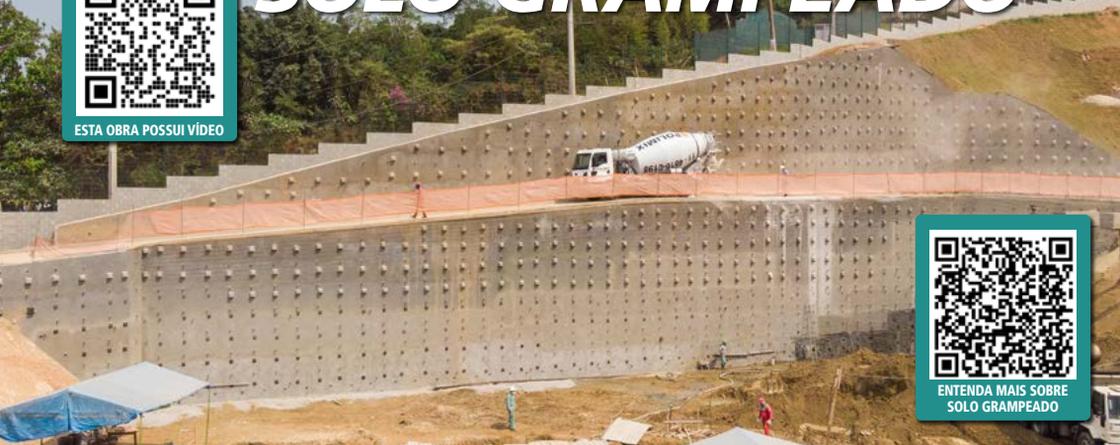




ESTA OBRA POSSUI VIDEO

SOLO GRAMPEADO



ENTENDA MAIS SOBRE SOLO GRAMPEADO

ÍNDICE

1. Definição
2. Norma
3. Método construtivo
4. Grampo
5. Revestimento em Concreto Projetado / Verde
6. Drenagem
7. A importância do Grampo Vertical
8. Controle
9. Equipe de Trabalho
10. Manutenção do Solo Grampeado
11. Modelo de Boletim de Execução

1. DEFINIÇÃO

Solo grampeado é uma técnica de melhoria de solos, que permite a contenção de taludes por meio da execução de Grampos, concreto projetado e drenagem. Os grampos, promovem a estabilização geral do maciço, o concreto projetado dá estabilidade local junto ao paramento e a drenagem age em ambos os casos (Figura 1).



Figura 1 - Estabilidade geral do maciço.

Esta técnica se aplica a:

- Cortes para implantação de subsolos ou cortes com geometria instável (Figura 2).



Figura 2 - Implantação de shopping.

- Taludes existentes sem estabilidade satisfatória (Figura 3)



Figura 3 - Taludes Instáveis

- Taludes rompidos (Figura 4).



Figura 4 - Taludes rompidos



Figura 5 - Fases construtivas em corte. Exemplo de escavação mecanizada.

2. NORMA

NBR 16920-2 / 2021.

3. MÉTODO CONSTRUTIVO

O solo grampeado tem início com a execução de grampos verticais, como medida de melhoria do solo e pré contenção. Segue com o corte descendente do solo na geometria do projeto (Figura 5), excetuando-se os casos de taludes pré-existentes. Continua com a execução da primeira linha de grampos e aplicação do revestimento de concreto projetado.

Caso o talude já esteja cortado pode-se trabalhar de forma descendente ou ascendente, conforme a conveniência. Simultaneamente ao avanço dos trabalhos, são executados os drenos profundos e os de paramento, assim como canaletas ou descidas d'água, conforme especificado no projeto.

A performance de execução do Solo Grampeado depende única e exclusivamente do acompanhamento par e passo da empresa de terraplanagem contratada para a obra. Se não tivermos apoio neste ponto o andamento da obra fica muito prejudicado.

4. GRAMPO

4.1 Definição

Os grampos, na grande maioria dos casos, são moldados "in loco", por meio das operações de perfuração e fixação de armação com injeção de calda de cimento sob pressão.

A figura 6, ilustra o grampo colocado no furo.



Figura 6 - Partes constitutivas do Grampo

4.2 Perfuração

As perfurações são normalmente executadas por equipamentos, pesando entre 50 e 1000 kg, portanto leves, de fácil manuseio, instalação e trabalho sobre qualquer superfície. Como fluido de perfuração e limpeza do furo, poderá ser utilizada água, ar, lama, ou nenhum deles em se optando por trados helicoidais contínuos. O sistema mais comum é aquele por lavagem com água. Com nossa experiência prática, a utilização de água como fluido de perfuração não encharca o terreno, pois na perfuração a boca do furo está aberta e o fluxo de água misturada com o solo é livre, inexistindo pressão transmitida ao terreno. A perfuração com ar comprimido atende muito bem se o solo não estiver úmido ou abaixo do lençol freático, caso contrário pode haver entupimento do fluxo de ar com a lama, transmitindo pressão ao terreno. A depender da profundidade do furo, diâmetro, área de trabalho, pode-se optar por perfuratrizes tipo sonda, "crawlair", "wagon drill", ou até perfuratrizes manuais. Os grampos têm usualmente inclinação abaixo da horizontal variando de 5° a 30° com diâmetro de perfuração de 75 mm a 100 mm.

A escolha do método de perfuração deve ser tal que a cavidade perfurada permaneça estável até que a injeção esteja concluída. Caso se utilize lamas estabilizantes, deve-se assegurar o não prejuízo do atrito lateral. Normalmente a lavagem da cavidade com calda de cimento atinge este objetivo.

4.3 Armação

Concluída a perfuração, segue-se a instalação e fixação das barras. Estas podem ser metálicas, de fibras de vidro resinadas, ou similares. O elemento fixado no furo não deverá perder suas características de resistência ao longo do tempo. No caso de peças metálicas, elas poderão receber tratamento anticorrosivo adequado, usualmente resinas epóxicas, ou proteção eletrolítica e a calda de cimento, A NBR 16920-2 permite considerar uma espessura de sacrifício. No caso das barras de fibra dispensa-se tal cuidado. Ao longo destes elementos deverão ser instalados dispositivos centralizadores, que garantam seu contínuo e constante recobrimento com a calda de cimento.

Usualmente são utilizadas barras de aço de construção civil. As mangueiras de

injeção são fixadas ao longo das barras. Estas devem dividir os trechos de injeção conforme especificado em projeto. Caso não esteja definido sugere-se em pelo menos três trechos. Esta mangueira comumente de polietileno, tem de 8 a 10 mm de diâmetro ao longo da qual estão dispostas válvulas de injeção instaladas a cada 50 cm, até 0,75m da boca do furo. A figura 7 ilustra as fases construtivas do grampo.

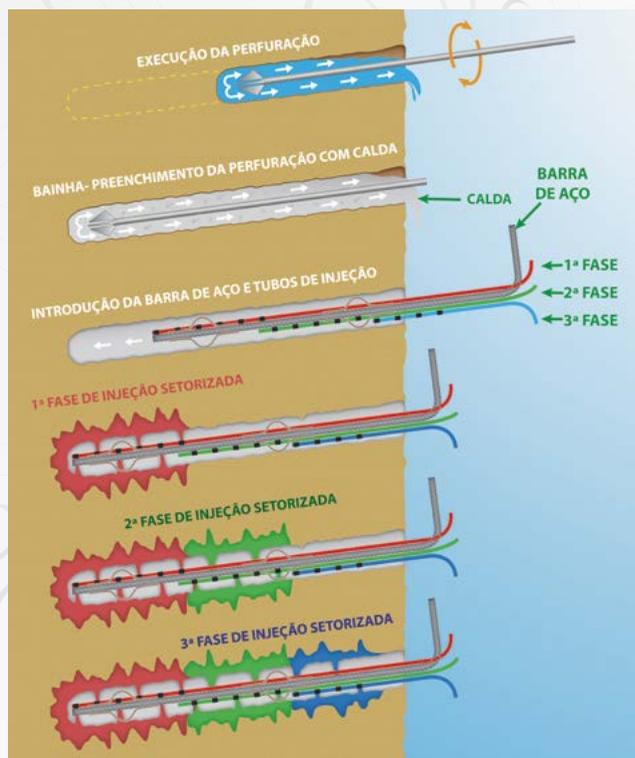


Figura 7 - Fases construtivas do Grampo: Perfuração, execução da bainha, introdução da barra de aço e tubos de injeção e injeção setorizada.

4.4 Injeção

A injeção do grampo em setores, poderá ser realizada por fluido cimentante qualquer. Usualmente são empregadas

calda de cimento ou resinas. Normalmente se utiliza uma calda com elevado teor de cimento para solos, reservando as resinas para materiais rochosos.

A primeira etapa de injeção denominada bainha, compreende o preenchimento do furo e a introdução da barra. Alternativamente pode-se realizar o preenchimento do furo com calda de cimento após a instalação da barra.

Por meio de tubulação acessória cuja extremidade é posicionada na parte inferior da perfuração e a calda de cimento é injetada de baixo para cima, preenchendo totalmente a cavidade.

A injeção por setores, se dá por meio das mangueiras perdidas que foram instaladas juntamente com a barra de aço. É executada em fase única, medindo-se para cada trecho a pressão de injeção e o volume injetado. Seguem as ações básicas utilizadas no processo da injeção:

- Entre 6 e 24 horas após o término da bainha inicia-se as fases de injeção.
- Adota-se o traço da calda a/c entre 0,5 e 0,7 em peso.
- Prepara-se um volume de calda equivalente ao traço produzido por 1 a 2 sacos, ou seja, entre 40 e 100 litros em misturador de alta turbulência, maior ou igual a 1750 rpm.

• Inicia-se a injeção na região do setor mais inferior, considerando como expectativa de consumo o valor prático entre 5 e 20 litros por metro linear de grampo, dependendo do tipo de solo a

ser tratado.

- Mede-se a pressão necessária para injeção daquele volume.
- Observa-se que as pressões poderão ser muito baixas ou até nulas. Neste caso poderão ser necessários mais setores de injeção, portanto uma nova montagem do grampo deverá ser preparada na bancada. E ainda, os volumes de injeção acima citados poderão ser ajustados à condição específica do solo.
- Repete-se o passo anterior para 2°, 3°, tantos setores quanto previstos no projeto.
- Os setores de injeção podem e devem ser injetados em sequência, observando sempre o consumo excessivo e possíveis vazamentos na bainha, quando a injeção será interrompida e reiniciada quando da pega da calda de cimento utilizada.
- Executor e projetista analisam os dados e definem a continuidade ou ajuste deste procedimento.

4.5 Cabeças de Ancoragem

Sabe-se que as tensões mobilizadas ao longo do grampo variam ao longo de sua extensão, podendo a carga junto a cabeça se apresentar nula ou muito pequena. As armações normalmente têm sua extremidade superior acabada por meio de uma dobra a 90 graus, podendo também receber placa metálica, rosca e porca, ou ferragem de ligação. Nestes casos são embutidas no revestimento de concreto projetado, sendo neste ponto criada uma escavação pontual adicional para uma melhor acomodação, figura 8.

Uma barra longitudinal, ligando a dobra dos grampos está sendo utilizada atualmente.

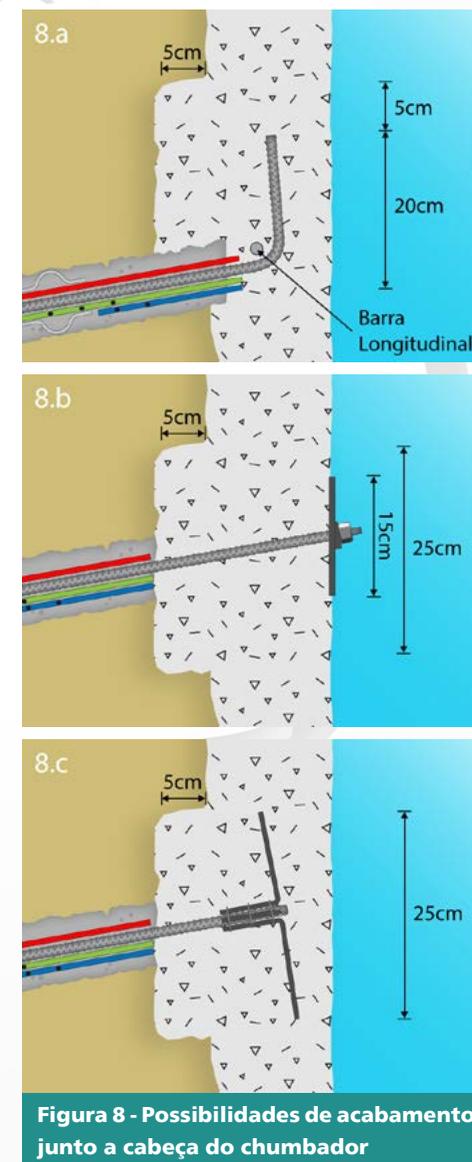


Figura 8 - Possibilidades de acabamento junto a cabeça do chumbador

5. REVESTIMENTO EM CONCRETO PROJETADO / VERDE

5.1 Definição

O concreto projetado é o material com que se reveste o paramento do talude.

Existem duas maneiras de se produzir o concreto projetado: por via seca e por via úmida. A diferença básica está no preparo e condução dos componentes do concreto:

- Via seca: preparo a seco. A adição de água é feita junto ao bico de projeção, alguns instantes antes da aplicação;
- Via úmida: preparado com água e assim conduzido até o local da aplicação.

Ambas as vias utilizam traços e equipamentos com características especiais.

O concreto usual para solo grampeado é o de via seca. O concreto seco deve preferencialmente ser preparado no canteiro de obras, pois sempre haverá concreto à disposição, na quantidade e na hora em que for necessário, figura 9.



Figura 9 - Arranjo de equipe e equipamento para Concreto Projetado.

O revestimento VERDE vem sendo muito utilizado em paramentos com inclinação que propicie boas condições de fixação e germinação, podendo ser utilizados sementeiras manuais, hidrosemeaduras, gramas em placa ou mantas específicas.

5.2 Concreto para Concreto Projetado

O "concreto por via seca" é o resultado do transporte da mistura do cimento e agregados secos até o ponto de aplicação, onde a água é adicionada. Cimento, areia, pedrisco e aditivos em pó são misturados em betoneira. Esta mistura é colocada na bomba de projeção. Aditivos líquidos podem ser misturados na água.

A massa é então conduzida por ar comprimido em mangote até o local de aplicação. Na extremidade do mangote há um bico de projeção, onde é acrescentada água. Esta mistura é lançada pelo ar-comprimido, com grande energia, na superfície a ser moldada. Ainda podem ser adicionados ao traço microssilica e fibras de polipropileno ou metálicas.

Normalmente, a resistência solicitada nos projetos é da ordem de 20 MPa.

Para traços com resistência maior que 20 MPa faz-se necessário a moldagem antecipada de placas para extração de corpos de prova para aferição do traço e da resistência final do concreto projetado. Podem ser necessárias adições que melhorem o traço e seu desempenho final.

Componentes do concreto projetado:

- Agregados: pedrisco ou pedra zero, e areia média. Ambos devem ter a umidade controlada.

- A areia, com umidade em torno de 5%, e nunca inferior a 3%, pois assim não causa poeira. Tampouco superior a 7%, pois assim evita entupimentos do mangote e o início de hidratação do cimento. A areia média não pode ter acima de 5% de grãos finos, e deve ser composta por 60% de grãos médio e de até 35% grãos grossos.

- O Pedrisco deve ser limpo e não deve ser misturado com pó de pedra. Granulometria homogênea, isento de pedras com granulometria maior que pedrisco (brita 0). Para o pedrisco, a umidade de 2% é suficiente.

- Cimento: pode ser Comum, Pozolânico, Alto Forno, ARI ou ARI-RS, etc dependendo das especificações do projeto.

Conforme a necessidade da obra, podem ser utilizados aditivos aceleradores de pega, aditivos plastificantes, em pó ou líquidos e aditivos cristalizantes.

- Água: deve estar de acordo com o que recomenda a tecnologia do concreto. Sua dosagem, entretanto, é feita pelo mangoteiro, por meio de registro, instalado junto ao bico de projeção. O volume é o resultado da sensibilidade e experiência adquiridas pelo operador noutras obras.

O controle da resistência do concreto é feito pela extração de corpos de prova de placas moldadas na obra.

5.3 Equipe de aplicação de Concreto Projetado

Os aplicadores de concreto têm extrema importância na qualidade do serviço. Neste trabalho é usual termos dois especialistas: o mangoteiro e o bombeiro. O bombeiro está sempre junto à bomba de projeção, ajustando-a conforme os

desgastes ocorrem e verificando o correto fornecimento do volume e pressão do ar comprimido.

O mangoteiro é quem aplica o concreto, em movimentos contínuos, circulares, dirigidos ortogonalmente à superfície, dela distante de 1 m. Além disso, o mangoteiro regula a água e tem sensibilidade para perceber oscilações nas características de vazão e pressão do ar.

5.4 Equipamentos

Para via seca são necessários, pelo menos, os equipamentos e acessórios, conforme a montagem convencional mostrada na Figura 9.

- Bomba de projeção: recebe concreto seco adequadamente misturado e o disponibiliza para aplicação. Os equipamentos devem estar em perfeitas condições de trabalho. Peças de consumo devem estar com desgaste aceitável e a máquina sempre bem ajustada.

- Compressor de ar: acoplado à bomba de projeção, fornece ar comprimido em vazão e pressão corretas para conduzir o concreto até o local da aplicação. A prática brasileira é de que para qualquer diâmetro de mangueira ou vazão de trabalho, a pressão característica do compressor seja de 0,7 MPa. Este valor lido no compressor, quando da projeção do concreto, não pode ser inferior a 0,3 MPa. Desta forma, para distâncias de até 50 m teremos, como condição mínima, os valores expressos na Figura 10.

Vazão do compressor (pcm)	Diâmetro do mangote da máquina de projetado	Pressão de ar necessária (MPa) máx
350	1½"	0,7
750	2"	0,7
900	2½"	0,7

Figura 10 - Condição de operação do compressor

- Bomba de água: fornece água em vazão e pressão junto ao bico de projeção. Deve fornecer água junto ao bico de projeção com pressão pelo menos 0,1 MPa superior àquela dos materiais em fluxo.

- Mangote: duto de borracha por onde o concreto é conduzido desde a bomba até o ponto de aplicação.

- Bico de projeção: peça instalada na extremidade de saída do mangote junto à aplicação.

- Anel de água: componente do bico de projeção pelo qual se adiciona água ao concreto.

- Bico pré-umidificador: instalado a cerca de 3 m do bico de projeção, visa fornecer água ao concreto seco antes do ponto de aplicação. Sua utilização é ocasional.

Acessórios como mangotes, bicos, anéis d'água, préumidificadores e discos devem estar em plenas condições de uso, conforme especificação de fabricantes e fornecedores.

5.5 Armação do Concreto Projetado

A tendência da armação do concreto projetado é a aplicação de fibras de polipropileno ou metálicas, ao invés da tela eletrosoldada. Este procedimento se iniciou na década de 90, quando as fibras de aço passaram a ser adicionadas diretamente na betoneira. A partir de 2001, as fibras metálicas foram substituídas por fibras sintéticas de polipropileno. Em nenhum dos casos houve necessidade de mudança nos equipamentos. Ocorreu redução na equipe de trabalho, pois não mais houve necessidade de mão-de-obra para preparo e instalação das telas.

O concreto aplicado com as fibras se ajusta perfeitamente ao corte realizado no talude, acompanhando as superfícies irregulares, figura 11.

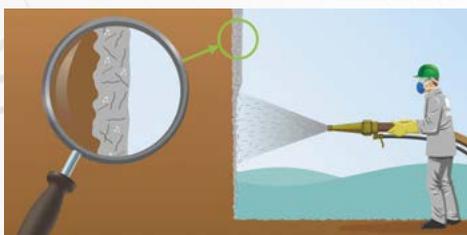


Figura 11 - Aplicação do Concreto Projetado com fibras adaptando às irregularidades do terreno.

A presença das fibras produz concreto extremamente tenaz com baixa permeabilidade. A figura 12 apresenta valores de tenacidade do concreto projetado com fibras, tela e sem armação.

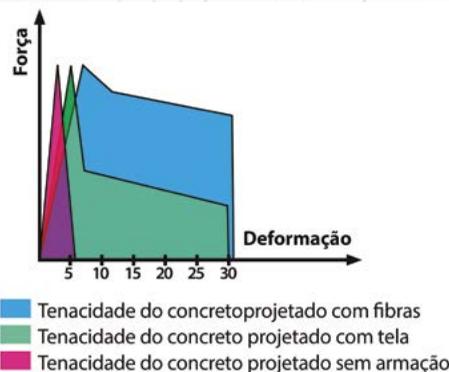


Figura 12 - Comparação entre a tenacidade do Concreto Projetado, com fibras e sem armação.

As fibras agem homoganeamente, no combate às tensões de tração desde o início da cura. Mesmo para a fibra metálica, não há cuidado especial com a corrosão, pois se limita àquela fibra que está em contato com a atmosfera, não afetando as outras imersas no concreto.

As telas eletro soldadas têm sua instalação feita em uma ou duas camadas, conforme especificado em projeto. Aplica-se o concreto em fases conforme a instalação das telas. A primeira camada com a

primeira tela, a segunda camada entre a primeira e a segunda tela, e a camada final. Telas podem ser instaladas antes do concreto. Entretanto, é preciso cuidado especial para evitar que elas funcionem como anteparo e promovam vazios atrás das mesmas, figura 13.

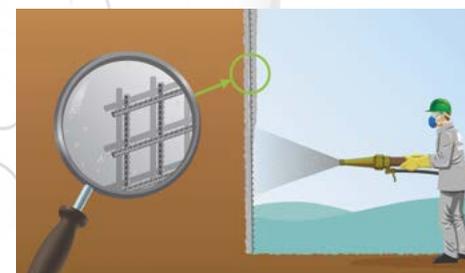


Figura 13 - Vazios atrás da tela.

5.6 Juntas do Concreto Projetado

Não existe uma regra para a execução de juntas para o concreto projetado. Raros projetos sugerem sua aplicação, mas quase sempre quando não é feita, a natureza a faz. Desta forma a aparência fica muito feia, com sensação de problema de instabilidade. Por isso sugerimos que sempre sejam feitas juntas.

5.6.1 Juntas horizontais

A prática da execução das juntas horizontais é que sejam frias. A camada de concreto deve ser aplicada de cima para baixo em forma de cunha a cada fase de aplicação sucessivamente, figura 14.

5.6.2 Juntas Verticais frias

A prática é que sejam sempre executadas juntas verticais. Sugere-se a construção de juntas frias com molde de madeira. O espaçamento entre juntas varia entre 2 e 10 espaçamentos de uma coluna de grampos sempre no eixo do dreno vertical de

paramento. Assim sendo eventuais fluxos de água terão um caminho preferencial muito fácil, figura 15.

Sequência de aplicação do concreto projetado: juntas frias 1, 2, 3...

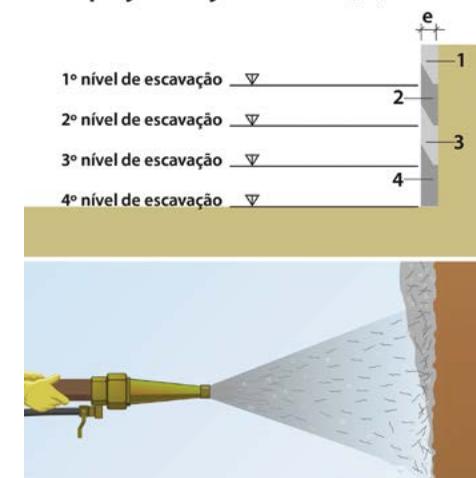


Figura 14 - Juntas Horizontais frias.

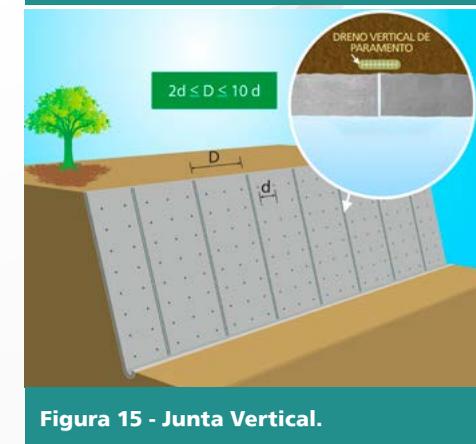


Figura 15 - Junta Vertical.

6. DRENAGEM

6.1 Definição

O sistema de drenagem do Solo Grampeado objetiva oferecer um fluxo ordenado para as águas internas ou externas que a ele convergem. Durante a

execução devem ser conferidas e ajustadas as posições dos drenos previstos na fase do projeto. Desta forma haverá um correto sistema de drenagem. Para a drenagem profunda usa-se o Dreno SubHorizontal Profundo, DHP. Para a drenagem de superfície aplicam-se os drenos de paramento e as canaletas.

6.2 Dreno Profundo

É um elemento que capta as águas profundas e distantes da face do talude antes que nele aflorem. Ao captá-las, são conduzidas ao paramento e despejadas nas canaletas. Tem comprimentos variáveis normalmente, entre 6 e 24 metros, conforme figura 16.

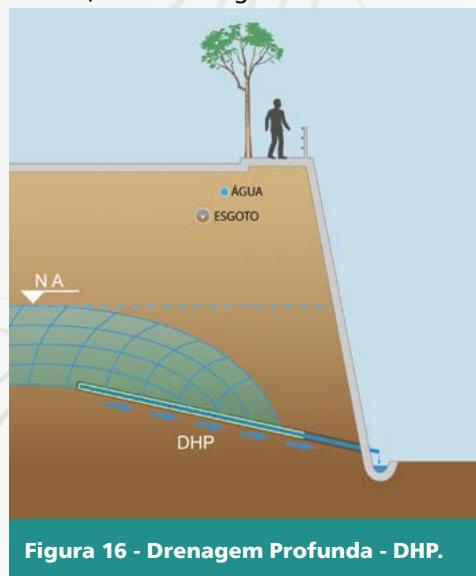


Figura 16 - Drenagem Profunda - DHP.

Os "drenos sub-horizontais profundos", DHP, resultam da instalação de tubos plásticos drenantes, de 32 a 50 mm, em perfurações no solo de 64 a 100 mm. Estes tubos podem ter somente microrranhuras em torno de 0,4 mm, sem recobrimento por manta ou tela, ou perfurações recobertas por manta geotêxtil ou por tela de nylon. Visando

comparar o tipo de tubo drenante que pode ser usado no DHP, foi realizado um estudo comparativo entre o "dreno geotécnica" e o "dreno ranhurado". O dreno geotécnica era o dreno executado pela empresa Geotécnica S.A, precursora na execução de serviços geotécnicos no Brasil. O "dreno geotécnica" resulta de se executar perfurações de 12,5mm diametralmente opostas a cada 60 milímetros, duas a duas ortogonais, em tubo PVC de 50mm. São cobertas por duas camadas de tela de nylon, malha 30. Para um comprimento de 50cm resulta numa área perfurada de 20,44 cm². O "dreno ranhurado" resulta da execução de rasgos de 0,4 mm com 35 mm de extensão a cada 19 mm, sem envolvimento por qualquer tipo de tela. Resulta em 50cm numa área perfurada de 3,22 cm². Observa-se que no "dreno ranhurado" as ranhuras são somente executadas na parte superior do tubo, conforme figura 17.



Figura 17 - Dreno Geotécnica ou Dreno Ranhurado

Testes comparativos de medida de vazão dos dois tipos de dreno estão ilustrados na figura 18. Foi adaptado num tambor

o dreno a ser ensaiado. Com camada de areia de 20cm acima da geratriz superior do tubo e gradiente hidráulico de 30cm, as vazões obtidas foram muito próximas entre 0,4 e 1,0 litro por minuto. Desta forma consideramos indiferente o uso de um tipo ou outro.

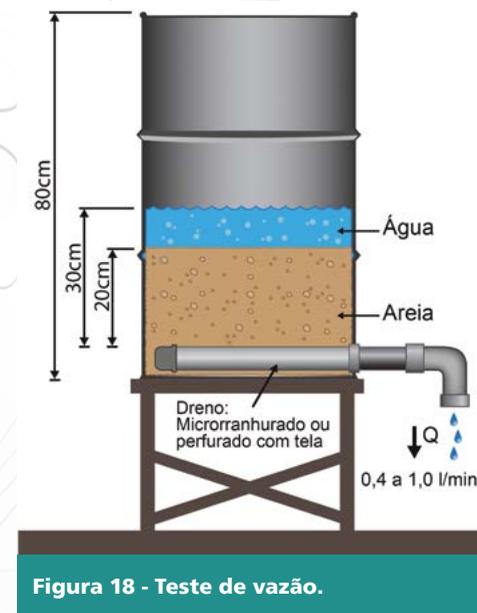


Figura 18 - Teste de vazão.

6.3 Dreno de Paramento

São peças que pretendem promover o adequado fluxo às águas do talude que chegam ao paramento. Temos o dreno linear contínuo e o barbacã, conforme figura 19.

O dreno linear contínuo é resultado da instalação, numa escavação, de calha plástica drenante revestida por manta geotêxtil comercialmente chamada "PVD" ou "dreno fibroquímico", figura 19a. Estende-se continuamente ao longo da direção vertical, da crista até o pé do talude, aflorando na canaleta de pé. É considerada uma drenagem linear.

O dreno tipo barbacã é resultado da escavação de cavidade com cerca de 30 x 30 x 30 cm, revestida com geotêxtil e preenchida com material granular, brita ou areia. Do seu interior parte um tubo conforme o dreno geotécnico com diâmetro entre 32 e 50mm, e inclinação horizontal descendente. É considerada uma drenagem pontual, conforme figura 19b.

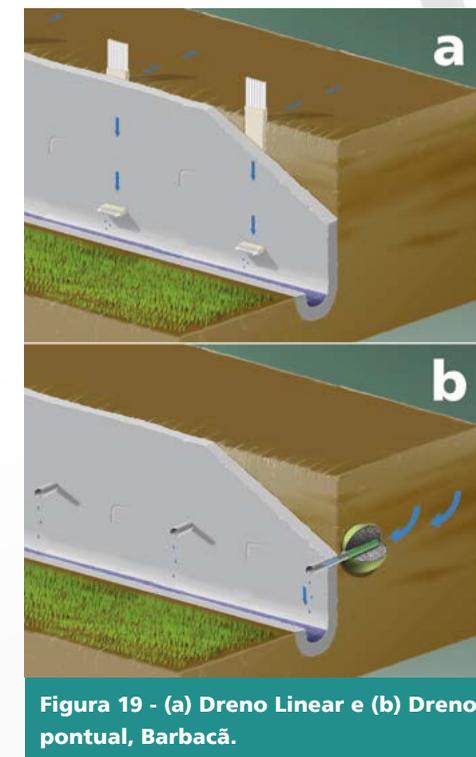


Figura 19 - (a) Dreno Linear e (b) Dreno pontual, Barbacã.

6.4 Dreno de Superfície

São considerados drenos de superfície as canaletas de crista e pé, bem como as de descida d'água. Como nestas peças ocorre acúmulo de águas, seu efeito erosivo no despejo deve ser cuidadosamente analisado.

6.5 Dicas para a Drenagem

A prática usual recomenda que sempre se execute drenagem profunda, de paramento e de superfície, mesmo que não tenha havido indicação de água quando do preparo do projeto. Especialmente nas áreas urbanas onde são reais as possibilidades de vazamentos de redes públicas de água, esgoto e drenagem. Sugere-se que sempre sejam executados DHP junto à superfície. É fato que as camadas superficiais são muito drenantes, mesmo cobertas com calçadas, justificando sua aplicação, conforme Figura 20.



Figura 20 - DHP junto a superfície.

7. A IMPORTÂNCIA DO GRAMPO VERTICAL

O solo Grampeado tem a característica de ter uma elevada produtividade. Isto demanda uma grande velocidade de escavação. Para tanto, cuidados devem ser tomados. Escavar alternadamente entre grampo de um nível qualquer de escavação deixando bermas é recomendável. Porém assim teremos na obra o maior inimigo da produtividade.

Visando uma ótima produtividade passou-se a executar grampos verticais, previamente a escavação junto ao alinhamento da contenção. Estes têm

o mesmo espaçamento horizontal do grampo, e o comprimento mínimo igual a altura da escavação acrescido de cerca de 1,0 metro, conforme figura 21.

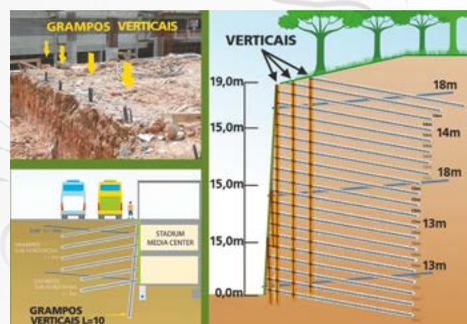


Figura 21 - Exemplos de aplicação do grampo Vertical.

A injeção do grampo vertical pré comprime a face a ser escavada minimizando o afrouxamento do terreno e, conseqüentemente, as deformações por alívio de tensão.

8. CONTROLE

8.1 De execução

Não existe até o presente momento normalização brasileira que regulamente o controle de execução. Para construção do grampo considera-se de fundamental importância que a armação esteja centrada e com o recobrimento totalmente seguro. Garantir-se que não tenha havido perda de calda ou resina, observando-se minutos após a injeção junto à boca do grampo se não houve decantação.

Aceita-se um erro de deslocamento local de até 15% da distância horizontal ou vertical, no posicionamento do grampo. Porém deverá ser mantida a quantidade de grampos prevista no projeto para a área contida.

Não há necessidade de qualquer controle rigoroso quanto à variação de inclinação podendo-se aceitar valores em torno de 5 graus.

A calda de injeção deverá atender ao projeto, não contendo cimentos agressivos à armação do grampo. O fator água/cimento é ajustado em campo, em função das condições da estabilidade da cavidade perfurada e sua permeabilidade.

A proteção anticorrosiva com tinta epóxica, pintura eletrolítica ou qualquer processo de inibição da corrosão, quando utilizado deverá ser eficiente, mesmo com o manejo das barras. Cada projeto deve avaliar e sugerir como combater a corrosão da barra de aço.

O concreto projetado deverá ter sua espessura controlada por meio de marcos aplicados a cada 4 m². Deverão ser seguidas as Normas Brasileiras de concreto projetado, naquilo que couber.

8.2 Ensaios de Tração

Considera-se que somente será possível compreender o mecanismo de trabalho do solo grampeado, e portanto perfeitamente equacioná-lo para as reais condições brasileiras, a partir de análise de resultados de ensaios de campo com medição de tensão e deformação em todos os elementos que compõem o Solo Grampeado.

Ensaios de tração dos grampos devem ser realizados, para a determinação da resistência ao arrancamento, que varia significativamente com o tipo de solo e sua compacidade.

Idealmente, sugere-se que devam ser executados ensaios de arrancamento em

grampos curtos com 3 m de comprimento de aderência no solo e no mínimo 1 m ou mais de trecho livre, especialmente executados para tal. Os ensaios devem ser em número suficiente que possibilite considerar os diferentes materiais envolvidos na contenção. A NBR 16920-2 / 2021 determina ensaios em 1% da quantidade de grampos da obra e no mínimo 3 ensaios em região representativa. A Figura 22 indica detalhes de uma montagem.

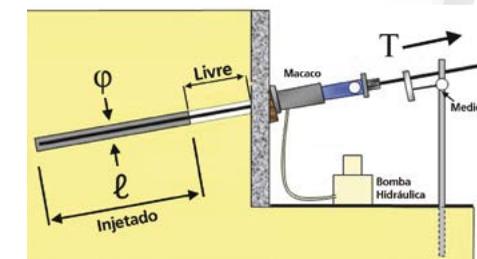


Figura 22 - Montagem de um Ensaio de Tração

8.3 Monitoramento Topográfico

Pelo menos devem ser controladas as movimentações através de leituras topográficas em três prumadas do muro.

O procedimento ideal inclui também a monitoração por inclinômetros, que permitem o acompanhamento das diferentes etapas construtivas, favorecendo a um entendimento mais completo do comportamento. Sugere-se que tais recomendações sejam adotadas quando não houver orientações específicas no projeto.

8.4 Drenagem

Durante a execução devem ser avaliadas e determinadas as posições e fluxos do

lençol freático, que dificilmente o são na fase do projeto. Desta forma haverá um correto ajuste no sistema de drenagem.

Também durante a execução devem ser observadas as posições estruturais das camadas de solo em função do corte, ajustando, se necessário, o posicionamento dos grampos.

8.5 Medidas de Deformações do Solo Grampeado

O parâmetro internacional que caracteriza a estabilidade do Solo Grampeado é a deformação horizontal da crista. Usualmente este valor é representado pela relação em porcentagem entre a

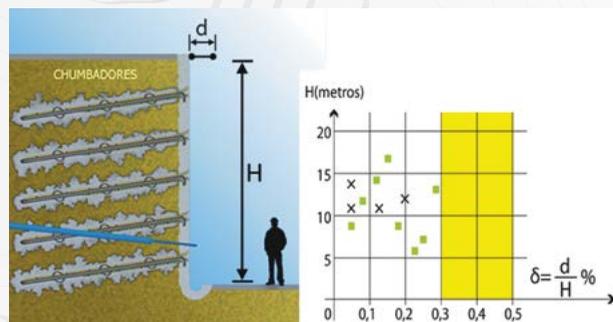


Figura 23 - Índice de Deformação



Figura 24 - Extensômetro múltiplo, sua ancoragem e detalhe junto à cabeça.

deformação medida e a altura escavada naquele momento, conforme figura 23.

Embora seja um parâmetro simples de ser obtido no campo, depende de medição por parte de topógrafo ou empresa especializada, freqüentemente na obra. Por isso foi desenvolvido um sistema de medição simples, que pode e tem oferecido dados valiosos. São os extensômetros múltiplos. Construídos como se fossem um tirante composto por 3 fios de 8mm, com cada fio ancorado em pontos diferentes e livres na cabeça. Seus alongamentos são medidos com relação a parede de concreto, conforme figura 24.

O comprimento de ancoragem das barras é de no mínimo 50cm. Os trechos livres das três barras do extensômetro devem ter os seguintes comprimentos:

- O maior, 3m além do comprimento do segundo maior grampo.
- O intermediário, com comprimento médio entre o maior e o menor.
- O menor com, pelo menos, 3m de trecho livre.

A instalação de pelo menos dois conjuntos de extensômetros numa mesma prumada, a 2 metros da crista e outro a 1,5m da base do paramento, pode nos indicar o comportamento da cortina como um todo. As leituras dos extensômetros devem ser efetuadas pelo menos 2 vezes por semana durante o avanço da escavação ou com maior frequência, caso necessário. Convém posicioná-los de tal

forma que possam ser feitas leituras ao longo da construção da obra, conforme figura 25.



Figura 25 - Leitura de Deformação Horizontal.

Sua apresentação num único quadro indica a posição de escavação, a deformação ou o índice de deformação de cada haste, conforme figura 26.

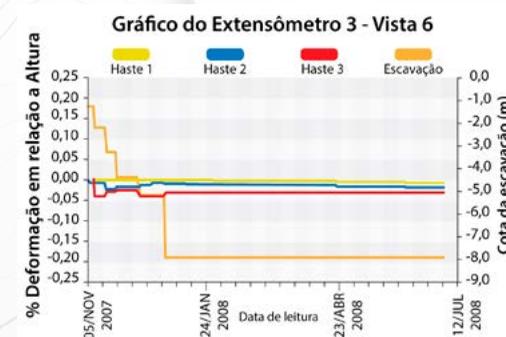


Figura 26 - Apresentação dos dados.

A despeito de haver na obra o extensômetro múltiplo, sempre devem ser medidas as deformações absolutas da crista em ao menos 3 prumadas representativas da obra. A execução de inclinômetro sempre que possível oferecerá a melhor informação sobre os movimentos. Durante a obra são

fundamentais as visitas constantes do projetista ou do consultor para que se observe a qualidade executiva. Estas visitas visam avaliar premissas de projeto bem como analisar pressões e consumos das injeções dos grampos, e ensaios realizados. As propostas acima visam a compilação de informações quando não há recomendações específicas no projeto em execução.

9. EQUIPE DE TRABALHO

A equipe mínima para execução do solo grampeado deve ser composta por:

9.1 Encarregado geral de serviços

a) Verifica: condições de entrada e movimentação de equipamentos no canteiro da obra; descarregamento de equipamentos, utensílios e ferramentas; instalação da central de trabalho e implantação geral da obra.

b) Verifica programação de execução (sequência executiva) de acordo com características da obra e necessidades do cliente.

c) Coordena o DDS (diálogo diário de segurança) antes do início das atividades diárias e instrui em relação à segurança durante a execução dos serviços.

d) Orienta a locação dos grampos, bem como inclinação, direção e instalação do equipamento.

e) Orienta em relação aos procedimentos e acompanhamento de perfuração e injeção.

f) Verifica condições de drenagem superficial e retirada do material escavado da obra, para permitir o livre trânsito dos equipamentos e do pessoal na obra.

