



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI 0712315-9 A2**



(22) Data de Depósito: 04/06/2007
(43) Data da Publicação: 24/01/2012
(RPI 2142)

(51) *Int.Cl.:*
E02D 3/12

(54) **Título:** MÉTODO E DISPOSIÇÃO PARA MELHORIA DAS CONDIÇÕES DO SOLO E/OU PARA LEVANTAMENTO DE ESTRUTURAS

(30) **Prioridade Unionista:** 05/06/2006 FI 20065379

(73) **Titular(es):** Uretek Worldwide Oy

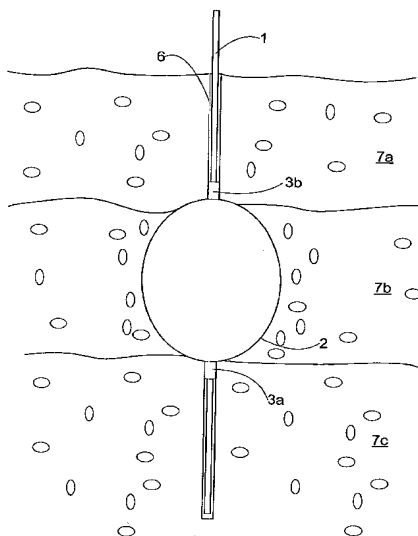
(72) **Inventor(es):** Sami Häkkinen, Tuomas Lievonen

(74) **Procurador(es):** Magnus Aspeby e Claudio Szabas

(86) **Pedido Internacional:** PCT FI2007050321 de 04/06/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/141384de
13/12/2007

(57) **Resumo:** MÉTODO E DISPOSIÇÃO PARA MELHORIA DAS CONDIÇÕES DO SOLO E/OU PARA LEVANTAMENTO DE ESTRUTURAS. A invenção é concretizada pela provisão de um furo (6) no solo ou numa estrutura e uma barra de injeção (1), que apresenta um elemento de expansão (2) passivo de enchimento em conexão com a mesma, se dispõe dentro do furo. Uma substância que se expande em consequência de uma reação química é injetada dentro do elemento de expansão (2). O elemento de expansão (2), cheio com a substância reagida, se torna compacto, preenchendo ou substituindo o solo circundante ou suspende, assim como, estabiliza, estruturas localizadas no solo. Uma força pressionando o elemento de expansão (2) contra o solo é gerada pela reação química, expandindo a substância injetada dentro do elemento de expansão (2).



cópia

PI0712315-9

**"MÉTODO E DISPOSIÇÃO PARA MELHORIA DAS CONDIÇÕES DO SOLO
E/OU PARA LEVANTAMENTO DE ESTRUTURAS"**

Antecedentes da Invenção

5 A presente invenção se refere a um método para melhoria das condições do solo e/ou para levantamento de estruturas localizadas no solo, o método compreendendo a provisão de um furo no solo ou na estrutura, dispondo dentro do furo uma barra de injeção e um elemento de
10 expansão provido em conexão com a mesma, e injetando uma substância dentro do elemento de expansão.

 A invenção se refere ainda a uma disposição para melhoria das condições do solo e/ou para levantamento de estruturas, a disposição compreendendo uma barra de injeção
15 a ser disposta dentro de um furo e provida em conexão com um elemento de expansão, uma substância a ser injetada dentro do elemento de expansão e meios para injetar a substância dentro do elemento de expansão.

 O solo é melhorado, por exemplo, com o objetivo
20 de aumentar a sua capacidade de contenção ou com o objetivo de enchimento de espaços dentro do mesmo. Além disso, a melhoria do solo é necessária no caso de vibrações transmitidas serem amortecidas ou de ocorrências de liquefação do solo, em conexão com terremotos, serem
25 prevenidas. Um processo de levantamento de estruturas, por sua vez, se refere, por exemplo, ao levantamento e estabilização de construções ou fundações ou pisos de construções que são danificados, rebaixados ou deslocados.

Além disso, o processo para levantamento de estruturas compreende o levantamento e estabilização de rodovias ou terrenos pavimentados rebaixados, tais como, rodovias ou vias expressas de concreto e asfalto.

5 A deterioração do solo ou o rebaixamento de estruturas pode ser provocado, por exemplo, por um solo fracamente consolidado, por erosão induzida por água, por inapropriado tipo de solo durante a construção, por deterioração de forças de atrito no solo, ou por variações
10 nas condições de temperatura ou umidade. Além disso, a deterioração do solo pode ser provocada por mudanças das condições devido a danos mecânicos, como, por exemplo, no caso de rompimento de tubulações de água ou esgoto. Além disso, as condições do solo podem se modificar devido à
15 influência de forças dinâmicas.

 Com o objetivo de melhorar a condição do solo, um solo tendo uma fraca capacidade de contenção é substituído por uma substância tendo uma melhor capacidade de contenção. Esse tipo de processo, denominado de mudança de
20 massa, é extremamente trabalhoso e dispendioso. Além disso, são usadas técnicas de aterramento, como, por exemplo, aterramento feito por atrito, o qual, através do atrito é suportado pelo solo ou aterramento feito sobre uma base, o qual se dispõe numa camada rígida da base. O procedimento
25 de aterramento requer equipamento pesado e complexo, o que submete o ambiente a ruídos e outras perturbações. Uma vez que o aterramento é disposto em uma estrutura, o mesmo submete a estrutura a cargas pontuais quando a estrutura é

suportada por aterros e não pelo solo.

O documento de patente EP 0 851 064 divulga uma solução para melhoria da capacidade de contenção do solo. Nessa solução, o solo é dotado de furos, dentro dos quais é
5 injetada uma substância que se expande como consequência de uma reação química. O documento de patente EP 1 314 824 divulga uma solução similar, na qual é usada uma substância para produzir uma pressão superior a 500 kPa. Na prática, foi indicado que nessas soluções, a única maneira de se
10 determinar uma dose a ser injetada é monitorar a superfície do solo ou o nível de altura de uma construção e interromper a injeção quando for observada uma reação nesses aspectos. Quando essas soluções, particularmente, são usadas em conexão com solos porosos e moles, os
15 procedimentos de dosagem da substância a ser adequadamente injetada e direcionamento correto da força de expansão, assim como, manutenção da substância em um desejado local, se tornam tarefas bastante desafiadoras.

O documento de patente JP 7 018 651 divulga uma
20 solução em que elementos de sacos de expansão são dispostos dentro de furos perfurados no solo. Um agente de endurecimento é bombeado dentro dos sacos com uma alta pressão. Devido ao uso de uma alta pressão hidráulica, os dispositivos usados são complexos e, por exemplo, são
25 necessárias válvulas sensíveis a defeitos em difíceis condições. Além disso, nos solos de consistência mole, é incerto que os sacos permaneçam no lugar, de modo que é bastante difícil a compactação de uma porção de solo de

consistência mole por meio dessa solução. Além disso, se um saco for rompido, o processo de compactação se torna totalmente fora de controle. O documento de patente JP 10 195 860 divulga uma solução similar, na qual é usado um
5 saco flexível. Essa solução também apresenta problemas similares aos descritos acima. O documento de patente JP 2003/105745 divulga uma solução na qual uma argamassa plástica é injetada dentro do solo ou dentro de um saco disposto no solo. Os problemas discutidos acima estão
10 presentes também nessa solução quando uma substância é injetada dentro de um saco.

O documento de patente JP 9 158 235 divulga uma solução para correção da inclinação de uma construção. A solução compreende perfurar um furo que se estende sob as
15 fundações da construção. Dessa forma, sob as fundações, se dispõe um elemento de saco flexível, dentro do qual água e uma substância de compactação são transportadas através de tubos separados. O objetivo é suspender a construção mediante o enchimento do elemento de saco. Essa solução
20 também requer a utilização de uma pressão hidráulica extremamente alta, o que resulta em um equipamento complexo e sensível a defeitos. O equipamento também inclui uma pluralidade de tubos, o que aumenta a sua complexidade. Além disso, se um elemento de saco for rompido durante o
25 uso, a estrutura pode se romper nesse particular elemento de saco, de modo que o método é de um risco extremamente alto.

Breve Descrição da Invenção

Constitui um objetivo da presente invenção proporcionar um novo método e disposição para melhoria das condições do solo e/ou para levantamento de estruturas.

5 O método da invenção é caracterizado pelo uso para o procedimento de tal injeção, de uma substância que se expande como consequência de uma reação química, de modo que se gera uma força de pressionamento do elemento de expansão contra o solo, principalmente, devido a essa
10 reação química.

Além disso, a disposição da invenção é caracterizada pelo fato de que a substância a ser injetada dentro do elemento de expansão é uma substância que se expande como consequência de uma reação química, de modo
15 que se gera uma força de pressionamento do elemento de expansão contra o solo, principalmente, devido a essa reação química.

Uma idéia da invenção é que seja formado um furo dentro do solo ou da estrutura, e uma barra de injeção, acompanhada de um elemento de expansão que pode ser
20 preenchido, seja disposta dentro do furo. Uma substância que se expande como consequência de uma reação química é injetada dentro do elemento de expansão. O elemento de expansão cheio da substância reagida se torna compacto,
25 preenchendo ou substituindo o solo circundante, assim como, levantando ou estabilizando as estruturas localizadas no solo. Assim, é gerada uma força de pressionamento do elemento de expansão contra o solo pela reação química,

expandindo a substância injetada dentro do elemento de expansão. A substância também endurece de modo bastante rápido, de modo que nessa solução, não se precisa de quaisquer válvulas para se manter a substância dentro do elemento de expansão. O elemento de expansão possibilita à substância que se expande ser substituída de uma maneira controlada, em um desejado ponto. Dessa forma, a localização da pressão de expansão é totalmente controlada. Também, por exemplo, em solos de consistência frouxa, a substância pode ser provida com uma alta resistência à compressão. A barra de injeção pode ser disposta dentro de um furo bastante pequeno, de modo que não são necessárias extensas escavações. Uma vez que a substância endurece de modo bastante rápido, não ocorrem substanciais movimentos intensos e descontrolados da substância, no caso de ser rompido o elemento de expansão. Além disso, quando se usa a substância no levantamento de estruturas, o rompimento do elemento de expansão não danifica substancialmente a resistência das fundações de uma construção. Além disso, as máquinas e dispositivos a serem usados na solução são bastante pequenas e simples e, ainda mais, a solução é excelente no que diz respeito à segurança.

Uma idéia de uma modalidade da invenção é que a barra de injeção seja deixada em seu lugar no solo, de modo a apoiar o elemento de expansão e a substância nele expandida no lugar. Isso garante que o elemento de expansão permaneça em um desejado ponto, também, em um solo do tipo de consistência mole.

Uma idéia de uma segunda modalidade é que a barra de injeção seja disposta para penetrar através do elemento de expansão e, sobre os seus lados, a barra de injeção seja provida de aberturas para a substância a ser injetada dentro do elemento de expansão, de modo a permitir a entrada da substância no elemento de expansão. Essa solução é simples, funcional e eficaz.

Uma idéia de uma terceira modalidade é que o elemento de expansão seja substancialmente impermeável ao ar, de modo que o elemento de expansão seja provido de um espaço de expansão estanque ao ar, possibilitando a implementação de uma reação de expansão de uma maneira controlada.

Breve Descrição dos Desenhos

- Em seguida, a invenção será descrita em maiores detalhes conforme os desenhos anexos, nos quais:
- a figura 1 mostra, esquematicamente, uma vista lateral transversal da barra de injeção e de um elemento de expansão;
 - a figura 2 mostra, esquematicamente, a barra de injeção e o elemento de expansão de acordo com a figura 1, dispostos no local, tendo uma substância de injeção já reagida;
 - a figura 3 mostra, esquematicamente, uma maneira de melhorar a capacidade de contenção do solo;
 - a figura 4a mostra, esquematicamente, uma vista lateral transversal de uma segunda barra de injeção e elemento de expansão;
 - a figura 4b mostra a solução apresentada na figura 4a,

com o elemento de expansão cheio;

- a figura 5 mostra, esquematicamente, uma vista lateral transversal de uma barra de injeção e um elemento de expansão dispostos no interior de um tubo protetor;
- 5 - a figura 6 mostra, esquematicamente, barras de injeção e elementos de expansão dispostos em conexão com um tubo maior;
- a figura 7 mostra, esquematicamente, da mesma maneira que a figura 6, algumas barras de injeção e elementos de
- 10 expansão dispostos em conexão com um tubo maior; e
- a figura 8 mostra, esquematicamente, como uma estrutura é levantada.

Por razões de maior clareza, as figuras mostram algumas modalidades da invenção de uma maneira

15 simplificada. Nas figuras, os numerais de mesma referência identificam os mesmos elementos.

Descrição Detalhada de Algumas Modalidades da Invenção

A figura 1 mostra uma haste ou barra de injeção (1). Na modalidade mostrada na figura 1, uma extremidade

20 superior da barra de injeção (1) é vazada, enquanto uma extremidade inferior da mesma é fechada. O diâmetro externo da barra de injeção (1) pode variar, por exemplo, entre 3 e 200 mm. O comprimento da barra de injeção (1) pode variar, por exemplo, entre 0,5 e 100 m. A barra de injeção (1) pode

25 ser feita, por exemplo, de metal, tal como, aço.

A barra de injeção (1) pode ser feita também de outro material, tal como, plástico, por exemplo, polietileno (PE). Além disso, a barra de injeção (1) não

necessariamente precisa ser rígida. Assim, a barra de injeção pode ser, por exemplo, uma mangueira ou um tubo feito de plástico.

Um elemento de expansão (2) passivo de enchimento é disposto em volta da barra de injeção (1). Preferivelmente, o elemento de expansão (2) é fabricado a partir de um material que é impermeável ao ar e substancialmente inextensível. Um exemplo de tal material é um material do tipo geo-têxtil. Além disso, outros materiais flexíveis e fortes podem ser usados.

O elemento de expansão pode ser feito de plástico, tal como, poliéster ou polipropileno ou de fibra artificial ou natural. Também, pode ser feito de borracha ou outro elastômero. Uma parede do elemento de expansão pode ser permeável ou impermeável ao ar. A parede do elemento de expansão (2) pode, também, ser flexível ou inflexível. A parede do material de expansão (2) pode ser também provida de um material de reforço metálico, ou fibra de vidro ou de outro adequado material de reforço. O elemento de expansão pode se apresentar sem costuras ou com costuras. Uma costura pode ser provida, por exemplo, mediante um procedimento de costura, colagem, usando um elemento de fixação, mediante rebitamento, soldagem, fusão ou por meio de qualquer outro método mecânico, químico, térmico ou elétrico ou uma combinação dos mesmos.

A espessura de uma parede do elemento de expansão (2) pode variar entre, por exemplo, 0,02 e 5 mm, dependendo do material, tamanho do elemento de expansão (2), pressão

da expansão, etc. A barra de injeção (1), preferivelmente, é disposta sobre o elemento de expansão (2), de modo que tal elemento de expansão (2) seja fixado à barra de injeção (1), por exemplo, da maneira mostrada na figura 1, por meio de um fixador inferior (3a) e um fixador superior (3b). Ante da disposição da barra de injeção (1) dentro do solo, o elemento de expansão (2) é enrolado ou dobrado contra a barra de injeção (1). Quando o elemento de expansão (2) é completamente cheio com uma substância sólida, o seu diâmetro externo pode variar entre, por exemplo, 20 cm e 5 m. De modo similar, o comprimento do elemento de expansão (2), isto é, a distância entre o fixador inferior (3a) e o fixador superior (3b), pode variar entre, por exemplo, 20 cm e 100 m.

O elemento de expansão (2) pode se apresentar, por exemplo, no formato de uma luva cilíndrica. Além disso, as extremidades superior e inferior do elemento de expansão (2) podem ser mais estreitas, enquanto o diâmetro da parte intermediária do mesmo pode ser maior. A aparência externa do elemento de expansão (2) antes de ser injetado com uma substância é irrelevante. Após a substância ser reagida no interior do elemento de expansão, o elemento de expansão obtém a sua aparência final.

O fixador inferior (3a) e o fixador superior (3b) podem ser, por exemplo, braçadeiras de mangueira. Além disso, os fixadores podem ser, por exemplo, luvas metálicas providas mediante corte de um pedaço de tubo. Uma luva metálica pode ser fixada no local por meio de

pressionamento.

O fixador inferior (3a) ou o fixador superior (3b) ou ambos, podem ser também móveis, em cujo caso quando o elemento de expansão (2) está sendo cheio, eles deslizam em um adequado local. Em comparação com os fixadores estacionários, essa solução apresenta uma vantagem que possibilita distorção e, conseqüentemente, até mesmo a ruptura da barra de injeção é evitada. Por exemplo, o fixador inferior pode ser móvel mediante provisão de uma extremidade inferior da barra de injeção com uma barra sólida e disposição de uma luva móvel no mesmo. Uma parede do elemento de expansão é disposta sobre a luva móvel e uma luva de fixação é disposta em torno da mesma, assim, a parede do elemento de expansão se dispendo de modo fixo entre a luva de fixação e a luva móvel. Quando a luva móvel é então deixada deslizar ao longo da superfície da barra, o fixador se move na medida em que o elemento de expansão está sendo cheio.

A figura 1 ainda mostra, esquematicamente, um aparelho de injeção (4), o qual inclui recipientes em que uma substância a ser injetada é armazenada dentro do elemento de expansão (2) e dispositivos para transportar a substância de tal recipiente para dentro da parte superior vazada da barra de injeção (1). A estrutura dos dispositivos pode ser bastante simples e leve, uma vez que os mesmos não têm de gerar qualquer pressão para expandir o elemento de expansão (2) no solo. Os dispositivos geram pressão, de modo a possibilitar a substância a ser injetada

ser transportada para o elemento de expansão através de mangueiras e tubos, porém, esses dispositivos não geram a real pressão de expansão, a pressão de expansão sendo gerada quimicamente no interior do elemento de expansão (2). O aparelho de injeção (4) não é discutido aqui em maiores detalhes, uma vez que a sua estrutura e operação são perfeitamente entendidas pelos especialistas versados na técnica.

A substância injetável circula conforme mostrado pelas setas na figura 1, através da extremidade superior vazada da barra de injeção (1) e através das aberturas (5) providas na lateral da barra de injeção (1), dentro do elemento de expansão (2). Uma reação química ocorre no elemento de expansão (2), de modo que a substância se expande no interior do dito elemento de expansão (2).

A barra de injeção pode também consistir de um tubo rígido externo e uma mangueira ou tubo disposto no seu interior. O tubo interno é móvel de um lado para o outro no interior do tubo externo e, quando necessário, também pode ser rotativo. A substância a ser injetada circula através do tubo interno e sai na sua extremidade inferior e ainda através de aberturas providas em um lado do tubo externo do elemento de expansão. Enquanto o elemento de expansão está sendo cheio, o tubo interno está sendo puxado para fora do interior do tubo. Conseqüentemente, quando o elemento de expansão está sendo cheio, a substância a ser injetada circula dentro do elemento de expansão, a partir de um ponto localizado mais próximo de uma extremidade da barra

de injeção, se defrontando com o aparelho de injeção. O tubo interno pode ser puxado para fora do tubo externo de forma contínua, uniforme ou de forma escalonada. Além disso, tal solução possibilita a provisão de um desejado
5 ponto no elemento de expansão com a substância a ser injetada. Por exemplo, o tubo interno pode ser puxado de forma bastante extensa para fora do tubo externo e pode ser injetada uma substância dentro de uma parte superior do elemento de expansão, podendo ser esperada uma reação e
10 solidificação da substância e, subseqüentemente, o tubo interno pode ser empurrado de volta para o interior, se injetando a substância inferiormente dentro do elemento de expansão. Tal solução possibilita ao elemento de expansão ser também expandido, por exemplo, em um local que contém
15 um solo localmente denso.

A figura 2 mostra uma situação em que a barra de injeção (1) foi disposta no solo e a substância no interior do elemento de expansão (2) já reagiu, expandindo o elemento de expansão (2).

20 Primeiramente, a capacidade de contenção do solo e outras necessárias condições do solo são medidas usando um método apropriado. A capacidade de contenção do solo pode ser medida por meio de, por exemplo, um dispositivo conhecido como penetrômetro ou por meio de outro método de
25 exame geológico ou geotécnico. As medições e exames possibilitam a realização de cálculos relativos ao solo. Com base nessas medições, exames e cálculos, os pontos a serem processados podem ser localizados dentro do solo.

Essa localização de um local de processamento depende das condições do solo. O objetivo é obter um panorama claro do solo vertical e horizontalmente, assim como, lateralmente, a fim de processar precisamente o solo. Com base no
5 resultado obtido, é fabricada uma barra de injeção (1) e um elemento de expansão (2) é fixado na mesma. A altura e volume do elemento de expansão (2) e o número de elementos de expansão (2) são selecionados com base nas condições do solo. Quando a solução é usada para o levantamento de
10 estruturas, o tamanho do elemento de expansão é, também, naturalmente afetado pelo tamanho, peso e necessidade de levantamento da estrutura que está sendo processada. Um furo (6) é perfurado dentro do solo. A barra de injeção (1) equipada com o elemento de expansão (2) é disposta no furo
15 (6). Uma substância de expansão é injetada no elemento de expansão (2). O material de expansão pode ser, por exemplo, um polímero, uma resina de expansão ou uma substância de múltiplos componentes que se expande quimicamente, organicamente não-cristalizável.

20 A substância de expansão pode ser, por exemplo, uma mistura contendo, principalmente, dois componentes. Em tal caso, um primeiro componente pode conter, principalmente, por exemplo, polieterpoliol e/ou poliesterpoliol. As proporções volumétricas dos primeiro e
25 segundo componentes pode variar, por exemplo, entre 0,8 a 1,2:0,8 a 1,8. A substância de expansão pode conter, também, catalisadores e água e, quando desejado, também outros componentes, tais como, sílica, pó de pedra, reforço

de fibras e outros possíveis aditivos e/ou elementos auxiliares e/ou agentes de carga.

A substância injetável, preferivelmente, é uma substância que começa a reagir através de expansão dentro
5 de 0,5 a 3600 segundos, depois de ter sido injetada dentro do elemento de expansão (2). Numa modalidade da invenção, a substância começa a reagir depois de mais de 20 segundos ou de mais de 25 segundos depois de ser injetada, pelo que o elemento de expansão (2) é cheio de modo uniforme e com
10 pequeno risco de rompimento. Além disso, numa modalidade, a substância começa a reagir depois de menos de 50 segundos após a injeção, o que torna o processo fácil de administrar.

A substância se expande, por exemplo, de 1 a 120
15 vezes em relação ao seu volume original. O fator de expansão da substância, isto é, o volume da substância no final da reação, quando comparado com o volume da substância no começo da reação, pode ser, por exemplo, da ordem de 1,1 a 120. Preferivelmente, a substância é
20 disposta para se expandir de 1,5 a 20 vezes em relação ao seu volume original.

O material de expansão se compacta, preenche ou substitui o solo circundante, dependendo do tipo ou da densidade do solo circundante. A substituição ocorre
25 mediante afastamento lateral do solo existente. O solo pode ser compressível ou incompressível. O resultado final obtido pode ser medido usando um método de medição do solo. Nesse caso, pode também ser usado, por exemplo, um

dispositivo penetrômetro ou outro dispositivo geotécnico de medição, para a realização das medições.

Preferivelmente, a substância alcança uma resistência à compressão bastante alta de um modo bastante rápido. O tempo de duração em que a substância alcança uma alta resistência à compressão depende de diversas e diferentes características, como, por exemplo, a quantidade da substância, o volume do elemento de expansão, a velocidade de reação da substância, as condições prevalentes de temperatura, as condições do solo circundante e a carga a que o solo é submetido. A substância pode atingir, por exemplo, 80 a 90% de sua resistência final à compressão dentro de 10 a 15 minutos. Então, por exemplo, em conexão com o levantamento de estruturas, a substância de expansão é capaz de receber cargas e nenhum efeito adverso grave é causado mesmo que o elemento de expansão (2) seja rompido. A quantidade de substância a ser injetada dentro do elemento de expansão (2) depende do volume do elemento de expansão (2), assim como, da determinada capacidade de contenção do solo e, ainda, do efeito desejado. O procedimento de determinação da quantidade de substância requer um perfil de expansão para a substância injetável, isto é, dados de quanto a substância se expande, quanto tempo isso demora e a quantidade de força que isso provoca. Dessa forma, a quantidade é afetada pelo perfil de expansão. Em seguida, é determinado o modo em que a quantidade de expansão é utilizada com relação ao espaço disponível, isto é, o

volume do elemento de expansão (2). Numa situação de levantamento, por exemplo, nem sempre é necessário se preencher ao máximo o elemento de expansão (2).

A resistência final à compressão da substância
5 pode ser determinada de uma maneira controlada, antes da
injeção. Em tal caso, a resistência final à compressão da
substância é então determinada antecipadamente, isto é,
antes da injeção, com base na resistência do solo e do
espaço disponível, isto é, com base no volume do elemento
10 de expansão (2).

A pressão produzida pela substância que está
sendo usada, isto é, a força por área superficial, pode
variar entre, por exemplo, 1 milibar e 800 bar. A
resistência à compressão da substância pode variar entre,
15 por exemplo, 1 milibar e 3000 bar. A densidade final da
substância pode variar entre, por exemplo, 10 a 1200 kg/m³.

Assim, o elemento de expansão (2) pode ser, por
exemplo, uma luva cilíndrica ou outra estrutura similar
definida por uma parede feita de um material flexível. A
20 barra de injeção (1) não necessariamente tem de penetrar
através do elemento de expansão (2), mas o elemento de
expansão (2) pode ser fixado, por exemplo, a uma
extremidade da barra de injeção (1). Em tal caso, o
elemento de expansão (2) pode ser, por exemplo, um saco ou
25 sacola, sendo fixado à barra de injeção (1) somente em um
ponto, de modo que a substância circula através da barra de
injeção (1) vazada, a partir de sua extremidade, para o
elemento de expansão (2).

Se o solo for adequadamente mole e a barra de injeção (1) for suficientemente rígida, pode ser provido um furo (6) mediante impulsionamento da barra de injeção (1) para dentro do solo. Nesse caso, os procedimentos de
5 provisão de um furo e disposição da barra de injeção (1) dentro do furo ocorrem simultaneamente. Além disso, antes de impulsionar a barra de injeção (1) para dentro do solo, pode ser provido um furo com um diâmetro menor que o diâmetro externo da barra de injeção. Entretanto, mais
10 tipicamente, um furo com um diâmetro um pouco maior que o diâmetro externo da barra de injeção (1) é perfurado na dita barra de injeção (1). Em tal caso, o furo (6) também facilmente acomoda um elemento de expansão (2) dobrado em volta da barra de injeção.

15 A fim de reduzir o tamanho de um furo requerido pelo elemento de expansão (2), o elemento de expansão (2) é preferivelmente provido com um diâmetro externo o menor possível. O elemento de expansão é dobrado em volta do lado externo da barra de injeção (1) e, preferivelmente,
20 reduzido de tamanho, por exemplo, mediante uma prensa, de modo a dispor o mais apertado possível contra a barra de injeção (1). O diâmetro externo do elemento de expansão pode ser também reduzido utilizando calor, ar pressurizado, umidade, sucção e/ou pressão, por exemplo, mediante
25 laminação/calandragem. Pode ser ainda garantido que o elemento de expansão (2) permaneça disposto hermeticamente contra a barra de injeção (1), mediante disposição de um filme plástico no topo do elemento. O filme plástico pode

ser disposto no topo do elemento de expansão (2), por exemplo, mediante deslizamento ou enrolamento.

É possível deixar o filme plástico permanecer sobre o elemento de expansão (2) de modo que o material a
5 ser injetado seja injetado no interior do filme plástico. Isso proporciona a característica de que o material injetado deve apresentar uma resistência à compressão suficientemente alta, antes de rasgar o filme e expandir o elemento de expansão. O filme pode ser provido com uma
10 linha de rasgamento, tal como, uma linha de perfuração, pelo que a força de rasgamento necessária pode ser precisamente determinada. Além disso, a força de rasgamento pode ser formada de modo diferente em diferentes partes do filme. Usando-se o filme no elemento de expansão (2)
15 juntamente com a barra de injeção compreendendo um tubo externo e um tubo interno, se proporciona a possibilidade de expandir o elemento de expansão (2) em um ponto desejado.

O exame do solo pode revelar que existe uma
20 cavidade no solo que precisa ser preenchida. A barra de injeção (1) é bastante fácil de se dispor na cavidade, por exemplo, a barra de injeção (1), de acordo com a figura 1, penetra através da cavidade. O elemento de expansão (2) se assenta, então, numa particular cavidade. A substância de
25 expansão no interior do elemento de expansão (2) preenche a cavidade e o elemento de expansão (2) evita que a substância de expansão se arraste para fora da cavidade.

Se desejado, o procedimento pode incluir a

remoção da barra de injeção (1) do solo, de modo que somente o elemento de expansão (2) permaneça para preencher o ponto desejado. Entretanto, a barra de injeção (1) pode, também, ser deixada no seu lugar, de modo a apoiar o
5 elemento de expansão (2) e a substância no mesmo, hermeticamente no lugar.

A figura 2 mostra uma situação em que uma camada de solo (7b) tendo uma menor capacidade de contenção reside entre uma camada de solo superior de contenção (7a) e uma
10 camada de solo inferior de contenção (7c). O elemento de expansão (2) é dimensionado para preencher a camada de solo (7b) tendo a menor capacidade de contenção. As extremidades superior e inferior da barra de injeção (1), por sua vez, se tornam hermeticamente apoiadas nas camadas de contenção
15 de solo (7a) e (7c). Em tal caso, o elemento de expansão (2) e a substância disposta no mesmo permanecem no lugar, mesmo que a camada de solo tendo a menor capacidade de contenção seja extremamente mole.

A figura 3 mostra, esquematicamente, como é
20 possível melhorar uma camada de solo (7b) tendo uma capacidade de contenção. Uma pluralidade de barras de injeção (1) equipadas com um elemento de expansão (2) foi disposta lado a lado. Se necessário, uma pluralidade de elementos de expansão (2) pode também ser disposta se
25 sobrepondo entre si, usando uma barra de injeção (1) para uma pluralidade de elementos de expansão, ou através de uso, em conexão com cada elemento de expansão (2), de uma barra de injeção (1) do conjunto. Dessa maneira, os

elementos de expansão (2) contendo a substância reagida podem ser usados para suportar a camada superior de solo (7a). Isso possibilita uma substancial melhora da capacidade de contenção do solo. A camada de solo (7b) tendo uma menor capacidade de contenção não é necessariamente compactada, mas a solução mostrada pela figura 3, por exemplo, possibilita que a capacidade total de contenção, em qualquer caso, seja melhorada.

Nos desenhos mostrados, a barra de injeção (1) é apresentada como sendo acompanhada de um elemento de expansão (2), mas, se desejado, dois ou mais elementos de expansão (2) podem ser dispostos em conexão com uma barra de injeção (1), a ser enchida com uma substância de expansão.

Conforme mostrado na figura 4a, o elemento de expansão (2) não necessariamente tem de ser disposto externamente à barra de injeção (1). Se o diâmetro interno da barra de injeção (1) for suficiente, por exemplo, de pelo menos 50 mm, o elemento de expansão (2) pode ser dobrado no interior da barra de injeção (1). Em tais casos, o elemento de expansão (2) pode ser, por exemplo, um saco ou uma sacola, em que a sua parte da boca é fixada na extremidade inferior da barra de injeção (1). Quando uma substância é então injetada dentro do elemento de expansão (2), a substância impulsiona o elemento de expansão (2) para fora da barra de injeção (1), conforme mostrado na figura 4b.

Conforme mostrado na figura 5, um tubo de

proteção (8) pode ser disposto externamente à barra de injeção (1) e elemento de expansão (2). A barra de injeção (1) e o elemento de expansão (2) são forçados dentro do solo por meio do tubo de proteção (8). O tubo de proteção (8) é puxado para fora antes de injetar a substância dentro do elemento de expansão (2).

A figura 6 mostra uma estrutura em que uma pluralidade de elementos de expansão (2) é disposta nas paredes de um tubo (9) que apresenta um maior diâmetro. As mangueiras para injeção de uma substância dentro dos elementos de expansão (2) servem como barras de injeção (1). As mangueiras podem ser dispostas no interior do tubo (9) que apresenta um maior diâmetro.

Na modalidade da figura 7, os elementos de expansão (2) são dispostos externamente a um tubo maior (9). Na modalidade da figura 7, dois elementos de expansão (2) foram dispostos se sobrepondo entre si, sendo fixados por meio de fixadores (3a), (3b) e (3c). Também, nessa modalidade, as mangueiras que servem como barras de injeção (1) são dispostas no interior do tubo (9), o qual apresenta um maior diâmetro.

A figura 8 mostra um princípio básico para levantamento de uma estrutura (10) localizada no solo. A quantidade a ser injetada durante o levantamento pode ser determinada mediante observação da transição vertical da estrutura localizada no solo. Ao se observar a transição vertical, pode se observar quando a estrutura começa a se movimentar ou observar quando a estrutura tiver sido

levantada de uma distância desejada. Na figura 8, a estrutura (10) localizada no solo é designada por um pavimento de estrada. Quando se levanta uma estrutura localizada no solo, o elemento de expansão é, pelo menos, 5 parcialmente suportado pelo solo.

Em alguns casos, as características divulgadas no presente Pedido de Patente podem ser usadas como tais, independentemente de outras características. Por outro lado, as características estabelecidas no presente Pedido 10 de Patente podem, quando necessário, ser combinadas, a fim de proporcionar diferentes combinações.

Os desenhos e a descrição correlacionada são apenas idealizados para ilustrar a idéia da presente invenção. Em seus detalhes, a invenção pode variar dentro 15 do escopo das reivindicações anexas.

Além de melhorar as condições do solo, a solução divulgada pode ser usada para o levantamento de estruturas localizadas no solo, em que, por exemplo, construções ou fundações ou pisos de estruturas danificadas, rebaixadas ou 20 deslocadas são levantadas e estabilizadas. Além disso, a solução pode ser usada, por exemplo, para o levantamento e estabilização de rodovias pavimentadas rebaixadas. Um espaço vazio subjacente a uma estrutura pode necessitar de um processo de levantamento. Em tal caso, pode ser 25 perfurado um furo através da estrutura e ser disposta uma barra de injeção sobre a mesma, de modo que um elemento de expansão se estabeleça no espaço vazio. A seguir, o elemento de expansão é cheio conforme descrito acima, de

tal modo que a reação química de expansão que ocorre no interior do elemento de expansão preencha o espaço vazio. A barra de injeção (1) pode ser disposta diretamente de modo descendente ou obliquamente de modo descendente. Além disso, a barra de injeção (1) pode também ser disposta horizontalmente, quando do processamento do solo, por exemplo, em aterramentos. A solução pode também ser usada para levantamento e fixação de apoios ou de acessos para pontes.

Além disso, a solução divulgada pode ser usada para proporcionar que uma parede de dique impeça a passagem de água para o solo ou escavações. De modo similar, a solução pode ser usada para suportar paredes de escavações. Uma parede de dique ou um suporte de escavação podem ser providos mediante disposição de elementos de expansão lado a lado. Uma substância de expansão pode ser injetada externamente aos elementos de expansão, entre os elementos, a fim de fixar os elementos de expansão entre si.

Preferivelmente, a quantidade de substância a ser injetada dentro de um elemento de expansão é determinada antes da injeção, com base nas características do solo, no volume do elemento de expansão e no efeito desejado. A quantidade a ser injetada pode também ser determinada mediante monitoramento do elemento de expansão que está sendo cheio. Tal monitoramento pode ser realizado por meio, por exemplo, de um radar terrestre. Nesse caso, o material do elemento de expansão, por exemplo, pode ser selecionado de modo que seja visto no radar. Por exemplo, a parede do

elemento de expansão pode ser provida de fibras metálicas para tornar o elemento de expansão claramente visível no radar. Além disso, a quantidade de substância a ser injetada pode ser determinada mediante monitoramento da consistência do solo ou da densidade do material de enchimento. Uma outra solução é dispor um sensor de pressão no interior do elemento de expansão ou na parede do elemento de expansão, internamente ou externamente à parede. O sensor de pressão pode também ser disposto no solo, na vizinhança do elemento de expansão, isto é, externamente ao elemento de expansão. Além disso, o tamanho do elemento de expansão pode ser monitorado por meio de uma câmara termográfica.

O procedimento de monitoramento do elemento de expansão que está sendo cheio a fim de determinar a quantidade de substância a ser injetada pode também ser realizado, de tal modo que a substância seja injetada dentro do elemento de expansão, até que o elemento de expansão se rompa, na medida em que a substância se expande, entretanto, a estrutura sob reparo se torna danificada. A ruptura do elemento de expansão se observa tendo em vista o ruído do choque. Entretanto, antes da ruptura, o elemento de expansão (2) restringiu a substância a permanecer em um ponto particular. A substância endurece de modo tão rápido, que mesmo que o elemento de expansão seja rompido, o mesmo não se arrasta a uma longa distância do local de injeção, nem mesmo em solos de consistência mole.

Preferivelmente, a parede do elemento de expansão é fabricada a partir de um material hermético. Em tal caso, o elemento de expansão pode ser isento de oxigênio. Quando o interior do elemento de expansão é isento de oxigênio, a
5 reação da substância pode ser administrada de forma bastante satisfatória. Por outro lado, não existe necessidade que o elemento de expansão seja completamente isento de oxigênio no seu interior. Entretanto, uma parede isenta de oxigênio garante, substancialmente, que nenhuma
10 quantidade de oxigênio entra no elemento de expansão proveniente do exterior. Quando a parede do elemento de expansão evita um adicional suprimento de oxigênio, a reação de expansão da substância pode, assim, ser mantida sob controle.

15 Necessariamente, não existe nenhuma necessidade de que a parede do elemento de expansão permaneça intacta após a reação de expansão. Entretanto, no começo da reação de expansão, o elemento de expansão restringe a substância de expansão a permanecer dentro da área desejada, de modo
20 que mesmo em um solo poroso, a substância não começa a se afastar. Se a substância reage, isto é, endurece suficientemente rápido, nenhum afastamento incontrolável da substância ocorre no solo, mesmo que a parede do elemento de expansão seja rompida.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para melhoria das condições do solo e/ou para levantamento de estruturas localizadas no solo, o
5 método compreendendo a provisão de um furo (6) no solo ou na estrutura, dispondo dentro do furo (6) uma barra de injeção (1) e um elemento de expansão (2) provido em conexão com a mesma, injetando uma substância dentro do elemento de expansão (2), **caracterizado** pelo fato de se
10 usar em tal procedimento de injeção uma substância que se expande como consequência de uma reação química, de modo que se gera uma força de pressionamento do elemento de expansão (2) contra o solo, principalmente, devido a essa reação química.

15

2. Método, conforme reivindicado na reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de se determinar características do solo antes da injeção, determinando-se uma quantidade da substância a ser injetada dentro do elemento de expansão
20 (2) antes da injeção, baseado nas características do solo, no volume do elemento de expansão (2) e em um efeito desejado.

3. Método, conforme reivindicado na reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de se determinar a quantidade da substância a ser injetada dentro do elemento de expansão
25 (2), mediante monitoramento do dito elemento de expansão (2) que está sendo cheio.

4. Método, conforme reivindicado na reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de se monitorar o elemento de expansão (2) que está sendo cheio por meio de um radar terrestre.

5. Método, conforme reivindicado na reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de se monitorar o elemento de expansão (2) que está sendo cheio por meio de um sensor de pressão.

6. Método, conforme reivindicado na reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de se monitorar o elemento de expansão (2) que está sendo cheio por meio de uma câmera termográfica.

7. Método, conforme reivindicado na reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de se monitorar o elemento de expansão (2) que está sendo cheio por meio de sensores de escuta e/ou percepção, de modo que o processo de injeção de substância dentro do elemento de expansão (2) seja interrompido, após o elemento de expansão (2) ter quebrado.

8. Método, conforme reivindicado na reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de se determinar a quantidade de substância a ser injetada correlacionada com o levantamento de uma estrutura (10), mediante observação de qualquer transferência vertical da estrutura (10).

9. Método, conforme reivindicado em quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de se deixar a barra de injeção (1) no seu lugar, em conexão com
5 o elemento de expansão (2), após a substância ter sido expandida.

10. Método, conforme reivindicado em quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de
10 totalmente se dispor a barra de injeção (1) no elemento de expansão (2), e se dispor a substância a circular dentro do elemento de expansão (2) através de aberturas (5), as quais são proporcionadas sobre um lado da barra de injeção (1).

15 11. Método, conforme reivindicado na reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que a barra de injeção (1) compreende um tubo externo provido de aberturas (5) e um tubo interno disposto no seu interior, em que a substância a ser injetada é alimentada ao longo do tubo
20 interno e o tubo interno é puxado para fora do interior do tubo externo, quando a substância estiver sendo injetada.

12. Método, conforme reivindicado em quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de
25 fazer com que a reação de expansão da substância ocorra no interior do elemento de expansão (2), em um espaço hermético.

13. Método, conforme reivindicado em quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de fazer com que a substância reaja depois de decorridos 25 segundos, a partir do momento que foi injetada dentro de um
5 saco (2).

14. Método, conforme reivindicado em quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de fazer com que a substância reaja decorridos menos de 50
10 segundos, a partir do momento que foi injetada dentro do elemento de expansão (2).

15. Método, conforme reivindicado em quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de
15 fazer com que a substância se expanda de 1,5 a 20 vezes, em relação ao seu volume original.

16. Método, conforme reivindicado em quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de
20 se determinar antes da injeção, uma resistência final à compressão da substância a ser injetada.

17. Método, conforme reivindicado na reivindicação 16, **caracterizado** pelo fato de se determinar
25 a resistência final à compressão da substância a ser injetada, com base na resistência do solo e no volume do elemento de expansão (2).

18. Disposição para melhoria das condições do solo e/ou para levantamento de estruturas, a disposição compreendendo uma barra de injeção (1) a ser disposta dentro de um furo (6) e provida em conexão com um elemento de expansão (2), uma substância a ser injetada dentro do elemento de expansão (2) e meios (4) para injetar a substância dentro do elemento de expansão (2), **caracterizada** pelo fato de que a substância a ser injetada dentro do elemento de expansão (2) é uma substância que se expande em consequência de uma reação química, de modo que se gera uma força de pressionamento do elemento de expansão (2) contra o solo, principalmente, devido a essa reação química.

19. Disposição, conforme reivindicada na reivindicação 18, **caracterizada** pelo fato de se dispor totalmente a barra de injeção (1) no elemento de expansão (2), em que o elemento de expansão (2) na sua extremidade inferior é fixado à barra de injeção (1) por meio de um fixador inferior (3a) e na sua extremidade superior por meio de um fixador superior (3b), e que um lado da barra de injeção (1) é provido de aberturas (5), através das quais a substância é permitida circular dentro do elemento de expansão (2).

20. Disposição, conforme reivindicada na reivindicação 19, **caracterizada** pelo fato de que o fixador inferior (3a) e/ou o fixador superior (3b) são disponibilizados móveis em relação à barra de injeção (1).

21. Disposição, conforme reivindicada nas reivindicações 19 ou 20, **caracterizada** pelo fato de que a barra de injeção (1) compreende um tubo externo provido de aberturas (5) e um tubo interno disposto no interior do tubo externo para alimentação de uma substância a ser injetada dentro do elemento de expansão, o tubo interno podendo ser puxado do interior do tubo externo.

22. Disposição, conforme reivindicada em quaisquer das reivindicações 18 a 21, **caracterizada** pelo fato de que o elemento de expansão (2) é fabricado de um material estanque ao ar.

23. Disposição, conforme reivindicada em quaisquer das reivindicações 18 a 22, **caracterizada** pelo fato de que a substância de expansão é tal que sua reação de expansão tem início depois de decorridos 25 segundos da injeção dentro do elemento de expansão (2).

24. Disposição, conforme reivindicada em quaisquer das reivindicações 18 a 23, **caracterizada** pelo fato de que a substância de expansão é tal que a mesma se expande de 1,5 a 20 vezes em relação ao seu volume original.

1/4

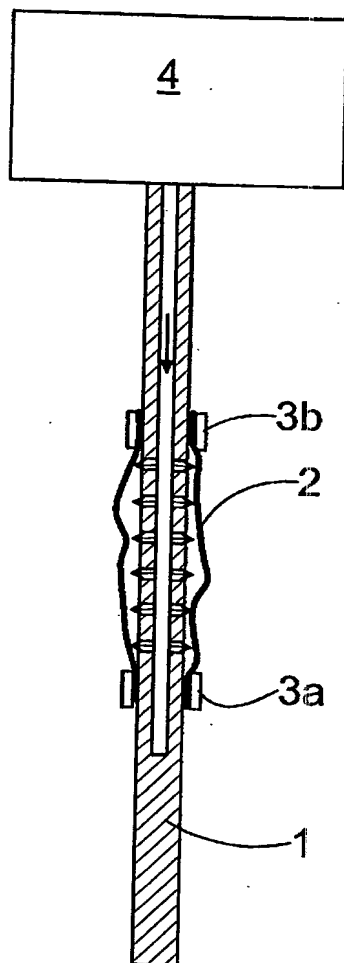


FIG. 1

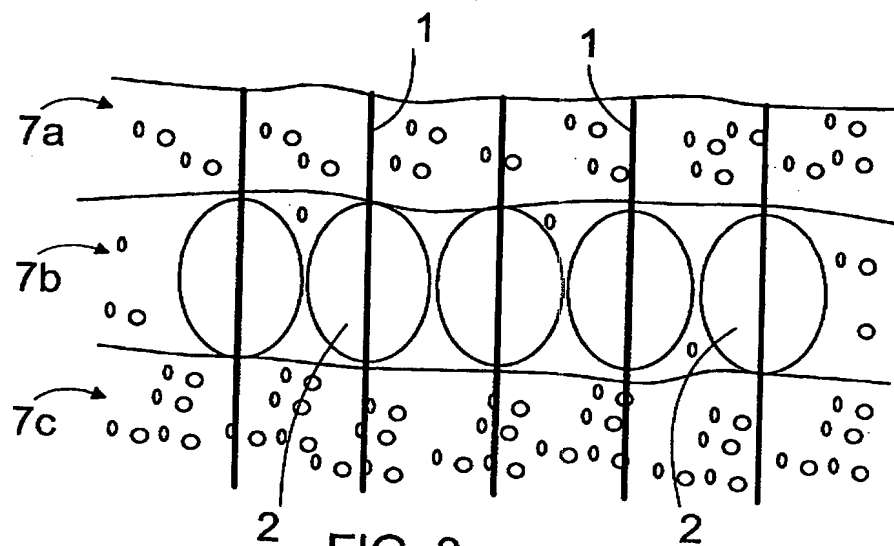


FIG. 3

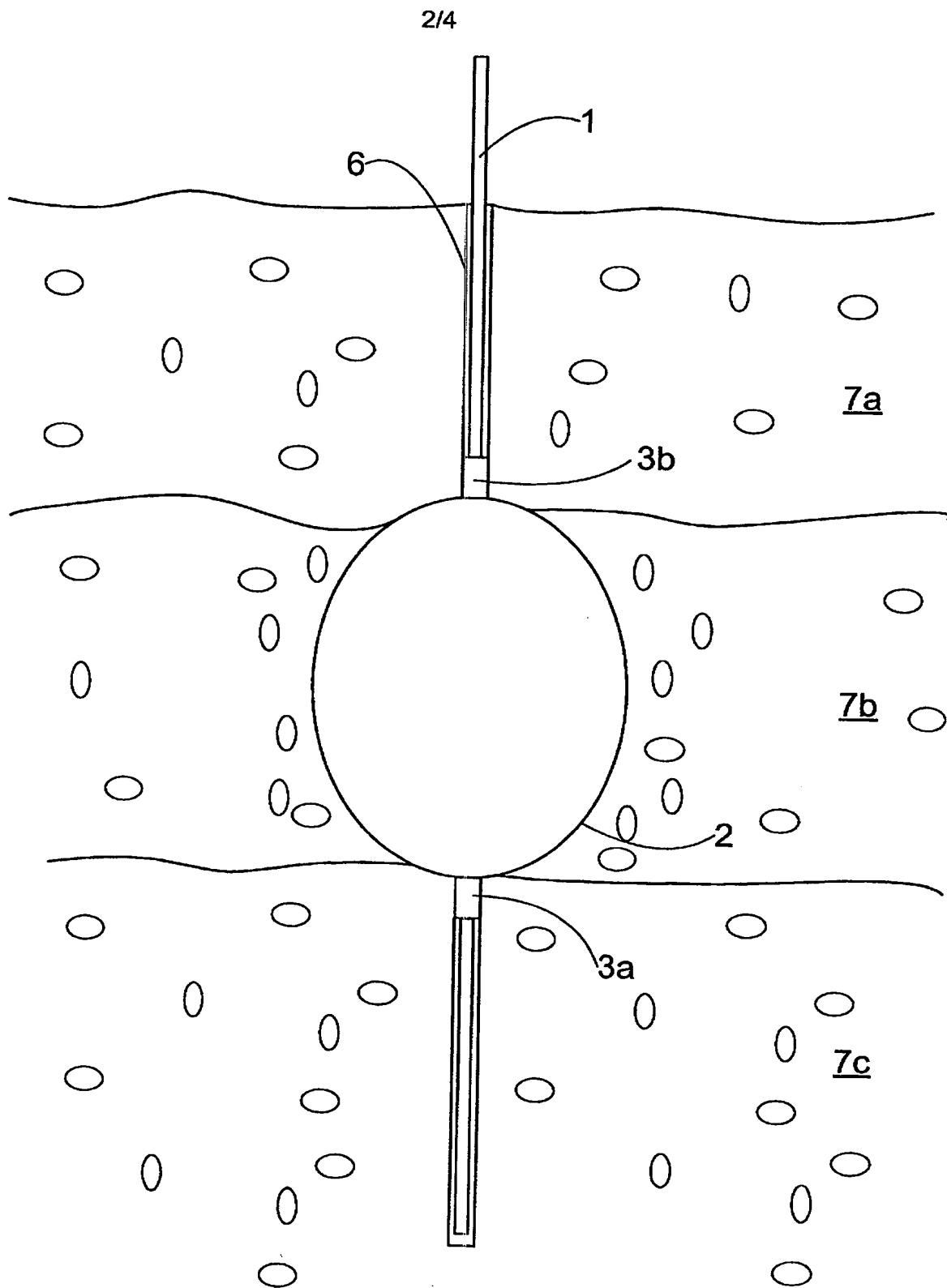


FIG. 2

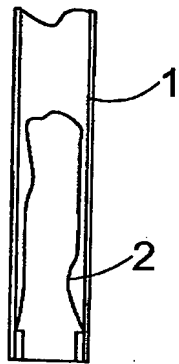


FIG. 4a

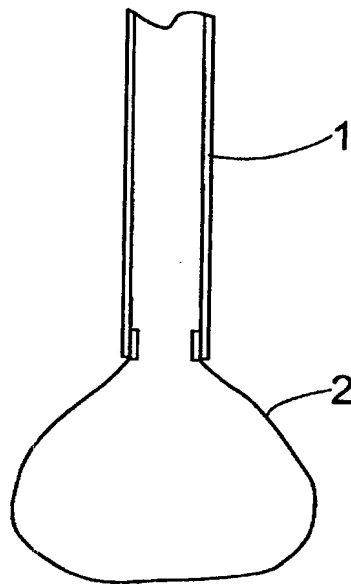


FIG. 4b

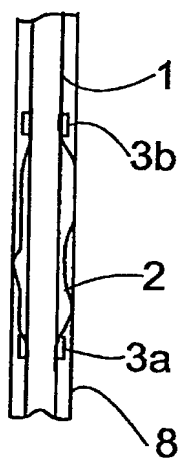


FIG. 5

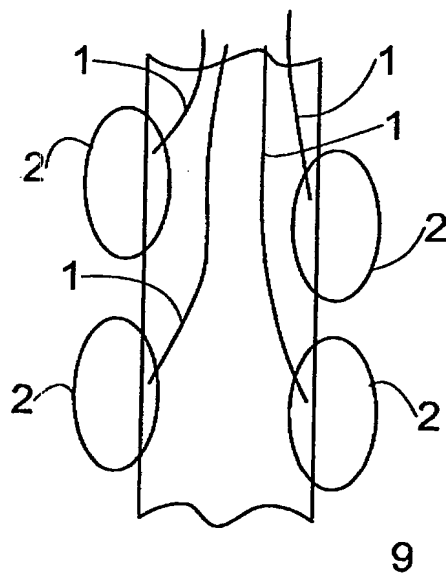


FIG. 6

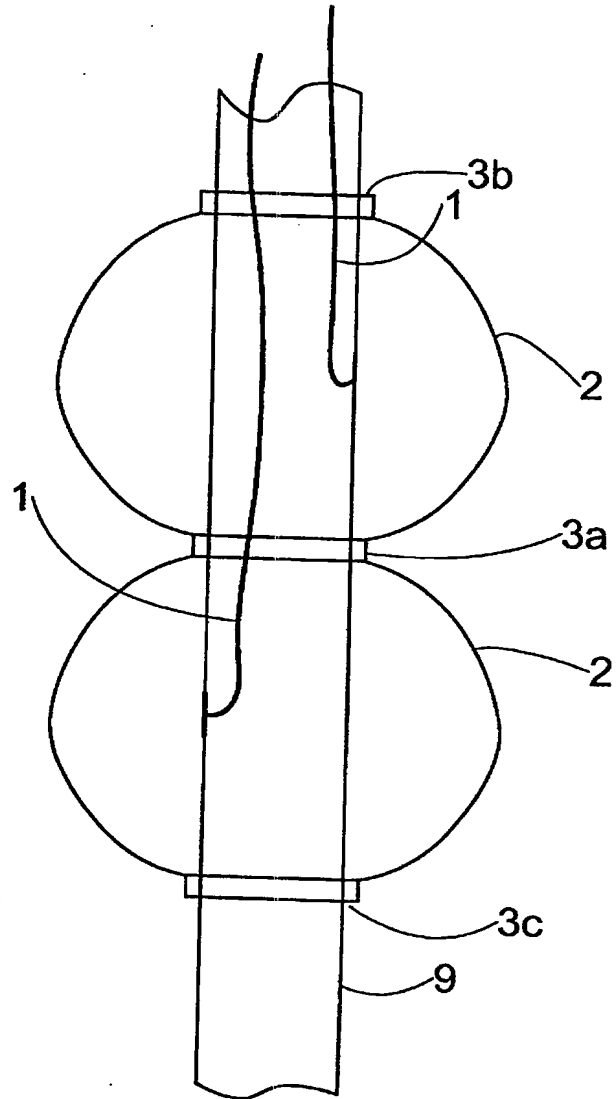


FIG. 7

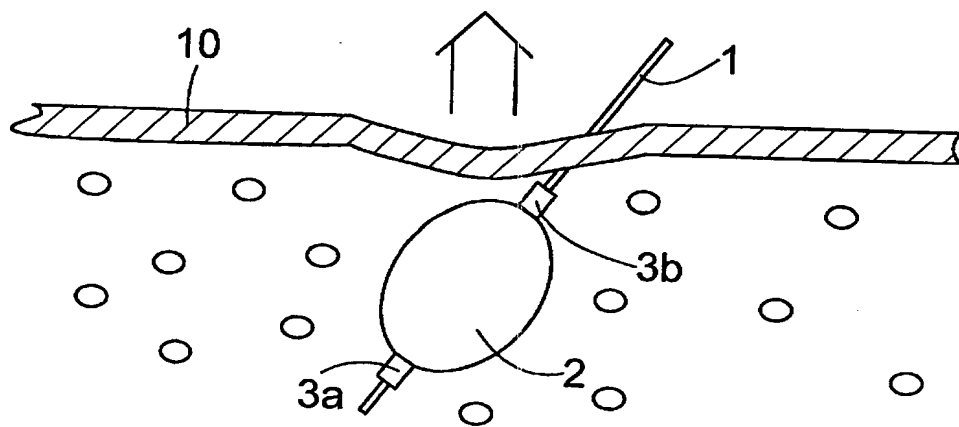


FIG. 8

PIOT 12315-9

RESUMO

**"MÉTODO E DISPOSIÇÃO PARA MELHORIA DAS CONDIÇÕES DO SOLO
E/OU PARA LEVANTAMENTO DE ESTRUTURAS"**

5

A invenção é concretizada pela provisão de um furo (6) no solo ou numa estrutura e uma barra de injeção (1), que apresenta um elemento de expansão (2) passivo de enchimento em conexão com a mesma, se dispõe dentro do furo. Uma substância que se expande em consequência de uma reação química é injetada dentro do elemento de expansão (2). O elemento de expansão (2), cheio com a substância reagida, se torna compacto, preenchendo ou substituindo o solo circundante ou suspende, assim como, estabiliza, estruturas localizadas no solo. Uma força pressionando o elemento de expansão (2) contra o solo é gerada pela reação química, expandindo a substância injetada dentro do elemento de expansão (2).

15