

(11) Número de Publicação: **PT 1942247 E**

(51) Classificação Internacional:  
**E21B 7/26** (2007.10) **E21B 49/00** (2007.10)

**(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: <b>2007.01.04</b>	(73) Titular(es): <b>BAUER MASCHINEN GMBH</b> <b>WITTELSBACHERSTRASSE 5 86529</b> <b>SCHROBENHAUSEN</b> <b>DE</b>
(30) Prioridade(s):	
(43) Data de publicação do pedido: <b>2008.07.09</b>	(72) Inventor(es): <b>ERWIN EMIL STÖTZER</b> <b>DE</b> <b>ROBERT WENGER</b> <b>DE</b>
(45) Data e BPI da concessão: <b>2009.04.08</b> <b>103/2009</b>	(74) Mandatário: <b>MANUEL ANTÓNIO DURÃES DA CONCEIÇÃO ROCHA</b> <b>AV LIBERDADE, Nº. 69 1250-148 LISBOA</b> <b>PT</b>

(54) Epígrafe: **PROCESSO E DISPOSITIVO PARA FAZER UM FURO NO SOLO ATRAVÉS DE PERFURAÇÃO DESLOCADA**

(57) Resumo:

**RESUMO****"PROCESSO E DISPOSITIVO PARA FAZER UM FURO NO SOLO  
ATRAVÉS DE PERFURAÇÃO DESLOCADA"**

A invenção refere-se a um processo para fazer um furo no solo através de perfuração deslocada, segundo o qual uma coluna de perfuração, que possui numa zona inferior uma área de deslocamento transversalmente ampliada, é rotativamente introduzida no solo. Segundo a invenção está previsto apurar parâmetros de serviço da coluna de perfuração quando esta é introduzida no solo e ainda utilizar estes parâmetros de serviço na determinação da capacidade de carga da perfuração. A invenção refere-se ainda a um dispositivo para fazer um furo no solo através da perfuração deslocada, que pode ser utilizado para executar o processo em conformidade com a invenção.

**DESCRIÇÃO****"PROCESSO E DISPOSITIVO PARA FAZER UM FURO NO SOLO  
ATRAVÉS DE PERFURAÇÃO DESLOCADA"**

A invenção refere-se a um processo para fazer um furo no solo através de perfuração deslocada, segundo o qual uma coluna de perfuração, que possui numa zona inferior pelo menos uma área de deslocamento transversalmente ampliada, é rotativamente introduzida no solo, sendo apurados parâmetros de serviço da coluna de perfuração quando esta está a ser introduzida no solo e sendo estes parâmetros utilizados para determinar a capacidade de carga da perfuração, conforme o termo genérico da reivindicação 1.

A invenção refere-se ainda a um dispositivo para fazer um furo no solo através da perfuração deslocada conforme o termo genérico da reivindicação 8. Um dispositivo destes é construído com uma coluna de perfuração, que numa zona inferior possui pelo menos uma área de deslocamento transversalmente ampliada, e um dispositivo de accionamento para o accionamento rotativo e deslocação axial da coluna de perfuração, estando previstos meios para apurar os parâmetros de serviço da coluna de perfuração na introdução axial da mesma no solo, e em que está previsto um instrumento de cálculo, que transforma os parâmetros de serviço, que determinam a capacidade de carga da perfuração, numa relação matemática.

Por exemplo, EP 1 277 887 A2 dá-nos a conhecer um processo e um dispositivo do género.

Num conhecido processo de perfuração deslocada é introduzida no solo uma coluna de perfuração, que possui,

na zona da sua extremidade do fundo, uma área de deslocamento. Nesta área de deslocamento, a coluna de perfuração tem um diâmetro maior quando comparada com áreas de coluna de perfuração situadas abaixo. Na área de deslocamento o material de perfuração existente é radialmente deslocado em relação à coluna de perfuração, sob a formação de uma cavidade e compactação das áreas do solo adjacentes. Na cavidade que se forma pode ser colocado um material de enchimento para formar um elemento de fundação. Por exemplo, DE 103 44 353 A1 e DE 42 20 976 C1 apresentam processos para a perfuração deslocada.

Para determinar a capacidade de carga conhecem-se sondagens de cravação, como por exemplo o "Standard Penetration Test" (SPT). No Standard Penetration Test é colocada uma sonda de cravação normalizada no solo e é medido o número de batidas de cravação, que são necessárias à introdução da sonda a uma determinada distância. O cálculo do número de batidas apurado com factores empíricos com base no tipo de solo, permite avaliar a capacidade de carga limite de pilares. Num processo de perfuração deslocada, este tipo de procedimento pode ficar comparativamente mais caro, uma vez que, além do instrumento de perfuração, é também necessário disponibilizar um instrumento de cravação. Para além disso, a precisão para determinados campos de aplicação pode não ser suficientemente alta.

EP 0 842 329 B1 apresenta um processo de perfuração, segundo o qual o material do solo existente é transportado no exterior através de uma broca helicoidal ao longo de uma haste de sonda, sem se verificar uma deslocação radial. Está previsto determinar a velocidade de rotação, a taxa de

introdução e/ou o binário na broca helicoidal e controlá-los de modo que as espirais da broca sejam carregadas com material do solo oriundo da ponta da broca. A velocidade de penetração deve ser adaptada à velocidade de manuseamento do trado, de modo que não seja transportado material a mais, nem se corra o risco de ocorrer um entupimento da espiral da broca, nem que seja transportado material a menos que cause o perigo de desmoronamento do buraco da perfuração.

EP 1 229 172 A1 descreve um processo de perfuração, segundo o qual uma máquina de furar é equipada com sensores para definir as propriedades dinâmicas do aparelho para furar. Os valores de medição destes sensores são memorizados para profundidades consecutivas. Para cada profundidade é calculada, a partir das medições memorizadas, pelo menos uma variável que reproduz a qualidade do solo.

EP 0 401 119 A1 apresenta outro processo de perfuração, no qual são assumidos parâmetros.

A invenção tem como objectivo disponibilizar um processo e um dispositivo de perfuração deslocada, que permitem fazer furos com capacidade de carga conhecida, de um modo particularmente fácil e económico.

O objectivo é alcançado pelo processo com as características da reivindicação 1 e um dispositivo com as características da reivindicação 8. Os exemplos de execução privilegiados do processo são apresentados nas reivindicações dependentes.

No processo em conformidade com a invenção está previsto apurar parâmetros de serviço da coluna de perfuração quando esta é introduzida no solo e ainda

utilizar estes parâmetros de serviço na determinação da capacidade de carga da perfuração.

A invenção tem por base o conhecimento de que existe uma relação entre os parâmetros de serviço dominantes durante a introdução de uma ferramenta de perfuração deslocada no solo e a capacidade de carga da perfuração daqui resultante. Esta relação pode, entre outros, ser fundamentada pelo facto de ocorrer, durante a perfuração deslocada, uma deslocação radial objectiva e, conseqüentemente, uma compactação do material do solo envolvente, estando as propriedades de compactação, por sua vez, relacionadas com a capacidade de carga.

Em conformidade com a invenção, a capacidade de carga é apurada com base em medições, que são efectuadas na ferramenta de perfuração deslocada logo durante a execução da perfuração deslocada. Pode, assim, prescindir-se da realização dispendiosa de perfurações de sondagens especiais por meio de dispositivos próprios de sondagem, de modo a baixar os custos e aumentar o rendimento, conforme a invenção. Uma vez que para além disso, os dados sobre a capacidade de carga podem ser determinados directamente na própria perfuração e não têm de ser apurados nos pontos de sondagem afastados da perfuração, a invenção permite determinar a capacidade de carga com muita precisão, que reproduz muito bem as condições do solo na própria perfuração.

A cavidade que se forma vantajosamente no solo durante a introdução da coluna de perfuração no solo é enchida com um material de enchimento passível de ser endurecido, o que permite obter um elemento de fundação. Na capacidade de carga determinada pode tratar-se, neste caso, da capacidade

de carga do elemento de fundação. O enchimento pode ser efectuado durante e/ou depois de introduzir a coluna de perfuração.

Em conformidade com a invenção, são utilizados como parâmetros de serviço, pelo menos, o binário na coluna de perfuração, a profundidade de introdução da coluna de perfuração por rotação e, principalmente, a força de inserção da coluna de perfuração. Isto permite uma caracterização particularmente precisa do solo penetrado e, conseqüentemente, uma determinação muito precisa da capacidade de carga. Podem ainda utilizar-se outras grandezas de medição para determinar as mencionadas grandezas de medição, que estão relacionadas com pelo menos uma dessas grandezas. Por exemplo, é possível determinar a pressão hidráulica num accionamento rotativo hidráulico para a coluna de perfuração e, a partir daqui, calcular o binário nessa coluna.

Está ainda previsto para a determinação da capacidade de carga da perfuração, constituir um quociente a partir do binário na coluna de perfuração e da profundidade de penetração dessa coluna por rotação e calcular, a partir daqui, um índice da capacidade de carga.

O índice da capacidade de carga  $\alpha$  pode ser uma função  $f$  do quociente do binário  $M$  na coluna de perfuração relativamente à profundidade de penetração dessa coluna por rotação

$$\frac{\frac{\Delta d}{n}}{n}$$

$$\alpha = f \left( \frac{M}{\left( \frac{\Delta d}{n} \right)} \right)$$

De um modo particular, o índice  $\alpha$  pode ser directamente a relação do binário  $M$ , ao qual a coluna de perfuração é sujeita, com a profundidade de penetração por

rotação  $\frac{\Delta d}{n}$  :

$$\alpha = \frac{M}{\left( \frac{\Delta d}{n} \right)}$$

O índice  $\alpha$  pode, por exemplo, caracterizar o tipo de solo da camada de solo penetrada.

Segundo a invenção, pode estar previsto comparar os parâmetros de serviço apurados e/ou o índice da capacidade de carga para determinação dessa capacidade com uma tabela de valores.

Deste modo, consegue-se determinar a capacidade de carga de um modo muito simples. A tabela de valores pode ser, por exemplo, empiricamente criada.

Segundo a invenção, é ainda possível determinar muito facilmente e sem grandes custos a capacidade de carga, pelo

facto de se realizarem previamente perfurações de ensaio em camadas de solo com características conhecidas para apurar uma ordem de atribuição entre os parâmetros de serviço e a capacidade de carga e/ou uma ordem de atribuição entre o índice da capacidade de carga e a capacidade de carga. Comparando os parâmetros de serviço apurados em camadas de solo desconhecidas e/ou o índice da capacidade de carga aqui apurado com os valores apurados nas perfurações de ensaio, pode-se deduzir a capacidade de carga da camada de solo desconhecida. Pode-se, principalmente, igualar a capacidade de carga da camada de solo desconhecida à capacidade de carga de uma camada de solo conhecida, desde que entre os parâmetros de serviço e/ou o índice da capacidade de carga haja uma correspondência, pelo menos aproximada. As perfurações de ensaio destinam-se, assim, à calibragem do processo ou do dispositivo em conformidade com a invenção. As características das camadas de solo, onde se efectuam as perfurações de ensaio, principalmente a sua capacidade de carga, são apuradas, de preferência, com uma medição técnica. Para o efeito, pode utilizar-se um processo qualquer conhecido, como por exemplo um processo de sondagem de cravação.

Para uma caracterização particularmente precisa do solo penetrado é vantajoso que pelo menos um dos parâmetros de serviço seja apurado em função da profundidade de penetração da coluna de perfuração no solo. De preferência, todos os parâmetros de serviço utilizados para determinar a capacidade de carga são apurados em função da profundidade. Um cálculo em função da profundidade permite apurar a posição e/ou a espessura de camadas de suporte. Pode utilizar-se o parâmetro de serviço em função da

profundidade de penetração para determinar um perfil de profundidade da capacidade de carga. Por exemplo, é possível apurar o índice da capacidade de carga através da profundidade de penetração da coluna de perfuração, o que permite caracterizar o perfil de profundidade da capacidade de carga.

Segundo a invenção é ainda vantajoso o facto de pelo menos um dos parâmetros de serviço ser apurado para áreas de profundidade de penetração anteriormente determinadas da coluna de perfuração no solo. As áreas de profundidade da penetração podem ter, por exemplo, uns 3 metros. Uma medição destas por áreas pode reduzir os custos na recolha de dados. Um apuramento por áreas dos parâmetros de serviço acarreta uma certa formação de valores médios, de modo que as oscilações temporárias nos parâmetros de serviço resultantes da falta de homogeneidades locais, não constituem um peso excessivo.

Para determinar a capacidade de carga a partir dos parâmetros de serviço e/ou para determinar o índice da capacidade de carga está previsto um instrumento de cálculo, principalmente um computador, que está em contacto de sinalização com detectores para os parâmetros de serviço e/ou para grandezas de medição associadas aos parâmetros de serviço.

É particularmente vantajoso o facto de uma profundidade final da perfuração ser ajustada em função dos parâmetros de serviço apurados, principalmente do índice da capacidade de carga apurado. Pode estar, por exemplo, previsto furar automaticamente até chegar a uma camada de solo com uma capacidade de carga limite anteriormente definida.

Para uma forte evolução na perfuração está ainda previsto a coluna de perfuração apresentar na zona da área de deslocamento pelo menos uma espiral. A espiral está prevista entre a ponta da coluna de perfuração e a área de deslocamento e pode servir para extrair o material do solo existente e levá-lo até à área de deslocamento.

No dispositivo em conformidade com a invenção estão previstos meios para apurar parâmetros de serviço da coluna de perfuração na introdução axial da coluna no solo e um instrumento de cálculo, que transforma os parâmetros de serviço, que determinam a capacidade de carga da perfuração, numa relação matemática.

Pode encontrar-se um dispositivo conforme a invenção equipado para executar o processo da invenção, o que permite alcançar as vantagens aqui associadas.

Passamos a explicar em pormenor a invenção por meio de versões privilegiadas, que são esquematicamente apresentadas no desenho anexo.

Temos aqui esquematicamente:

a figura 1 mostra uma vista lateral de um dispositivo em conformidade com a invenção para executar o processo da invenção.

A figura 1 ilustra uma versão do dispositivo de perfuração deslocada em conformidade com a invenção. O dispositivo apresenta uma coluna de perfuração 10, que pode ser rodada através de um dispositivo de accionamento 41 no sentido da seta e que pode ser axialmente deslocada no sentido da seta. Perto de uma ponta, a coluna de perfuração 10 apresenta uma área de deslocamento 20, na qual a coluna

10 possui um diâmetro maior, comparativamente com as áreas situadas acima e abaixo. No lado da área de deslocamento 20 virado para a ponta da coluna de perfuração 10 encontra-se nessa coluna 10 uma primeira espiral 11. No lado da área de deslocamento 20 oposto à ponta da coluna de perfuração 10 está prevista uma segunda espiral 12 na coluna de perfuração 10.

Na introdução rotativa da coluna de perfuração 10 no solo 3, é extraído o material do solo junto à ponta da coluna de perfuração 10. Este material extraído do solo é transportado desde a espiral inferior 11 ao longo da coluna de perfuração 10 para a área de deslocamento 20. Devido ao aumento do diâmetro da coluna de perfuração 10 na área de deslocamento 20, o material do solo axialmente transportado e extraído é, assim, radialmente deslocado para a haste de sonda 10 e pressionado em áreas do solo adjacentes. Deste modo, faz-se um furo 1 no solo 3 sem que o material extraído do solo venha para o exterior e se transforme em material escavado. A espiral superior 12, disposta ao contrário da primeira espiral 11, serve para introduzir material do solo, que irrompe das áreas superiores perfuradas para a perfuração 1 - para a área de deslocamento 20 - onde também é radialmente comprimido em áreas do solo adjacentes.

A coluna de perfuração 10 é lisa numa zona superior, ou seja, não tem espiral. Não é necessário que a espiral venha ao exterior num processo de perfuração deslocada, uma vez que o material extraído do solo permanece no solo.

Na coluna de perfuração 10 está previsto um dispositivo de sensores 51, que permite determinar a profundidade de penetração da coluna de perfuração 10 por

rotação dessa coluna 10. Está previsto outro dispositivo de sensores 52 no dispositivo de accionamento 41, servindo para determinar o binário, ao qual é sujeita a coluna de perfuração 10 do dispositivo de accionamento 41. Além disso, é possível determinar com o dispositivo de sensores 52 a intensidade de penetração axialmente orientada na coluna de perfuração 10. Ambos os dispositivos de sensores 51 e 52 estão em contacto de sinalização com um instrumento de cálculo 53, principalmente numa ligação por cabos. Este instrumento de cálculo 53 destina-se a determinar a capacidade de carga da perfuração 1 a partir do binário registado, da profundidade de penetração registada por rotação e da intensidade de penetração registada. O instrumento de cálculo 53 pode principalmente servir para determinar um índice da capacidade de carga  $\alpha$  a partir dos valores mencionados.

Na versão apresentada, o solo 3 penetrado pelo furo 1 apresenta três camadas do solo sobrepostas 4, 4', 4" com diferentes capacidades de carga. Assim sendo, o instrumento de cálculo 53 apura na penetração por fases das camadas do solo 4, 4', 4" um índice diferente da capacidade de carga  $\alpha$ ,  $\alpha'$ ,  $\alpha''$ .

**DOCUMENTOS APRESENTADOS NA DESCRIÇÃO**

Esta lista dos documentos apresentados pelo requerente foi exclusivamente recolhida para informação do leitor e não faz parte do documento europeu da patente. Foi elaborada com o máximo cuidado; o IEP não assume, porém, qualquer responsabilidade por eventuais erros ou omissões.

**Documentos de patente apresentados na descrição**

- EP 1277887 A2
- DE 10344353 A1
- DE 4220976 C1
- EP 0842329 B1
- EP 1229172 A2
- EP 0401119 A1

Lisboa, 21/05/2009

## REIVINDICAÇÕES

1. Processo para fazer um furo (1) no solo (3) através da perfuração deslocada, segundo o qual

- uma coluna de perfuração (10), que possui numa zona inferior pelo menos uma área de deslocamento transversalmente ampliada (20) e que possui entre uma ponta da coluna de perfuração e a área de deslocamento (20) pelo menos uma espiral (11, 12), é rotativamente introduzida no solo (3),
- são apurados parâmetros de serviço da coluna de perfuração (10) ao introduzi-la no solo (3), e
- são utilizados os parâmetros de serviço para determinar a capacidade de carga da perfuração (1),

**caracterizado pelo facto,**

**de** serem utilizados como parâmetros de serviço, pelo menos, o binário na coluna de perfuração (10) e a profundidade de penetração da coluna de perfuração (10) por rotação,

**de,** para determinar a capacidade de carga da perfuração (1), ser constituído um quociente a partir do binário na coluna de perfuração (10) e da profundidade de penetração da coluna de perfuração (10) por rotação e, a partir daqui, ser apurado um índice da capacidade de carga ( $\alpha$ ), e **de** serem previamente realizadas perfurações de ensaio em camadas de solo com características conhecidas para apurar uma ordem de atribuição entre o índice da capacidade de carga ( $\alpha$ ) e a capacidade de carga.

2. Processo segundo a reivindicação 1,

**caracterizado pelo facto,**

de ser utilizado como parâmetro de serviço a intensidade de penetração da coluna de perfuração (10).

3. Processo segundo uma das reivindicações anteriores,

**caracterizado pelo facto,**

**de os** parâmetros de serviço apurados e/ou o índice da capacidade de carga apurado ( $\alpha$ ) serem comparados com uma tabela de valores para determinar a capacidade de carga.

4. Processo segundo uma das reivindicações anteriores,

**caracterizado pelo facto,**

**de** pelo menos um dos parâmetros de serviço ser apurado em função da profundidade de penetração da coluna de perfuração (10) no solo (3), sendo o parâmetro de serviço em função da profundidade de penetração utilizado principalmente para determinar um perfil de profundidade da capacidade de carga.

5. Processo segundo uma das reivindicações anteriores,

**caracterizado pelo facto,**

**de** pelo menos um dos parâmetros de serviço ser apurado para áreas de profundidade de penetração previamente determinadas da coluna de perfuração (10) no solo (3).

6. Processo segundo uma das reivindicações anteriores,

**caracterizado pelo facto,**

**de** uma profundidade final da perfuração (1) ser ajustada em função dos parâmetros de serviço apurados.

7. Processo segundo uma das reivindicações anteriores,

**caracterizado pelo facto,**

**de** uma cavidade formada através da introdução da coluna de perfuração (10) no solo (3) ser enchida com um material de enchimento, que é particularmente passível de ser endurecido, formando-se um pilar de perfuração.

**8.** Dispositivo para fazer um furo (1) no solo (3) através da perfuração deslocada, principalmente para executar o processo segundo uma das anteriores reivindicações, com

- uma coluna de perfuração (10), que possui numa zona inferior pelo menos uma área de deslocamento transversalmente ampliada (20) e possui entre uma ponta da coluna de perfuração e a área de deslocamento (20) pelo menos uma espiral (11, 12), e
- um dispositivo de accionamento para o accionamento rotativo e deslocação axial da coluna de perfuração (10),
- em que estão previstos meios para apurar parâmetros de serviço da coluna de perfuração (10) durante a sua introdução axial no solo (3), e
- em que está previsto um instrumento de cálculo (53), que transforma os parâmetros de serviço determinantes da capacidade de carga da perfuração (1), numa relação matemática,

**caracterizado pelo facto,**

**de os** meios para apurar parâmetros de serviço estarem preparados para apurar como parâmetro de serviço, pelo menos, a rotação na coluna de perfuração (10) e a

profundidade de penetração da coluna de perfuração (10) por rotação,

**de o** dispositivo estar preparado para formar, para determinação da capacidade de carga da perfuração (1), um quociente a partir do binário na coluna de perfuração (10) e da profundidade de penetração da coluna de perfuração (10) por rotação e apurar, a partir daqui, um índice da capacidade de carga ( $\alpha$ ), e

**de o** dispositivo ser calibrado por meio de perfurações de ensaio, que foram previamente levadas a cabo nas camadas do solo com características conhecidas para apurar uma ordem de atribuição entre o índice da capacidade de carga ( $\alpha$ ) e a capacidade de carga.

Lisboa, 21/05/2009

