

O PEAD já não é a melhor opção.

Saiba porque outras geomembranas estão substituindo as tradicionais de polietileno de alta densidade (PEAD) em serviços de impermeabilização e proteção ambiental.

Carlos Carvalho Rocha

No mundo inteiro exige-se que lagoas de rejeitos ou de resíduos tóxicos, tenham um revestimento de base com baixa ou nenhuma condutividade hidráulica, formado com materiais geossintéticos à base de geomembranas e geotexteis, sobre terreno compactado. Uma seção de um depósito destes caracteriza-se por várias camadas de solo e produtos geossintéticos, cuja estabilidade entre camadas é controlada pela resistência ao cisalhamento, à semelhança dos sistemas de reforço com matriz epóxica e fibras. O calcanhar de Aquiles destes sistemas está exatamente nas interfaces entre solo-geomembrana, solo-geotextil e geomembrana-geotextil, tornando-se obrigatório testá-los com cuidado, inclusive com o solo a ser utilizado, sem o que correr-se-á um sério risco de comprometimento do terreno o que, aleás, é bastante comum. Logo, torna-se importante para o projetista ou a empresa que utilizará esta tecnologia, conhecer de forma específica, a grande quantidade de testes e experiências feitas com diferentes materiais e solos, para só então poder especificá-la.

As geomembranas

No mundo inteiro milhares de lagoas de rejeitos sólidos ou de produtos tóxicos são isoladas do terreno com geomembranas. Elas diferem, basicamente, pelo material empregado e/ou pelo método de fabricação recaindo quase sempre no polietileno de alta densidade o popular PEAD. Tradicionalmente verifica-se que o cloreto de polivinila ou PVC, as fibras de poliéster comendo o tereftalato de polietileno (PET) e o

polietileno de mais baixa densidade ou PEMBD (mais flexível e resistente que o polietileno de baixa densidade PEBD) vão absorvendo partes deste mercado em razão da qualidade superior. O estado de ruína destes materiais quase sempre ocorre na zona de contato (fricção) interfacial da geomembrana com o solo, a qual precisa ser testada experimentalmente. A compra destes materiais apenas com a informação do fornecedor ou, como é comum, pelo menor preço não é uma boa política, já que o desastre pode ser grande. O uso de informações baseadas em testes com dados de solos similares está provado que não dá bons resultados. Vide as informações contidas no excelente livro de R.M. Koerner "Designing with geosynthetics", o qual sugere executar testes experimentais de cisalhamento direto e de anel, além de arrancamento, principalmente na interface solo-geomembrana, de modo a caracterizar sua resistência. A Editora Thomastec possui informações de testes comparativos entre geomembranas de PEAD, PVC, PET e PEMBD.

A geomembrana de polietileno

O polietileno é um poliolefina. Por ser um hidrocarboneto alifático, torna-se solúvel em solventes de hidrocarbonetos alifáticos. Comercializado no início dos anos 50, o PEAD é fabricado através da polimerização do etileno em presença de óxidos metálicos apoiados por aluminas ou com tricloreto de titânio e aluminiotrietila. Devido a ausência de ramificação em sua cadeia, o PEAD tem um volume pequeno e, portan-



Geomembranas mais flexíveis têm grande capacidade de esticar, sem qualquer perda em sua performance. É o caso das geomembranas de PVC, PET e PEMBD.



O PEAD, entre outros inconvenientes, exige muitas emendas, o que é custoso e perigoso.

to, uma alta densidade, muito superior ao PEMBD. Devido a esta regularidade, o PEAD é mais cristalino e tem um ponto de fusão superior aos outros polietilenos.

O Polietileno de Baixa Densidade (PEBD), ao contrário do que possa parecer, começou a ser produzido a partir de 1933. Devido à sua estrutura inferior, com cristalinidade superior a 50%, encontra-se com produção em declínio, em decorrência de sua performance, bem inferior ao

continua na pág. 6.

os outros PEADs ficaram velhos.

Como tudo na vida, as geomembranas de polietileno também evoluíram. A GEO-FLEX INC. produz geomembranas de polietileno de PEAD, PEBD e as moderníssimas geomembranas de PEMBD.



As geomembranas de polietileno GEOFLEX são projetadas com formato ISO 9000, servindo de referência para a Environmental Protection Agency (EPA) e para o Geosynthetic Institute. Fabricamos geomembranas de polietileno para atender às diversas necessidades de nossos clientes, com uma completa linha de geomembranas lisas e texturadas. Todas com excelente barreira impermeável em aplicações de contenção de resíduos tóxicos ou como revestimento estanque à ação da água.

GEOFLEX
Geomembrane Lining Systems

Fax consulta nº 01



O uso de geomembranas de PEMBD traz inúmeras vantagens em relação às de PEAD. No detalhe, a solda sendo feita numa geomembrana de PEMBD texturada. Repare que a borda é lisa, para permitir a emenda com equipamento térmico.



É freqüente o rasgo com posterior trabalho de emenda em geomembranas de PEAD.

polietileno de mais baixa densidade. Este, por sua vez, é um moderno copolímero de etileno, produzido linearmente com grandes quantidades de comônômeros olefínicos alfa de alto peso molecular. Os grupos pendurados em sua cadeia aumentam seu volume, originando uma densidade bem inferior ao PEAD e ao PEBD. O PEMBD tem uma densidade inferior a $0,89\text{g/cm}^3$, com performance bem superior ao PEAD e ao PEBD, possuindo altas resistências à tração e a temperaturas elevadas.

O poliéster

A geomembrana produzida com poliéster é considerada de altíssima performance, já que suas fibras à base de tereftalato de polietileno (PET) são excepcionalmente resistentes, apresentando alto módulo à flexão e elevada temperatura de deflexão ao calor. Sua resistência química também é enorme. É resistente a ácidos não oxidantes, álcalis, sais, solventes polares e apolares. Existem outras variedades de fibras de po-



A flexibilidade da geomembrana de poliéster permite a instalação em situações difíceis.

Com Bomba

Para uma concretagem perfeita sem qualquer perigo de contaminação ou "lavagem" em canais ou mar aberto.

ASA

Aditivo Subaquático Antidesagregante

ou com Tubo tremie

Fax consulta nº 155



A grande quantidade de emendas e o controle de qualidade são fases consideradas críticas na utilização das geomembranas.



As geomembranas de poliéster (PET ou Dracon) são indicadas para situações críticas, devido à sua excelente qualidade. Estas geomembranas podem ser fornecidas armadas com fibras ou não. Para a primeira situação há excepcional resistência à tração, estabilidade dimensional, resistência a perfurações e grande resistência nas emendas. A ausência de fibras é indicada onde a resistência à tração é menos crítica, exigindo-se, por outro lado, maiores alongamentos.

liéster bem superiores ao PET. Um exemplo é o Dracon. Ele oferece maior resistência à punção e ao rasgo, além de enorme estabilidade dimensional sob altas cargas a grandes variações de temperatura. Das geomembranas existentes no mercado é a que oferece a menor taxa de emendas no campo.

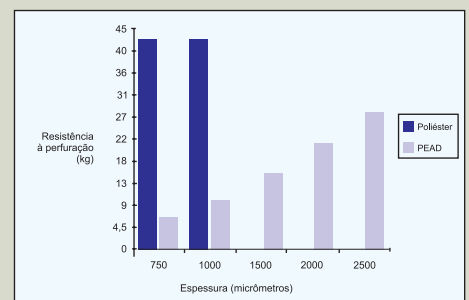


Gráfico comparativo da resistência à perfuração entre as geomembranas de poliéster e PEAD.

O QUE SÃO GEOMEMBRANAS?

De acordo com a norma ASTM D4439, geomembranas são revestimentos geossintéticos ou barreiras de baixa ou nenhuma permeabilidade, usados com qualquer material geotécnico relacionado, de modo a controlar a migração de flúidos proveniente de sistemas ou estruturas de contenção feitas pelo homem. Os dois materiais mais usados são o PVC (cloreto de polivinil) e o PEAD (polietileno de alta densidade). No mercado mundial, o PEAD detém cerca de 60% das vendas, enquanto que o PVC 20%. O PET e o PEMBD estão em franca ascensão devido às suas qualidades, bem superiores ao PEAD e o PVC.



A utilização de geomembranas de PVC, PET e PEMBD é facilitada com o fornecimento de grandes painéis, diminuindo substancialmente as emendas.



A emenda feita com a aplicação do adesivo químico...



...é uma das boas alternativas para o uso da geomembrana de PVC.

O PVC

O cloreto de polivinila ou PVC, em sua versão plastificada, usada como geomembrana, apresenta resistência a ácidos não oxidantes, álcalis, sais e alguns solventes polares. Sua performance é bem superior ao PEAD. Oferece ainda flexibilidade para performance a três dimensões, quando sujeito a grandes variações de temperatura, resistência à ação do tempo e não requer cobertura de terra. Possui alta resistência à tração e grande poder de alongamento.

Os testes representativos

PEAD, PVC, PET e PEMBD apresentam diferenças em suas propriedades físicas e mecânicas, assim como comportamentos diferenciados ao serem aplicadas no campo. As principais diferenças são:

- As geomembranas de PVC, PEMBD e PET são flexíveis e relativamente fáceis de manipular, enquanto que a de PEAD é um pouco dura e sem flexibilidade.
- As geomembranas de PEAD exibem um pico bem acentuado em sua curva tensão-deformação, tendendo a apresentar ruína brusca. As de PVC, PEMBD e o PET submetem-se a grandes trabalhos de deformação por alongamento, antes da ruína.
- O aspecto mais problemático enfrentado pelas geomembranas está nas emendas efetuadas no campo, quase sempre residindo aí os problemas de vasamentos. As tradicionais geomembranas de PEAD necessitam de custosos trabalhos de emendas para montagem. As de PVC, PEMBD e PET, por sua flexibilidade e descomprometimento no dobramento, são

AS CARACTERÍSTICAS DAS GEOMEMBRANAS



Propriedades Físicas e Térmicas das geomembranas	PEAD	PEBD	PVC	PET
Temperatura de deflexão ao calor @ 1820 kPa(°C)	50	40	75	100
Máxima resistência ao calor contínuo (°C)	80	40	80	100
Coefficiente de dilatação linear (cm/cm.°C x 10 ⁻⁵)	12	10	12,5	6,5
Resistência à tração (kPa)	27.580	5.515	44.000	62.000
Alongamento (%)	30	100	200	100
Dureza: Rockwel	D40	D40	-	M96
Peso específico	0,96	0,91	1,3	1,35

Os valores constantes da tabela são valores considerados médios e obtidos de materiais de origens diversas e com variadas condições de síntese e pré-tratamento.

fornecidos em grandes painéis ou vêm emendadas de fábrica. Genericamente falando, ainda em relação ao percentual de emendas no campo, uma geomembrana, por exemplo de PVC, não chega a necessitar de 20% dos 100% obrigatórios ao PEAD.

- Mesmo após alcançar a tensão de escoamento na interface, as geomembranas mais flexíveis mantêm a estabilidade devido à sua grande capacidade de esticar sem qualquer perda em sua resistência ou danos no corpo do material. O ponto de escoamento das geomembranas de PEAD ocorrem para deformações que variam de 5 a 15%, enquanto que as geomembranas mais flexíveis e mais resistentes sofrem deformações que variam de 200 a 300% antes do escoamento.
- As geomembranas de PVC, por exemplo, podem ser emendadas com dispositivo térmico ou químico, enquanto que o PEAD só aceita emenda térmica.

A compatibilidade química

As principais vantagens do PEAD residem em sua grande resistência química a hidrocarbonetos e solventes. No entanto, quando submetido a testes de resistência química sob tensão, sua resistência química cai muito, sofrendo trincas devido às tensões atuantes. Um exemplo característico é o que acontece com os rejeitos de estações de tratamento de esgotos (ETEs). Os rejeitos e contaminantes sólidos de ETEs sofrem uma lixiviação no solo, com consequente neutralização do pH (±7), ficando retidos, basicamente, o cádmio e o chumbo como constituintes inorgânicos. Logo, a opção natural é o PVC. De um modo geral,

dever-se-á formular geomembranas específicas aos contaminantes químicos, já que as diferenças na resistência química entre o PVC, PET, PEMBD e o PEAD são significativas para hidrocarbonetos alifáticos, assim como para solventes clorados e oxigenados.

Trincas devido às tensões atuantes

O polietileno é formado pela polimerização de substâncias que contêm ligações não saturadas entre dois átomos de carbono. Isto resulta em uma alta cristalinidade, tornando-o resistente a uma grande gama de produtos químicos, mas, ao mesmo tempo, aumentando sua tendência a rutura, devido às tensões a que fica submetido.

Trincas por tensões é aquele estado de ruína de uma geomembrana sob tensão que manifesta um comportamento quebradiço (fratura sem demonstração de deformação plástica com pouco ou nenhum alongamento adjacente à região de ruína). O PVC, o PEMBD e o PET são termoplásticos, não suscetíveis, portanto, ao estado de trincas por tensões.

Resistência interfacial

Testes representativos de geomembranas no estado natural mais desfavorável de trabalho, isto é, em situações inclinadas, evidenciam estados típicos de ruína nas interfaces solo-geomembrana e geomembrana-geosintético. Daí a importância da resistência interfacial nesta situação. Há uma grande quantidade de literatura à disposição sobre resistência interfacial das geomembranas. No mercado há geomembranas lisas e texturadas. Esta última característica na superfície da geomembrana reduz a área de contato com o solo, melhorando substancialmente sua resistência.

Exemplo interessante de aplicação da geomembrana

Um canal existente no deserto da Califórnia, construído há 50 anos, com cerca de 3 metros de profundidade, 30 de largura e vários quilômetros de extensão, sofreu assoreamento ao longo dos anos. A perda d'água, devido à permeabilidade do terreno, também era grande ao longo de sua extensão. Procurou-se uma solução para evitar estes dois inconvenientes – o assoreamento e a perda d'água – sem que se interrompesse o fluxo d'água normal do canal. A inclinação das paredes do canal era de 2,5:1.



O canal com a draga e a pavimentadora.

Todo o projeto de recuperação do canal, desenvolvido pelo Bureau of Reclamation (Burec), visava o restabelecimento de sua seção original, o que seria feito com uma draga, tornando-a impermeável com uma geomembrana de PVC aderida a um geotêxtil e, finalmente, a proteção com um revestimento de 75mm de concreto. A decisão pelo uso de uma membrana de PVC, neste trabalho pioneiro, baseou-se nos seguintes argumentos:

- A disponibilidade de grandes painéis, sem qualquer tipo de emenda. Neste caso utilizou-se painéis de 18m de largura por 60m de comprimento.
- A geomembrana de PVC é altamente flexível, retendo suas propriedades ao longo de grandes variações de temperaturas e permitindo ao revestimento conformar-se ao subleito, mesmo em situações operacionais difíceis.
- A geomembrana é facilmente emendada no local com o uso de cola química, possuindo, adicionalmente, excelente resistência à abrasão, punção e ao rasgo, fundamental para o desenvolvimento deste serviço.
- Geomembranas de PVC têm sido recomendadas desde a década de 50, pelo Burec.

Apenas uma emenda foi projetada para ser feita, longitudinalmente, ao longo do eixo do canal e sob a água. O adesivo especificado para uso subaquático foi o tradicional usado na recuperação de piscinas plásticas, previamente testado nos laboratórios do Burec.

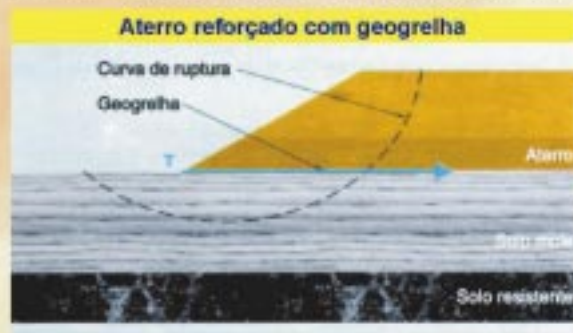
O trabalho de execução dos revestimentos, após a dragagem, foi esquematizado da seguinte forma, utilizando-se a pavimentadora a uma velocidade (incrível) de 800m por dia:

- Lançamento de metade do sistema geomembrana/geotêxtil, previamente aderido na fábrica.



*Geogrelha Biaxial Tensar

* A Geogrelha Biaxial Tensar (GBT) reforça solos de fundações (solos moles), encostas e diques, além de resolver problemas de erosão. É a melhor solução para solos sujeitos a cargas repetidas em pistas de aeroportos, estacionamentos, trens, etc. GBT diminui significativamente a espessura das bases de tratamento dos pavimentos, otimizando o máximo confinamento do material granular, atuando como armadura de tração e distribuindo cargas sobre áreas bem maiores.



Solo ruim tem solução.

GEOGRELHA
Biaxial Tensar

- Retorno da pavimentadora com instalação da outra metade do sistema impermeabilizante. Emenda química.
- Concretagem submersa de toda a seção do canal, utilizando-se aditivo subaquático antidesagregante.

Geomembranas em Barragens

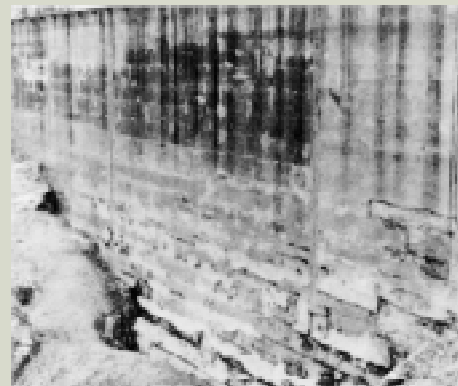
O U.S. Corps of Engineers americano opera e mantém um sem número de estruturas hidráulicas, especialmente barragens de gravidade feitas com concreto massa, de enrocamento com paramento de concreto, de concreto compactado a rolo, além de eclusas, totalizando cerca de 600 estruturas, em sua maioria com mais de 50 anos. Muitas

o que, com os sintomas já relacionados motivou o uso da aplicação de geomembranas na face de montante destas barragens como solução para tantos problemas. O uso de geomembranas, particularmente as de PVC são utilizadas, tanto nos EUA como na Europa, no tratamento de diques, barragens de enrocamento ou de gravidade com concreto, posicionadas tanto na face de montante como no eixo do maciço (no caso de barragens novas). A geomembrana com $\pm 2,5\text{mm}$ de espessura é previamente aderida a um geotextil com $\pm 1,5\text{mm}$ de espessura, geralmente um não tecido à base de poliéster, com o uso de aquecimento durante o processo de extrusão, funcionando como um dreno para evacuar qualquer presença d'água entre a geomembrana e o concreto.

Originalmente posicionada e instalada com o uso de pinos ou adesivos,

passou agora a ser fixada através de perfis em "U", de aço inóx, ancorados previamente ao concreto da estrutura, de modo a formar uma ancoragem uniforme e contínua, permitindo, inclusive, o pré-estricamento da geomembrana, de modo a evitar o problema de cedência ou formação de rugas no conjunto, provocados pelo seu peso. Como regra, evita-se

instalar os perfis perto das juntas verticais da barragem, a fim de permitir o acondicionamento elástico da geomembrana à movimentação da estrutura. Toda a água coletada, através da geomembrana, é transportada à pressão atmosférica, ao longo dos perfis, até a região inferior da barragem onde é ligada a tubos de drenagem. Em algumas barragens é comum utilizar georede de PEAD com 4mm de espessura e malha em forma de losango atrás



Face de motante da barragem Nero antes da recuperação.



A mesma barragem durante a recuperação.



Instalação da geomembrana/geotextil na barragem de Pracana.

destas estruturas já apresentam históricos de sintomas graves de deterioração do concreto como trincas, corrosão e deslocamentos motivados por mudanças de volume significativamente sérias, gradientes térmicos, reação álcali-agregado além de recalques diferenciais em suas fundações. Um dos problemas maiores e constantes é o tratamento de infiltrações que ocorrem, sejam através do concreto ou do maciço (de terra)



Esquema do sistema de fixação vertical com drenagem.

da geomembrana, de modo a aumentar a capacidade de drenagem do sistema. O perímetro da geomembrana, na crista da barragem, é fixado contra a introdução d'água, prensando-se o sistema de encontro ao concreto com um perfil de aço inóx (barra chata) e elastômero. O perímetro inferior e laterais são feitos com perfil em forma de "U" (ver figuras). Utiliza-se frequentemente geomembranas de PVC e de PEMBD. A uti-

continua na pág. 12.

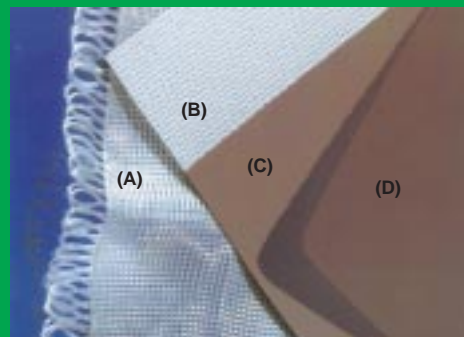
Você é daqueles que compram Geomembranas apenas baseado no preço?

Grande parte das geomembranas não aguentam a ação de contaminantes existentes em lagoas de resíduos tóxicos ou a própria ação do tempo. E aí?

As Geomembranas de Poliéster **XR-3** são projetadas para situações onde se exige alta performance como em barragens, bacias de resíduos industriais ou simplesmente contenção de água em canais.

Sem similar entre todos os tipos de geomembranas, os sistemas **XR-3** oferecem durabilidade e flexibilidade, resistindo a qualquer desafio e com benefícios que extrapolam qualquer exigência. As geomembranas **XR-3**, armadas ou não, com fibra de Dracon, oferecem ainda:

- Resistência incomparável à radiação UV e a ambientes hostis. Durabilidade total.
- Estabilidade dimensional que garante impermeabilidade aos efeitos de variação da temperatura.
- Altíssima resistência a contaminantes existentes em lagoas de resíduos tóxicos.
- A região das emendas torna-se mais resistente que o próprio corpo da geomembrana.
- Os sistemas XR-3, em grandes painéis, simplificam os trabalhos de emendas.



A geomembrana de poliéster XR-3 tem como base a fibra de Dracon, de extrema flexibilidade e durabilidade (A). Primer específico satura a fibra na segunda etapa de fabricação da geomembrana (B). Um revestimento de altíssima performance faz o acabamento final em ambos os lados (C e D).

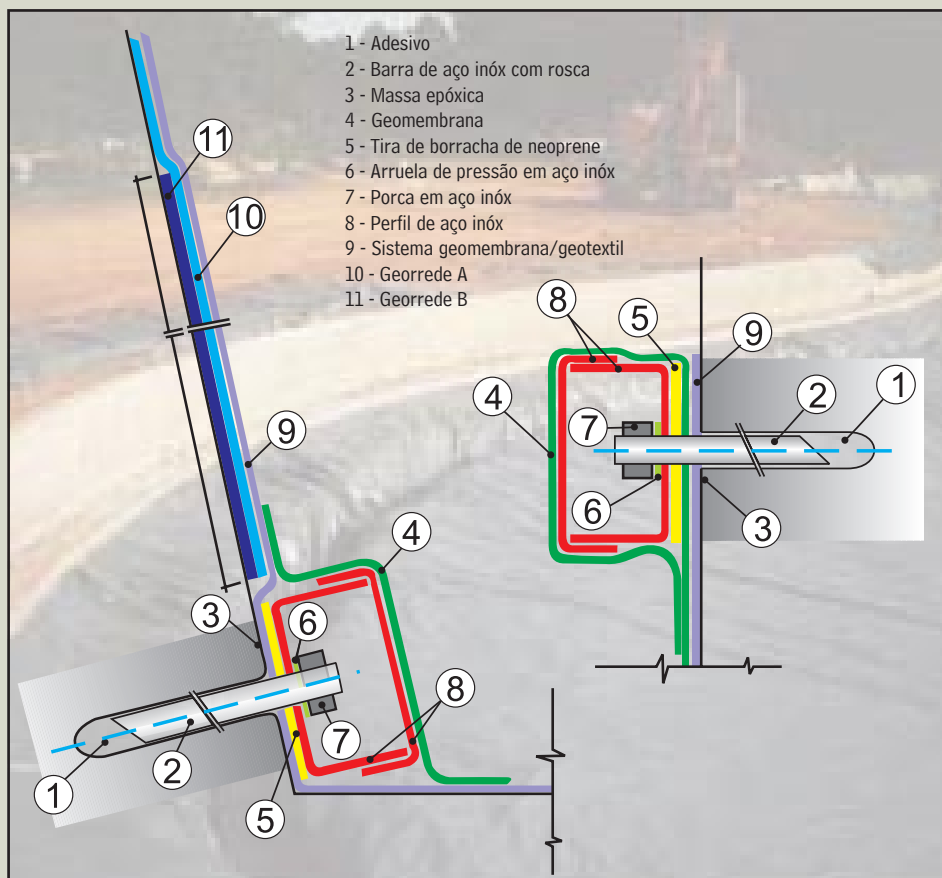
Exija alta performance

XR-3
Seman Corporation

Fax consulta nº 02



A aplicação de geomembrana de PVC/geotextil na recuperação de uma barragem de terra.



Esquema de fixação e impermeabilização da geomembrana no perímetro inferior e superior da barragem.

lização de geomembranas de poliéster é bastante indicada.

Fax consulta nº 06

Para ter mais informações sobre Geomembranas.

Click aqui:

<http://www.recuperar.com.br>

REFERÊNCIAS

- Carlos Carvalho Rocha é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação.
- Monari, F. and Scuro, A.M. "Ageing of concrete dams: the use of geocomposites for repair and future protection".
- Cazzuffi, D. "The use of geomembrane in italian dams", water power and dam construction.
- Riold. Watertight geomembranes for dams - state of art, international comission on large dams.
- Rebant, Daniel B., "Underwater Lining of Canal Promises Huge Savings in both Water and Money", Geotechnical Fabrics Report.
- Solicitation/Specifications, "Coachella Canal Inplace Lining Prototype", Bureau of Reclamation, Lower Colorado Region, P.O. Box 427, Boulder City, NV.
- Morrison, W.R. and Starbuck, J.G., "Performance of Plastic Canal Linings" Report #REC-ERC, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado.
- Morris, W.R. and Swihart, J.J., "Bureau of Reclamation Experiences with PVC Seams", The Seaming of Geosynthetics, Geosynthetics Research Institute, Philadelphia.



Preparando superfícies para reforço estrutural com fibra de carbono e Kevlar

Para assegurar uma perfeita colagem do reforço é necessário especificar e executar corretamente a superfície do concreto.

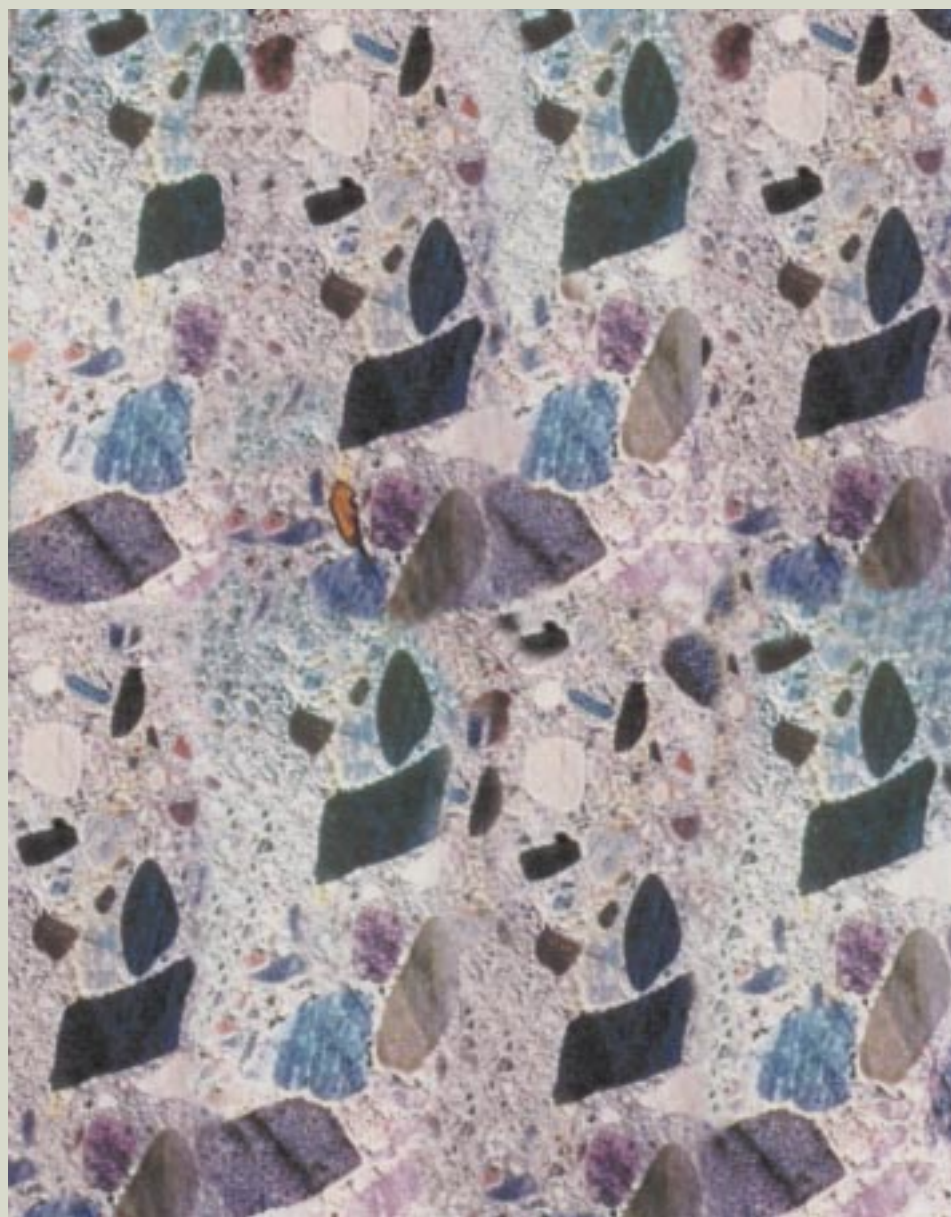
Carlos Alberto Monge

Nesta época de novas tecnologias que incorporam reforços estruturais com sistemas fibra/matriz epóxica, torna-se necessário entender profundamente como preparar a superfície do concreto, primeira etapa do processo do reforço. Dever-se-á considerar que nem sempre poderemos ter uma superfície 100% seca ou estável o suficiente para garantir uma perfeita aderência entre o concreto da peça estrutural e a matriz polimérica utilizada como adesivo incorporador. Logo, sem uma perfeita preparação da superfície, todos os outros itens como a mistura do polímero, saturação das superfícies concreto/fibra e colagem perdem o valor.

Superfície seca

O concreto é um falso sólido e absorve tanta umidade quanto o ambiente lhe oferece. Logo, é interessante para áreas como as existentes, por exemplo, na região inferior de lajes ou tabuleiros de pontes, verificar o teor de umidade, pois poderá comprometer a adesão com o sistema primer/estruturante. Para determinar se a umidade é prejudicial, antes da aplicação do reforço, basta encostar e aderir pelas extremidades uma película plástica transparente de polietileno, que se compra em qualquer papelaria, com 1,20m x 1,20m. Utiliza-se fita crepe larga com 5cm para aderir o plástico transparente. Se, após 24 horas, houver umidade suficiente coletada sob o plástico, provavelmente haverá comprometimento com a colagem. Este procedimento é padronizado através da ASTM D4263. Era utilizado freqüentemente em pisos de concreto, agora está sendo substituído pelo método do cloreto de cálcio.

continua na pág. 16.



A superfície do concreto ideal para se proceder o trabalho de reforço. Note que não há nata superficial.



Epóxi
PP50
é só verter.



Nada de injeção e perda de tempo.

Preencher e monolitizar trincas e fissuras no concreto estrutural ficou mais fácil com o revolucionário sistema epóxico de baixa viscosidade PP50. Isento de solventes, com 100% de sólidos, possui viscosidade praticamente igual a da água. Basta verter e pronto. Sua estrutura está novamente monolitizada. PP50 só tem dois componentes e é um potente monolitizador, superior ao metacrilato pelo preço e pela facilidade de aplicação. Ideal para aplicação em estruturas com trincas e fissuras como lajes, pisos industriais, lajes de vertedouros, etc.

PP50 na sua estrutura!

Fax consulta nº 399

V-1 GRAUTH. ARGAMASSA DE ALTA RESISTÊNCIA PARA GRAUTEAMENTOS.



**Garantia de total segurança
em recuperações
e reforços estruturais.**

V-1 Grauth é a solução ideal para serviços de alta responsabilidade em recuperações e reforços estruturais, chumbamentos, grauteamentos de pré-moldados e reparos urgentes. Sua aplicação é simples, já que oferece grande fluidez e vem pronto para uso, bastando adicionar água. Além disso, V-1 Grauth apresenta alta aderência ao concreto, sem retração. V-1 Grauth. Serviço bem feito, com total confiabilidade e alta resistência.

OTTO BAUMGART
PRODUTOS QUÍMICOS PARA CONSTRUÇÃO

Tel.: (11)6901-5522 - Fax: (11)6901-2522 - São Paulo-SP
VEDACIT DO NORDESTE S.A.
Tel.: (71)392-4455 - Fax: (71)392-4686 - Salvador - BA
<http://www.vedacit.com.br> e-mail: assistec@vedacit.com.br



cio (ASTM F 186998). Medidores portáteis de umidade também são uma boa opção. Este cuidado deixa de existir à medida que utiliza-se primers epóxicos insensíveis à umidade ou mesmo à água.

A uniformidade da superfície

Há uma tolerância para o grau e tamanho dos defeitos superficiais encontrados na superfície da peça estrutural, considerando-se a aplicação do reforço estrutural composto pelo sistema polimérico fibra/matriz epóxica. Protuberâncias e saliências maiores do que 3mm devem ser corrigidas com a utilização de meios mecânicos. Pequenos e grandes buracos deverão ser corrigidos com primer e massa epóxica. A presença de corrosão precisa ser neutralizada com proteção catódica, utilizando-se corrente



O Metacrilato é um adesivo que também pode ser usado em trincas que surgem em vigas e pilares, apenas vertendo-se o produto, evitando os serviços de injeção.

galvânica ou impressa (veja RECUPERAR nº 37). Trincas e fissuras deverão ser molinizadas com injeção, usando-se epóxi de baixa viscosidade, de preferência com menos de 100cps ou resinas de baixíssima viscosidade, como o metacrilato (20cps), vertendo-se o produto (veja especificação do produto).



À medida que executa-se o desbaste na superfície, retirando-se películas e sugidades indesejáveis, é comum a surgência de pequenas cavidades que devem ser preenchidas com masa epóxica (após o primer).

Técnicas de preparação

Freqüentemente vemos especificações exigirem superfície limpa, isentas de contaminação ou sugidades, mas esquecendo aquela película friável caracterizada pela nata de cimento que existe na superfície de todo concreto e que é extremamente pernicioso à adesão entre concreto antigo e novo. Imagine agora a aderência de adesivos poliméricos, materiais com características físicas

bem superiores ao concreto. Com isto em mente, podemos passar para a etapa seguinte que é como preparar a superfície da peça de concreto, expondo sua real superfície.

Meios mecânicos

Existem diversos tipos de equipamentos mecânicos próprios para remover aqueles três milímetros (em média) de material friável sobre o qual nada adere, expondo uma superfície dura, uniforme e com vazios superficiais abertos, evidenciando um perfil satisfatório à adesão do sistema polimérico.

• Lixamento eletromecânico

Utilizam-se lixadeiras convencionais com lixas e discos de carbureto de silício, adaptando-se o dispositivo papa-poeira para não produzir pó. É um tratamento demorado bem característico para pequenas áreas a serem reforçadas. Com imperfeições ou saliências da ordem de 1,5mm.



LIXADEIRA

• Hidrojateamento de areia

É feito com o hidrojateamento convencional, naturalmente com pressões superiores a 25MPa e utilização de areia própria para jateamento, geralmente de tamanho médio.

Teste de Arrancamento?



DYNA
Pull-off Tester

O DYNA mede a resistência da superfície do concreto que vai receber qualquer tipo de revestimento. Mede também a resistência de qualquer revestimento aplicado sobre o concreto, seja ele epóxico apenas ou de reforço com fibra de carbono, além de qualquer tipo de pintura, inclusive sobre superfícies metálicas.

Não fique na dúvida. Teste com o DYNA.

Fax consulta nº 07

MEDIDOR DE UMIDADE JAMES



O novo Medidor de Umidade H₂O JAMES representa um verdadeiro avanço na medição da umidade em diversos materiais como concreto, tijolos, pedra, argamassa, madeira, alimentos, etc. É ideal para localizar o foco da umidade em paredes e estruturas, medindo a quantidade de umidade em seu interior, até mesmo quando há revestimentos. Peça hoje mesmo seu H₂O James.

Fax consulta nº 08



A fresagem manual é uma excelente ferramenta de preparação de superfícies. Este sistema aplica discos de corte rotativos que desbastam a superfície, deixando-a limpa, texturizada e lisa. Possui diversos tipos de discos. Sua produção varia de 35 a 150m² por hora, removendo-se até 5mm de espessura de concreto com estrutural.

• **Ferramentas de impacto**

Preparam a superfície através do impacto de agulhas ou de ferramentas mais pesadas. Geralmente usado em serviços bem pequenos. É preciso tomar cuidado com estas ferramentas já que podem criar micro fraturas no substrato, afetando a adesão final.



• **Fresagem**

Literalmente cortam a superfície, a profundidades variáveis, utilizando ora pequenos discos que trabalham verticalmente, ora rolos com pontas de metal duro.



• **Escovagem**

Poder-se-á usar escovas de aço manual ou eletromecânica. Esta metodologia é utilizada em áreas bem pequenas. Dever-se-á fazer o controle do pó.

Químico

A preparação química da superfície atende mais ao quesito limpeza. No entanto, já há descascantes ou removedores alcalinos que

A RESISTÊNCIA DA SUPERFÍCIE DO CONCRETO

Normalmente podemos afirmar que o concreto apresenta uma superfície suficientemente fraca, incapaz de suportar um sistema polimérico, tracionando-a. Logo, esta resistência superficial é extremamente importante para o sucesso da adesão do futuro reforço estrutural feito com colagem ou mesmo de uma pintura realizada com sistemas poliméricos nobres como epóxi, estervinílico, etc. A resistência do concreto na e próximo à superfície pode ser avaliada com o teste padrão de arrancamento (pull-out), serrando-se o concreto com uma serra copo, semelhante as das extratoras de corpos de prova, tendo 50mm de diâmetro e profundidade de 25mm. A seguir cola-se uma pequena moeda de aço neste cilindro de concreto e, após a completa cura do adesivo, a moeda de aço é fixada ao aparelho que fará o teste de arrancamento. A força exercida para descolar a moeda ou o cilindro de concreto é medido no manômetro do aparelho. Poder-se-á também seguir os procedimentos da norma ASTM D4541. Para epóxis e estervinílicos, as exigências de resistência superficial requerem um mínimo de 1,4MPa.



RECUPERAÇÃO DO CONCRETO ARMADO

Trincas e fissuras capilares normalmente são causadas por retração plástica, retração por secagem, efeitos térmicos, sobrecargas ou cargas atuantes além de agregados reativos. Muitas destas trincas podem não aparentar problemas e, portanto, não necessitam de tratamento. No entanto, na maioria das vezes, estes sintomas põem em perigo a integridade e a durabilidade da estrutura, devendo, obrigatoriamente, serem tratados. Para o caso de pisos industriais e lajes estruturais, certamente, o tratamento mais efetivo é através da aplicação do Metacrilato, com baixíssima viscosidade (17cps), preencher e colar estruturalmente trincas e fissuras capilares menores que 0,1mm. A certeza do preenchimento destas aberturas impedirá a penetração de agentes contaminantes que comprometerão as armaduras. METACRILATO também pode ser aplicado em vigas e pilares. É fornecido em latas de 18 litros.

METACRILATO

Fax consulta nº 09



Este tipo de freza, chamada TVS trabalha com rolo rotativo tendo pontas de metal duro. É uma das mais usadas em serviços de preparação de superfícies de concreto com vistas a utilização de reforço com fibra/epóxi. O rolo com pontas de metal duro é descartável. Esta freza é alimentada com motor elétrico ou pneumático.

têm a propriedade de “puxar” todo e qualquer filme seja ele orgânico (epóxis acrílicos e outros) ou inorgânico (revestimentos cimentícios). Dever-se-á evitar qualquer tipo de ataque químico com ácidos, particularmente o clorídrico (muriático), pois contamina o concreto de forma irreversível.

Fazendo com fé

O objetivo é atender a especificação da obra mas, freqüentemente, aparece “...dever-se-á preparar as superfícies de acordo com a recomendação do fabricante do adesivo...”, o que é muito vago, pois, invari-

avelmente, exigem que a superfície esteja limpa, firme e sã. Na verdade, não são nada específicos, pois não exigem um mínimo de resistência à tração ou ao cisalhamento e, efetivamente, obras diferem umas das outras. As conseqüências são as mais tristes possíveis, já que o contratado, na falta de uma especificação sensível ao objetivo, irá “preparar” a superfície aplicando um lixamento, diríamos bem “light”, com formação de poeira e tudo mais. Efetivamente não se preparou a superfície, embora o contratado tenha seguido a especificação da obra e todas as demais pessoas ligadas ao serviço tenham essa ilusão.

“Tintas à base de silicato. Você nunca viu coisa igual”

Não perca
RECUPERAR
nº 41

Não perca a cabeça com revestimentos

PINTAWAY
Com esta pasta, todas as pinturas e revestimentos aderidos à superfície caem sem perdão.

PINTAWAY
é atóxico, não deixa cheiro e é biodegradável. Pare de arriscar sua cabeça com jateamentos.

PINTAWAY.
Você nunca viu coisa igual.
Peça, hoje mesmo, amostra e faça seu teste.

PINTAWAY.

PINTAWAY
A melhor forma de cortar ou remover tintas e revestimentos de superfícies

Fax consulta nº 389

Preparador de Superfícies

TVS



Raspadeira e Frezadora

Remove qualquer tipo de revestimento, deixando uma superfície de concreto aparente ideal para colagens estruturais. A nova raspadeira TVS é eficiente e versátil, substituindo, com grande vantagem, as lixadeiras, obtendo maior produção a um custo bem menor. Em 2 minutos pode-se transformá-la em uma potente frezadora pra desbastar, por exemplo, desníveis de concretagem. TVS não produz poeira.

Fax consulta nº 10

O QUE AFETA A ADERÊNCIA

A adesão de um sistema fibra/epóxi a uma superfície de uma peça de concreto armado depende de uma variedade de propriedades desta superfície e do próprio revestimento. Para a superfície do concreto podemos adiantar que suas propriedades incluem a resistência da superfície à tração, seu perfil, porosidade, pH e tensão superficial. As propriedades relevantes do revestimento ou propriamente da matriz aglomerante incluem viscosidade, tensão superficial, cura, retração e a capacidade de aderir e curar num ambiente alcalino, aerado e úmido como a superfície do concreto (novo). Qualquer contaminação na superfície afetará estes fatores e, conseqüentemente, a adesão do reforço. Diversas edições anteriores da RECUPERAR explicam a natureza da adesão dos revestimentos em superfícies de concreto e metálicas, evidenciando conceitos de energia superficial, ligação primária, ligação (Van der Waals e hidrogênio) secundária, adesão mecânica e penetração. Em última análise, pode-se aceitar que, para o "casamento" do aglomerante epóxico com a superfície do concreto, o modo de adesão é predominantemente mecânico, o qual exige penetração e absorção da matriz líquida para dentro dos poros da superfície e para o interior das cavidades do substrato do concreto por sua ação capilar. Desta forma, para assegurar a adesão mecânica da matriz epóxica, torna-se importante checar a existência e a remoção de contaminantes expondo a verdadeira superfície. Um outro aspecto relevante, que deve ser considerado em serviços de colagem estrutural, é que o trabalho contínuo na interface de colagem do adesivo polimérico pode ser fadigado, lesionado ou comprometido, de forma crescente, pelas pressões hidráulicas existentes no interior do concreto, devido as características físicas da obra e o ambiente circundante. Em detalhes, não se pode esquecer que, mesmo quando se promove uma boa preparação e limpeza na "superfície" do concreto, removendo contaminantes porventura existentes, poder-se-á ter, através de sua rede de poros e cavidades, uma futura migração de contaminantes residuais com conseqüente acúmulo na interface de colagem, sob a matriz, podendo aí enfraquecer a ligação mecânica entre o epóxi e o concreto. A proteção das superfícies expostas adjacentes ao reforço, portanto, deve ser feita utilizando-se hidrofugantes do tipo silano ou siloxano, ou mesmo com barreiras à base de epóxi, acrílicos, poliuretanos, etc.

Especificando a superfície correta

O principal objetivo de uma especificação é estabelecer a melhor condição possível para a superfície que vai receber o reforço. Esta determinação é usualmente ditada ou imposta pelo sistema epóxico a ser aderido à superfície do concreto, a qualidade do concreto e, principalmente, pelas exigências físicas de tração e cisalhamento na interface de colagem e químicas que possam inibir a adesão do sistema polimérico. Desta forma, exigir-se-á, após a preparação da superfície, a verificação física da estabilidade superficial com um teste de adesão, de modo a caracterizá-la, colando-se uma pequena chapa de aço na su-

perfcie do concreto e arrancando-a por tração direta (ASTM D 4541 e ACI 503R). O grau de preparação da superfície é considerado aceitável se a rutura ocorrer no substrato e também com tensões que excedam um padrão mínimo típico de 14kgf/cm² ou 1,4MPa. Caso não se encontre a situação padrão acima especificada, deverá-se objetivar uma melhor preparação para a superfície do concreto. O teste de contaminação química da superfície, após a preparação, é feito aspergindo um pouco d'água. Se a superfície estiver limpa a água irá molhar e escurecê-la, sendo absorvida. Caso contrário, irá formar gotas evidenciando elevado ângulo de contato, devido a contaminação por óleo ou material similar.



Fax consulta n° 11

Para ter mais informações sobre

Preparação de Superfícies.

Click aqui:

<http://www.recuperar.com.br>

REFERÊNCIAS

- Carlos Alberto Monge é engenheiro civil.
- ACI Committee 503 "Standard specification for repairing concrete with epoxy".
- Standard Tolerances for Concrete Construction and Materials ACI 117-81.
- State of the Art Report on Fiber Reinforced Plastic Reinforcement for Concrete Structures. ACI Committee 440.
- Journal of Composites for Construction.



Sem papa poeira



Papa Poeira

Você não precisa respirar poeira

O papa poeira elimina aquela poeira que, além de tremendamente prejudicial à saúde, diminui o rendimento do seu funcionário, ao mesmo tempo que provoca serviços adicionais de limpeza. Qual é o cliente que gosta de poeira?

Adquira hoje mesmo o seu papa poeira, adaptável a qualquer lixadeira comercial.

Em qualquer tipo de lixadeira, seja elétrica ou pneumática, pequena ou grande e escafificadores de agulhas, você poderá adaptar facilmente o PAPA POEIRA.

Fax consulta n° 60

PAPA POEIRA
Trabalho limpo e com saúde.



Com papa poeira



Detectando a corrosão no concreto armado e protendido (IV)

Dicas super práticas de como detectar corrosão, fazendo o mapeamento dos potenciais com a semi-pilha.

Joaquim Rodrigues

Esta é a quarta de seis matérias que objetivam esclarecer a existência de corrosão em estruturas de concreto armado e protendido, além de dar meios para sua obtenção. Os gradientes de potenciais encontrados indicam a direção das correntes de corrosão que, por sua vez, estabelecem áreas comprometidas onde as correntes conseguem abandonar as armaduras e adentram no concreto, exatamente onde os potenciais apresentam-se mais negativos. A interpretação das leituras obtidas deverá levar em consideração a peça estrutural como um todo, identificando-se as áreas negativas circundadas por áreas mais positivas. Dever-se-á considerar que a maioria das estruturas de concreto armado, compostas por vigas, pilares e lajes apresentam pelo menos 2 camadas de armaduras. Logo, torna-se necessário obter o mapeamento dos potenciais de corrosão por todos os lados disponíveis, de modo a se interpretar corretamente o estado das peças. A partir do lado em que se está investigando os potenciais com o uso da semi-pilha, a existência de camadas de armaduras mais distantes praticamente não influi nos valores obtidos, a não ser que existam mudanças significativas na resistividade elétrica do concreto, o que é comum junto às bases de pilares. A região das juntas de dilatação de tabuleiros de pontes e viadutos sobre vigas travessas, por exemplo, é um caso de impossível acesso. Para casos como estes, dever-se-á obter mapas de corrosão em torno daquela área, de modo a conferir se correntes de corrosão estão partindo de lá. Caso se confirme, dever-se-á concentrar um maior número de outras análises como resisti-



Repare que neste pilar foi necessário fazer um leve apicoamento na região de instalação do eletrodo da semi-pilha, já que havia um revestimento epóxico.

Só existe uma maneira de interromper a
REATIVIDADE ÁLCALI-SÍLICA...



Fax consulta nº 364



... Para estruturas existentes

RENEW®

LITHIUM FÓRMULA

... Para estruturas a serem executadas

LIFETIME®

LITHIUM FÓRMULA

vidade, PH, contaminação do concreto, etc. Como foi descrito na primeira matéria desta série, editada a partir da RECUPERAR nº 37, é possível definir, a partir dos gradientes dos potenciais encontrados e da resistividade, naturalmente considerando-se o recobrimento existente e as dimensões da peça, a taxa de corrosão expressa em perda de peso. Com o mapeamento da resistividade obteremos medidas da condutividade do concreto e, juntamente com o mapeamento da camada de recobrimento com o detector de armaduras, teremos importantes parâmetros para obter a taxa de redução da seção de aço das armaduras. Contudo, torna-se necessário conhecer um pouco do concreto, isto é, a quantidade de hidróxido acessível. Como se sabe, o concreto possui alta alcalinidade graças, principalmente, à presença de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ liberado das reações de hidratação do cimento. É interessante observar que, à medida que o concreto desprotegido fica submetido à ação das águas, de produtos químicos, ou mesmo pela introdução do CO_2 da atmosfera, ocorrerá uma lixiviação neutralizando esta alcalinidade. Portanto, quanto maior a quantidade de hidróxidos próximo à superfície que pode ser conduzido às regiões de corrosão (os anodos) nas armaduras mais devagar a corrosão irá se espalhar, em termos de área. Logo, para uma determinada região, quanto mais rápido “escoar” estes hidróxidos mais rápido ocorrerá a redução da seção das barras.

Como regra geral poderemos ter duas situações:

- em um concreto genericamente com pH entre 12 e 14, circundado por um ambi-

ente tipicamente úmido como o nosso, o mecanismo inicial de corrosão mais provável será por pites (corrosão localizada).

- em concretos que estejam com suas superfícies desprotegidas, em contato com líquidos agressivos ou mesmo sujeitos à ação da maresia e da chuva, a corrosão irá se desenvolver rapidamente e de forma uniforme.

A corrosão por pites desenvolve-se sem qualquer indício visual à superfície do concreto, o que é ruim, estruturalmente falando, porque provoca a diminuição ou o seccionamento da seção das barras da armadura. Em concretos aparentes sem qualquer revestimento protetor, como nas indústrias químicas, em estações de tratamento de água e esgotos e as expostas à ação corrosiva da maresia, particularmente nas juntas frias ou de construção, para não citar as juntas de dilatação de nossas pontes e viadutos que sempre apresentam vazamentos, costuma haver presença de corrosão mais acentuada e uniforme, induzindo a um possível início de ruína estrutural.

De um modo geral, poderemos ter um início de processo de corrosão por pites e, à medida que a alcalinidade do concreto, nesta área, é neutralizada pelos ácidos gerados durante esta ação ou evolução, tornando-se carbonatado, ocorrerá a uniformização da corrosão com o conseqüente deslocamento da camada de recobrimento. Nesta fase, poder-se-á ter a redução de seção das barras em cerca de um décimo de milímetro para espessuras da camada de recobrimento em torno de duas vezes o diâmetro das armaduras. A variedade dos mecanismos de corrosão listados acima indica que a taxa

de corrosão não é, por si só, suficiente para julgar o tipo de corrosão que esteja ocorrendo em uma estrutura.

Descrição do estado de corrosão

Desde já, torna-se evidente que não é possível, apenas com os potenciais, fazer uma avaliação 100% precisa do estado de corrosão. A norma ASTM C 876-91 fornece o padrão para a análise dos dados obtidos.

- Boa – armaduras totalmente protegidas (ausência de corrosão). Potenciais mais positivos do que -200 mV, com a semi-pilha de ESC, dão probabilidade maior do que 90% de que não há corrosão.
- Corrosão iniciada – Há indícios de corrosão e danos inaceitáveis poderão ocorrer a curto ou médio prazo. Potenciais variando de -200 a -350 mV com ESC. A atividade de corrosão é incerta.
- Inaceitável – Grande parte da armadura apresenta corrosão ativa. Se os potenciais forem mais negativos do que -300 mV, com ESC, existirão chances maiores do que 90% de que há corrosão.

Diante das diretrizes da ASTM de 1991, poder-se-á acrescentar novos parâmetros,

Parece difícil recuperar...



A ARCANO Eng^a é especializada na arte de recuperar concreto armado. Nossa especialidade é o reforço estrutural com fibra de carbono e a utilização de resinas de baixa viscosidade no tratamento de trincas e fissuras. Utilizamos proteção catódica para interromper a corrosão no concreto armado e pretendido. Consulte-nos hoje mesmo.

...a ARCANO recupera.



Tel/Fax: (21) 252-1154
Celular: (21) 9913-2679



EPT - ENGENHARIA
E PESQUISAS
TECNOLÓGICAS S/A

Recuperação de Estruturas

- ✓ Reforço Estrutural
- ✓ Fibra de Carbono
- ✓ Concreto Projetado
- ✓ Impermeabilização

Laboratórios de Ensaios

- ✓ Concreto, Aço e Materiais para Construção
- ✓ Solos e Pavimentação



São Paulo - R. Catão, 523 - Lapa - Fone (011) 3873-3399
Porto Alegre - R. Marcelo Gama, 41 - Fone: (051) 3342-7766
E-mail: ept@ept.com.br - Home Page: <http://www.ept.com.br>

como os apresentados na figura abaixo que, certamente, fortalecerão os valores dos potenciais obtidos, objetivando melhor os riscos da presença de corrosão nas armaduras do concreto.

Alguns autores consideram que os potenciais da ASTM podem ser corrigidos para "NORMAL" – no caso de estruturas expostas à atmosfera e com alta disponibilidade de oxigênio – de acordo com a figura abaixo.



Considerações para definir os potenciais limites do estado de corrosão.

Esta correção importa em somar + 80mV onde o concreto tem baixa condutividade e pouca camada de recobrimento. Quando o concreto apresentar uma camada de recobrimento correta, de acordo com as normas existentes (inclusive a norma brasileira), e uma condutividade alta, dever-se-á fazer um ajuste de -50mV. Desta forma, as três categorias do estado de corrosão da ASTM passariam para cinco grupos, os quais estari-

am associados a cores respectivas conforme quadro abaixo:

Cores usadas para definir estados de corrosão	
Estado	Cor
Bom	Verde
Área transparente	Azul claro
Corrosão iniciada	Azul ou preto
Área transparente	Vermelho
Inaceitável	Amarelo ou magenta

Com isto, poder-se-á obter mapeamentos mais precisos do estado de corrosão, evidenciando-se o gradiente de potenciais entre as áreas anódicas e catódicas, fator extremamente importante relacionado à probabilidade e à forma da corrosão. A área do gradiente é usado intensamente para definir a probabilidade da ocorrência de corrosão, naturalmente levando-se em consideração as sugestões apresentadas acima, prin-

cipalmente quando se usa programas de potenciais computadorizados.

Apresentando os resultados

Existem diversas técnicas para apresentar os potenciais obtidos de uma estrutura de concreto armado ou protendido. Indiscutivelmente, a melhor maneira de apresentar e interpretar o estado de corrosão é usando gráficos coloridos. No entanto, poder-se-á simplesmente apresentar a tabela com os valores obtidos, ou o diagrama de frequência acumulada (RECUPERAR nº 6), ou mesmo o mapa de contorno dos equipotenciais com as áreas coloridas. A tabela apresentada abaixo com os potenciais da semi-pilha evidencia, em negrito, valores importantes e apresenta benefícios mas não mostra particularidades intrínsecas aos dados obtidos da estrutura. Por exemplo, o ponto da área anódica x5, y3 não está destacado, embora, provavelmente, haja corrosão nesta área.

Tabela de potenciais da semi-pilha para demonstração da possibilidade de corrosão

Potenciais da semi-pilha (mV com ESC): x e y definem os locais							
	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7
x7	-180	-186	-190	-198	-200	-221	-234
x6	-194	-198	-194	-203	-220	-251	-242
x5	-214	-206	-301	-203	-215	-231	-223
x4	-238	-221	-226	-215	-219	-226	-217
x3	-305	-280	-234	-219	-231	-222	-216
x2	-408	-433	-332	-241	-241	-229	-206
x1	-502	-406	-357	-272	-251	-212	-198

Lápis Medidor de pH

Este lápis mede facilmente o pH de qualquer superfície. Basta riscá-la e pronto. Em poucos instantes o risco na superfície mudará de cor. Comparando esta cor com a tabela fornecida, obter-se-á o pH da superfície.



Fax consulta nº 329



problemas, causas e soluções.

ONLINE
RECUPERAR

www.recuperar.com.br

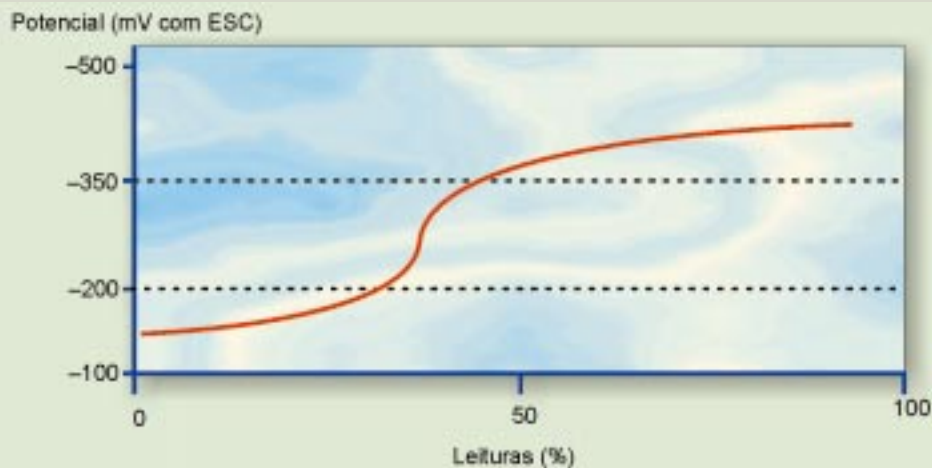
- Controle global da qualidade na construção;
- Controle tecnológico de concreto, solos e pavimentação;
- Recuperação e reforço de estruturas;
- Gerenciamento e fiscalização de obras;
- Inspeções e laudos técnicos em estruturas;
- Provas de cargas e controle de recalques;
- Análises químicas, físicas e metalográficas.



Grupo falcão bauer

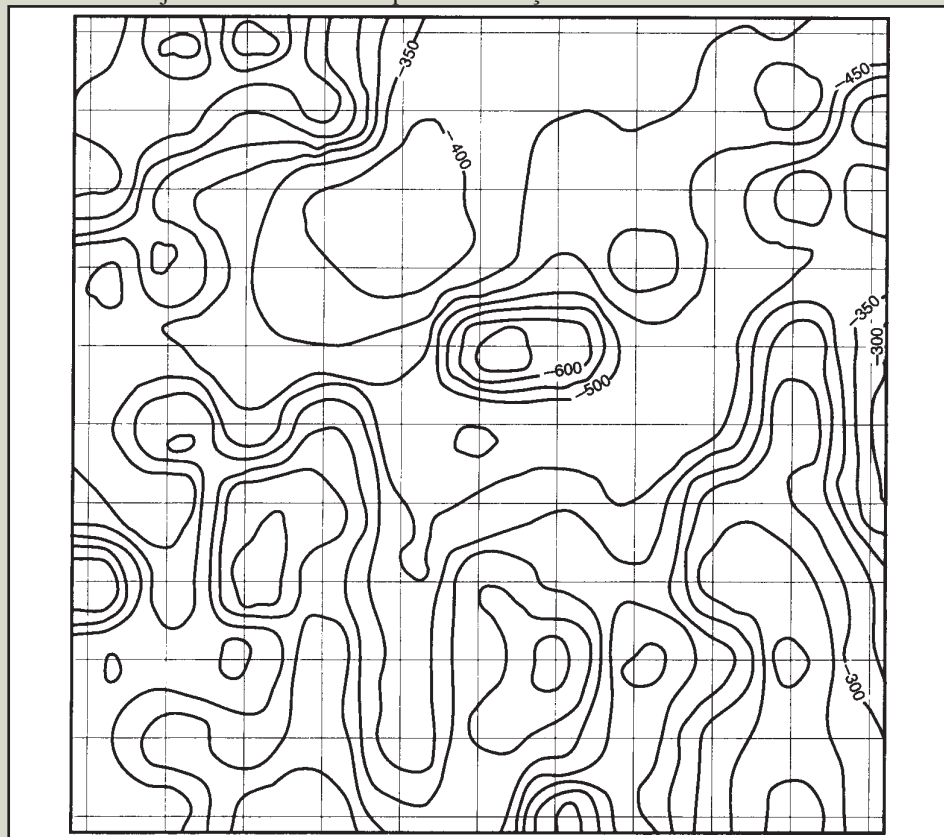
Rua Aquinos, 111 - São Paulo - CEP 05036-070
fones: (11) 861-0833 / 861-0677 - fax: (11) 861-0170
internet: <http://www.falcaobauer.com.br>
e-mail: bauer@falcaobauer.com.br
CREDENCIADO: INMETRO E IBQN

Os dados também podem ser apresentados na forma de diagrama de freqüências acumuladas, como sugere a ASTM C876-91 e, evidentemente, fica menos claro que a tabela acima apresentada. Além disso não evidencia indicação das áreas afetadas, apenas uma estimativa grosseira das regiões relativas às três categorias apresentadas pela ASTM.



Dados da semi-pilha evidenciando a média das leituras obtidas e suas proporções, através do diagrama de freqüência acumulada.

A construção do mapa de contorno equipotencial requer, normalmente, o uso de um programa de computador. Algumas versões entram com os dados após a obtenção dos potenciais com semi-pilhas digitais comuns, como o CPV-4. Outras usam “loggers” de dados automatizados para, inicialmente, levantar os valores dos potenciais que são então, com as ordenadas, inseridos diretamente no programa. Torna-se bastante interessante e comum obter-se, de forma conjunta, a resistividade (ou condutividade) e os potenciais com equipamentos separados. Quando se usa o mapa de contorno equipotencial colorido, torna-se vantajoso dar cores às regiões contornadas, de modo a dar mais contraste e facilitar a interpretação do levantamento. Repare a diferença no mapa de contorno equipotencial em preto e branco abaixo e veja como é difícil interpretar a situação de corrosão existente.



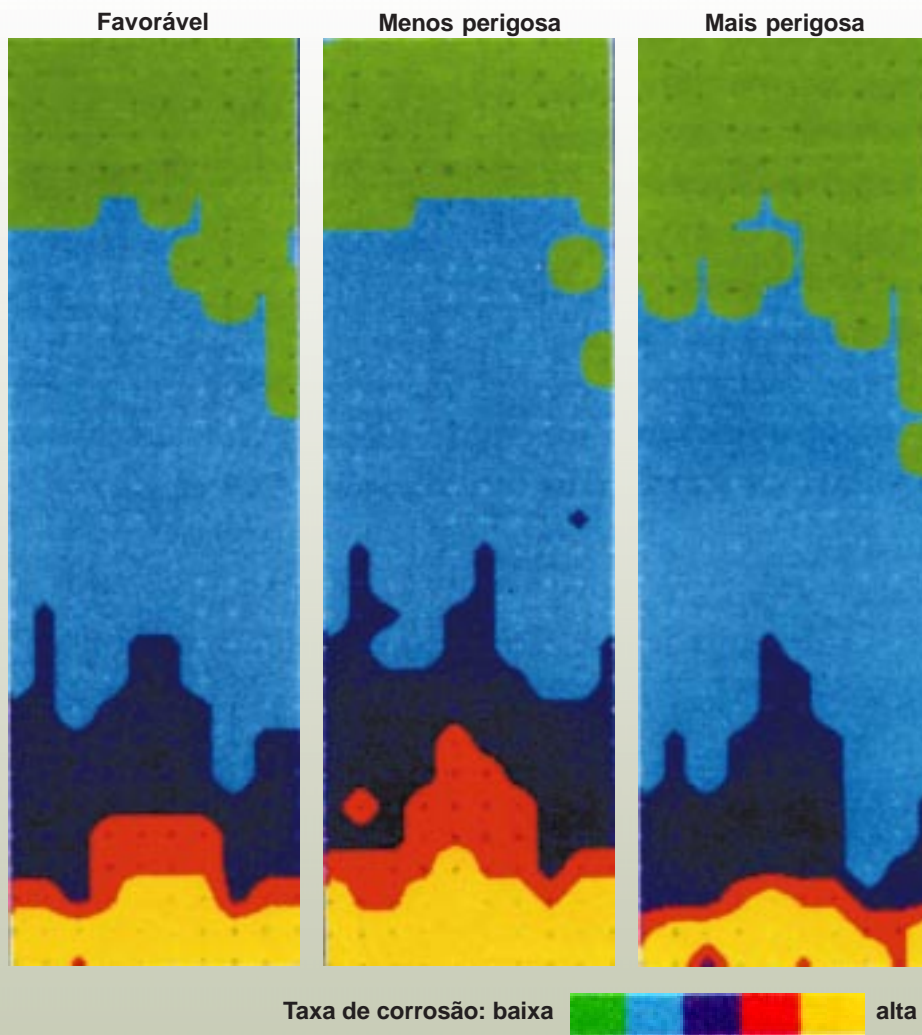
Mapa de contorno equipotencial em branco e preto. Evidentemente nada se vê à primeira vista.

Agora, repare que se dermos cores às regiões delimitadas, de acordo com os potenciais existentes e, mais ainda, se variarmos os limites dos potenciais e as cores, de acordo com estas três situações apresentadas, o quadro será outro:

- a – Um mapa com uma seleção de cores que evidencia condição mais favorável.
- b – Um mapa com uma seleção de cores que evidencia condição mais perigosa.
- c – Um mapa com uma seleção de cores que evidencia condição menos perigosas.

Os mapas a, b e c podem ser apresentados em apenas uma folha de papel. No exemplo das figuras abaixo, não existente diferença substancial entre os três mapas, isto é, a variação dos limites dos potenciais impostos e o jogo de cores aplicado foi pequena. Para esta situação, é desaconselhável perder tempo para definir o melhor código de cores.

Potenciais obtidos (mV com ESC)



Exemplo de mapa de equipotenciais em três situações. Os códigos de cores foram mudados para tentar dar uma visão das prováveis situações de corrosão existentes.

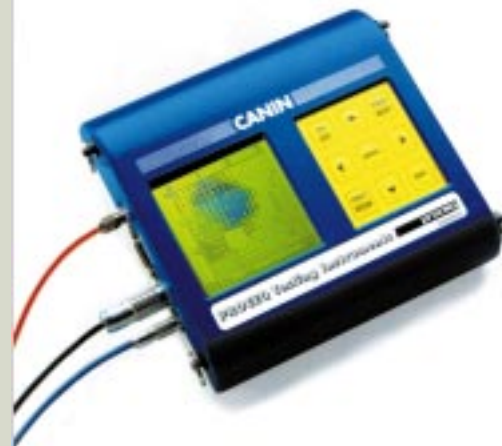
Silano 120

O Silano 120 é um alquilo trialcossilato, à base de solvente, que penetra profundamente em paredes e pisos, promovendo uma reação com a umidade e a alcalinidade do substrato, formando uma camada água-repelente interna, bastante durável. Esta camada água-repelente interna impede a penetração de sais, água e contaminantes sem, no entanto, criar problemas à transmissão de vapor através do concreto ou pisos. Recomendado para aplicação em emboços, paredes e pisos de concreto.

Fax consulta nº 287



CANIN



CANIN é a semi-pilha que você precisa. As coordenadas da área que você delimitar no aparelho são automaticamente preenchidas com o posicionamento do eletrodo. Seu plano de estocagem é superior a 1.000 leituras, que podem ser lançadas diretamente no computador já com as isostáticas de corrosão. CANIN não deixa você perder tempo. Potenciais de corrosão é com o CANIN.



O Instrumento de Análise da Corrosão mais completo que existe.

Fax consulta nº 352

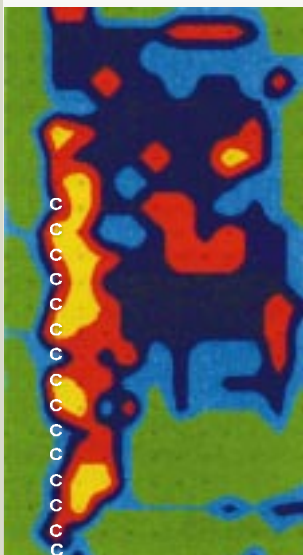
Veja, no entanto, que, se aplicarmos o mesmo racioncínio estabelecido nas figuras anteriores para um pilar sujeito a um grande período de estia-gem, os mapas mostram um jogo de cores que definem uma situação bastante perigo-sa. Repare que é interessante levantar mais dados para de-finir o código de cores, mes-mo porque, em cada uma das ilustrações, existe uma trinca vertical causada por corrosão junto à quina deste pilar (veja as letras “C”).



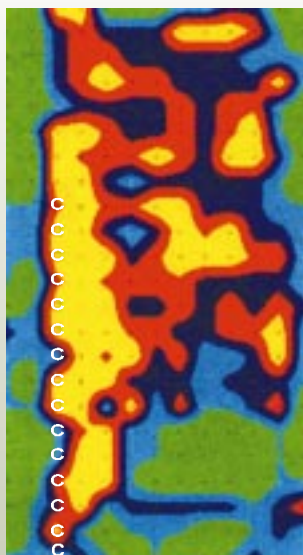
A trinca na quina do pilar, além de pontos localizados visíveis, sugere um perigoso quadro de corrosão. O uso de cores no mapeamento dos potenciais é fundamental para a compreensão da origem do processo.

Potenciais obtidos (mV com ESC)

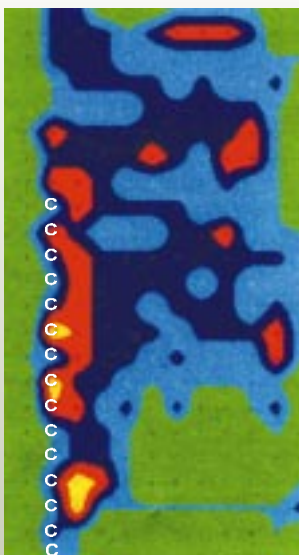
Lado B do pilar (570)



Lado B do pilar (360)



Lado B do pilar (780)



Taxa de corrosão: baixa alta

Mapa dos potenciais da semi-pilha de um lado de pilar aparentemente seco.

O mapa central parece mostrar isto de forma mais intensa e, naturalmente, deve ser o escolhido. Após esta comparação, a seleção de cores mais adequada deverá ser apresenta-da juntamente com as coordenadas tomadas.

Fax consulta nº 12

Para ter mais informações sobre
Corrosão,
click aqui:

<http://www.recuperar.com.br>



REFERÊNCIAS

- Joaquim Rodrigues é engenheiro civil, membro de diversos institutos nos EUA, em assuntos de patologia da construção. É editor e diretor da RECUPERAR, além de consultor técnico de diversas empresas.
- Guide to half cell mapping. Paul Chess e Frits Gronvold.
- ASTM C 876-91. “Método padrão para tomar e interpretar potenciais com a semi-pilha”.
- Location of Corroding Reinforcement by Electrochemical Potencial Surveys. Rilem.



Extrai-se o pó do concreto a várias profundidades...



...Insere-se o pó no recipiente plástico com o reagente. A sonda informará o teor de contaminação por cloretos.

Mole, mole... fácil, fácil.

Contaminação no concreto armado e protendido é fatal. O que se pode fazer para saber se o concreto está ou não contaminado? CHLOR-TEST é a única maneira de verificar se há ou não contaminação por íons cloretos, esses “bichinhos” que ativam a massa do concreto, tornando-a um “inferno” para o aço. CHLOR-TEST é um teste high-tec que, em apenas 3 minutos, informa a existência daqueles bichinhos e sua quantidade. CHLOR-TEST é vendido em 3 versões:

CHLOR-TEST “S” - para averiguar o estado de contaminação de superfícies de concreto e metálicas.

CHLOR-TEST “W” - para checar a presença de concentrações perniciosas de cloretos na água de amassamento.

CHLOR-TEST “A” - para verificar se sua areia de jateamento está ou não contaminada com cloretos.

Use **CHLOR-TEST**



Fax consulta nº 402



Kevlar em torres de resfriamento

Reforço rápido e com resposta imediata na estrutura promete acabar com os colapsos em torres industriais.

Carlos Alberto Monge

Uma das torres de resfriamento, em concreto armado, de uma usina geradora de eletricidade em Retford, Inglaterra, foi recentemente reforçada com o sistema fibra/epoxy, utilizando-se a fibra de Kevlar. Duas torres, com 118m de altura e 46m de diâmetro interno, tem um perfil hiperbólico, com espessuras de parede de apenas 12,5cm. Esta mesma usina gera eletricidade pela queima do carvão.

Histórico

Nos últimos quarenta anos muitas torres de indústrias entraram em colapso, basicamente pelo subdimensionamento utilizado em relação à carga de vento existente, o que fez com que, em todo o mundo, se promovesse uma revisão no modo de calculá-la. Subsequentemente a estes trágicos acontecimentos e com novas diretrizes de dimensionamento, promoveram-se centenas de serviços de reforço estrutural, particularmente na Europa e EUA. A sistemática de reforço de cinquenta anos para cá foi essencialmente à base de concreto projetado, procedendo-se o reforço na região externa do terço superior das torres, com espessuras que variavam de 7 a 10 cm. Como consequência, em razão do aumento da sobrecarga em quase 50%, também houve serviços de reforço em suas fundações. Esta mesma torre foi reforçada, na metade dos anos 70, utilizando esta técnica.

O estado atual da torre

Uma série de trincas e fissuras deixaram inquietos os engenheiros da usina, o que fez

continua na pág. 30.



A usina com suas torres.

Quando a obra necessitar de reforço estrutural ...

... use
MFC

MFC é uma fibra de carbono para reforço de estruturas de concreto armado e protendido. Aplicada desde 1996, **MFC** é a pioneira no Brasil em serviços de reforço estrutural.

Dispomos de diversas formulações epóxicas estruturantes adequadas, inclusive para situações onde haja presença de umidade, ou mesmo subaquáticas.

MFC é rapidez, mínima mão-de-obra e grande economia.

Direto do Japão, sem intermediários, pode-se obter fibra de carbono e todos os demais componentes, através da **Rogermat**.



Pilares, vigas e lajes, além de tubulações de concreto e aço são as aplicações ideais para reforços com fibra de carbono e epóxis estruturantes.

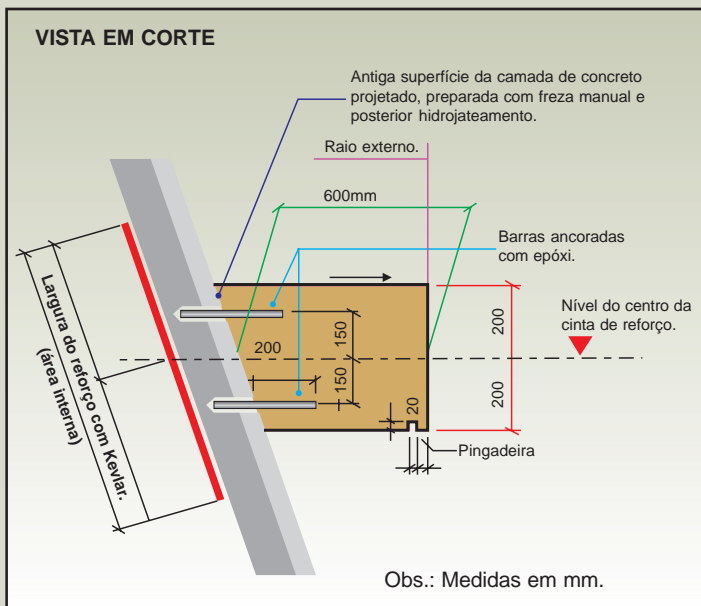
MFC

ROGERMAT

Entre em contato e peça já o seu catálogo.

e-mail: rogermat@dh.com.br

Tels: (0xx21) 493-4702
Fax: (0xx21) 493-5553

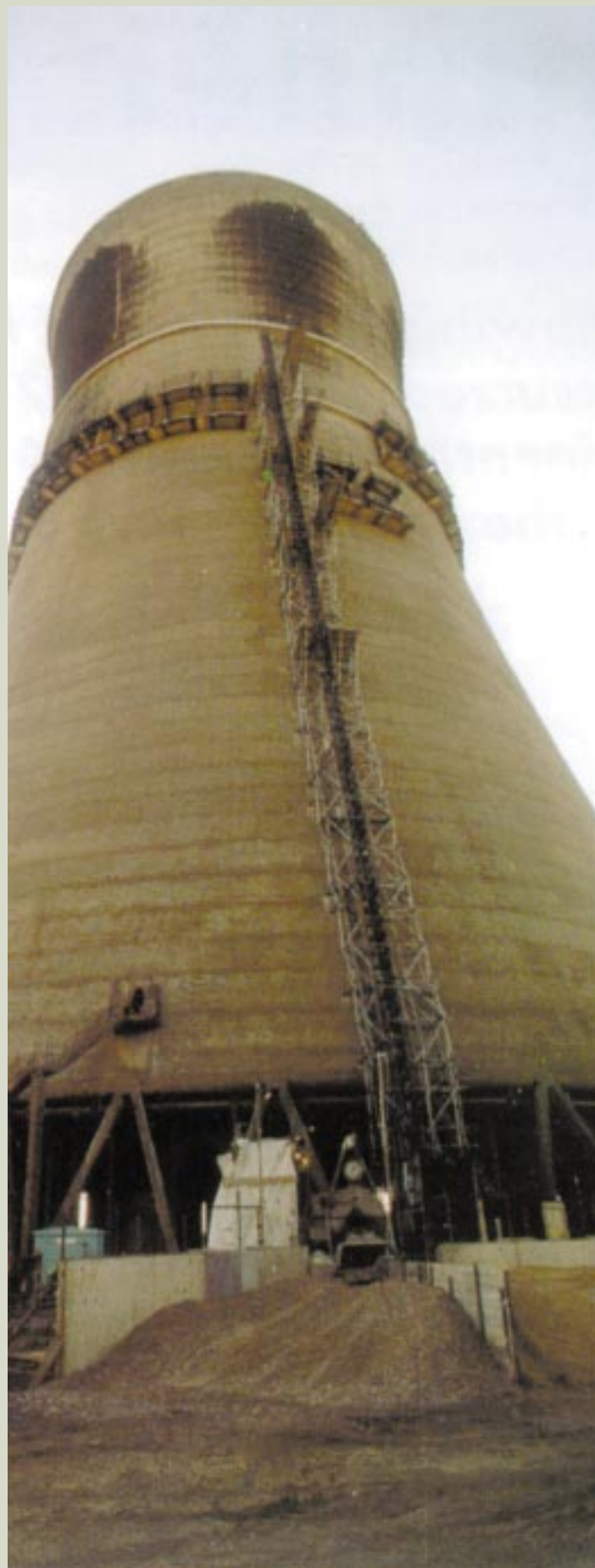


com que se contratasse uma empresa de cálculo especializada em patologia da construção, para a análise do estado da torre por um período que variou de seis a doze meses.

Com um programa especialmente desenvolvido para grandes torres de resfriamento e utilizando-se dois teodolitos e um laser, iniciaram-se os trabalhos de levantamento, sempre à noite, de modo a se detectar os contornos da torre através de suas laterais. Os dois ângulos deram as coordenadas das superfícies, sempre tomadas a intervalos de um metro e, especificamente onde havia ou se constatavam irregularidades. Desta forma, foram mapeadas todas as trincas e fissuras e, mais do que isso, evidenciavam-se depressões ao longo de sua seção, indicando um início de curvatura ou tombamento, particularmente devido à carga de vento. Com a introdução das coordenadas no programa, constatou-se que a situação era extremamente crítica. As trincas aumentavam em extensão e em abertura. Quase todas concentradas em torno das depressões existentes ao longo de sua curvatura. A situação externa quase passava despercebida em razão da camada de concreto projetado existente, fazendo com que a distribuição das trincas se manifestasse fora das áreas sintomáticas. O programa utilizado, chamado ANSYS, permitiu construir um modelo numérico da forma da torre em estado de deformação crescente que, juntamente com o monitoramento periódico das trincas e fissuras, permitiu diagnosticar um sombrio início de estado de ruína por flexão circunferencial devido à carga do vento. Como se não bastassem os dados obtidos, a empre-

“Nova geração de endurecedores de superfície à base de lítio torna antiquada as fórmulas à base de silicato e fluorsilicato.”

Não perca
RECUPERAR
nº 40



As cintas ou vigas-anel sendo executadas.



Vista superior das áreas reforçadas.

sa de cálculo e consultoria em serviços de patologia ainda promoveu uma análise por elementos finitos, linear e não linear, usando a forma da torre pesquisada e modelando a perda de rigidez particularmente nas áreas afetadas, concluindo pela necessidade de reforço estrutural.

As primeiras medidas

Inicialmente objetivou-se serviços de injeção epóxica, com resinas de viscosidade em torno da 50cps, de modo a obter-se maior penetrabilidade, restabelecendo-se principalmente sua resistência à tração. Esta me-

dida por si só já daria alguma estabilidade à torre. Paralelamente, foram extraídos corpos de prova da estrutura, de modo a conferir-se a real espessura das paredes, checando-se a resistência real à compressão, a aderência entre a camada de concreto projetado e o concreto original, além da densi-

Testes Não Destrutivos?

JAMES INSTRUMENTS INC.

Fax consulta nº 433

dade dos dois materiais. Com os resultados do estado do concreto obtidos, somados aos programas elaborados, concluiu-se que a estrutura da torre estava em vias de colapso e que o único fator que a estava mantendo em pé era (pasmem) a resistência à tração do concreto, ou o que restou dela.

O reforço

Dois métodos de reforço foram analisados e a primeira opção seria incrementar ainda mais a “casca” da estrutura com armaduras e concreto projetado o que, consequentemente, induziria mais reforço em sua fundação.

A segunda opção de reforço, a escolhida, foi a fixação de anéis de concreto armado na parte externa da torre juntamente com reforço com fibra de kevlar na parte interna, fazendo uma espécie de sanduíche com a casca da estrutura. Esta técnica foi submetida a testes virtuais para análise dos efeitos em relação à estabilidade da torre, determinando-se paralelamente a melhor localização dos anéis, assim como seu número, dimensões e a área de atuação com o sistema kevlar/epoxy. Esta técnica mostrou atuar diretamente nos sintomas, neutralizando o processo progressivo de curvatura da torre.

Um dos benefícios imediato do sistema de reforço com anéis externos e fibra/epoxy interno foi o substancial aumento da rigidez circunferencial e resistência dada à torre, particularmente entre os dois anéis executados, já que havia um fraco comportamento circunferencial sob a ação do vento.



Faixas de Kevlar já fixadas.

Os detalhes do reforço

É interessante relatar que se fossem instalados apenas dois anéis de concreto armado externamente, haveria uma concentração demasiada (máxima) de tensões na área de atuação dos anéis, motivado pela rigidez intrínseca que estas duas peças provocariam sob a ação da enorme carga de vento. Um outro efeito possível seria uma espécie de estrangulamento que os anéis provocariam nos locais de execução, causando trincas e fraturas na parte interna da torre. Naturalmente, pelo lado interno, na região de aplicação do reforço deveria de ser feito um reforço também horizontal com um material leve, de alta resistência à tração e rigidez sem causar mais

danos à seção da casca, de forma a atuar como uma “camisa” dissipadora de tensões. Foram ainda aplicados feixes verticais de reforço, de modo a neutralizar qualquer efeito de fissuramento. Optou-se aqui também por usar o sistema de kevlar com epoxy. A preparação das superfícies e testes iniciais foram feitos com fresas portáteis, seguidos da colagem de pequenas amostras do sistema fibra/epoxy para testes de arrancamento. Após um tempo de cura mínimo de três dias, executaram-se os testes que evidenciaram a ruína no substrato do concreto, isto é, a resistência de adesão era superior à resistência de tração do concreto. A fundação da torre foi checada através de um programa de análise por elementos fi-

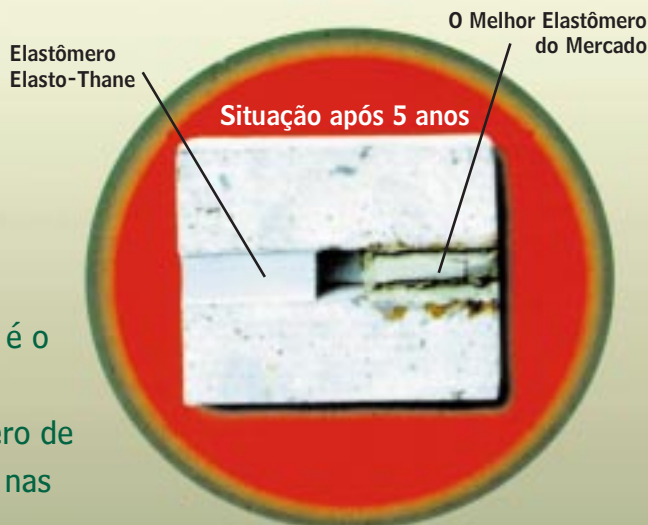
ELASTO-THANE

ELASTÔMERO (SELANTE) DE POLIURETANO

R\$ 9,20
O CARTUCHO

O selante elastomérico de poliuretano ELASTO-THANE é o mais vendido no mercado norte americano.

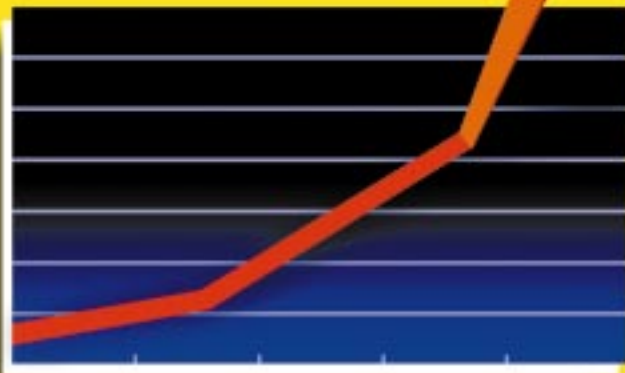
Saiba a razão desta preferência. Peça o melhor elastômero de poliuretano pelo melhor preço do mercado. Disponível nas cores bronze, calcáreo, cinza e branco.



Fax consulta nº 279

Sem limites.

Todas as vantagens do sistema de reforço com fibra e matriz epóxica não pararam na fibra de carbono. Agora temos a fibra de **KEVLAR**, que reúne características superiores à fibra de carbono. No próximo serviço de reforço estrutural, saia da mesmice e entre na era **Hi-tech** com todas as vantagens dos sistemas fibra e epóxi. Use fibra de **KEVLAR**. É da **DuPont**.



**FIBRA
de
KEVLAR**

only by



Fax consulta nº 464

nitos chamado FLAK, revelando-se que os fatores de segurança empregados apresentavam-se menores que os códigos de segurança atuais.

Para evitar qualquer tipo de interferência com a estrutura de fundação da torre, objetivou-se usar, em torno da base da torre, um grauteamento químico do solo, utilizando-se baixas pressões, com o sistema permeating grouting (PG).

Fax consulta nº 13

Para ter mais informações sobre

Métodos de Recuperação.

Click aqui:

<http://www.recuperar.com.br>



REFERÊNCIAS

- Carlos Alberto Monge é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação.
- ASTM C 876-91. "Método padrão para tomar e interpretar potenciais com a semi-pilha".
- Location of Corroding Reinforcement by Electrochemical Potential Surveys. Rilem.

"Conheça a fórmula que revolucionou o conceito de endurecimento de pisos de concreto."

Próxima Edição

RECUPERAR

Técnicos de Recuperação

Plantão técnico

Quem quer respostas imediatas consulta Recuperar Online.

RECUPERAR Online

MEDIDOR DOS POTENCIAIS DE CORROSÃO

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 evolução, antes que a estrutura apresente sinais de ruína por sintomas de corrosão (desplacamentos).

SEMI-PILHA CPV4

TR Technologies

Fax consulta nº 351