

Recuperação de Tubulações

Estudo de Caso 1



Reabilitação dos Coletores Tronco de Abu Dhabi

Luiz B.M. Laterza

Abril de 2002

Reabilitação dos Coletores Tronco de Abu Dhabi

Considerado um dos maiores projetos de renovação de tubulações já realizado no mundo, a reabilitação dos coletores tronco de Abu Dhabi ilustra bem a potencialidade e a versatilidade da tecnologia de tubos helicoidais para este tipo de obra.

Até cerca de 30 anos atrás, o local onde hoje está Abu Dhabi, nos Emirados Árabes, era um deserto. Com os ganhos provenientes da indústria do petróleo, o deserto se transformou em uma cidade moderna.

Com a expansão da cidade, por volta de 1978, foi projetado e construído um sistema de coletores tronco de esgoto com 35 km de extensão. O sistema previa o tratamento do esgoto e o reuso das águas servidas para irrigação de áreas onde estava sendo feito o plantio de árvores para fins de urbanização e reflorestamento.

Abu Dhabi é uma cidade que se expandiu muito rapidamente e as empresas responsáveis pela construção do sistema de esgoto da cidade aparentemente não se preocuparam muito com as severas condições ambientais e com as solicitações extremas nas quais os coletores estavam sendo instalados (lençol freático com alto teor salino, solo instável e profundidades de aterro que chegavam a 9 metros).

A ocorrência de diversos colapsos nos primeiros 17 anos de vida da tubulação trouxe grandes transtornos à cidade causados pelas interrupções do serviço e todas as implicações e os riscos à saúde associados. O estado de deterioração do sistema também prejudicou os projetos de irrigação, pois a água salgada do lençol freático infiltrava nos coletores tornando a água servida inadequada para reuso.

Na época, o sistema de coletores foi construído utilizando a tecnologia recém desenvolvida de tubos GRP (“Glass Reinforced Pipes”), equivalentes aos tubos que conhecemos no Brasil como PRFV (Poliéster reforçados com Fibra de Vidro).

Diversos fatores contribuíram para a deterioração dos coletores, entre eles os procedimentos inadequados de instalação (empregados inexperientes na utilização deste material), o elevado nível do lençol freático (até 7 metros acima do coletor), solos instáveis, temperaturas elevadas (acima 45°C à sombra) e um ambiente extremamente agressivo. Essas condições levaram à ocorrência de deformações acentuadas em quase toda a extensão dos coletores (entre 5% e 12%) e, em alguns casos, ao colapso completo de algumas seções.

Para solucionar o problema, as autoridades locais decidiram renovar a tubulação utilizando métodos não-destrutivos que apresentassem as seguintes características:

- a) Causassem o mínimo de distúrbio nas ruas, sem que fosse necessário a interrupção do tráfego e sem apresentar qualquer tipo de problema ambiental;
- b) o revestimento instalado deveria ter grande resistência estrutural e apresentar boa margem de segurança contra ruína;
- c) devido aos diferentes graus de deformação dos coletores, os tubos de revestimento deviam possuir ampla gama de diâmetros para garantir uma perda mínima de seção geométrica no coletor;
- d) os tubos de revestimento deveriam ser constituídos de materiais inertes, com desempenho conhecido e durabilidade superior a 50 anos;
- e) o revestimento deveria ser capaz de resistir ao ataque da água salina existente no subsolo e à agressividade natural do esgoto.

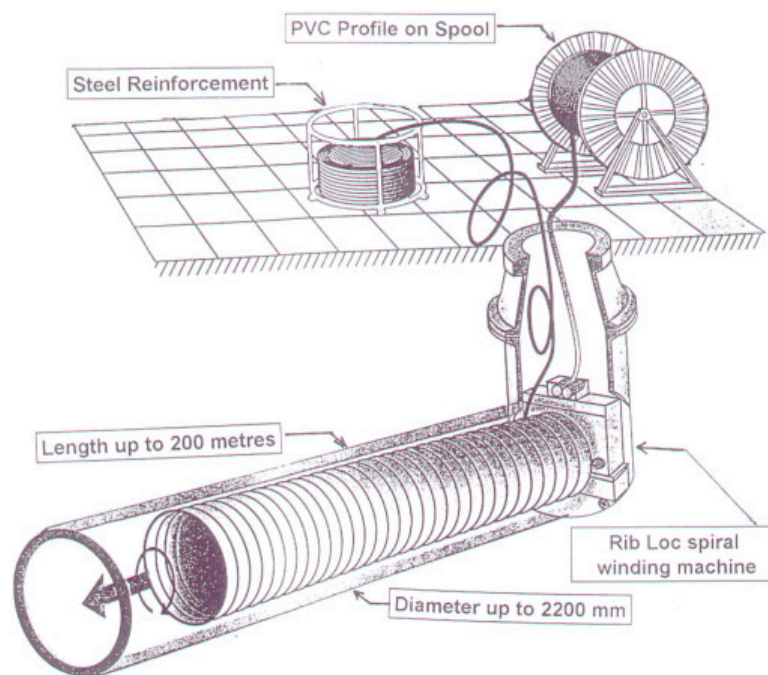
Depois de anos de estudo, onde várias empresas foram convidadas a participar e a apresentar alternativas, as autoridades locais estabeleceram que os tubos de revestimento deveriam ter uma rigidez diametral mínima entre 5.000 e 7.500 N/m/m, a depender da profundidade e da deformação existentes no coletor.

Outra exigência das autoridades era a de que o revestimento deveria ser capaz de suportar as cargas sobre ele, sem considerar a contribuição do groute que o envolvia. Ou seja, o groute deveria servir apenas como meio pelo qual as cargas seriam transferidas para o tubo de revestimento. Essas condições tornavam o desafio praticamente impossível para os revestimentos plásticos.

A solução encontrada foi utilizar um tubo plástico enrolado helicoidalmente e reforçado externamente com uma tira de aço inoxidável. A parede do tubo passou assim a ser composta por uma tira de PVC rígido nervurada e um reforço de aço inoxidável perfilado que se encaixava na parte externa do perfil de PVC. Variando-se a espessura e altura do perfil metálico, a rigidez do tubo de revestimento podia ser ajustada para atender os requisitos de projeto.

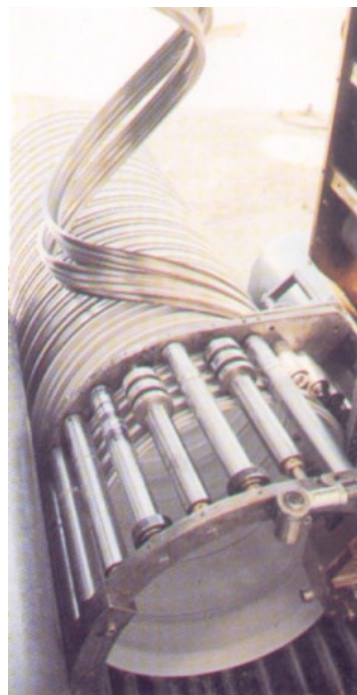


O procedimento de produção deste tubo de revestimento assemelha-se muito ao processo convencional de inserção de tubos helicoidais, acrescentando-se, neste caso, a operação de encaixe do reforço metálico no tubo de revestimento dentro do poço de visita.



Esta nova tecnologia, que passou a ser denominada “Ribsteel”, compreende o enrolamento helicoidal de uma tira de PVC, para formar o tubo de revestimento, e o subsequente reforço deste tubo pelo encaixe de uma tira de aço perfilada, utilizando-se um equipamento situado dentro de um poço de visita existente.

A tira de PVC, que possui a superfície interna lisa e a superfície externa nervurada, possui bordas que se encaixam para formar um tubo durante o enrolamento. A tira de aço, previamente perfilada num formato adequado, se encaixa sob as nervuras da tira de PVC, logo após o seu enrolamento, acrescentando rigidez ao tubo.



O tubo de revestimento é assim produzido no fundo do poço de visita utilizando um cabeçote de enrolamento patenteado. A tira plástica e o aço perfilado armazenados alguns metros acima nas proximidades, alimentam o cabeçote situado no fundo do PV que os conforma em um tubo cujo diâmetro é governado pelo tamanho do cabeçote.



É interessante sublinhar que todos os equipamentos e componentes do processo construtivo foram desenvolvidos na Austrália e para a realização dos testes de validação do processo foram construídos protótipos das condições que seriam encontradas no campo em Abu Dhabi.

Neste projeto, a estanqueidade da junta helicoidal, resultante do encaixe das bordas do perfil, foi alcançada através do uso de um selo elastomérico tipo “hot melt” e de um anel de borracha ‘O-Ring’ (EPDM), de 2 mm de diâmetro, aplicados continuamente nos encaixes fêmea imediatamente após a extrusão do perfil. Portanto, nenhum adesivo ou selante líquido foi utilizado durante o enrolamento dos tubos, facilitando a operação dentro do PV e garantindo duplamente a junta em espiral contra vazamentos.

As tiras perfiladas foram produzidas na Austrália e enviadas para Abu Dhabi em bobinas de 2 metros de diâmetro por 2 metros de largura, permitindo que seis bobinas fossem acondicionadas em um container de 40 pés. Cada bobina continha cerca 1.500 metros do perfil, cuja largura era de aproximadamente 125 mm, o que permitia que cada bobina produzisse uma grande quantidade de tubos.

Um equipamento de solda de topo foi especialmente desenvolvido para propiciar a emenda da extremidade final do perfil de uma bobina com a extremidade inicial da bobina seguinte, garantindo a existência de perfil suficiente para a produção um tubo único de PV a PV.

As máquinas de enrolamento e os respectivos cabeçotes foram enviados da Austrália já adaptados para serem introduzidos nos poços de visita pelas aberturas dos tampões (55 cm de diâmetro). Os cabeçotes de maior diâmetro eram desmontados para passar pela abertura existente e posteriormente remontados dentro do PV.

Os cabeçotes foram também adaptados para permitir pequenas variações de diâmetro que se faziam necessárias para maximizar a seção útil do revestimento em função das deformações diferentes em cada trecho do coletor.

O aço inoxidável foi enviado diretamente do fornecedor para a obra em tiras planas com 100 mm de largura, enroladas em bobinas que pesavam aproximadamente uma tonelada. A espessura das tiras de aço inoxidável (tipo 316) variava, em função do diâmetro, entre 0,7 mm e 1,2 mm.

A transformação das tiras planas de aço inoxidável em reforços de aço perfilado foi feita na própria obra utilizando-se uma perfiladeira de 6 estágios, especialmente projetada e montada sobre um caminhão.



Uma vez que a inserção de um trecho era completada, tampões infláveis eram inseridos nas duas extremidades do tubo de revestimento e testados com uma pressão interna de 6 bar.

Terminado o teste de estanqueidade, um groute cimentício espumoso com densidade de $0,9 \text{ g/cm}^3$ e resistência à compressão de 6 KN/m^2 era bombeado a uma taxa de 1.000 litros/hora para o interior do espaço anular existente entre a superfície externa do tubo de revestimento e a superfície interna do tubo GRP deteriorado.

A velocidades de execução dos serviços foi variável, pois dependia do diâmetro do revestimento e das deformações existentes no coletor. Como média, pode-se considerar um tempo de 8 horas para se completar um lance de 100 metros entre dois poços de visita, no caso de tubos de 800 mm de diâmetro.

Como produtividade global, no início do projeto de recuperação dos coletores tronco de Abu Dhabi, os índices obtidos indicaram que os tubos de revestimento foram instalados e grouteados a uma taxa de 800 a 1.000 metros/mês.

O projeto de reabilitação dos coletores tronco de Abu Dhabi foi realizado por um consórcio de três empresas: RIB LOC da Austrália (responsável pelo fornecimento da tecnologia, equipamentos e materiais necessários), PREUSSAG da Alemanha (responsável pela execução dos serviços de renovação) e MACE dos Emirados Árabes (responsável pelas obras civis).





O projeto foi dividido em várias etapas que se sucederam por vários anos:

- A etapa 1, concluída em Dezembro de 1998, envolveu a renovação de 12 km de coletores de esgoto com diâmetros variando entre 600 mm e 1.200 mm;
- A etapa 2, iniciada em outubro de 1999 e concluída em junho de 2000, envolveu a renovação de 52 coletores de esgoto totalizando 4,7 km nos seguintes diâmetros: 500 mm, 600 mm e 700 mm (0,9 km); 850 mm, 1.000 mm e 1.200 mm (1,1 km) e 1400 mm (2,7 km);
- A etapa 3, iniciada julho de 2000 e concluída em Maio de 2001, envolveu a renovação de 7,7 km de coletores de esgoto com diâmetros variando entre 450 mm e 800 mm;
- A etapa 4, iniciada no final de 2001, inclui um total de 4,8 km de coletores com diâmetros entre 400 mm e 1600 mm;
- A etapa 5, que ainda será licitada, incluirá tubos de até 2.200 mm de diâmetro.

Bibliografia:

Case Studies:

Rehabilitation of Trunk Sewer in Abu Dhabi

<http://www.ribloc.com.au/products/cases/abudhabi.asp>

(consultado em abril de 2002)

Abu Dhabi Sewerage Scheme Contract 190/5 - Rehabilitation of Trunk Sewer Line D

<http://www.ribloc.com.au/products/cases/190-5.asp>

(consultado em abril de 2002)

Menzel, S.W.O.

Steel Reinforced Plastic Liners for Trunk Sewer Repairs In Abu Dhabi

No Dig Conference - Taipei - 26 to 28th November 1999.

Nota: RIB LOC e Rib Steel são marcas registradas de propriedade da empresa Seksui Rib Loc Australia Pty e não existe nenhuma relação dessas marcas ou empresa com a Aqueduto. O objetivo do presente trabalho foi tão somente o de divulgar o magnífico trabalho realizado em Abu Dhabi, o qual tivemos a oportunidade de visitar, a convite de Mr. Bill Menzel, na época, CEO da empresa Rib Loc Austrália.