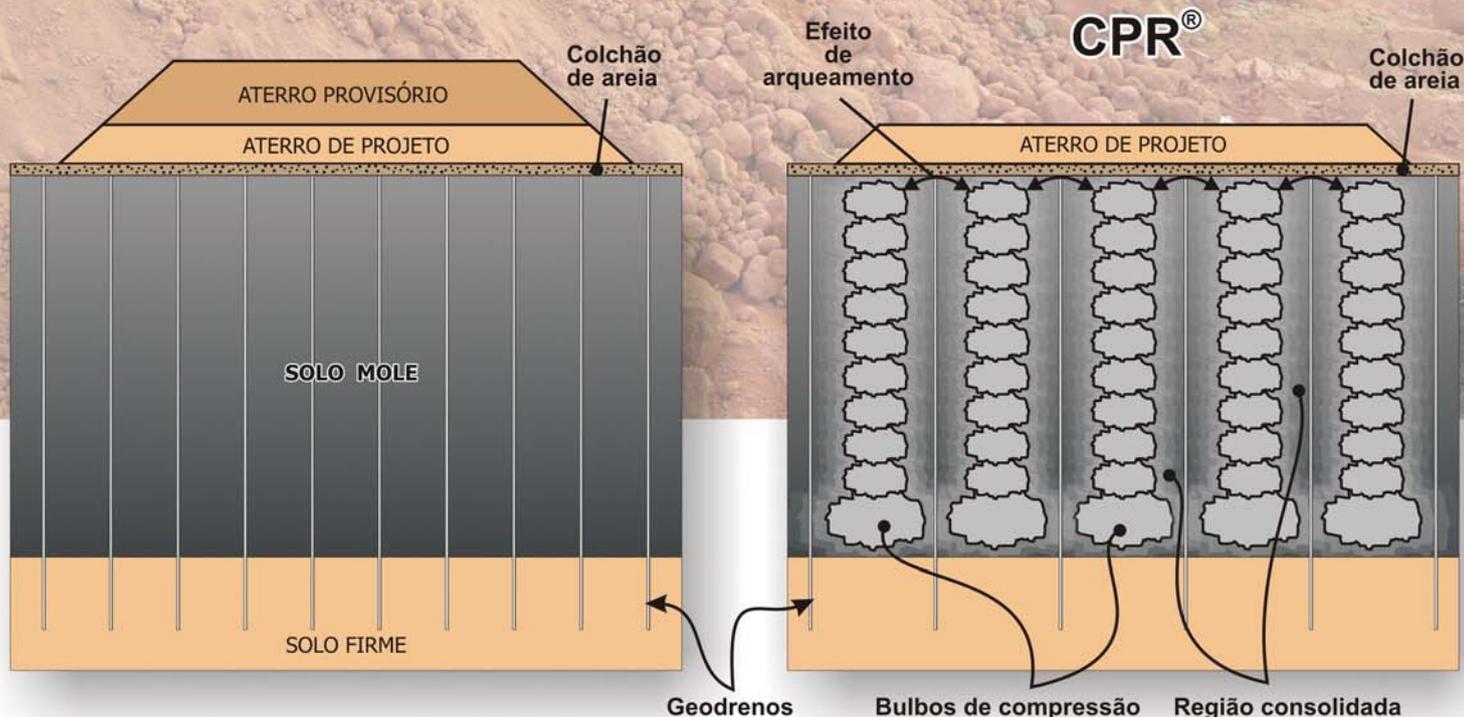
O esforço ou tensão efetiva

A reação do solo aos esforços ou tensões atuantes provenientes de carregamentos



Tratando solo mole com aterro provisório?

Veja as diferenças

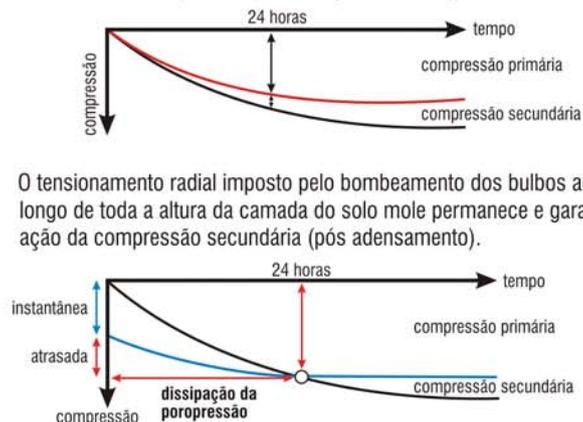


CARACTERÍSTICAS

- Exige avaliação dos recalques diferenciais ao longo do pavimento em decorrência das deformações diferenciadas da camada mole pelo efeito do peso do aterro.
- Estimativas do tempo necessário para que os recalques ocorram.
- Eficácia construtiva rígida, como construção lenta do aterro, remoção de camadas moles superficiais, banquetas laterais etc.
- Distribuição onerosa dos geodrenos.
- Implantação onerosa de equipamentos de controle.
- Exige extremo cuidado junto às obras de arte.
- Como a compressão primária e secundária é dependente de um tempo necessário para dissipar a poropressão da relação entre o incremento de tensão e a tensão original e, principalmente, da espessura da camada mole, a técnica de aterro temporário torna-se, muitas vezes, inviável. Inexequível, principalmente para as camadas espessas de solo mole.

CARACTERÍSTICAS

- Resposta imediata do solo com valores instantâneos do recalque imediato e da compressão primária (adensamento).
- O tensionamento radial imposto pelo bombeamento dos bulbos ao longo de toda a altura da camada do solo mole permanece e garante a ação da compressão secundária (pós adensamento).



CPR
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 30

A melhor opção é CPR*

* CPR é a sigla de Consolidação Profunda Radial, técnica de consolidação patenteada específica para solos moles, 100% eficaz, aliando rapidez e custo-benefício incomparáveis. Peça hoje mesmo mais informações e descubra todos os benefícios do CPR®.

é o fator mais importante para o projeto de fundações, aterros, taludes e estruturas de sustentação. Sua fase sólida é relativamente incompressível e suporta bem os esforços cortantes ali atuantes. Sua fase água também é relativamente incompressível. No entanto, sua resistência ao esforço cortante deve-se-á apenas à sua inerente viscosidade, totalmente dependente do tempo. E, por último, sua fase gasosa é compressível e tem pouquíssima resistência ao esforço cortante. Cada fase do solo reage de maneira distinta ao carregamento imposto. Daí a necessidade de se determinar a distribuição dos esforços entre as fases, de modo a estabelecer o efeito, no solo, como um todo. Assim, uma carga, q , uniformemente distribuída sobre uma camada de esferas, com espaços vazios, não se distribui integralmente, havendo valores máximos nos pontos de contato (veja figura ao lado). O valor exato do

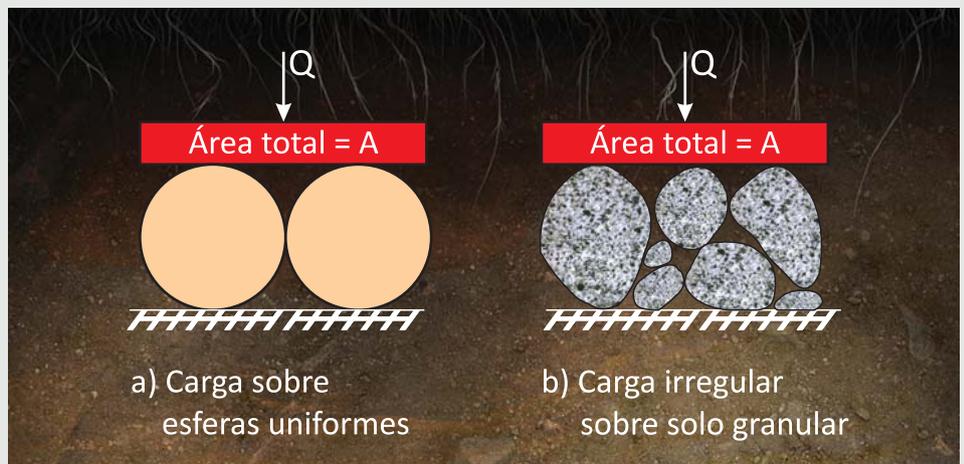


Figura 1 - Distribuição de uma carga, Q , sobre grãos do solo.

esforço, em qualquer ponto, dentro da fase sólida é indeterminado, exceto para o caso mais simples, na figura 1a. Desta forma, o esforço, na fase sólida, expressa-se em termos de área bruta ou total, A , e o esforço ou tensão total, σ , suportado ali, será igual a Q/A .

O esforço ou pressão neutra

Nesta matéria, a ação ou efeito de comprimir água chamaremos de pressão, deixando o termo tensão para a ação sobre sólidos. A presença da água nos interstícios do solo

Solos moles

Apresentam baixa resistência à penetração, ou seja, valores de SPT inferiores a 5 golpes, em que a fração argila imprime características de solo coesivo e compressível. São argilas moles ou areais fofas. Os depósitos ou ambientes de deposição variam desde fluvial, quer dizer, aluviais nas várzeas dos rios, até o costeiro, passando por mangues, com a ocorrência de argilas orgânicas e turfas.

é bem acompanhada por uma pressão, u . Assim, qualquer carga, Q , aplicada será

GLOSSÁRIO

Esforço cortante ou tensão cisalhante – ação ou tensão resultante de forças aplicadas que causam ou tendem a causar a separação, por deslizamento, de duas partes de uma massa seguindo uma direção paralela ao seu plano de contato.

Tensão ou pressão – forma por unidade de área exercida sobre uma superfície. Medida da força por unidade de área expressa em kg/cm^2 , MPa ou comumente, em solos, por KPa. $1\text{kg}/\text{cm}^2 = 100\text{KPa}$.

As melhores estruturas de concreto aparente podem...

SAIA DOS VERNIZES QUE NADA PROTEGEM.

Vernizes promovem uma máscara meramente estética no concreto aparente. Não permitem que o concreto respire e envelheça, deixando restos de película. SILANO-CORR é penetrante e não forma película. É concreto armado e protendido com repelência à água e com agente secreto protetor da corrosão. Não aparecem, mas estão lá dentro, garantindo impermeabilidade natural e proteção para as armaduras e cabos de protensão.

SILANO-CORR é a proteção natural do concreto aparente.

...SILANO-CORR

SILANO-CORR

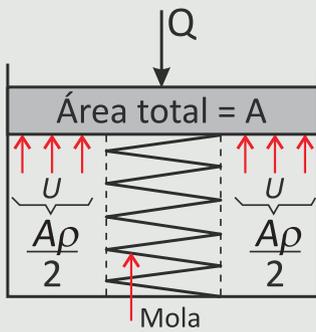
Tele-atendimento

(0XX21) 3154-3250

fax (0XX21) 3154-3259

produtos@recuperar.com.br

Fax consulta nº 31



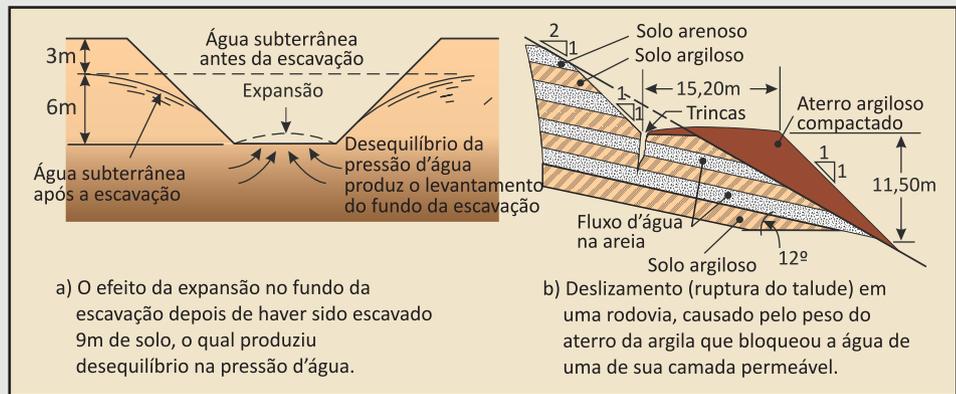
Carga Q sobre um pistão, suportada parcialmente pela pressão neutra, U , e pela mola.

suportada pelo misto A.u. Para não deixar dúvidas, imaginemos um cilindro fechado, uma mola e uma carga, Q , atuante (figura 2). Se a carga total é Q , a área dos poros (ou do cilindro) é Ap e a pressão dentro dos poros (ou do cilindro) é u , a carga total será distribuída assim:

$$Q = Q' + u \cdot Ap$$

GLOSSÁRIO

Adensamento ou consolidação – redução progressiva do volume de uma massa de solo mole ou fofo com consequente perda d'água, sob o efeito do seu próprio peso e/ou de um acréscimo de tensões na massa do volume do solo provocadas pelas técnicas de estabilização com geodrenos/aterro temporário ou geodrenos/compactação profunda radial (CPR). A quantidade de compressão aplicada por um dos dois processos, em qualquer período de tempo, não se relaciona apenas às cargas desenvolvidas mas, principalmente, à quantidade de tensões transmitidas no contato das partículas, ou seja, à diferença entre a tensão imposta e o excesso de poropressão, quer dizer, a tensão efetiva.



Efeitos das trocas de esforços atuantes e da pressão neutra no comportamento da escavação em um solo mole e uma situação particular de construção de rodovia.

Nesta expressão Q é a carga total atuante e Q' é parte da carga suportada pela mola (fase sólida) e $u \cdot Ap$ é parte da carga suportada pela água. Dividindo todos os termos da expressão por A , que é a área total, ter-se-á

$$\sigma = \sigma' + u \left(\frac{Ap}{A} \right)$$

Esta é a equação do esforço por tensão efetiva fundamental para a compreensão do comportamento do solo submetido a esforços ou tensões. Como no solo a área de contato entre grãos é pequena e a relação Ap/A é praticamente igual a 1, a expressão anterior dá lugar à conhecida equação:

$$\sigma = \sigma' + u$$

O termo u é denominado de pressão neutra, poropressão ou pressão intersticial, porque é incapaz de suportar esforços cortantes ou cisalhantes.

O significado do esforço ou tensão efetiva

Suponha-se que a tensão total no solo, a uma profundidade z , é aumentada de σ_0 para σ_1 . Caso não haja drenagem, ou seja, adensamento ou consolidação, mesmo com o aumento da tensão para σ_1 , ainda não haverá ganho de resistência ou tensão efetiva. Durante o carregamento, havendo processo de drenagem, que confunde-se com o processo de consolidação ou adensamento, a pressão neutra aumentará e tenderá a se dissipar. Esta diminuição da pressão neutra será numericamente igual ao aumento da tensão

Junta Evazote

A JUNTA EVAZOTE é resistente à ação mecânica e química. Ideal para ser aplicada em todo tipo de juntas de dilatação, tanto de pontes como de edificações. Borracha extremamente resistente ao tempo e ao desgaste abrasivo, totalmente impermeável, formada com copolímeros de polietileno de baixa densidade e acetato de etileno vinílico. Colada com epóxi, EVAPÓXI, é superior a todas as juntas do mercado e **NÃO PRECISA INJETAR AR.**



JUNTA EVAZOTE

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 32



100% atóxica, pode ser usada em contato com água potável.



Análise da pressão neutra, através da leitura do piezômetro de cordas vibrantes, durante um serviço de CPR, para melhoramento de solo mole.

efetiva. Só se ganha tensão efetiva com perda da pressão neutra. Em síntese, a tensão efetiva é, aproximadamente, a força por unidade de área suportada pelo esqueleto do

solo, que controla sua mudança de volume e resistência. Aumentar a tensão efetiva induz o solo a mudar para um estado e, naturalmente, mais resistente. É o conceito mais

importante da engenharia geotécnica, pois controla a compressibilidade e a resistência do solo ao cisalhamento, o que significa dizer que controla a tensão lateral do terreno em estruturas de contenção, a capacidade de carga do solo, o recalque das fundações e a estabilidade dos taludes. A tensão efetiva aumentará ou diminuirá, dependendo da direção da percolação d'água.

A compressibilidade do solo

Aumentos da tensão em um solo de fundação, devido a sobrecargas na construção, significam compressão nas camadas do solo sob os elementos de fundação, que implicam em deformações, deslocamentos e fuga da água/ar por entre as partículas do solo. Em resumo, deformação do solo e recalque no elemento de fundação. O recalque que ocorre em solos argilosos pouco ou totalmente saturados, orgânicos ou não, se manifestam de maneira bem característica,

GLOSSÁRIO

Fundação – parte da estrutura em contato direto com o solo. Tem a função de transmitir a carga da estrutura para o solo.

Estaca – peça longa de concreto armado/protendido ou de aço introduzida ou executada no solo.

Recalque – movimento de descida da fundação ou do aterro.

Fundação rasa – elemento de fundação, geralmente de concreto armado, no qual sua profundidade é menor ou igual a sua largura. Um exemplo é a sapata.

Tensão – relação entre a força aplicada sobre uma área.

Tensão de tração – resultante das tensões de tração que atuam e é considerada negativa na mecânica dos solos. A tensão de compressão é considerada positiva.

CHECAGEM DA CONTAMINAÇÃO DO SOLO?

Com o nosso Radar checamos todo tipo de contaminação do solo.

A propagação de ondas eletromagnéticas de frequência específica, através do solo, com a reflexão obtida por características do material contaminante, permite a obtenção de dados suficientes para um diagnóstico preciso. Pulsos eletromagnéticos, de forte intensidade, são gerados na unidade de controle e enviados para a antena emissora. A onda incidente, parcialmente refletida nas interfaces entre camadas distintas, garante contrastes entre propriedades dielétricas do solo.

Suspeita ou levantamento do estado de contaminação? Fale conosco.

RADAR
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 33



seja sob um aterro para pavimento ou sob um elemento de fundação, decompondo-se em três sinistros componentes: o imediato, o primário (ou de consolidação) e o secundário. Vamos a eles.

Recalque imediato (também chamado elástico ou inicial)

Ocorre tão logo a carga provocada pelo elemento de fundação ou do aterro que irá servir de base para o pavimento seja assentada sobre o solo. Assumindo-se que suas ações sejam instantâneas, manifestar-se-ão de maneira bem interessante, de acordo com os tipos de carregamento a serem aplicados, seja a uma, duas ou três dimensões. Um exemplo de carregamento a uma dimensão são aqueles aterros construídos sobre grandes áreas. O que ocorre neste caso? São



Terreno com 8m de solo mole sendo sondado com CPT dinâmico, de modo a se obter a resistência ao cisalhamento não drenado antes dos serviços de CPR.

GLOSSÁRIO

Adensamento ou consolidação – ação que faz a água sair dos poros do solo, permitindo que suas partículas fiquem mais juntas ou unidas, diminuindo o índice de vazios.

Capacidade de carga do solo – tensão máxima aplicada em um solo de fundação por elementos de fundação ou aterros sem que cause ruptura por cisalhamento.

Coesão – força cimentante entre partículas do solo, promovida pela argila.

Módulo elástico – uma importante característica do solo determinada pela divisão entre a tensão aplicada e a consequente deformação sofrida, expressa em kg/cm².

Aterro – camada de solo adicionada para obter-se o nível desejado para a obra.

Elemento de fundação – usualmente de concreto armado, tem a função de distribuir a carga da construção sobre uma área do solo de fundação, promovendo um aumento da capacidade suporte do solo.

deformações verticais apenas, que costumam se manifestar não tão imediatamente. Aí é que está o perigo. Um exemplo de carregamento a duas dimensões é a sapata corrida, muito empregada em conjuntos habitacionais. As deformações ocorrerão na direção vertical e também na perpendicular ao eixo longitudinal da sapata. Não haverá deformação na direção longitudinal da sapata corrida. Ou seja, deformações apenas em duas direções. Agora, um exemplo de carregamento a três dimensões. É a popular sapata, seja com área quadrada, retangular ou circular. Um exemplo para este último caso são as bases de tanques industriais: as deformações no solo aparecerão nas três dimensões.

De qualquer maneira, o recalque imediato produz tanto tensões cisalhantes quanto aumento da pressão neutra no solo. A primeira faz com que o solo deforme lateralmente. Quanto a segunda, costuma demorar para que haja drenagem, quer dizer, para que diminua. Como entendemos que o carregamento atua de maneira instantânea, não haverá tempo suficiente para esperar que a pressão neutra homeopaticamente perca valor. Em resumo, o recalque imediato, que ocorre em solos argilosos moles, pouco ou totalmente saturados, é causado apenas por tensões cisalhantes não drenadas. Entenda que, como não estamos considerando a drenagem da água, que permitirá diminuir a pressão neutra, não haverá alteração no

Qualidade Presente Garantindo o Futuro



Grupo Falcão Bauer

Laboratório Credenciado pelo INMETRO

Tel.: 11 3611-0833

www.falcaobauer.com.br

bauer@falcaobauer.com.br

Com mais de 50 anos de atividades, as empresas do Grupo Falcão Bauer prestam serviços de calibração de equipamentos, controle de qualidade e ensaios para uma grande variedade de materiais e produtos da indústria em geral, da construção civil, automotiva, de bens de consumo, brinquedos, dentre outros segmentos. Prestamos também serviços de consultoria nas áreas de engenharia civil, recuperação de estruturas, qualidade, meio ambiente e para a indústria petroquímica e de petróleo.

- Inspeções, recuperação e reforço estrutural convencional e com fibra de carbono.
- Gerenciamento e fiscalização de obras.
- Provas de carga e controle de recalque.
- Controle global da qualidade na construção civil, controle tecnológico de concreto, solos, pavimentação e estruturas metálicas.
- Análises químicas, físicas e metalográficas.
- Meio ambiente.

volume do solo. Assim, evidentemente, todo e qualquer recalque imposto ao elemento de fundação ou ao aterro será totalmente compensado por deformações laterais, com ou sem fluxos ou deslocamentos plásticos do solo de fundação. Agora, onde e quando se manifesta o recalque imediato? Exata e imediatamente sobre solos moles, aflorando na superfície ou sob uma camada de areia ou aterro “resistente”, particularmente quando o carregamento é aplicado de forma rápida e que haja baixo fator de segurança. Na prática, costuma-se ignorar o recalque imediato para as seguintes situações:

- Fundações profundas com fator de segurança correto impedem que ocorram deformações laterais na camada de argila sob a ponta do elemento de fundação.
- Fundações rasas, apoiadas sobre solo resistente, porém lá embaixo há uma camada de solo mole. O fato da fundação não fazer contato com a argila restringe ou impede que hajam deformações laterais do solo.
- Quando há presença de camadas alternadas de areia e argila, a primeira impede que hajam deformações ou fluxos laterais.

Conhecendo o recalque imediato

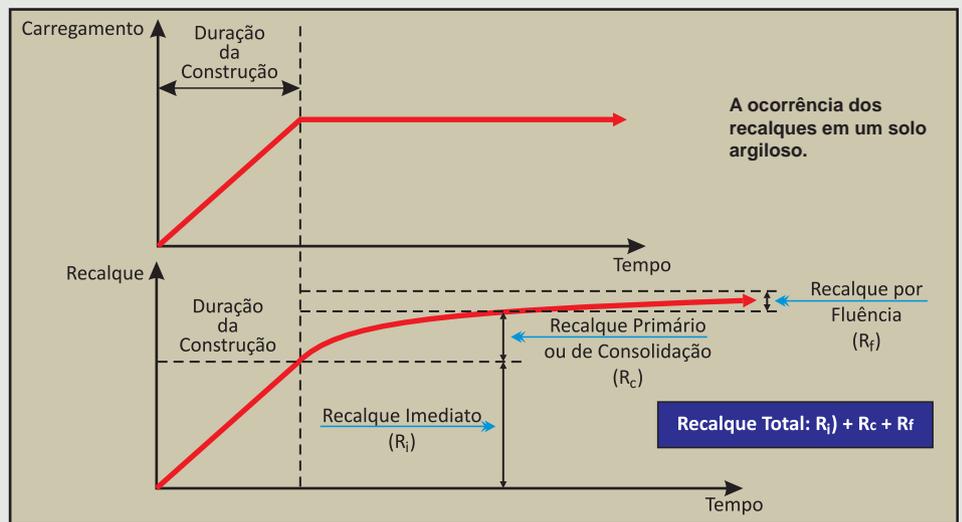
Há diferentes maneiras de prognosticar ou prever o recalque imediato. Uma delas é



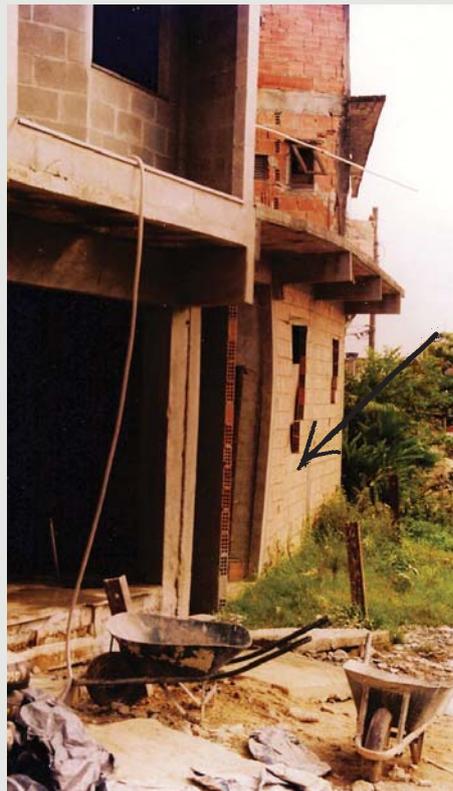
Este prédio, durante sua construção, sofreu recalque imediato...

conhecer o módulo de elasticidade (Eu) do solo a partir do teste, feito em laboratório, de compressão triaxial não drenado, medindo-se a pressão neutra. Obtido o Eu, calcula-se o recalque imediato através de uma fórmula conhecida.

Outra maneira de conhecê-lo, em laboratório, é através do método da trajetória das tensões, com a obtenção de amostras



do solo a diversas profundidades e submetendo-as a tensões verticais e horizontais no teste triaxial, equivalente ao carregamento a ser imposto. Por último, através do ensaio de carga sobre placa, que muitas vezes o subestima, se feito sobre camada de areia ou sobre camada de argila dura ou superconsolidada. Ou seja, poder-se-á obter valores pouco significativos pelo fato de se conseguir diminutos bulbos de pressão.



... devido a uma profunda camada de solo argiloso orgânico mole. O recalque imediato provocou deslocamento lateral do solo de fundação, ocorrendo levantamento na casa vizinha. Repare que as paredes apresenta-se curvas. O prédio tem como fundação uma espessa laje radier.

Como impedir o recalque imediato?

Há diferentes maneiras de impedi-lo. A primeira e mais comum é empregar fundação profunda através de estacas. Outra forma é empregar aterro temporário, de modo a aumentar sua resistência. Esta técnica, além de consumir muito tempo, costuma induzir grande quantidade de recalque imediato, causando sérios problemas a estruturas vizinhas. Para camadas espessas de solo mole desaconselhamos utilizar este método. A técnica mais segura e eficiente de neutralizar o recalque imediato é assegurar que a argila adensará, de maneira rápida, aumentando sua rigidez e diminuindo os níveis de tensões cisalhantes no solo de fundação. O método, patenteado, de Consolidação Profunda Radial (CPR) é a técnica sugerida para tal.

Na próxima edição apresentaremos o recalque primário ou de consolidação, que detonou o fantástico estudo da teoria da consolidação nas argilas pouco ou totalmente saturadas.

fax consulta nº 34

REGUPERAR
CONSULTA

Para ter mais informações sobre Solos.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Jorge L. F. de Almeida é professor e engenheiro de fundações.