International Geosynthetics Society

GEOSSINTÉTICOS EM MUROS:

Aplicações e Benefícios de Muros de Solo Estabilizado Mecanicamente (Muros de Solo Reforçado)

Estruturas de suporte

Os muros de solo reforçado com geossintéticos provaram superar o desempenho de estruturas de suporte convencionais, tais como muros de betão/concreto em consola/à flexão ou muros de gravidade, muito utilizados em muitos mercados, tal como nos setores público e privado. Muitas são as razões para que tal ocorra, como por exemplo:

- Custo: o uso de materiais correntes, tal como o solo disponível no local e equipamentos não especializados, é menos dispendioso do que técnicas especializadas, por exemplo, o betão/concreto armado
- Tempo: a construção utiliza elementos pré-fabricados (ou seja, blocos ou painéis na face) permitindo uma construção mais rápida que não requer tempo de cura
- Meio Ambiente: o uso de materiais de aterro disponíveis no local reduz o impacto no meio ambiente (menor pegada ecológica). Até a face pode ser de uma fonte local, reduzindo o impacte ambiental
- Desenvolvimento de competências: a execução não requer técnicas especializadas de construção e pode recorrer a mão-de-obra não qualificada (contudo pode reduzir o rendimento dos trabalhos de construção)

Componentes

Um muro de solo reforçado com geossintéticos divide-se nos seguintes componentes

- Sistema de face
- Fundação
- Geossintético de reforço
- Ligação (geossintético-face)
- Sistema de drenagem
- Solo

Componentes de um muro de geossintéticos

Sistema de face

Para dar resposta aos requisitos estéticos e estruturais, existem diferentes tipos de sistemas de face.

Os sistemas mais usados são elementos pré-fabricados em betão/concreto, como painéis ou blocos, faces em gabião e sistemas de face temporários.

Os elementos de face pré-fabricados são blocos maciços em betão/concreto com diferentes acabamentos e cores, que podem ser transportados à mão, com dimensões típicas de 200 mm de altura, 300 mm de profundidade e 350 mm de largura, com 30-35 kg.

Elementos de face pré-fabricados: Blocos

Aumentando as dimensões do elementos de face, os painéis de betão/concreto armado, com espessura de 140 mm tipicamente com uma dimensão de 2 m2, são frequentemente selecionados quando se pretende uma construção mais rápida e uma qualidade de acabamento que cumpra exigências estéticas, tais como betão/concreto regularizado ou mesmo com padrões/estampas e cores.

As faces em gabião são frequentemente utilizadas quando as rochas estão disponíveis no local (provenientes de escavação ou de pedreiras nas proximidades) ou devido a requisitos técnicos, como o controlo/controle da água. Para conter os fragmentos de rocha, são usados sistemas de face de rede/malha ou tela metálica pré-fabricadas com altura de 0,5 m a 1m e com uma profundidade de cerca de 1 m.

Face em gabião

Por vezes, as estruturas de suporte são temporárias, não sendo exigidos requisitos estéticos, uma vez que a sua função é apenas suportar o solo por um período de tempo limitado, como por exemplo durante a fase de construção da obra.

Os muros com face em "wrap-around"/envelopadas são muito utilizadas, pois em cada camada de reforço o geossintético é colocado na face e dobrado para trás para conter o material de aterro. A altura da camada de aterro é limitada a cerca de 0,5 m a 0,7 m, a fim de evitar o embarrigamento excessivo.

Fundação

Embora a fundação de uma estrutura de suporte de solo reforçado com geossintéticos seja projetada usando os mesmos princípios de dimensionamento de um muro em consola/à flexão (i.e. Meyerhof ou Terzaghi), os muros de solo reforçado com geossintéticos, por serem construídos por etapas, permitem que o solo in situ/local se vá consolidando durante a construção. Assim, os assentamentos/recalques ocorrem geralmente durante a construção, diferindo do que ocorre numa estrutura de suporte/contenção em betão/concreto, onde a quase totalidade do carregamento é aplicado de forma mais rápida.

Geossintético de reforço

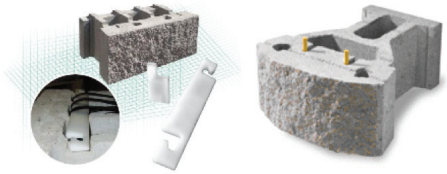
O geossintético deve cumprir a função de reforço que exige um desempenho adequado a/de curto e longo

prazo, nomeadamente/como ser dimensionado para ter resistência adequada para níveis de deformação compatíveis com o material de aterro, bem como manter essas propriedades durante a vida útil da estrutura (de meses, para estruturas temporárias, a 120 anos, para estruturas permanentes). Os geossintéticos habitualmente utilizados são geotêxteis, geogrelhas e geotiras, uma vez que as suas propriedades geralmente cumprem os requisitos para a função de reforço:

- Resistência
- Rigidez
- Durabilidade (tempo e meio-ambiente)
- Interação com o solo

Ligação (geossintético-face)

Uma ligação eficiente do reforço à face é primordial para a estabilidade da estrutura, pois garante que a face permaneça estável sob o impulso/empuxo de terra.



Bloco de betão/concreto para reforçar a ligação

A ligação varia para se adequar ao reforço e ao sistema de face. Para blocos modulares, a ligação entre o geossintético de reforço e o bloco acontece puramente por atrito, embora em alguns blocos a ligação seja reforçada com pinos ou barras para fixar o reforço.

Nos painéis é inserido um sistema de amarração (por ex., passadores ou olhais), permitindo a ligação ou o entrelaçamento no caso de uma geotira.

Olhal de ligação para geotira

Para muros com face em gabião a ligação dá-se/se dá por atrito entre os elementos da face e o geossintético. Devem ser realizados ensaios de caracterização da interface para determinar o coeficiente de atrito e proceder ao adequado dimensionamento.

Ensaio de arranque/arrancamento geogrelha-malha de aço

Drenagem

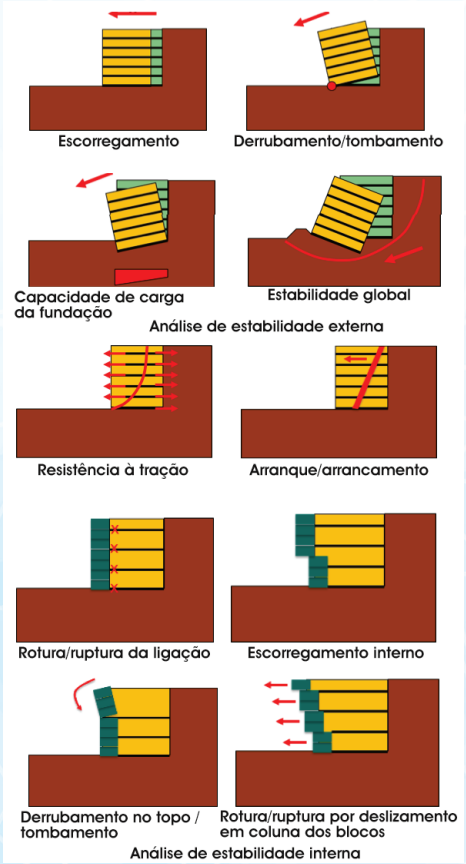
Uma das principais causas de rotura/ruptura nos muros reforçados com geossintéticos é a drenagem ineficiente da água. A água pode infiltrar-se no aterro, pela superfície e até mesmo pelos elementos de drenagem no interior do muro. É boa prática garantir que a água seja captada no sistema de drenagem e encaminhada para o exterior. O sistema de drenagem no pé do muro reforçado com geossintéticos permite controlar a variação do nível freático. Se necessário poderá ser adicionado um dreno vertical (contínuo ou em banda) no tardoz/tardoz da zona reforçada.

Dreno no pé/drenos de base e dreno em banda no tardoz de um muro de solo reforçado

Quando no interior do muro se encontram passagens inferiores, galerias, tubos de drenagem ou mesmo linhas de água, deve ser previsto um sistema de drenagem para captar e encaminhar eventuais fugas/infiltrações antes destas comprometerem a estrutura.

Solo

O solo a ser usado num muro reforçado com geossintéticos deve ser granular, para uma boa interação com o geossintético, e exibir ângulo de atrito adequado. O uso de material fino (menos de 200µm ou 0,075mm) é, em geral, restringido em diferentes recomendações de dimensionamento a 15% e com dimensão máxima de um terço da espessura da camada (geralmente 80mm). A compactação do solo é muito importante, pois garante a interação com o geossintético, bem como os requisitos mecânicos. Em geral, é exigido um grau de compactação mínimo de 93% do Proctor modificado (AASHTO), podendo aumentar até 98% se for uma estrutura crítica, como um encontro de ponte ou uma estrutura de contenção de uma escombreira/britadores em minas. Devem, ainda, ser considerados o pH do solo, os cloretos e os sulfatos, pois afetam a durabilidade do geossintético de reforço e do sistema de face.



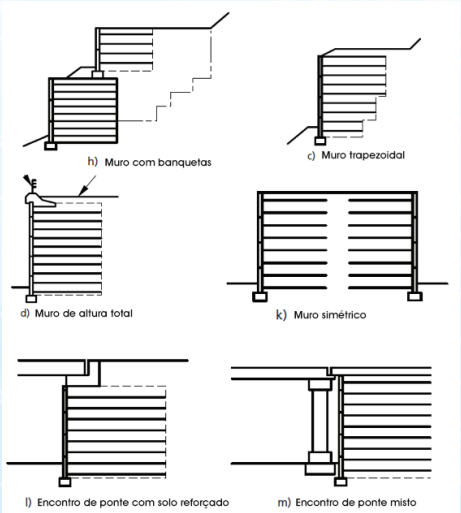
Dimensionamento

Existem muitas recomendações de dimensionamento para o projeto de muros de solo reforçado com geossintéticos com base na tensão de serviço e princípios de estado limite. A análise a ser feita é a seguinte:

Muros de geossintéticos típicos

Os muros de solo reforçado com geossintéticos podem ser usados em:

- Muros em degraus
- Muros trapezoidais
- Muros de altura total
- Muros de altura parcial
- Barragens
- Muros embutidos
- Muros com banquetas
- Muros infinitos
- Muros ambientais
- Muros simétricos (back to back)
- Encontro de ponte com solo reforçado
- Encontro de ponte misto



Paredes Geossintéticas Típicas

International Geosynthetics Society

GEOSSINTÉTICOS EM MUROS:

Aplicações e Benefícios de Muros de Solo Estabilizado Mecanicamente (Muros de Solo Reforçado)

Sobre o IGS

A Sociedade Internacional de Geossintéticos – International Geosynthetics Society (IGS) – é uma organização sem fins lucrativos dedicada ao desenvolvimento científico e de engenharia de geotêxteis, geomembranas, produtos relacionados e tecnologias associadas. A IGS promove a disseminação de informações técnicas sobre os geossintéticos e suas aplicações mediante um boletim (IGS News), duas revistas científicas (Geosynthetics International e Geotextiles and Geomembranes), conferências e seminários técnicos, grupos de trabalho, mais de 40 Capítulos Nacionais, publicações especiais e muitos outros meios de comunicações e de divulgação.

Declaração: A informação apresentada neste documento foi revista pela Comissão de Educação da Sociedade Internacional de Geossintéticos, considerando-se que representa justamente as práticas correntes.

Contudo, a Sociedade Internacional de Geossintéticos não aceita qualquer responsabilidade decorrente de qualquer forma da utilização da informação apresentada. A reprodução deste material é permitida se a fonte for claramente indicada.

Contacte-nos/Entre em contato

IGSsec@GeosyntheticsSociety.org
www.GeosyntheticsSociety.org