

## O ENSAIO PROCTOR

Qualquer projetista de fundações, em algum momento, já teve que executar seu projeto com conclusões provenientes de um estudo geotécnico, que incluem a melhora de uma camada de solo de espessura variável, mediante a substituição desta por um material granular ou de material compactado, por exemplo, 95% Proctor Normal ou Proctor Modificado. Mas o que significa Proctor?

Nem todos os terrenos naturais em, que se propõe realizar algum tipo de fundação, são adequados. Um terreno granular solto, por exemplo, pode sofrer deformações elásticas inadmissíveis. O mesmo pode ocorrer a um terreno coesivo por motivos de consolidação. Tem-se então que realizar uma melhora nesse solo.

A compactação não é certamente o único método de melhora dos terrenos, embora seja um dos mais econômicos e populares. Existem vários outros métodos, por exemplo, a injeção, o congelamento, a vibroflotação, a pré-compressão, os drenos, a estabilização com materiais como a cal ou as cinzas.

Ao compactar, variamos a estrutura do solo e também algumas de suas propriedades mecânicas. Alguns dos parâmetros que variam segundo a sua compactação são, a permeabilidade, o peso específico e a resistência ao cisalhamento. Com a compactação buscamos as propriedades adequadas para o solo de uma respectiva fundação, assim como uma boa uniformização do mesmo, que ocasionará uma diminuição na possibilidade de produção dos recalques diferenciais.

A compactação consiste em um processo repetitivo, cujo objetivo é conseguir uma densidade específica para uma relação ótima de água, tal que, garantam-se as propriedades mecânicas necessárias para o solo. Em primeiro lugar lança-se sobre o solo natural existente, geralmente em camadas sucessivas, um solo com uma granulometria adequada, posteriormente, modifica-se sua umidade mediante dessecação ou adição de água e lhe transmite energia de compactação através da aplicação de golpes ou pressão. Para isso, utilizam-se diversos tipos de máquinas, geralmente rolos lisos, pneumáticos, pé de carneiro, vibratórios, etc., em função do tipo de solo e muitas vezes da acessibilidade deste.

Com os ensaios se pretende determinar os parâmetros ótimos da compactação, que assegurarão as propriedades necessárias para o projeto de fundação. Isso se traduz em determinar qual é a umidade que se requer com uma energia de compactação dada para conseguir a densidade seca máxima que se pode ter para um determinado solo. A umidade que se busca, define-se como umidade ótima, e é através dela que se consegue a máxima densidade seca, para a energia de compactação dada. Igualmente se define como densidade seca máxima aquele que se obtém para a umidade ótima.

É comprovado que à medida que se aumenta a umidade se compacta o solo, a densidade seca vai aumentando até chegar a um ponto de máximo, cuja umidade é ótima, a partir deste ponto qualquer aumento de umidade não supõe maior densidade seca, a não ser ao contrário, uma diminuição desta.

Os ensaios se realizam em laboratório mediante as provetas de compactação as quais se adiciona água. Os ensaios mais importantes são o de Proctor Normal ou padrão e o de Proctor Modificado. Em ambos os ensaios se tomam porções da amostra do solo mesclando-a com distintas quantidades de água, apiloando-a em um molde (Figura 1) e compacta-a mediante uma massa, tomando nota das umidades e densidades secas correspondentes. De posse desses parâmetros, umidade/densidade seca (umidade em %) se leva os valores obtidos a um gráfico cartesiano onde a abscissa corresponde à umidade e a ordenada à densidade seca. Desenha-se assim uma curva suave e obtém-se o ponto onde se produz um máximo que corresponde à densidade seca máxima e a umidade ótima.



***Molde do ensaio Proctor***

A diferença fundamental entre o ensaio Proctor Normal e o Modificado é a energia de compactação utilizada, onde no Normal se utiliza um soquete de 2,5 kg caindo de uma altura de 30 cm, compactando-se o solo em 3 camadas com 25 golpes e no Modificado um soquete de 5 kg caindo de uma altura de 45 cm, compactando-se o solo em 5 camadas com 50 golpes do soquete. Essa diferença surgiu devido à existência de equipamentos de compactação modernos e mais pesados o que passou a permitir densidades mais altas em campo.

Existem diferentes Normas que definem esses ensaios entre elas se podem destacar as Normas americanas, ASTM D-698 para o Proctor Normal e ASTM D-1557 para ensaio de Proctor modificado e a norma brasileira NBR 7182 que se refere a ambos os ensaios.

Portanto, quando se pede um solo compactado a 90% Proctor normal ou modificado significa que a compactação deve obter uma densidade seca de pelo menos 90% da densidade seca máxima obtida com os correspondentes ensaios.