

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2004.11.03	(73) Titular(es): INA ACQUISITION CORP. SUITE1410, NEMOURS BUILDING, 1007 ORANGE STREET WILMINGTON, DE 19801 US
(30) Prioridade(s): 2003.11.07 US 704274	
(43) Data de publicação do pedido: 2006.08.16	(72) Inventor(es): FRANKLIN THOMAS DRIVER US
(45) Data e BPI da concessão: 2014.07.16 165/2014	(74) Mandatário: LUÍS MANUEL DE ALMADA DA SILVA CARVALHO RUA VÍCTOR CORDON, 14 1249-103 LISBOA PT

(54) Epígrafe: **MÉTODO PARA INSTALAÇÃO DE UM REVESTIMENTO INTERNO DE CONDUTA IMPREGNADO COM RESINA LOCALMENTE CURADA**

(57) Resumo:

PROPORCIONADO UM MÉTODO PARA INSTALAÇÃO DE UM REVESTIMENTO INTERNO DE CONDUTA IMPREGNADO COM RESINA LOCALMENTE CURADA, DISPONDO DE UMA CAMADA IMPERMEÁVEL INTERNA (13). O REVESTIMENTO É FORMADO A PARTIR DE UM MATERIAL IMPREGNÁVEL COM RESINA, APRESENTANDO UMA CAMADA IMPREGNÁVEL QUE ESTÁ COM ELE UNIDA. O MATERIAL É CONSTITUÍDO DE MODO A ASSUMIR UM FORMATO TUBULAR, COM A CAMADA IMPERMEÁVEL DO LADO DE FORA DO TUBO, EM VOLTA DE UM ELEMENTO DE FORMAÇÃO TUBULAR, E CONTINUAMENTE EVERTIDA (REVIRADA DE DENTRO PARA FORA) DENTRO DO DISPOSITIVO DE CONFORMAÇÃO DE TUBOS, A FIM DE COLOCAR A CAMADA IMPERMEÁVEL DO LADO DE DENTRO. PODE SER APLICADO UM ENVOLVIMENTO IMPERMEÁVEL EXTERNO, DEPOIS DE O ELEMENTO TUBULAR INTERNO TER SIDO SUBMETIDO A HUMEDECIMENTO (¿WETTING OUT¿). É INSERIDO UM ACESSÓRIO DE PUXAR-PARA-DENTRO (¿PULL-IN¿) - COM UMA CONEXÃO DE VAPOR - DENTRO DA EXTREMIDADE DIANTEIRA DO REVESTIMENTO (101), E O REVESTIMENTO É PUXADO ATÉ UMA ABERTURA DE ACESSO INSTALADORA (113). ANTES DE ATINGIR O ACESSO PARA INSTALAÇÃO, É FIXADO UM COLECTOR DE RECEPÇÃO (115) COM CONEXÃO PARA VAPOR (122) NA EXTREMIDADE DO REVESTIMENTO, E CONCLUI-SE A ACÇÃO DE PUXAR-PARA-DENTRO. ISTO PERMITE A INSUFLAÇÃO DO REVESTIMENTO PUXADO-PARA DENTRO, PROMOVEDO UMA CURA AO AR DA RESINA USANDO VAPOR. TODO O FORNECIMENTO DE VAPOR É FEITO ABAIXO DO SOLO, COM UM NÚMERO MÍNIMO DE ENTRADAS NOS PONTOS DE ACESSO SUBTERRÂNEO.

RESUMO**"MÉTODOS PARA INSTALAÇÃO DE UM REVESTIMENTO INTERNO DE
CONDUTA IMPREGNADO COM RESINA LOCALMENTE CURADA"**

É proporcionado um método para instalação de um revestimento interno de conduta impregnado com resina localmente curada, dispondo de uma camada impermeável interna (13). O revestimento é formado a partir de um material impregnável com resina, apresentando uma camada impregnável que está com ele unida. O material é constituído de modo a assumir um formato tubular, com a camada impermeável do lado de fora do tubo, em volta de um elemento de formação tubular, e continuamente evertida (revirada de dentro para fora) dentro do dispositivo de conformação de tubos, a fim de colocar a camada impermeável do lado de dentro. Pode ser aplicado um envolvimento impermeável externo, depois de o elemento tubular interno ter sido submetido a humedecimento ("wetting out"). É inserido um acessório de puxar-para-dentro ("pull-in") - com uma conexão de vapor - dentro da extremidade dianteira do revestimento (101), e o revestimento é puxado até uma abertura de acesso instaladora (113). Antes de atingir o acesso para instalação, é fixado um colector de recepção (115) com conexão para vapor (122) na extremidade do revestimento, e conclui-se a acção de puxar-para-dentro. Isto permite a insuflação do revestimento puxado-para-

dentro, promovendo uma cura ao ar da resina usando vapor. Todo o fornecimento de vapor é feito abaixo do solo, com um número mínimo de entradas nos pontos de acesso subterrâneo.

DESCRIÇÃO

"MÉTODO PARA INSTALAÇÃO DE UM REVESTIMENTO INTERNO DE CONDUTA IMPREGNADO COM RESINA LOCALMENTE CURADA"

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Esta invenção diz respeito à reabilitação de condutas e tubagens já existentes sem abertura de valas, e, mais particularmente, à instalação de revestimentos localmente curados, apresentando uma camada impermeável interna, por intermédio da acção de puxar-para-dentro ("pull-in") e insuflar. Mais especificamente, a invenção refere-se a um método para instalação de um revestimento impregnado com resina localmente curada. Um tal método é já conhecido nesta tecnologia, por exemplo a partir do documento EP 0 738 581.

É de um modo geral bem conhecido o facto de as condutas e tubagens já existentes - em particular as condutas subterrâneas, tais como tubos de esgoto, condutas de escoamento de águas pluviais, linhas de água e linhas de gás - que são empregues na condução de fluidos necessitarem frequentemente de serem reparadas, devido a fugas de fluido. As fugas podem ocorrer para o lado de dentro, a partir do meio envolvente para a parte interior, ou de escoamento, das tubagens. Em alternativa, as fugas podem ocorrer para o lado de fora, a partir da parte de

escoamento das tubagens para o meio envolvente. Em qualquer um dos casos de infiltração, de fora para dentro ou de dentro para fora, é desejável evitar este tipo de fugas.

As fugas nas condutas já existentes podem ser devidas a uma instalação incorrecta das tubagens originais, ou a uma deterioração da própria tubagem devida ao seu normal envelhecimento, ou aos efeitos do transporte de material corrosivo ou abrasivo. As fendas em juntas, ou perto delas, podem ter sido provocadas pelas condições do meio envolvente - tais como tremores de terra, ou circulação de veículos pesados sobre a superfície de cobertura, ou semelhantes vibrações naturais ou provocadas pelo ser humano, ou outras causas deste tipo. Independentemente das causas, estas fugas são indesejáveis e delas pode resultar a perda do fluido a ser transportado no interior da tubagem, ou podem resultar deteriorações para o meio envolvente e possível criação de perigosos acidentes para a saúde pública. Se as fugas se mantiverem ao longo do tempo, elas poderão conduzir a uma falha estrutural da conduta já existente devido à perda de suporte por baixo e pelos lados da conduta.

Por causa dos sempre crescentes custos de mão-de-obra e de trabalhos com máquinas, torna-se cada vez mais difícil e dispendiosa a reparação de tubagens subterrâneas, ou de partes que possam apresentar fugas, através do desenterramento do tubo existente e sua substituição por um tubo novo. Por essa razão, têm sido desenvolvidos vários

métodos para a reparação ou reabilitação *in situ* de tubagens já existentes. Estes novos métodos evitam as despesas e riscos associados ao desenterramento e substituição dos tubos, ou troços de tubo, bem como o significativo inconveniente para o público durante as obras. Um dos mais bem-sucedidos processos de reparação - ou reabilitação sem abertura de vala - de tubagens, que está actualmente em utilização de larga escala, é o chamado Insituform® Process. O Insituform Process encontra-se descrito em detalhe nas Patentes norte-americanas com o N° 4 009 063, N° 4 064 211 e com o N° 4 135 958.

Na prática normalizada do Insituform Process, é instalado no interior da conduta já existente um revestimento tubular flexível alongado - feito num tecido de feltro, espuma, ou semelhante material impregnável com resina - apresentando uma cobertura impermeável externa que foi impregnada com uma resina curável e termoendurecível. No modelo de realização mais amplamente executado deste processo, o revestimento é instalado utilizando-se um processo de eversão (revirar de dentro para fora), tal como descrito nas Patentes Insituform '958 e '211. No processo de eversão, a pressão radial aplicada no interior de um revestimento evertido pressiona-o contra a superfície interna da tubagem, estabelecendo contacto com a mesma, à medida que o revestimento se vai desdobrando ao longo do comprimento da tubagem. O Insituform Process também é executado ao puxar um revestimento impregnado com resina para dentro da conduta, por intermédio de uma corda ou

cabo, e usando uma bexiga ou tubo impermeável para insuflação com um fluido separado, que é evertida dentro do revestimento para provocar a cura do revestimento contra a parede interna da tubagem já existente. Tais revestimentos impregnados com resina são geralmente designados por "tubos localmente curados" ("cured-in-place-pipes CIPP") ou "revestimentos CIPP", e à instalação dá-se o nome de uma instalação CIPP.

Os convencionais revestimentos tubulares flexíveis localmente curados - tanto para a eversão, como para instalações CIPP de puxar-para-dentro e insuflar - apresentam, no seu estado inicial, uma camada externa lisa feita sob a forma de uma cobertura em polímero essencialmente impermeável e relativamente flexível. A cobertura externa permite que uma resina seja impregnada dentro da camada interna de material impregnável com resina, como por exemplo feltro. Quando evertida, aquela camada impermeável acaba por ficar do lado de dentro do revestimento, ficando a camada impregnada com resina encostada de encontro à parede da tubagem já existente. Estando o revestimento flexível instalado no seu lugar dentro da tubagem, a tubagem é pressurizada a partir de dentro - de preferência, utilizando um fluido de eversão, tal como água ou ar - para obrigar o revestimento a expandir-se radialmente para fora, indo-se encostar e assumindo o formato da superfície interna da tubagem já existente. Dá-se início à cura da resina ao introduzir fluido de cura a quente - tal como água - para dentro do

revestimento evertido, através de uma mangueira de recirculação fixada na extremidade do revestimento de eversão. A resina impregnada no seio do material impregnável irá então curar, de modo a formar um revestimento tubular rígido ajustando-se com aperto dentro da tubagem já existente. O novo revestimento irá vedar de forma efectiva todas as fendas e reparar qualquer deterioração em troços de tubo ou juntas de tubos, a fim de evitar posteriores fugas tanto para dentro como para fora da tubagem já existente. A resina curada também serve para reforçar a parede da tubagem já existente, de modo a proporcionar um adicional suporte estrutural relativamente ao meio circundante.

Quando são instalados revestimentos tubulares localmente curados pelo método de puxar-para-dentro e insuflar, o revestimento é impregnado com resina, da mesma maneira que no processo de eversão, sendo puxado para dentro e posicionado no interior da tubagem já existente num estado colapsado. Numa instalação típica, é posicionado um tubo descendente - tubo ou conduta de insuflação apresentando um cotovelo na extremidade inferior - dentro de uma já existente caixa de visita ou ponto de acesso, e faz-se passar uma bexiga de eversão através do tubo descendente, a qual é aberta e fixada com braçadeiras ("cuffed back") sobre a boca do sector horizontal do cotovelo e inserida no revestimento colapsado. O revestimento colapsado dentro da conduta já existente é então posicionado por cima da extremidade fixada com

braçadeiras da bexiga insuflação, e preso à mesma. Um fluido de eversão - por exemplo, água - é então encaminhado para dentro do tubo descendente, e a pressão da água faz com que a bexiga de insuflação seja empurrada para fora do sector horizontal do cotovelo e provoque a expansão do revestimento colapsado contra a superfície interna da conduta já existente. A eversão da bexiga de insuflação irá prosseguir até que a bexiga atinja e se estenda para dentro da caixa de visita de jusante, ou segundo ponto de acesso. Será neste momento permitido proceder à cura do revestimento pressionado contra a superfície interna da conduta já existente. Dá-se início à cura ao introduzir água de cura a quente, a qual é introduzida na bexiga de insuflação de uma maneira muito semelhante à da linha de recirculação fixada na extremidade da bexiga de eversão, para provocar a cura da resina na camada impregnada.

Depois de curada a resina no revestimento, a bexiga de insuflação pode ser removida, ou deixada no seu lugar no revestimento curado. Quer o método de puxar-para-dentro e insuflar, quer o método de eversão, requerem normalmente o acesso de pessoas ao espaço restrito da caixa de visita, em diversas ocasiões durante o processo. É por exemplo necessário o acesso de pessoas para fixar o revestimento ou bexiga de eversão à extremidade do cotovelo, e para a sua inserção no revestimento colapsado.

Independentemente da forma como o revestimento deverá ser instalado, é impregnada uma resina curável e

termoendurecível no seio das camadas absorvedoras de resina de um revestimento, por intermédio de um processo designado por "humedecimento" ("wetting out"). O processo de humedecimento envolve geralmente a injeção de resina no seio das camadas absorvedoras de resina, através de uma extremidade ou de uma abertura formada na película impermeável externa, a criação de vácuo, e a passagem do revestimento impregnado entre rolos de laminagem, como é já bem conhecido na tecnologia de aplicação de revestimentos. Pode ser utilizada uma grande variedade de resinas - tais como poliéster, ésteres de vinilo, resinas epóxi e outras semelhantes - as quais podem ser modificadas consoante for desejado. É preferível utilizar uma resina que seja relativamente estável à temperatura ambiente, mas que cure rapidamente quando aquecida com ar, vapor de água, ou água quente, ou quando submetida a radiação apropriada como por exemplo raios ultravioletas.

Um tal processo para humedecimento de um revestimento por impregnação a vácuo encontra-se descrito na Patente norte-americana com o N° 4 366 012 da Insituform. Quando o revestimento possuir camadas impermeáveis internas e externas, o revestimento tubular pode ser disponibilizado sob forma achatada, serem constituídas incisões em lados opostos do revestimento achatado, e ser injectada resina por ambos os lados, conforme descrito na Patente '063. Um outro dispositivo para humedecimento no momento da instalação, enquanto se cria vácuo na extremidade traseira

do revestimento, é mostrado na Patente norte-americana com o N° 4 182 262.

Recentemente, têm sido feitos esforços para modificar o método de puxar-para-dentro e insuflar, no sentido de utilizar ar para everter uma bexiga dentro do revestimento, puxado para dentro a partir de um ponto de acesso proximal, tal como se descreve na Patente norte-americana com o N° 6 539 979 e na publicação de pedido de Patente com o N° 2003/0015247A1. Quando a bexiga de eversão atinge o ponto de acesso distal, é introduzido vapor para dentro do ponto de acesso proximal a fim de dar início à cura da resina impregnada no seio da camada impregnável com resina. Este processo oferece a vantagem de uma cura mais rápida, devido ao aumento da energia transportada pelo vapor funcionando como fluido de cura. No entanto, o processo ainda requer a eversão de uma bexiga no interior do revestimento impregnado puxado-para-dentro.

Os esforços para evitar esta etapa, de eversão da bexiga no interior do revestimento impregnado puxado-para-dentro, incluem a execução da etapa de eversão acima do solo. Por exemplo, na Patente norte-americana com o N° 6 270 289, o processo inclui a eversão de uma mangueira de calibragem no interior de uma mangueira de revestimento disposta de forma achatada, acima do solo, antes de puxar o conjunto de mangueira para dentro da conduta já existente. Este processo evita a eversão abaixo do solo, mas encontra-se severamente limitado no que se refere ao comprimento do

revestimento que pode ser disposto acima do solo antes de o puxar-para-dentro.

Uma outra sugestão para evitar esta eversão passa pela fabricação de um revestimento dispondo de uma cobertura interna e uma cobertura externa, de modo que um fluido de cura possa ser directamente introduzido dentro de um revestimento puxado-para-dentro. As desvantagens neste caso têm a ver com as dificuldades com que nos deparamos ao tentar impregnar o material impregnável com resina disposto entre as coberturas impermeáveis interna e externa. A cobertura externa continua a ser essencial para o manuseamento do revestimento impregnado, e para permitir que o revestimento seja puxado para dentro da conduta já existente, e a cobertura interna é genericamente desejada para a cura com o vapor.

Não obstante as modificações introduzidas em ambos os métodos de reabilitação sem abertura de vala - tanto no de eversão, como no de puxar-para-dentro e insuflar - os dois métodos envolvem uso intensivo de mão-de-obra, requerem uma etapa de eversão, e são penalizados pelo aumento de custos a isso associados. Torna-se por conseguinte desejável disponibilizar um método de reabilitação sem abertura de vala que reduza as durações dos ciclos e o número de entradas na caixa de visita, e que utilize vapor como fluido de cura para aproveitar a energia disponível, proporcionando um método de instalação que é

mais seguro, mais rápido e mais eficiente do ponto de vista económico, do que os actuais métodos de reabilitação.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

É proporcionado um método para instalação de um revestimento interno de conduta impregnado com resina localmente curada - apresentando camadas impermeáveis de resina interna e externa - no interior de uma conduta subterrânea já existente, desde uma abertura de acesso receptora até uma abertura de acesso instaladora, em que a conduta subterrânea já existente apresenta um certo comprimento a ser reparado; o método é composto pelas seguintes etapas: proporcionar um comprimento de revestimento adequado ao comprimento da conduta a ser reparada; na abertura de acesso instaladora, puxar o revestimento para dentro da conduta, partindo da abertura de acesso receptora e em direcção à abertura de acesso instaladora, ao longo de uma predeterminada distância a partir da extremidade da conduta; proporcionar um colector de recepção, apresentando uma extremidade aberta de instalação e uma extremidade receptora com uma conexão de saída de fluido; instalar a extremidade aberta de instalação do colector de recepção dentro da extremidade traseira do revestimento; continuar a puxar o revestimento para dentro da abertura de acesso instaladora, de modo que a extremidade dianteira do revestimento fique disposta na abertura de acesso instaladora, e o colector de recepção fique posicionado na extremidade da conduta, na abertura de acesso receptora; ligar uma linha de alimentação de fluido

de entrada à extremidade dianteira do revestimento, na abertura de acesso instaladora; instalar uma linha de escape na saída de fluido, no colector de recepção; proporcionar a alimentação de fluido para dentro do revestimento, a fim de expandir o revestimento contra a parede da conduta, em que o fluido passa através do revestimento e sai pela linha de escape, na abertura de acesso receptora; proporcionar a alimentação de vapor ao longo do revestimento até que a resina no revestimento fique curada; cessar a alimentação do vapor; e permitir que o revestimento arrefeça.

Nas reivindicações dependentes são estabelecidas seleccionadas características opcionais.

Considera-se portanto que a invenção compreende: as várias etapas e a relação de uma ou mais dessas etapas no que diz respeito a cada uma das outras; os dispositivos que incorporam características construtivas; combinações e disposições de peças que sejam adaptadas para efectuarem estas etapas; e os produtos que possuam as características, especificidades, propriedades, e a relação de componentes; tudo isto é exemplificado na divulgação detalhada que se segue, e o âmbito da invenção está indicado nas reivindicações.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Para uma mais completa compreensão da invenção, faz-se referência à descrição seguinte, a ser considerada em associação com os desenhos anexos, nos quais:

a Figura 1 é uma vista em perspectiva de um comprimento de um revestimento impregnado com resina localmente curada, apresentando uma cobertura impermeável interna e envolvimento impermeável externo, apropriado para ser usado no revestimento de uma conduta já existente, em conformidade com a invenção;

a Figura 2 é uma vista esquemática do equipamento utilizado para preparação da parte interna do revestimento, apresentando uma camada externa de feltro com uma camada internamente integrada em polímero de alta temperatura, usada em associação com a preparação do revestimento localmente curado da Figura 1;

a Figura 3 é uma vista em secção de corte transversal, mostrando a estrutura da parte tubular interna do revestimento produzido pelo dispositivo da Figura 2;

a Figura 4 é uma vista esquemática em alçado, que mostra uma torre para impregnação de resina, e o equipamento para envolvimento e vedação de tubos destinado à aplicação de uma camada impermeável externa construída e instalada em conformidade com a invenção;

a Figura 5 é uma vista em secção de corte transversal, realizado ao longo do plano 5-5 da Figura 4, do dispositivo para vedação de bordas, no equipamento para envolvimento e vedação de tubos;

a Figura 6 é uma vista em secção de corte transversal do revestimento impregnado, preparado pelos equipamentos da Figura 4;

a Figura 7 é uma vista esquemática em alçado que mostra o envolvimento com uma cobertura externa do elemento tubular, que sai de um equipamento para impregnação de resina, fazendo passar o revestimento humedecido através de um tubo de recobrimento que tem armazenada, por cima de si, uma provisão de tubo de envolvimento;

a Figura 8 é uma vista em secção de corte transversal de um revestimento cujo envolvimento foi realizado pelo equipamento da Figura 7;

a Figura 9 é uma vista em alçado do acessório de puxar-para-dentro com uma conexão roscada para vapor, de acordo com a invenção;

a Figura 10 é uma vista em alçado de um colector de recepção, construído e instalado em conformidade com a invenção;

a Figura 11 é uma vista esquemática em alçado, em secção de corte, que mostra o início da acção de puxar-para-dentro de um revestimento impregnado com resina localmente curada, do tipo ilustrado na Figura 1, armazenado num veículo de provisão de revestimento refrigerado, desde uma abertura de acesso receptora, ou de jusante, até uma abertura de acesso instaladora, ou de montante, no princípio do processo de instalação visando revestir uma conduta subterrânea, de acordo com a invenção;

a Figura 12 é uma vista esquemática em alçado, em secção de corte, do revestimento colapsado localmente

curado das Figuras 6 ou 8, depois de um colector de recepção ter sido fixado no revestimento de acordo com a invenção; e

a Figura 13 é uma vista esquemática em alçado, em secção de corte, do revestimento imediatamente antes da insuflação e cura, de acordo com a invenção.

DESCRIÇÃO DOS MODELOS DE REALIZAÇÃO PREFERIDOS

Um revestimento impregnado com resina localmente curada a ser instalado, de acordo com a invenção, apresenta uma camada impermeável interna de modo que ele possa ser instalado pelo método de puxar-para-dentro e insuflar, ser insuflado, e ser curado com vapor, sem a utilização de uma bexiga de insuflação separadamente instalada. O revestimento impregnado, com camada impermeável interna, pode ser continuamente preparado nos comprimentos desejados. O revestimento pode ser impregnado quando é montado, tendo em vista o crescente esforço que é necessário para impregnar um revestimento achatado que apresente um material absorvedor de resina entre uma camada impermeável interna e uma camada impermeável externa, usando uma convencional tecnologia de impregnação a vácuo tal como a que é discutida na Patente norte-americana com o N° 6 270 289. Em qualquer caso, um revestimento tal como o que é descrito nesta Patente pode ser instalado pelo método aqui descrito.

A Figura 1 ilustra um revestimento flexível localmente curado **11**, do tipo utilizado no método de

instalação de acordo com a invenção. O revestimento **11** é feito a partir de pelo menos uma camada flexível impregnável com resina **12** (por exemplo, uma camada de feltro), em forma tubular, que apresenta uma camada impermeável internamente integrada **13**. A camada impregnável com resina **12** e a camada impermeável interna **13** são cosidas ao longo de uma linha de costura **14** para formar o revestimento tubular **11**. Uma película termoplástica compatível sob a forma de uma fita ou material extrudido **16** é colocada ou extrudida sobre a linha de costura **14**, a fim de garantir a impermeabilidade do interior do revestimento **11**. O revestimento **11** pode incluir uma segunda camada externa de feltro também cosida ao longo de uma linha de costura, a qual será posicionada num ponto do tubo diferente da localização da linha de costura **14** na camada impregnável com resina **12**. O revestimento **11** é depois envolvido com uma camada impermeável externa **17** constituída sob a forma um tubo com uma junta longitudinal vedada a quente **18**. Esta estrutura está mostrada em maior detalhe na secção de corte transversal de um revestimento **74** na Figura 6.

Podem-se fabricar comprimentos contínuos do revestimento **11**, da forma descrita em associação com a Figura 2. Após a camada impregnável com resina **12** ser impregnada com uma resina termoendurecível, o revestimento **11** já pronto e impregnado é armazenado numa unidade de refrigeração, sob a forma de comprimentos contínuos, para eliminar a possibilidade de cura prematura da resina. O

revestimento **11** é cortado num comprimento desejado quando ele é puxado para dentro da conduta já existente, em conformidade com o método descrito mais adiante.

A camada impermeável internamente integrada **13** do revestimento **11** ilustrado na Figura 1 é impermeável à água e ao ar. Isso vai permitir a utilização de ar para insuflar o revestimento puxado-para-dentro, e de vapor para a cura. Numa instalação de puxar-para-dentro e insuflar de acordo com a invenção, a camada impermeável externa **17** do revestimento **11** somente necessita de ser suficientemente impermeável para retenção da resina, e para evitar deteriorações no revestimento **11** à medida que ele vai sendo puxado para dentro da conduta já existente. A camada impermeável externa **17** é geralmente aplicada depois da impregnação com resina, não fazendo parte do laminado final após a cura. Isso permite que qualquer ar ou gases - que tenham ficado aprisionados na já impregnada camada impregnável com resina **12**, e em quaisquer outras camadas já impregnadas - se escapem e permaneçam no lado de dentro da camada impermeável externa **17**. O facto de a camada impermeável externa **17** não estar unida a uma camada impregnável com resina permite que ela se mova afastando-se dessa camada, sem provocar quebra da laminagem entre camadas. Se a camada impermeável externa **17** fizesse parte integrante da camada impregnável com resina **12**, poderia ocorrer quebra de laminagem nas zonas dos serviços, uma área onde o revestimento não se encontra apoiado.

Para maiores diâmetros de revestimento, podem ser utilizadas várias camadas de feltro, ou material impregnável com resina. A camada impregnável com resina **12** pode consistir num material flexível natural ou sintético capaz de absorver resina, como por exemplo poliéster, polipropileno acrílico, ou fibras inorgânicas tais como fibras de vidro e de carbono. Em alternativa, o material impregnável com resina pode consistir numa espuma. A camada impermeável interna **13** pode consistir numa poliolefina, como por exemplo polietileno ou polipropileno, num polímero de vinilo, como por exemplo cloreto de polivinilo, ou num poliuretano, como é já bem conhecido nesta tecnologia. Poderá ser usada qualquer forma de costura, colagem por meios adesivos, ou união por chama, ou quaisquer outros meios convenientes para unir o material a fim de obter tubos. Na etapa inicial, em todas as instalações de reabilitação sem abertura de vala, a conduta já existente é preparada por intermédio de limpeza e filmada com vídeo-gravação.

A camada impregnável com resina **12** pode ser impregnada da maneira habitual, usando vácuo. Alternativamente, a camada impregnável com resina **12** é impregnada com resina durante a montagem do revestimento **11**, sendo em seguida aplicada a camada impermeável externa **17**. Isto evita a dificuldade na impregnação de um revestimento já pronto apresentando camadas impregnáveis com resina entre as camadas impermeáveis interna e externa. Na Patente norte-americana com o N° 4 009 063, Eric Wood

propôs a injeção de resina na camada de feltro usando agulhas inseridas em lados opostos de um revestimento construído de forma achatada. Esta operação requer o recorte e aplicação sob a forma de remendos ("patching") de orifícios para agulha, na camada impermeável externa. O processo de impregnação a vácuo explicado na Patente norte-americana com o N° 4 366 012 não será praticável a menos que o vácuo seja criado de ambos os lados, uma vez que a camada impermeável interna constitui uma barreira para o escoamento da resina num revestimento com camadas impermeáveis interna e externa. A fim de ultrapassar estas dificuldades na impregnação, o revestimento **11** é fabricado a partir de bobinas de feltro liso contínuo, coberto e plano, o qual é continuamente impregnado antes da aplicação de uma camada impermeável externa, tal como se ilustra nas Figuras 2, 4 e 5.

Embora as camadas impregnáveis com resina sejam constituídas sob a forma de tubos por intermédio de costura e/ou aplicação de fita adesiva, é adequado qualquer um dos métodos convencionalmente conhecidos para a constituição de tubos a partir de feltro ou de outro material impregnável com resina. Por exemplo, os tubos podem ser constituídos por utilização de diferentes colas ou fitas adesivas, assim como através de união por chama. A fita pode ser aplicada na camada impregnável com resina **12** e na camada impermeável interna **13**, através da aplicação de uma tira adesiva, da extrusão de uma camada de material de polímero, ou da fusão a quente da fita a fim de vedar as bordas encostadas topo-

a-topo do material de feltro e os orifícios formados durante uma operação de costura.

Fazendo agora referência à Figura 2, nela se mostra um método para formação contínua de um comprimento de um tubo de material impregnável com resina, com uma camada impermeável interna vedada. Uma bobina de feltro coberto **36** contendo um comprimento contínuo de feltro **37** com uma camada impermeável **38** vai alimentar - através de um rolete direccional **39**, estando o feltro sob forma plana com a face coberta virada para o rolete **39** - um dispositivo para constituição de tubo **41**.

O dispositivo para constituição de tubo **41** inclui uma estrutura tubular de suporte **42**, apresentando uma extremidade proximal **42a** e uma extremidade distal **42b**, e um deflector de película **40**. Um dispositivo de costura **43** - que pode consistir numa máquina de costura e aplicação de fita adesiva, numa máquina de colagem, ou num equipamento de união por chama - está montado por cima da estrutura de suporte **42**. Promove-se a alimentação de feltro **37**, com a camada impermeável **38** virada para o rolete **39** e segundo o sentido de uma seta **A**, para a extremidade proximal do dispositivo para constituição de tubo **41**, onde é deflectido pelo deflector **40** e envolvido em redor da estrutura de suporte **42**, sendo cosido para constituição de um tubo **44** ao longo de uma linha de costura **46**, apresentando feltro **37** pelo lado de dentro e camada impermeável **38** pelo lado de fora. O tubo **44** vai em seguida passar por um dispositivo de

aplicação de fita adesiva **47**, onde é colocada uma fita **48** sobre linha de costura **46** a fim de formar um elemento tubular impermeável coberto e com fita adesiva aplicada **45**.

O elemento tubular com fita adesiva aplicada **45** continua em seguida a deslocar-se ao longo de estrutura tubular de suporte **42** até um anel inversor **49** na extremidade distal **42b** da estrutura de suporte **42**. O elemento tubular com fita adesiva aplicada **45** é então evertido dentro da estrutura tubular de suporte **42**, pelo que a camada impermeável **38** se encontra agora do lado de dentro do tubo **45**, à medida que ele vai sendo retirado a partir da extremidade proximal **42a** da estrutura tubular de suporte **42**, segundo um sentido definido por uma seta **B**. Neste ponto, o tubo evertido **45** apresenta a estrutura que está ilustrada em secção de corte transversal na Figura 3, com camada impermeável **38** do lado de dentro do tubo **45** e camada de feltro **37** do lado de fora. O tubo **45** continua em seguida a deslocar-se segundo o sentido da seta **B**, para adição de uma ou mais camadas de feltro liso. O tubo **45** será então armazenado para utilização posterior, envolvido com uma camada impermeável externa, ou poderá passar directamente para uma etapa de impregnação com resina, como se mostra na Figura 4, antes do envolvimento final.

A Figura 5 ilustra esquematicamente a impregnação de uma provisão **51** de elemento tubular **45**. Neste esquema, o tubo **45** é puxado - por um par de rolos de tracção cobertos com borracha **52** e **53** - para dentro de uma torre de resina

aberta por cima **54** enchida até um predeterminado nível com uma resina curável e termoendurecível **57**, a fim de formar um tubo impregnado ou humedecido **55**. O tubo **45** passa por cima do rolo **53** e desce ao longo de toda a altura da torre **54** até um rolo de fundo **59** que inverte o tubo **45** para um sentido ascendente até um par de rolos de compressão **61** e **62**. A torre **54** tem uma altura situada entre cerca de seis e catorze pés, mas poderá ser de qualquer altura suficiente para proporcionar uma pressão que chegue para humedecer e impregnar a camada impregnável com resina do tubo **45**. A altura necessária para proporcionar a pressão suficiente para impregnar o material impregnável vai depender da viscosidade da resina, da espessura do material impregnável e da velocidade de alimentação através da torre. Neste momento, o tubo impregnado **55** que sai da torre **54** está pronto para o envolvimento final com uma camada impermeável externa.

Uma vez chegado ao local da instalação, o revestimento impregnado **74**, apresentando camada impermeável interna **38** e camada impermeável externa **72**, está pronto para ser instalado pelo método de puxar-para-dentro e insuflar. Este método encontra-se completamente descrito na Patente norte-americana com o N° 4 009 063. No caso de ser feita a instalação pelo método de puxar-para-dentro e insuflar, não é necessária uma bexiga de eversão separada para insuflar o revestimento, graças à presença da camada impermeável internamente integrada **38**. Através de uma selecção adequada dos materiais para a camada impermeável

internamente integrada **38**, como por exemplo polipropileno, a insuflação e a cura podem ser feitas com vapor de água, introduzido no revestimento **74** assim que ele estiver em posição na conduta já existente.

Também está ilustrado na Figura 4 um posto para envolvimento com película e vedação **63**, o qual inclui um tubo de conformação **64**, apresentando uma extremidade de entrada **64a** e uma extremidade de saída **64b**, e um dispositivo para vedação de bordas **65** posicionado por cima da secção média do tubo de conformação **64**. Uma bobina **66** contém um material de película de resina impermeável **67** destinado a ser envolvido em torno do tubo impregnado **55** à medida que este vai sendo encaminhado para dentro do tubo de conformação **64**. O material de película de resina impermeável **67** é encaminhado a partir da bobina **66**, passa por uma série de roletes direccionais **68a** a **68e**, sendo puxado por um par de rolos de tracção **69a** e **69b** à medida que a película **67** é encaminhada através dos roletes **70a** a **70d** até um tubo de conformação **64**. Um deflector **71** na extremidade de saída direcciona a película **67** em redor do tubo de conformação **64**, antes de esta ser encaminhada para dentro do dispositivo para vedação de bordas **65** a fim de transformar a película **67** num tubo **72** com uma vedação de bordas **73** que se desenvolve para o lado de fora do mesmo. O tubo **72** de material impermeável que se move ao longo do tubo de conformação **64** é puxado, num sentido indicado por uma seta **E**, para a extremidade de entrada **64a** do tubo de conformação **64**, na qual o tubo **72** vai sendo continuamente

evertido entrando para o lado de dentro do tubo de conformação **64**, e por cima do tubo impregnado **55**, sendo puxado no sentido oposto indicado por uma seta tracejada **F**.

Fazendo referência à Figura 5, nela se mostra uma vista em secção de corte transversal, realizado através do dispositivo para vedação **65** e do tubo de conformação **64**. O dispositivo para vedação **65** produz a vedação de bordas **73** no tubo de película **72**, à medida que o tubo de película **72** passa ao longo do lado de fora do tubo de conformação **64**. Quando o tubo de película **72** é evertido, a vedação de bordas **73** passa agora a estar do lado de dentro do tubo humedecido envolvido **74**, o qual vai sendo puxado a partir da extremidade de saída **64b** do tubo de conformação **64**. A camada impermeável externa **72** pode ser aplicada antes ou depois do humedecimento. No caso em que isso ocorre antes do humedecimento, o tubo **45** - preparado como se mostra na Figura 3 - é directamente enviado para o posto para formação de tubo **63** da Figura 4, produzindo o revestimento **74** mostrado em secção de corte na Figura 6.

Uma provisão de um tubo impermeável e flexível **81** é carregada para cima da superfície externa de um tubo de recobrimento ("stuffer pipe") **83**, apresentando uma extremidade de entrada **83a** e uma extremidade de saída **83b**. O tubo impregnado **55** que sai da torre de resina **54** é encaminhado para dentro da extremidade de entrada **83a** do tubo de recobrimento **83**. À medida que o tubo **55** entra na extremidade de entrada **83a** do tubo de recobrimento **83**, vai

sendo puxado tubo impermeável **81** a partir do lado de fora do tubo de recobrimento **83**, sendo evertido ao contornar a extremidade de entrada **83a** e entrando no lado de dentro do tubo de recobrimento **83**, a fim de envolver o tubo impregnado **55** que assim vai saindo pela extremidade de saída **83b**. Com isso, constitui-se um revestimento completo **86**, apresentando camada impermeável interna **38** e camada impermeável externa **81**. O tubo **86** com camada impermeável externa **81** é retirado a partir da extremidade de saída **83b** do tubo de recobrimento **83**, por intermédio de um par de rolos de tracção **87** e **88**, ou outro meio de tracção como por exemplo dispositivos de accionamento, num sentido de uma seta **F**. Quando neste modelo de realização for utilizado um tubo extrudido, não existe qualquer costura na camada impermeável externa **81**. A única limitação na preparação do tubo **86** desta maneira reside no comprimento do tubo impermeável **81** que pode ser colocado sobre o tubo de recobrimento **83**. Verificou-se que cerca de 1000 pés de um tubo impermeável pode ser compactado para cima de um tubo de recobrimento com cerca de 20 pés de comprimento. Poderão ser armazenados maiores comprimentos sobre tubos de recobrimento mais compridos.

A Figura 8 é uma secção de corte transversal do revestimento **86**, na forma como ele sai do tubo de recobrimento **83**. O revestimento **86** inclui elemento tubular interno de material impregnável com resina **37** integrando uma camada impermeável interna **38** vedada com uma fita adesiva **48**, tal como descrito em associação com a Figura 4.

Após sair do tubo de recobrimento **83**, o revestimento **86** inclui a camada tubular externa **81**. Tendo em consideração o facto de a camada tubular **81** consistir num tubo previamente extrudido, a camada externa **81** não possui quaisquer costuras, como se explicou em associação com as Figuras 6 e 8.

No momento de saída do revestimento humedecido **55** da torre de impregnação **57**, ou de outro dispositivo de humedecimento, pode ser adicionada uma tela ("scrim") de reforço longitudinal a uma superfície do revestimento plano de assentamento **55**. A tela e o revestimento **55** serão então encaminhados, no sentido da seta **D'**, para dentro do tubo de conformação **64**, ou do tubo de recobrimento **83**.

Uma vez chegado ao local da instalação, o tubo impregnado **74**, apresentando camada impermeável interna **38** e camada impermeável externa **72**, está pronto para ser instalado pelo método de puxar-para-dentro e insuflar. Este método encontra-se completamente descrito na Patente norte-americana com o N° 4 009 063. No caso de ser feita a instalação pelo método de puxar-para-dentro e insuflar, não é necessária uma bexiga de eversão separada para insuflar o revestimento, graças à presença da camada impermeável interna **38**. Através de uma selecção adequada dos materiais para a camada impermeável interna **38**, como por exemplo o polipropileno, a insuflação e a cura podem ser feitas com vapor de água, introduzido no revestimento **74** assim que ele estiver em posição na conduta já existente.

Um revestimento impregnado **101** semelhante ao revestimento **11** da Figura 1 é instalado, em conformidade com o método de acordo com a invenção, tal como se mostra nas Figuras 11 a 13 cuja ilustração será descrita em maior detalhe mais adiante. A Figura 9 ilustra um acessório de puxar-para-dentro **102** a ser usado no método. O acessório de puxar-para-dentro **102** inclui um troço cilíndrico tubular **103** apresentando um sector alargado **104** com um friso exterior **104a** para ajudar a que o revestimento seja nele montado com uma cinta **105**, destinada à fixação da cabeça de puxar **102** do tubo de revestimento. O troço avançado do acessório de puxar-para-dentro **102** inclui um segmento cónico roscado **106** para receber uma tampa de puxar **107**, dispondo de um olhal de puxar **108** que está nela soldado para facilitar a fixação de uma corda ou corrente de puxar. A tampa **107** é removível e uma conexão para mangueira de vapor é facilmente acoplável a um segmento roscado **106** do acessório de puxar-para-dentro **102**.

Quanto às Figuras 11 a 13, o revestimento **101** é instalado por intermédio da ligação do acessório de puxar-para-dentro **102** à extremidade dianteira do revestimento **101**, sendo esta nele fixada por cintas de aço **105**. O revestimento **101** é puxado para dentro de uma conduta já existente **111** apresentando uma abertura de acesso receptora **112** (por exemplo, caixa de visita) e uma abertura de acesso instaladora **113** (por exemplo, caixa de visita). O revestimento **101** é normalmente puxado para dentro por intermédio de uma corda ou cabo **109** (mostrado nas Figuras

11 e 12) com um marcador de puxar **109a** para indicar a distância relativamente à abertura de acesso instaladora **113**. A corda **109** é fixada no olhal de puxar **108**, na abertura de acesso receptora **112** que normalmente constitui a abertura de acesso de jusante, e o revestimento **101** é puxado para a abertura de acesso instaladora ou de montante **113**. No entanto, tendo em consideração o facto de o método permitir a cura por vapor, poderá ser feita a alimentação com fluido pressurizado e vapor assim que o revestimento **101** estiver no seu lugar, sendo o revestimento curado a partir de qualquer uma das aberturas de acesso.

Quando o revestimento **101** tiver sido puxado para dentro ao longo de uma distância fixa relativamente à abertura de acesso instaladora **113**, por exemplo aproximadamente 15 pés, a acção de puxar-para-dentro é interrompida para permitir a instalação de um colector de recepção **115** na extremidade traseira do revestimento **101**. O colector de recepção **115** está ilustrado em pormenor na Figura 10. O colector **115** inclui um troço cilíndrico oco **116**, apresentando uma extremidade dianteira de formato cónico **117** com frisos exteriores **118** para fixar o colector **115** pelo lado de dentro da extremidade traseira do revestimento **101**. Um tubo para recolha de condensados **119** estende-se a partir da extremidade dianteira **117** do colector **115** em direcção ao interior do revestimento **101**. Um dreno de condensados **121** fica localizado na extremidade traseira do colector **115**. O troço cilíndrico **116** inclui um sector em cotovelo **120** com uma conexão roscada para vapor

122, destinada à ligação a uma linha de escape de vapor **124** mostrada na Figura 12, a fim de permitir o acoplamento do colector **115** a um tubo de escape acima do solo.

Após o colector **115** ter sido fixado no revestimento **101**, a acção de puxar-para-dentro irá prosseguir até que o colector **115** fique posicionado, na entrada para a conduta **111**, na abertura de acesso receptora **112**. Neste momento, o acessório de puxar-para-dentro **102** estará a chegar à superfície na abertura de acesso instaladora **113**. A tampa de puxar-para-dentro **107** é removida do acessório de puxar-para-dentro **102**, e uma linha de alimentação de fluido de entrada **126** é presa ao acessório de puxar-para-dentro **102**. Assim que a extremidade traseira da linha de escape **124** estiver ligada a um colector de escape, acima do solo, para controlar a insuflação de calor, o revestimento **101** estará pronto para a insuflação e cura.

É inicialmente introduzido ar dentro da linha de admissão de fluido de entrada **126** para expandir o revestimento **101** contra a conduta **111**. Neste momento, faz-se a troca de ar para vapor sem perda de pressão no revestimento **101**, e começa a cura da resina na camada impregnável. No final do ciclo de cura, e de a cura ter sido concluída, faz-se de novo a mudança de vapor para ar, e deixa-se arrefecer o revestimento **101**. Assim que a temperatura tenha baixado até um nível desejado, a pressão do escoamento de ar é reduzida a zero e o processo está

concluído. Será então seguro entrar na abertura de acesso instaladora **113**, remover o acessório de puxar-para-dentro **102** e ajustar o revestimento **101** na conduta **111**. De uma forma semelhante, o colector de recepção **115** é removido da abertura de acesso receptora **112** e o revestimento **101** é ajustado. Neste momento, o revestimento curado **101** está preparado para qualquer reconstituição lateral.

Pode-se facilmente confirmar que o método de acordo com a invenção permite obter directamente a vantagem das acções de puxar-para-dentro, insuflar e curar um revestimento, apresentando uma camada impermeável interna, com passagem de vapor através dele. Ao executar o método, um elemento tubular pode ser facilmente puxado para dentro e insuflado, utilizando uma cabeça de puxar, à qual pode ser acoplado ar para insuflação e vapor para cura, mantendo entretanto uma determinada pressão dentro do revestimento através da instalação de um colector de recepção acima do solo. Este método limita a necessidade de entrada de pessoas nos acessos subterrâneos, utilizando simultaneamente a mais elevada energia disponível no vapor para curar a resina de um modo significativamente mais rápido do que se poderia curar utilizando circulação de água quente.

Pode-se assim verificar que os objectivos anteriormente estabelecidos, entre os que se tornaram perceptíveis a partir da descrição antecedente, são eficientemente atingidos e, dado que certas modificações

podem ser levadas a cabo - na realização do método atrás mencionado, no produto descrito, e na(s) construção(ões) estabelecidas - sem nos afastarmos do âmbito da invenção, pretende-se que toda a matéria contida na descrição anterior e mostrada nos desenhos anexos deva ser interpretada como ilustrativa, mas não num sentido limitativo.

É também compreensível que as reivindicações seguintes se destinam a cobrir todas as características genéricas e específicas da invenção descrita neste documento, e todas as afirmações do âmbito da invenção que, por uma questão de linguagem, se possa dizer que caem no seu seio.

Lisboa, 13 de Agosto de 2014

REIVINDICAÇÕES

1. Um método para instalação de um revestimento interno de conduta (11, 74, 86, 101) impregnado com resina localmente curada - apresentando camadas impermeáveis de resina interna (13, 38) e externa (17, 72, 81) - no interior de uma conduta subterrânea já existente (111), desde uma abertura de acesso receptora (112) até uma abertura de acesso instaladora (113), em que a conduta subterrânea já existente apresenta um certo comprimento a ser reparado; compreendendo:

proporcionar um comprimento do revestimento (11, 74, 86, 101), adequado ao comprimento da conduta a ser reparada;

na abertura de acesso instaladora, puxar o revestimento (11, 74, 86, 101) para dentro da conduta (111), partindo da abertura de acesso receptora (112) e em direcção à abertura de acesso instaladora (113), ao longo de uma predeterminada distância a partir da extremidade da conduta;

proporcionar um colector de recepção (115), apresentando uma extremidade aberta de instalação e uma extremidade receptora com uma conexão de saída de fluido;

instalar a extremidade aberta de instalação do colector de recepção dentro da extremidade traseira do revestimento;

continuar a puxar o revestimento (11, 74, 86, 101) para dentro da abertura de acesso instaladora (113),

de modo que a extremidade dianteira do revestimento se apresente na abertura de acesso instaladora, e o colector de recepção (115) fique posicionado na extremidade da conduta, na abertura de acesso receptora (112);

ligar uma linha de alimentação de fluido de entrada (126) à extremidade dianteira do revestimento, na abertura de acesso instaladora;

instalar uma linha de escape (124) na saída de fluido, no colector de recepção;

proporcionar a alimentação de fluido para dentro do revestimento (11, 74, 86, 101), a fim de expandir o revestimento contra a parede da conduta, em que o fluido passa através do revestimento e sai pela linha de escape (124), na abertura de acesso receptora (112);

proporcionar a alimentação de vapor ao longo do revestimento (11, 74, 86, 101), até que a resina no revestimento fique curada;

cessar a alimentação do vapor; e

permitir que o revestimento (11, 74, 86, 101) arrefeça.

2. O método da reivindicação 1, incluindo a provisão de um comprimento contínuo do revestimento (11, 74, 86, 101), e o corte do revestimento quando tal revestimento tiver sido puxado para dentro ao longo da predeterminada distância a partir da abertura de acesso instaladora (113).

3. O método de acordo com qualquer uma das precedentes reivindicações, incluindo:

disponibilização de um acessório oco de puxar-para-dentro ("pull-in") (102), apresentando uma extremidade de instalação com uma conexão para fluido, e uma segunda extremidade aberta; e

instalação da segunda extremidade aberta do acessório de puxar-para-dentro no interior da extremidade dianteira do revestimento.

4. O método de acordo com a reivindicação 3, compreendendo a etapa de fornecimento de fluido para dentro do revestimento (11, 74, 86, 101), através do acessório de puxar-para-dentro (102).

5. O método de acordo com qualquer uma das precedentes reivindicações, incluindo a etapa de:

insuflação do revestimento (11, 74, 86, 101) com ar.

Lisboa, 13 de Agosto de 2014

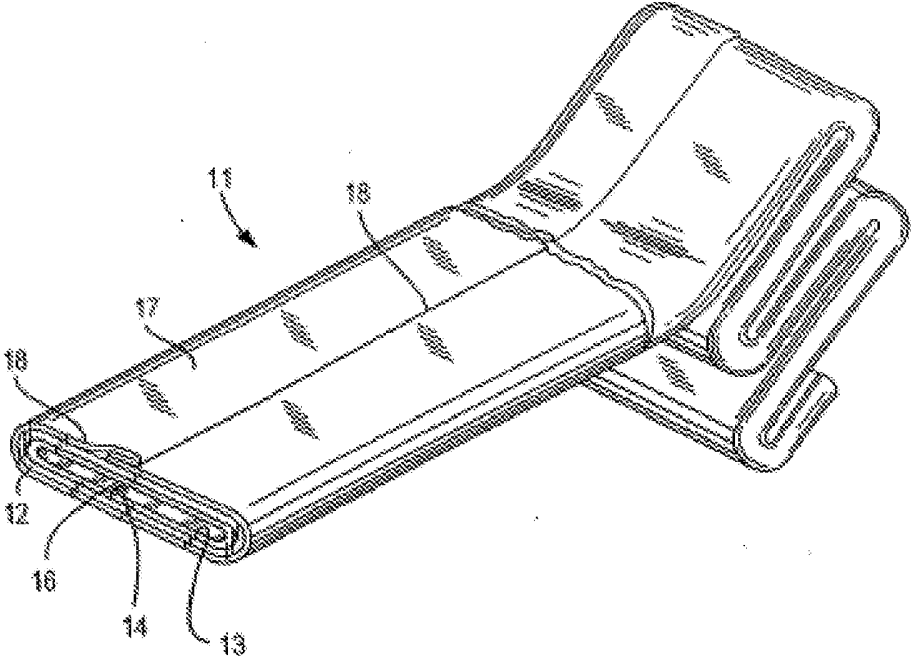


FIG. 1

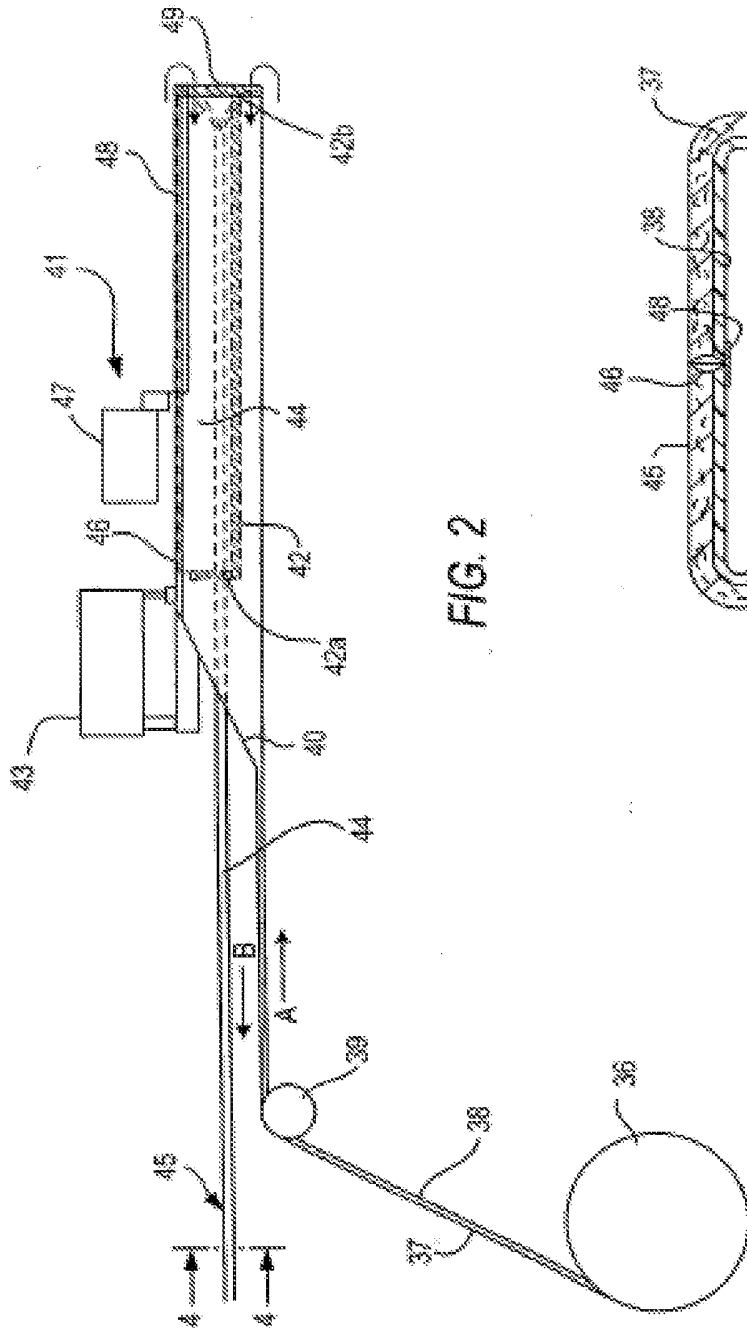


FIG. 2

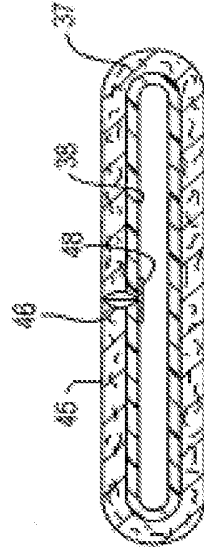


FIG. 3

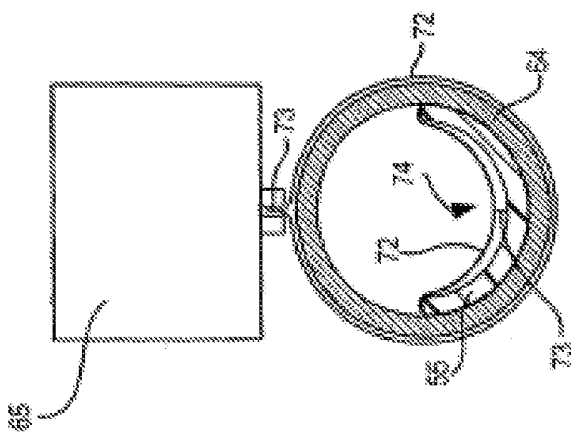


FIG. 5

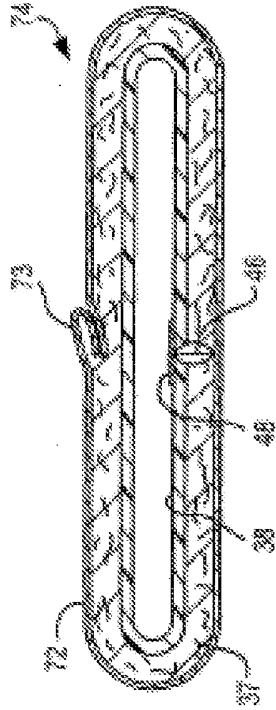
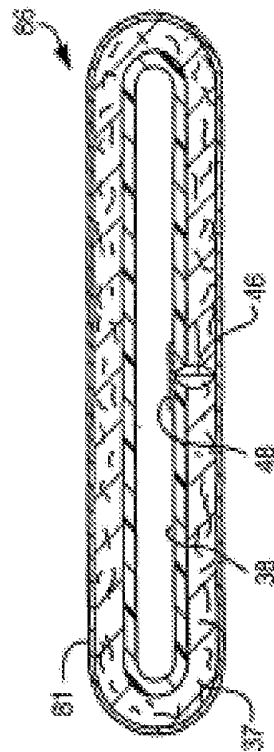
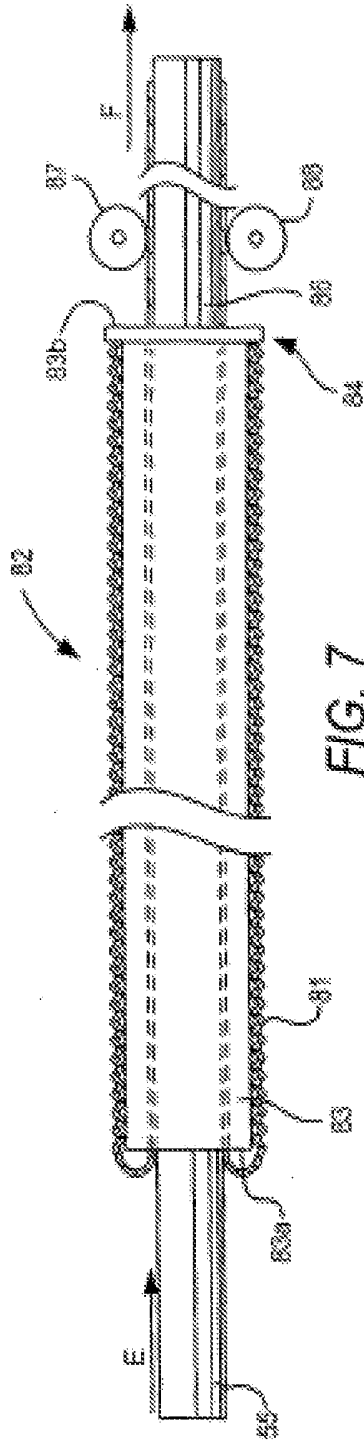


FIG. 6



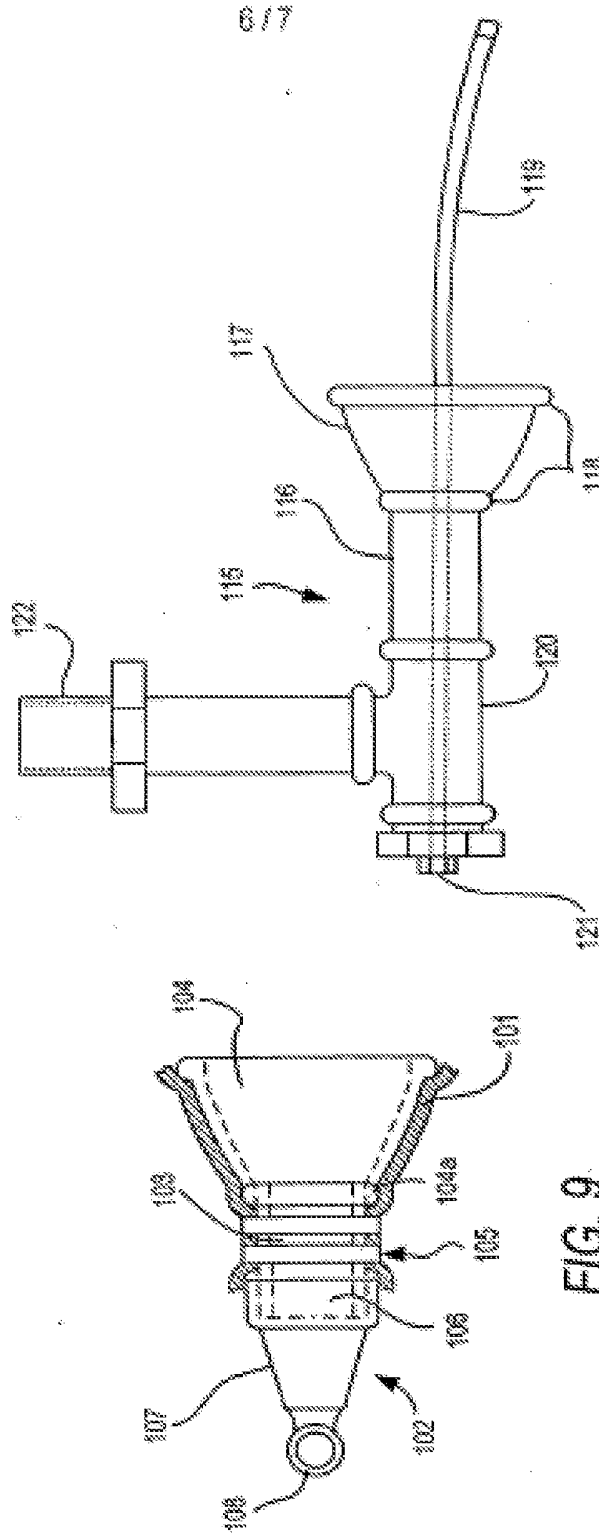


FIG. 9

FIG. 10

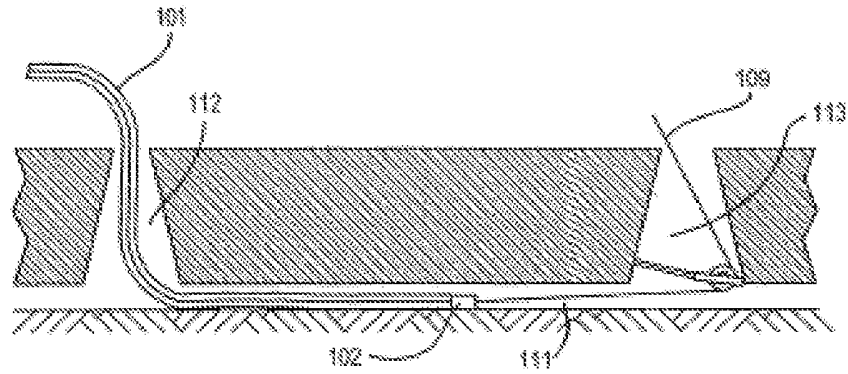


FIG. 11

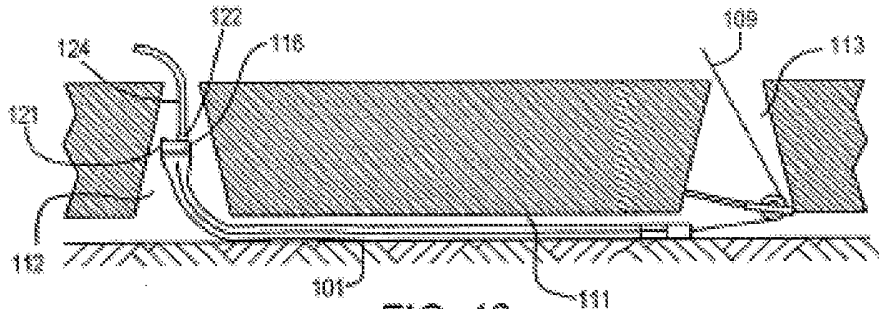


FIG. 12

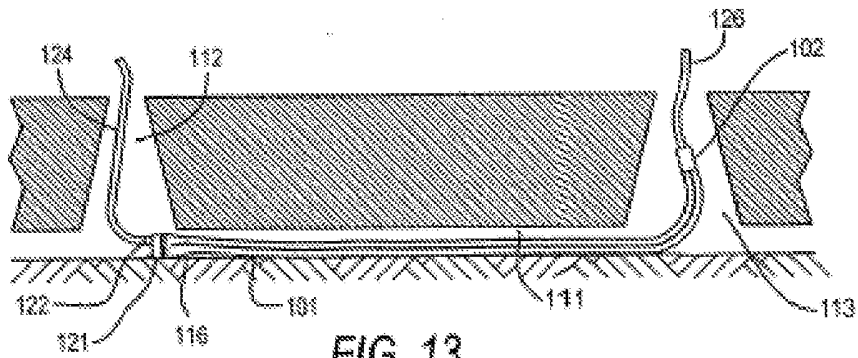


FIG. 13

REFERÊNCIAS CITADAS NA DESCRIÇÃO

Esta lista de referências citadas pelo requerente é apenas para conveniência do leitor. A mesma não faz parte do documento da patente Europeia. Ainda que tenha sido tomado o devido cuidado ao compilar as referências, podem não estar excluídos erros ou omissões e o IEP declina quaisquer responsabilidades a esse respeito.

Documentos de patentes citadas na Descrição

- EP 0738581 A
- US 4009063 A
- US 4064211 A
- US 4135958 A
- US 4366012 A
- US 4182262 A
- US 6539979 A
- US 20030015247 A1
- US 6270289 A
- US 6270289 B