

Nº 1.4.1

Revisão:

Módulo: 1

SubGrupo: Ensaios

Nome: Ensaio de Compressão Triaxial.

**Objetivo/Resumo: Determinar a resistência do solo
Coesão e Ângulo de Atrito Interno do Solos.**

- A ruptura dos solos é quase sempre um fenômeno de resistência ao cisalhamento.
- Isto ocorre quando, por exemplo, uma sapata é carregada até a ruptura ou quando ocorre escorregamento de um talude.
- A resistência ao cisalhamento de um solo pode ser definida como a máxima tensão de cisalhamento que o solo pode suportar sem sofrer ruptura, ou a tensão de cisalhamento do solo no plano em que a ruptura estiver ocorrendo.

Equipamento

- a- Balança eletrônica com capacidade para 1kg, resolução 0,01g
- b- Estufa para secagem, temperatura entre 105° a 110°C
- c- Cápsulas de alumínio para determinação da umidade.
- d- Paquímetro
- e- Câmara triaxial
- f- Cabeçote
- g- Papel filtro
- h- Pedra porosa
- i- Expansor de membrana
- j- Equipamento triaxial estático do tipo ar comprimido para ensaios de solo
 - Prensa triaxial
 - Bancada com quadro de comando e leitura
 - Unidade pneumática de pressurização para gerar, controlar e estabilizar as pressões aplicadas.
 - Célula triaxial para corpos de prova de 1/4" e 2"
 - Micro computador tipo PC
 - Manual do software operacional
 - Manual do usuário

Preparo do Corpo de Prova

Amostra Indeformada

Material:

- Bloco de amostra indeformada
- Facas
- Espátulas
- Berço metálico para talhagem
- Torno para moldagem de corpos de prova cilíndricos 1,4" e 2,8"
- Cápsulas de alumínio
- Paquímetro
- Parafina

Data: 18/11/2010

1/9

Nº 1.4.1

Revisão:

Módulo: 1

SubGrupo: Ensaios

Nome: Ensaio de Compressão Triaxial.

Procedimento da Talhagem para Corpo de Prova de Amostra Indeformada

- Posiciona-se o bloco sobre a bancada na posição com a base para baixo.
- Retira-se a parafina do local onde vai ser retirado o corpo de prova, com uma faca ou espátula.
- Deve-se cortar uma parte do bloco em cubo de 12x5x5 cm;
- Coloca-se o cubo no berço de metal.
- Corta-se o corpo de prova na altura de 7cm aproximadamente.
- O corpo de prova, após ser retirado do berço é levado ao torno de moldagem cilíndrica, para ser talhado.
- Com uma faca de 12", usando como base as arestas do moldador, talha-se o corpo de prova até que se aproxime do diâmetro de 3,5cm.
- Os corpos de prova deverão ter 3,5 cm de diâmetro e 7,0 cm de altura ou 5,0 cm de diâmetro e 10,0 cm de altura.

Corpo de Prova de Amostra Deformada

Material:

- Amostra deformada
- Peneira nº 10 (2,0 mm)
- Amofariz e mão de gral
- Cápsulas de alumínio
- Espátula
- Pisoteador
- Molde cilíndrico 3,00 cm de diâmetro e 7,00 cm de altura ou 5,00 cm de diâmetro e 10,00 cm de altura.
- Balança de precisão (0,01 g)
- Extrator de amostra
- Cilindro de Próctor

Procedimento da Moldagem para Corpo de Prova de Amostra Deformada

Compactação por Pisoteamento

- Inicialmente destorroar a amostra
- Quarteamento até próximo da quantidade desejada para moldagem.
- Homogeneizar
- Retirar 3 (três) cápsulas para determinação da umidade higroscópica.
- Após secagem em estufa determina-se o acréscimo de água para que a mesma aproxime-se da umidade ótima determinada no ensaio de compactação
- De acordo com a densidade seca máxima determinada no ensaio de compactação e o volume do molde a ser utilizado para moldagem do corpo de prova, determina-se a massa de solo e a quantidade de água a ser utilizada.
- O molde é provido de guia cilíndrico de mesmo diâmetro com subdivisões que representam as espessuras das camadas após compactação.

Data:18/11/2010

2/9

Nº 1.4.1

Revisão:

Módulo: 1

SubGrupo: Ensaios

Nome: Ensaio de Compressão Triaxial.

- Com o pisoteador aplicam-se golpes até que a quantidade de solo fique na espessura determinada no cilindro guia item acima.
- Em seguida com o auxílio do extrator de amostra saca-se o corpo de prova do molde.
- Na sequência monta-se a câmara triaxial.

Compactação no Cilindro de Próctor

- Outra maneira de conseguir o corpo de prova para ensaios de amostra deformada é através do cilindro de próctor.
- Seguindo o procedimento anterior de quarteamento, homogeneização e retirada de cápsulas para que se conheça a umidade higroscópica da amostra.
- Faz-se a compactação do ponto representado pela densidade seca máxima e umidade ótima obtida no pico da curva de compactação.
- Em seguida saca-se a amostra do cilindro através do extrator de amostra e prossegue com o procedimento de talhagem de corpo de prova como se faz para amostra indeformada.

Ensaio de Compressão Triaxial Convencional

- O ensaio de compressão triaxial convencional consiste na aplicação de um estado hidrostático de tensões e de um carregamento axial sobre um corpo de prova cilíndrico de solo, moldado a partir de amostra deformada ou talhado a partir de amostra indeformada, conforme Procedimento Dynamis 1.4.2.
- Para isto, o corpo de prova é colocado dentro de uma câmara de ensaio, cujo esquema é mostrado na Figura 1.1, e envolto por uma membrana de borracha.

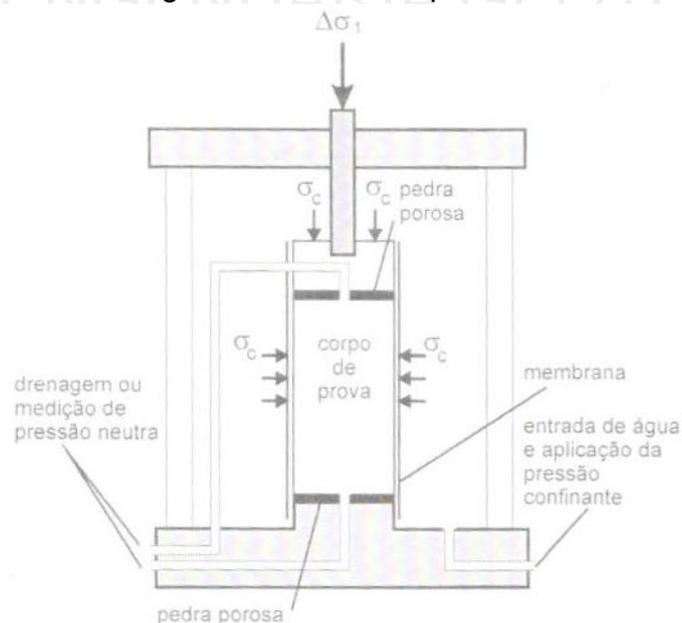


Figura 1.1

Nº 1.4.1

Revisão:

Módulo: 1

SubGrupo: Ensaios

Nome: Ensaio de Compressão Triaxial.

- A câmara é cheia de água, á qual aplica uma pressão, que é chamada de pressão confinante ou pressão de confinamento do ensaio.
- A pressão confinante atua em todas as direções, inclusive na direção vertical.
- O corpo de prova fica sob um estado hidrostático de tensões.
- Na base do corpo de prova e no cabeçote superior são colocadas as pedras porosas, mais papel filtro para proteção das pedras evitando o entupimento das mesmas, assim permitido a drenagem através destas peças, que são permeáveis.
- A drenagem pode ser impedida por meio de registros apropriados.
- Se a drenagem for permitida e o corpo de prova estiver saturado ou com elevado grau de saturação, a variação de volume do solo durante o ensaio pode ser determinada.
- A determinação é feita pela medida do volume de água que sai ou entra no corpo de prova.
- Se a drenagem não for permitida, em qualquer fase do ensaio, a água ficará sob pressão.
- As pressões neutras induzidas pelo carregamento podem ser medidas por meio de transdutores conectados aos tubos de drenagem.
- O carregamento é feito por meio da aplicação de forças no pistão que penetra na câmara, caso em que o ensaio é chamado de ensaio com carga controlada, ou colocando-se a câmara numa prensa que a desloca para cima, pressionando o pistão, tendo-se o ensaio de deformação controlada.
- A carga é medida por meio de um anel dinamométrico externo, ou por uma célula de carga intercalada externo, ou por uma célula de carga intercalada no pistão.
- Este procedimento tem a vantagem de medir a carga efetivamente aplicada ao corpo de prova, eliminando o efeito do atrito do pistão na passagem para a câmara.
- Como não existem tensões de cisalhamento nas bases e nas geratrizes do corpo de prova, o plano horizontal é o plano principal maior.
- No plano vertical, o plano principal menor, atua a pressão confinante.
- A tensão devida ao carregamento axial é denominada acréscimo de tensão axial ($\sigma_1 - \sigma_3$) ou tensão desviadora.
- Durante o carregamento, medem-se, a diversos intervalos de tempo, o acréscimo de tensão axial que está atuando e a deformação vertical do corpo de prova.
- Esta deformação vertical é dividida pela altura inicial do corpo de prova.
- Dando origem à deformação vertical específica, em função da qual expressam as tensões desviadoras, bem como as variações de volume ou de pressão neutra.
- As tensões desviadoras durante o carregamento axial permitem o traçado dos círculos de Mohr correspondentes como é mostrado em um ensaio representado na Figura 1.2.

Data: 18/11/2010

4/9

Nº 1.4.1

Módulo: 1

Nome: Ensaio de Compressão Triaxial.

Revisão:

SubGrupo: Ensaios

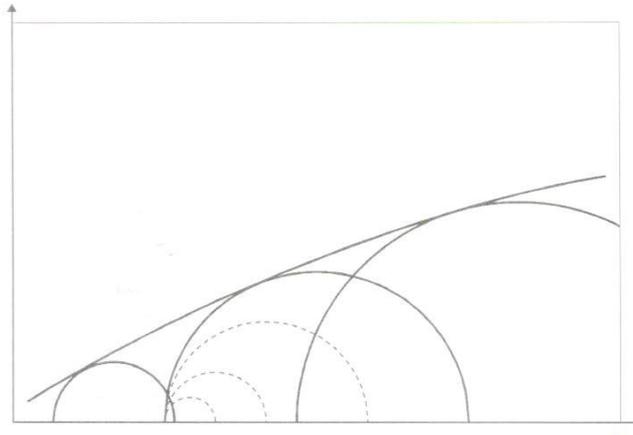


Figura 1.2

Tipos de Ensaios Triaxiais

1. Ensaio adensado drenado (CD)

- São ensaios em que há permanente drenagem do corpo de prova.
- Aplica-se a pressão confinante e espera-se que o corpo de prova adense, ou seja, que a pressão neutra se dissipe.
- A seguir a tensão axial é aumentada lentamente, para que a água sob pressão possa sair.
- Assim, a pressão neutra durante todo o carregamento é praticamente nula, e as tensões totais aplicadas indicam as tensões efetivas que estavam ocorrendo.
- A quantidade de água que sai do corpo de prova durante o carregamento axial pode ser medida e, se o corpo de prova estiver saturado, indica a variação de volume.
- O símbolo CD origina-se da expressão “consolidated drained”.
- Este ensaio é também conhecido como ensaio lento (S, de slow), esta expressão não se refere a velocidade de carregamento, mas sim à condição de ser tão lento quanto o necessário para a dissipação das pressões neutras.
- Se o solo for muito permeável, o ensaio pode ser realizado em poucos minutos, mas, para argilas, o carregamento axial requer vinte (20) dias ou mais.

2. Ensaio adensado não drenado (CU)

- Neste ensaio, aplica-se a pressão confinante e deixa-se dissipar a pressão neutra correspondente.
- Portanto, o corpo de prova adensa sob a pressão confinante.
- A seguir, carrega-se axialmente sem drenagem.
- É chamado também de ensaio rápido pré-adensando (R).
- Este ensaio indica a resistência não drenada em função da tensão de adensamento.

Data: 18/11/2010

5/9

Nº 1.4.1

Revisão:

Módulo: 1

SubGrupo: Ensaios

Nome: Ensaio de Compressão Triaxial.

- Se as pressões neutras forem medidas, a resistência em termos de tensão efetiva também é determinada, razão pela qual ele é muito empregado.
- Permite determinar a envoltória de resistência em termos de tensão efetiva, num prazo muito menor do que o ensaio CD.

3. Ensaio não adensado não drenado (UU)

- Neste ensaio, o corpo de prova é submetido à pressão confinante e, a seguir, ao carregamento axial, sem que se permita qualquer drenagem.
- O teor de umidade permanece constante, e, se o corpo de prova estiver saturado, não haverá variação de volume.
- O ensaio é interpretado em termos de tensões totais.
- O símbolo UU origina-se de “unconsolidated undrained”.
- O ensaio é chamado também de ensaio rápido (Q de quick), por não requerer que se proporcione tempo para a drenagem.
- A velocidade de carregamento pode ter uma influência muito grande no resultado ensaio.

Ensaio de Permeabilidade do solo – Carga Variável

Objetivo/Resumo: Antes da realização do ensaio triaxial pode-se determinar a permeabilidade do solo.

Triaxial R fase de leituras de permeabilidade carga variável:

- Coloca-se o corpo de prova na câmara triaxial conforme procedimento descrito anteriormente.
- Acoplam-se as buretas no topo e base do corpo de prova
- Fecham-se os registros e complete as buretas com água, nivelando-as.
- A água utilizada deve ser destilada.
- Abrem-se os registros para saturação do corpo de prova através de percolação.
- Para facilitar a percolação aplica-se uma tensão de confinamento ao corpo de prova de 25 kPa.
- A percolação deve ocorrer até que o corpo de prova constate a saturação.
- Isto ocorre quando a entrada de água pela bureta de topo seja igual à saída de água pela bureta da base.
- A saturação deve ser de no mínimo 12 (doze) horas.
- Em seguida fechar o registro de entrada, nivelar a bureta com água.
- A altura da bureta em relação à base de saída do corpo de prova deve ter altura de 1 (um) metro.
- Em seguida abre-se o registro de entrada e iniciam-se as leituras na bureta de entrada em intervalos de tempo.
- A cada leitura faz-se determinação da temperatura em °C.
- O intervalo de tempo para as leituras variam conforme o tipo de solo
- Solos mais argilosos devem ter intervalos maiores que solos menos argilosos.

Data: 18/11/2010

6/9

Nº 1.4.1

Revisão:

Módulo: 1

SubGrupo: Ensaios

Nome: Ensaio de Compressão Triaxial.

Causas de Erro:

- Má colocação do pistão sobre o cabeçote
- Sem eliminador de atrito causa cisalhamento por atrito no topo e na base
- Inverter registros da base e do topo
- Pressão confinante deve-se manter constante durante todo o carregamento
- Ajuste do valor da velocidade de deslocamento do pistão
- Na aplicação de pressão, encher totalmente a câmara de água
- Evitar o aprisionamento de bolhas de ar
- Verificação de mangueiras de ar e de água (vazamentos)
- Membrana de borracha causa efeitos não conhecidos por completo nos corpos de prova
- Evitar queda de energia através de estabilizadores de tensão no equipamento.



Nº 1.4.1

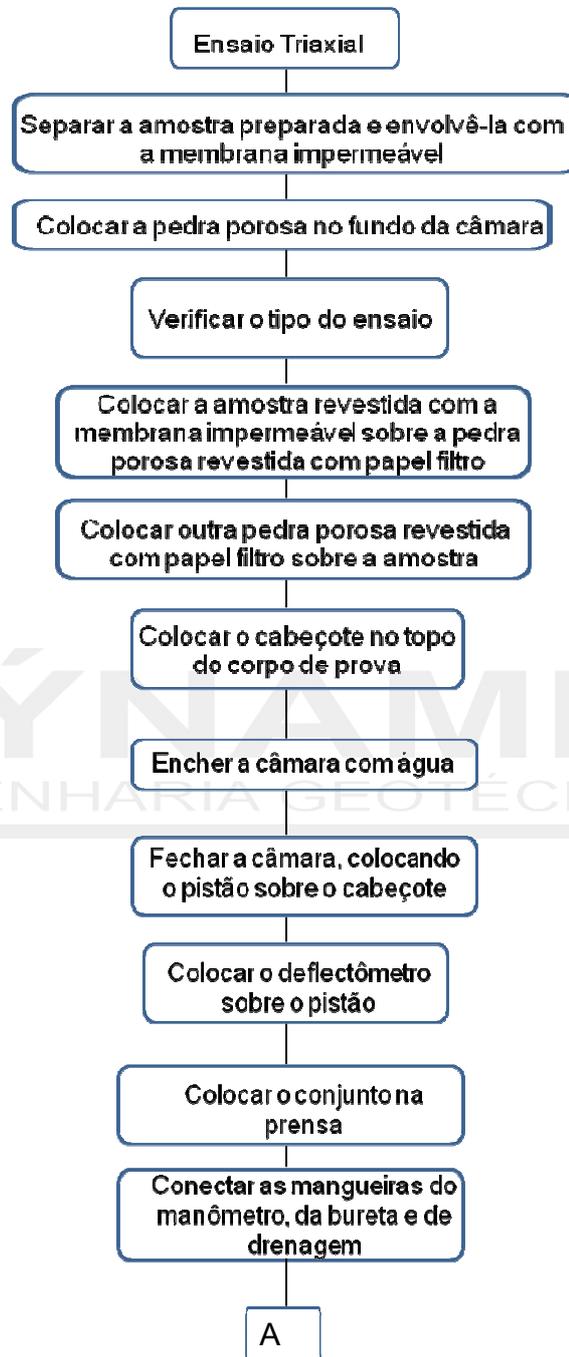
Módulo: 1

Nome: Ensaio de Compressão Triaxial.

Fluxograma:

Revisão:

SubGrupo: Ensaios



Nº 1.4.1

Módulo: 1

Nome: Ensaio de Compressão Triaxial.

Revisão:

SubGrupo: Ensaios

