



Conectar as pessoas é o nosso forte

Soluções com geossintéticos para o transporte ferroviário

 **HUESKER**
Ideen. Ingenieure. Innovationen.

Enfrentando os desafios da Engenharia Ferroviária

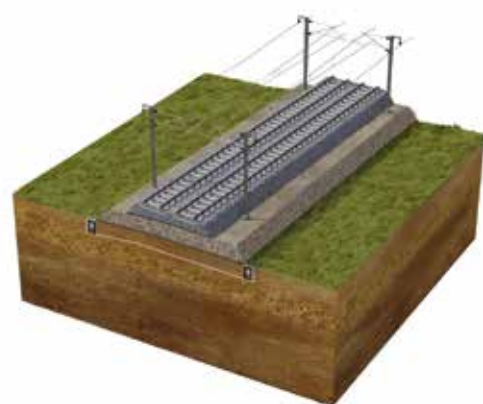
Descubra a ampla gama de benefícios e vantagens dos geossintéticos da HUESKER.



Página

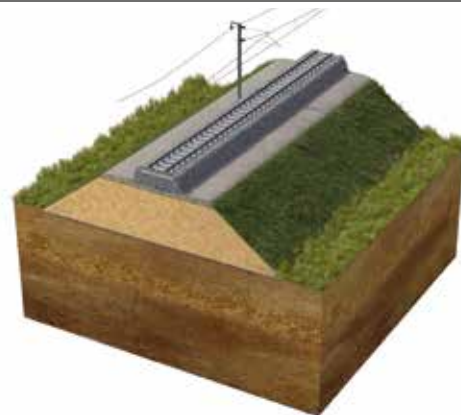
8

Reforço de Lastro



10

Reforço de Aterros sobre Solos Moles



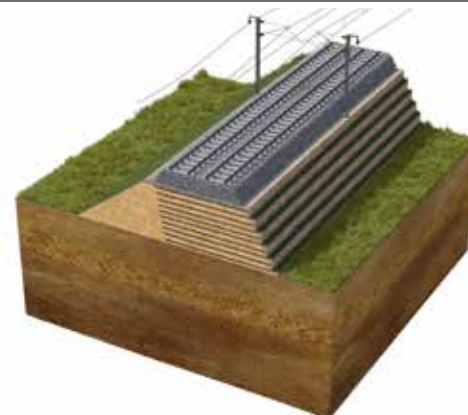
12

Fundações Profundas em Solos Moles



14

Aterros Reforçados com Geossintéticos



18

Aplicações Especiais



20

Soluções para o Entorno





Nossa Experiência em Engenharia Ferroviária

Os projetos ferroviários representam uma variedade de desafios. Isto torna o conhecimento de engenharia, a conscientização dos custos e, acima de tudo, a experiência, pré-requisitos essenciais para o projeto, instalação e manutenção de estruturas ferroviárias.

A HUESKER, além de entregar um produto confiável e de qualidade, oferece também um serviço completo de suporte respeitando as mais rigorosas normas. A experiência da empresa é comprovada em inúmeros projetos ferroviários executados em todo o mundo.

Suas credenciais são reforçadas por uma parceria de décadas com a operadora ferroviária alemã Deutsche Bahn como fornecedor de produtos de elevada qualidade e performance.

Você ficará surpreso com as diversas aplicações de nossos geossintéticos na engenharia ferroviária. Além do reforço de lastro, oferecemos soluções para construção de aterros, obras de solo reforçado com geossintéticos, revestimentos, capeamento e proteção de águas subterrâneas.

Nossas soluções

- Garantem o desempenho adequado permanentemente, mesmo no caso de estruturas submetidas a elevadas cargas dinâmicas
- Reduzem custos de manutenção
- São certificadas pela entidade alemã de ferrovias em função de décadas de experiências de sucesso
- Garantem o consumo criterioso de recursos naturais
- Atendem às exigências da infraestrutura ferroviária moderna
- Evitam o risco de desempenho inadequado da estrutura

Serviços HUESKER

Os serviços da HUESKER iniciam com a orientação preliminar ao cliente e terminam com o apoio à execução do projeto no local. As soluções que fornecemos são personalizadas, ecológicas e economicamente viáveis.

Serviços de Engenharia

- **Apoio a projetos de engenharia**
Análises de verificação e dimensionamento de acordo com normas e recomendações internacionais de projeto.
- **Consultoria Técnica**
Recomendações para o tipo de produto apropriado para cada necessidade ou aplicação específicas.
- **Planos de instalação para projeto executivo**
Preparação das orientações de manipulação, planejamento, aplicação e do plano de instalação para inserção no projeto executivo.

Suporte a Produtos

- **Soluções com produtos personalizados**
Colaboramos com nossos clientes para o desenvolvimento de produtos personalizados para atender às suas necessidades específicas.
- **Soluções alternativas**
Desenvolvemos soluções alternativas e também elaboramos recomendações para ajustes e melhorias.

Documentos

- **Certificações**
Nossos produtos, a depender da linha e do tipo de aplicação, possuem diversas certificações, p. ex.: ISO, BAM, BBA, IVG, EBA e SVG.
- **Orientações para instalação**
Elaboramos as orientações técnicas que garantem o melhor procedimento de instalação de nossos produtos na obra.
- **Termos de referência**
Podemos auxiliar na elaboração de especificações técnicas para termos de referência e projetos executivos.

No Local

- **Suporte no local da obra**
Quando necessário, nossos técnicos de instalação podem oferecer assistência para a instalação relacionada às especificações dos produtos utilizados.
- **Treinamento**
Orientação específica para aplicação de nossos produtos.

Nossos Produtos para o Segmento Ferroviário



As condicionantes para aterros, camadas de base e estruturas vizinhas a ferrovias, às vezes, são muito rigorosas: elevadas cargas dinâmicas, solos com baixa capacidade de suporte, proteção ambiental, limitações geográficas, controle de ruído, entre outros.

Ainda assim, independente das exigências, a HUESKER sempre pode encontrar e fornecer a solução mais adequada.

Basetrac® Duo-C / Basetrac Duo



Geocomposto com funções de reforço, separação e filtração para solos com baixa capacidade de suporte
Solução número um para reforço de base em solos com baixa capacidade de suporte, o nosso geocomposto Basetrac Duo-C é fabricado a partir de geogrelhas com revestimento polimérico e não tecidos.

Basetrac Grid



Geogrelha flexível e de elevada resistência à tração
Reforço de base com o Basetrac Grid garante absoluta segurança, mesmo diante de elevadas cargas dinâmicas. As geogrelhas possuem revestimento polimérico fornecendo alta estabilidade UV, e ao mesmo tempo, minimizam os danos de instalação.

Basetrac Nonwoven

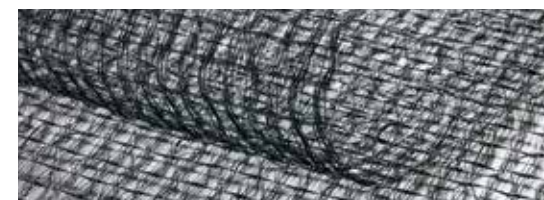


Separação e filtração com geotêxtil não tecido para camada de base e drenagem
Os não tecidos são utilizados para separar o material da camada de base do subleito e para prevenir o chamado "efeito de bombeamento", isto é, a infiltração das partículas finas do solo na camada de base. Isso garante que a capacidade de suporte da camada de base e o desempenho de drenagem não sejam afetados.



Fortrac®

Geogrelha flexível e de elevada resistência à tração para aplicações de reforço e estabilização de aterros em solos moles, obras de terra e camadas de base.



Fortrac 3D

Geogrelha de reforço com função adicional de controle de erosão para taludes íngremes.



Stabilenka®

Tecido mundialmente reconhecido com resistência à tração elevada, ideal para aterros sobre solos moles.



Robutec®

Alto módulo, baixa deformação, tecido resistente a ambientes alcalinos e ácidos para fundações de aterros desafiadores.



Ringtrac®

Sistema de fundação que compreende colunas encamisadas por geotêxtil, aplicável ao melhoramento de solos com capacidade de suporte extremamente baixa.



Tektoseal® Clay

Geocomposto de alto desempenho para proteção e remediação de locais contaminados.



Tektoseal Active

Geocomposto ativo com função de barreira e filtração para águas superficiais contaminadas e lixiviados.

Reforço de Lastro

Melhoria significativa do subleito

As cargas de tráfego crescentes, a drenagem deficiente e a perda de estabilidade do lastro ferroviário contribuem para a necessidade de reabilitação das linhas ferroviárias existentes. O objetivo destas ações de melhoria é aumentar a funcionalidade e ampliar a vida útil dos recursos de infraestrutura. A estrutura de uma linha férrea deve ser capaz de acomodar e transmitir elevadas cargas dinâmicas durante longos períodos de serviço com deformações e desgaste mínimos. O projeto das camadas de base é ditado, entre outras coisas, pela capacidade de suporte do subleito, os níveis de carga previstos e quaisquer requisitos aplicáveis na proteção de águas subterrâneas. Nesta área a HUESKER oferece uma ampla gama de soluções com seu portfólio de produtos Basetrac.

Benefícios

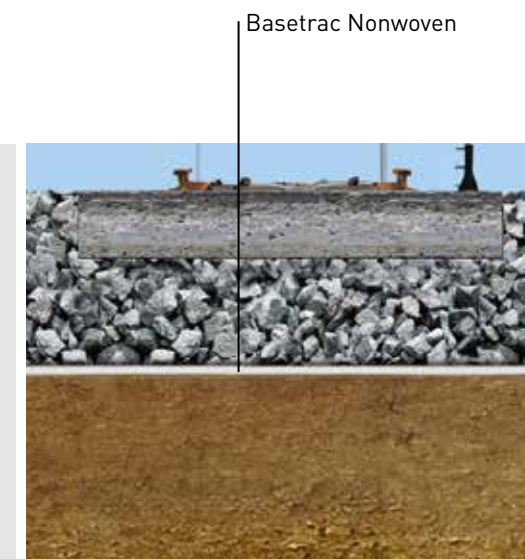
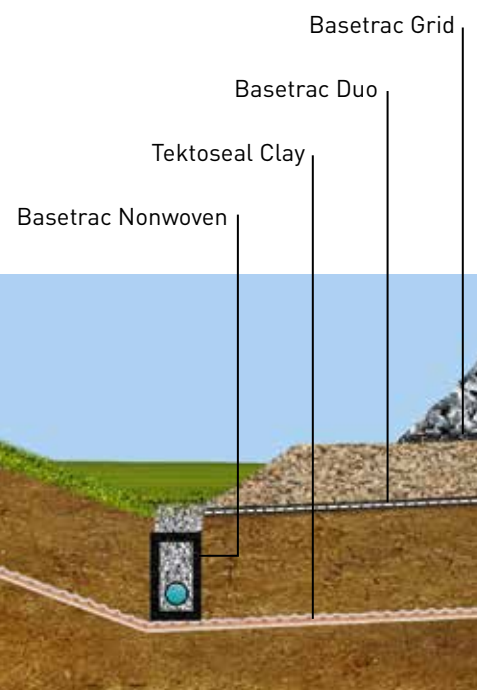
- Aumento da vida útil
- Economia devido à menor espessura das camadas de base
- Fácil instalação sem efeito memória
- Produtos certificados como de alta qualidade

Melhoria limitada do subsolo

Como alternativa à melhoria do subleito em mais larga escala, fatores específicos e períodos de serviço limitados podem favorecer a incorporação de não tecidos diretamente abaixo do sublastro da ferrovia. A instalação de não tecidos altamente robustos com função de separação e filtração logo abaixo do sublastro, melhora a drenagem da água superficial e evita a migração de partículas finas para a brita, melhorando a capacidade de suporte das camadas de base. Nosso portfólio de produtos Basetrac contempla não tecidos certificados para essas aplicações.

Benefícios

- Melhoria da capacidade de suporte
- Largura das bobinas favorável aos serviços de instalação
- Produtos certificados como de alta qualidade

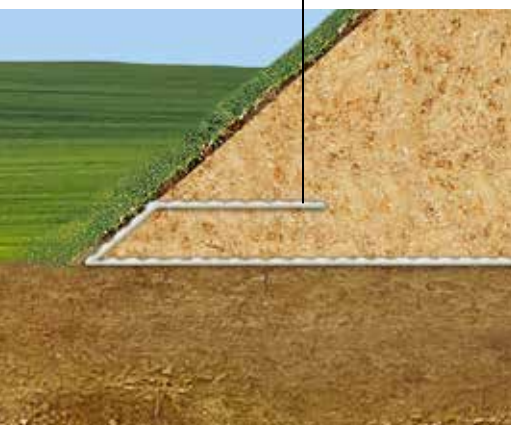


Reforço de Aterros sobre Solos Moles

Reforço basal de aterros

Para garantir operações ferroviárias confiáveis e econômicas, os aterros ferroviários são obrigados a cumprir com rigorosos níveis de exigência quanto à condição de estabilidade estrutural, com níveis mínimos de tolerância a deformações. Com resistência à tração de até 2.800 kN/m, os tecidos de reforço Stabilenka e Robutec possibilitam a incorporação de método de execução mais ágeis e previnem eventuais riscos de ruptura dos aterros. Onde, por exemplo, o uso de materiais de preenchimento misturados com aglomerantes produz um ambiente alcalino, os tecidos de álcool polivinílico (PVA) Robutec da HUESKER são a escolha certa.

Stabilenka, Robutec



Benefícios

- Rápido adensamento do subsolo
- Elevada estabilidade estrutural
- Economia no material de preenchimento
- Restrição dos recalques diferenciais

Reforço sobre cavidades

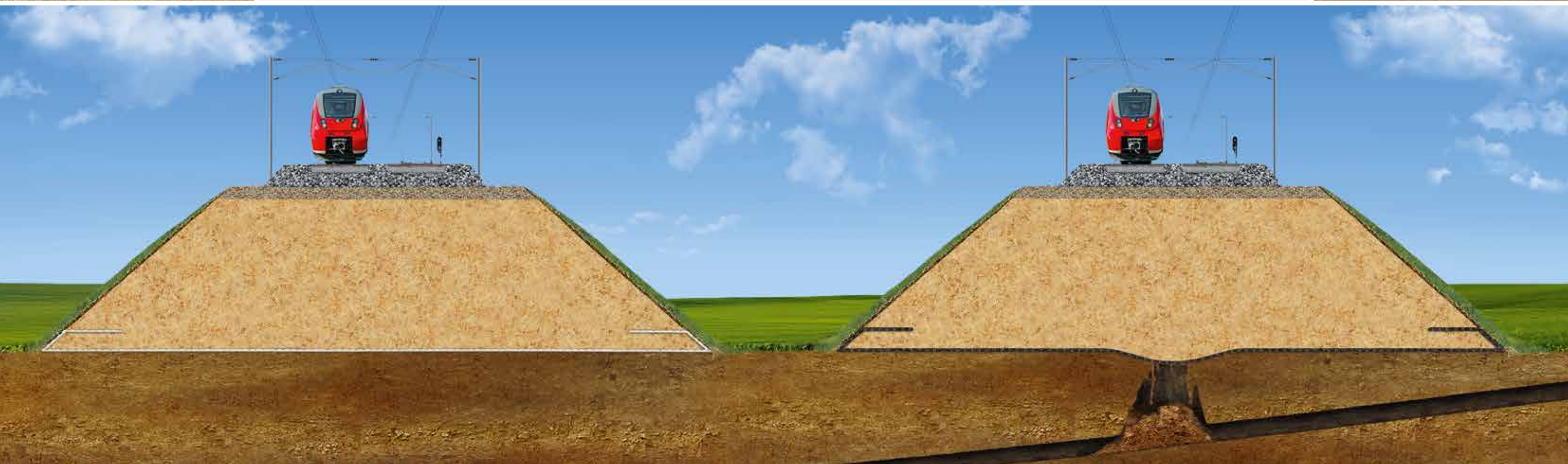
Subsidência representa um sério risco para o tráfego ferroviário. Com resistências à tração de até 3.000 kN/m associadas à alta rigidez à tração, nossas geogrelhas Fortrac oferecem proteções permanentes ou temporárias a áreas propensas à formação de cavidades. As geogrelhas podem ser fabricadas em diferentes matérias-primas, por exemplo, Poliéster, PVA ou Aramida, para atender os requisitos específicos de cada projeto. Fortrac elimina a necessidade de estruturas em concreto armado, sendo uma alternativa mais econômica e ecologicamente mais adequada. Sua capacidade de resistir a esforços de tração pode ser mobilizada em prazo suficiente para suportar o peso do aterro por ocasião da abertura repentina e imprevisível de cavidades de grandes dimensões.

Fortrac



Benefícios

- Proteção em áreas propensas à ocorrência de subsidência
- Baixo custo comparada a soluções em concreto armado
- Ecologicamente correta
- Resistência à tração suficiente para suportar cargas inesperadas geradas por cavidades de grandes dimensões



Fundações Profundas em Solos Moles

Aterros sobre estacas

O projeto de fundações de aterros em solos com baixa capacidade de suporte representa sempre um grande desafio. Além dos recalques em grande escala e do escorregamento lateral, outros modos de falha potenciais devem ser considerados, entre eles, insuficiente capacidade de carga, ruptura de taludes, ou mesmo a extrusão do solo mole abaixo da base do aterro. As geogrelhas Fortrac promovem a formação do arqueamento de solo entre os capitéis, enquanto transmitem com segurança as cargas verticais do aterro para as estacas. Os empuxos laterais também podem ser suportados pelo reforço, eliminando a necessidade de estacas inclinadas nas bordas. Outro aspecto importante a se destacar é de que a ampla gama de produtos Fortrac, geogrelhas de elevado módulo de rigidez à tração e baixa fluência, permite a otimização dos custos totais.

Fortrac

Benefícios

- Elevada estabilidade estrutural
- Formação do arqueamento de solo para transmissão de carga
- Otimização dos custos por permitir estacas mais espaçadas

Colunas granulares encamisadas com geotêxtil

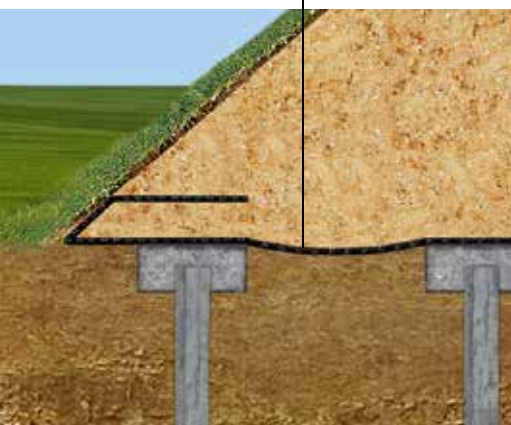
Um dos sistemas mais seguros e confiáveis para fundações em solos com baixa capacidade de suporte, as colunas encamisadas com geotêxtil são ideais para aplicações em engenharia ferroviária. O sistema, aplicável a camadas moles com $S_u < 15 \text{ kN/m}^2$, oferece elevada utilidade e adaptabilidade em diferentes condições do subsolo. As colunas Ringtrac absorvem a água sobre toda a sua superfície, atuando como "megadrenos", acelerando o processo de adensamento e mais de 90% dos recalques ocorrem durante o período de construção. Além disso, os recalques por fluência são reduzidos entre 50-75% em comparação com o solo não melhorado. Areia de jazidas locais pode ser usada como material de preenchimento.

Ringtrac

Stabilenka

Benefícios

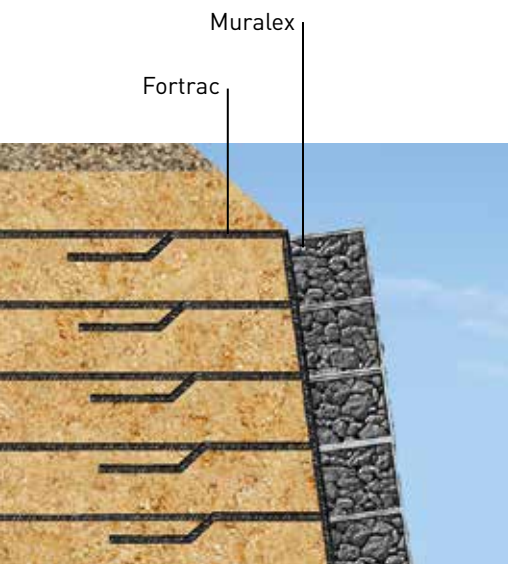
- Extremamente versátil devido à sua elevada utilidade
- Aceleração do processo de adensamento e da construção
- Economia devido à utilização de materiais disponíveis no local (areia ou brita)



Aterros Reforçados com Geossintéticos

Aterros reforçados e contenções

Barreiras de som, encontros de pontes ou taludes íngremes são exigências típicas de projetos de ferrovias. Aqui, os sistemas de solo reforçado com geossintéticos da HUESKER oferecem possibilidades de soluções criativas, versáteis e econômicas. As principais vantagens em relação a outros métodos convencionais são: amplas opções de acabamento, elevada confiabilidade e execução prática e rápida com material local. A técnica de solo reforçado é adaptável a recalques e permite montagem simples e eficiente, mesmo em situações de taludes extremamente íngremes.



Benefícios

- Possibilidade de customização do projeto executivo
- Execução prática, rápida e econômica
- Consultoria técnica por engenheiros da HUESKER
- Ocupação otimizada de espaço devido à pequena área de base
- Ampla gama de aplicações e de metodologias construtivas



Sistemas de faceamento

Uma das principais vantagens do uso da técnica de solo reforçado com geossintéticos é a ampla gama de opções de acabamento para a face. Com a combinação perfeita de engenharia civil e arquitetura, eles permitem que a estrutura se integre harmoniosamente com a paisagem natural, e ao mesmo tempo, cria um aspecto atraente para quem passa pelo local.



Fortrac Muralex



Fortrac Quadratum



Fortrac com painéis pré-fabricados



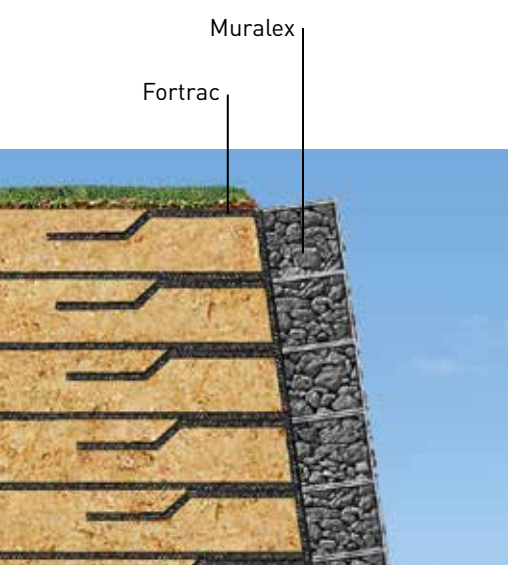
Fortrac Muro Verde



Fortrac Muro Terrae

Barreiras de som

Estruturas especiais às vezes são necessárias em áreas densamente povoadas para reduzir a perturbação gerada pelo ruído. Os muros de contenções em solo reforçado podem ser especialmente projetados com característica de face que favorecem a absorção sonora e lhes permitem atuar como barreiras de ruído. Na Alemanha, os regulamentos e requisitos para as estruturas de controle de ruído adjacentes às vias de tráfego variam entre os diferentes estados federais. Após testes e análises de diversos sistemas, a HUESKER desenvolveu uma série de soluções de alto desempenho que permitem uma absorção sonora de até $DL_a \geq 8-11dB$.

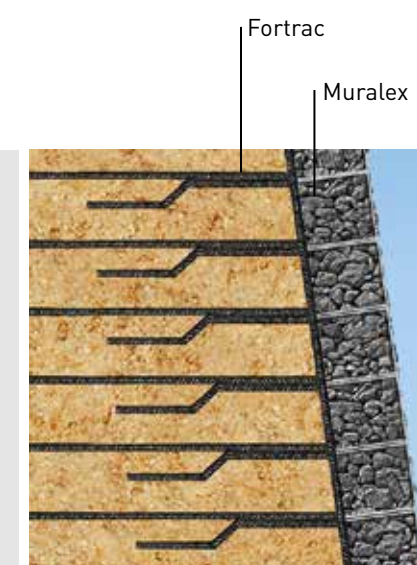


Benefícios

- Absorção sonora de até 11dB
- Construção simples e fácil
- Integração harmoniosa com a paisagem natural

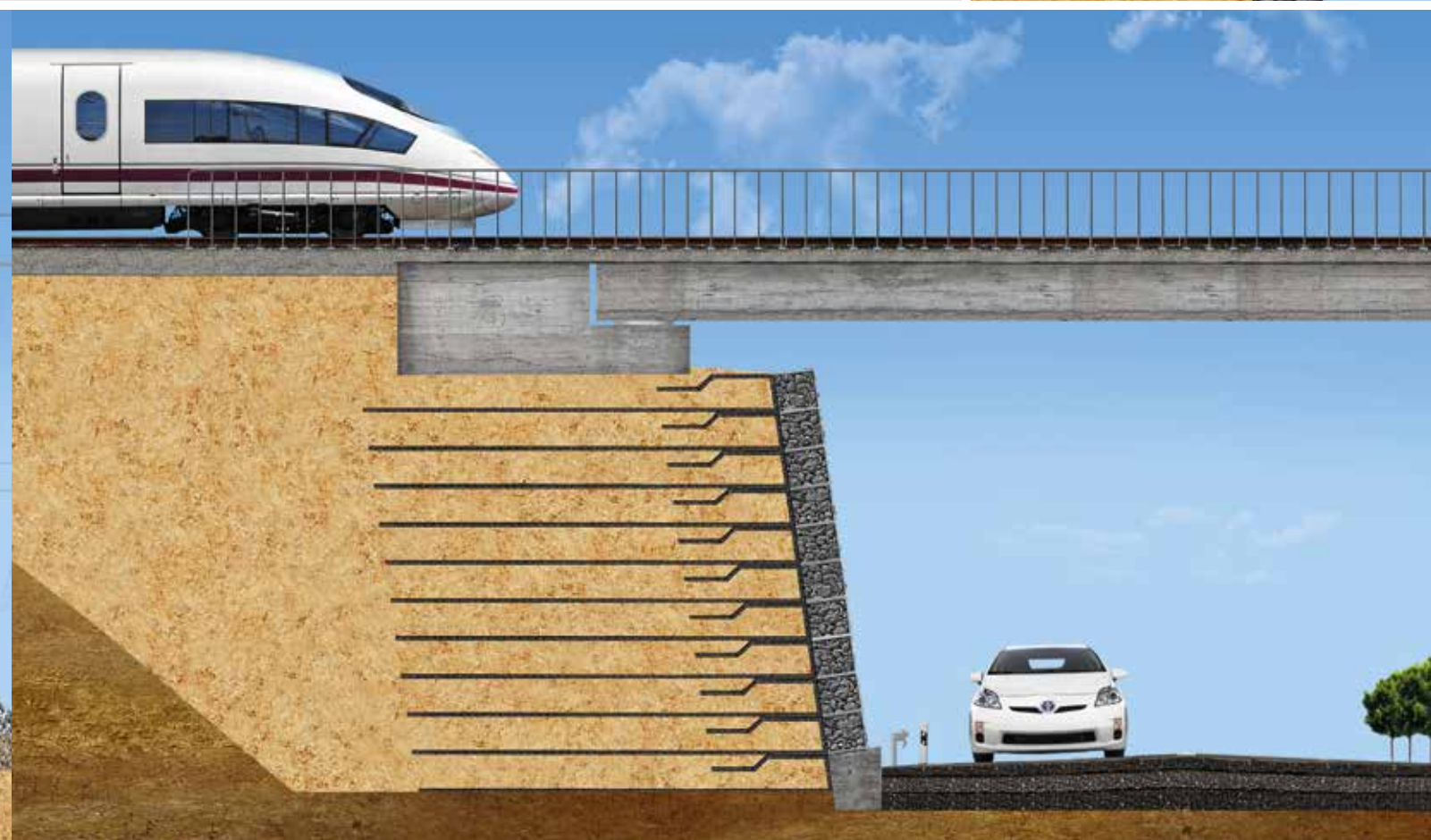
Encontros de pontes

Os encontros de pontes em solo reforçado podem ser projetados como muros portantes (carga do tabuleiro apoiada diretamente sobre o aterro estruturado) ou não (estrutura da ponte ou viaduto apoiada em pilares e estacas). O projeto também pode contemplar sistemas de face ativos ou passivos, dependendo se os elementos de face contribuem para a absorção parcial dos empuxos ou não. Os sistemas de Solo Reforçado com Geossintéticos são extremamente flexíveis e cumprem as recomendações e normas existentes em diferentes países.



Benefícios

- Construção rápida e eficiente
- Elevada utilidade e versatilidade
- Compatibilidade com requisitos ambientais
- Variedade de alternativas de acabamento e estética



Aplicações Especiais

Impermeabilização de túneis

Juntamente com as pontes, os túneis estão entre as estruturas mais complexas nas ferrovias. Um grande desafio destes projetos é garantir uma impermeabilização confiável da seção transversal do túnel. A solução da HUESKER é a "membrana dupla à prova de infiltração" desenvolvida especificamente para eliminar qualquer risco de vazamento ou percolação livre da água. Nossos GCLs Tektoseal Clay garantem maior confiabilidade e durabilidade.



Benefícios

- Sistema especificamente desenvolvido para esta aplicação
- Garantia de estanqueidade no revestimento do túnel
- Vida útil da estrutura prolongada

Proteção de águas subterrâneas

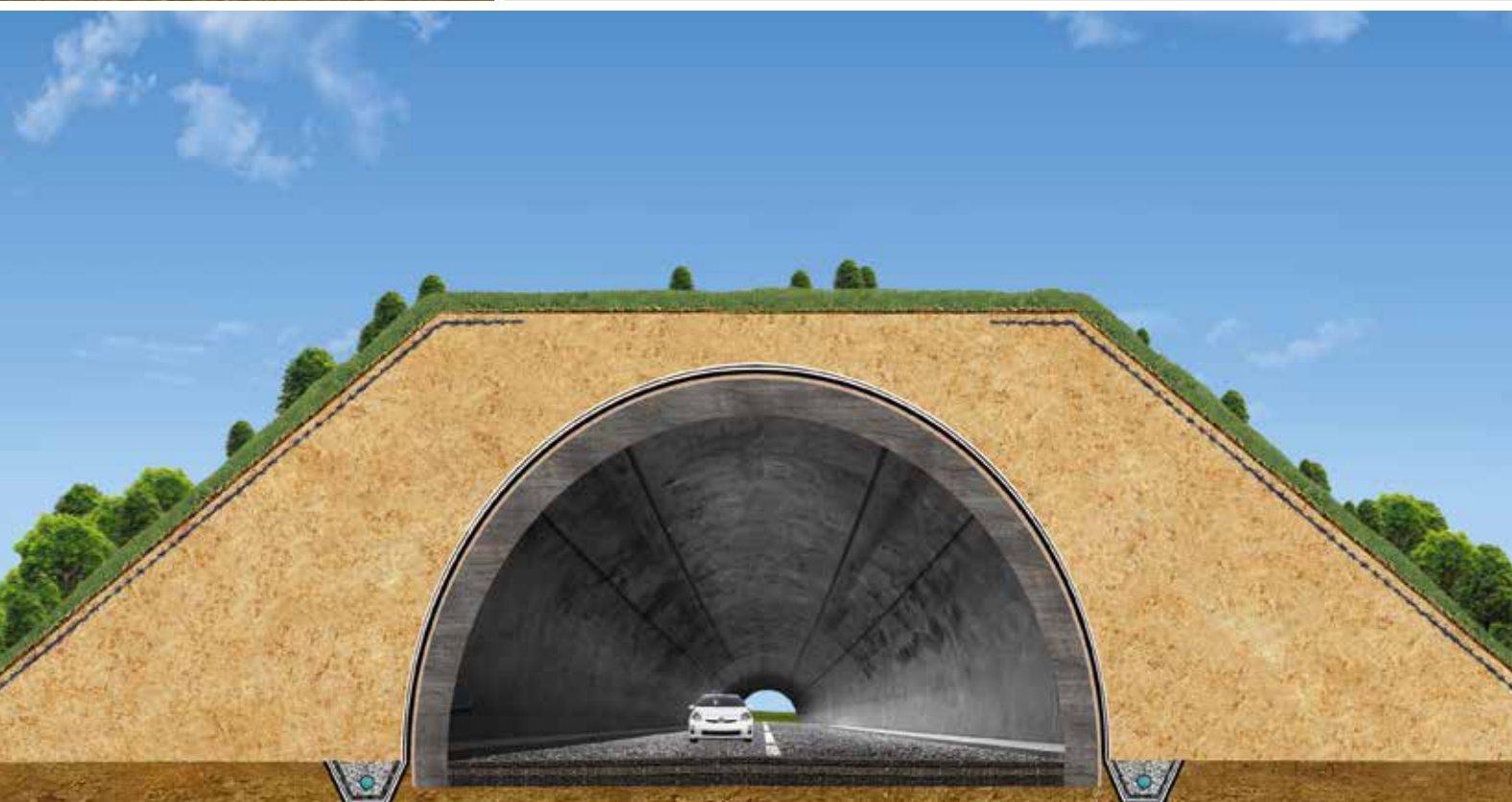
Pátios de manobra, galpões de manutenção e outras áreas de armazenamento não pavimentadas são suscetíveis à contaminação do solo por óleo, graxa e produtos petroquímicos similares. Medidas simples podem ser tomadas para eliminar o risco de poluição do solo e das águas subterrâneas. Tektoseal Active AS é um geocomposto ativo capaz de fixar contaminantes nocivos, evitando assim a infiltração nas águas subterrâneas. Entre suas características mais relevantes incluem-se a alta robustez e apresentação em rolos, o que simplifica a instalação.

Tektoseal Active AS



Benefícios

- Absorção eficaz de óleo, mesmo em grandes áreas
- Elevada resistência mecânica
- Fácil de instalar e de remover

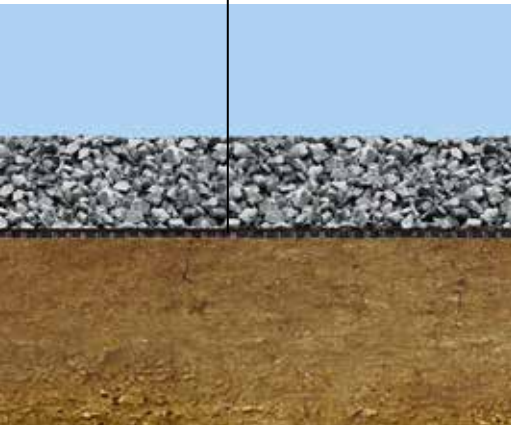


Soluções para o Entorno

Estradas temporárias

No segmento ferroviário, tanto para novos projetos quanto para trabalhos de manutenção, geralmente é necessária a construção de estradas ou outras vias de acesso temporário. Elas são utilizadas em períodos curtos, mas normalmente são submetidas a cargas e tráfegos intensos. Muitas vezes são implantadas em terrenos de baixa capacidade de suporte. A solução com geossintéticos é o meio mais simples de minimizar o investimento e o trabalho de manutenção. Nossa linha de produtos Basetrac oferece uma solução unificada para qualquer aplicação – desde elementos simples de separação e filtração até o reforço de duas camadas para suportar elevadas cargas em solos com baixa capacidade de suporte.

Basetrac



Benefícios

- Aumento significativo da capacidade de suporte
- Economia de material na camada de base
- Redução de custos em manutenção

Retentores de águas pluviais

As bacias de retenção de águas pluviais são projetadas para permitir a descarga controlada de grandes quantidades de água armazenadas temporariamente. Uma vez que a água superficial pode estar poluída, a estanqueidade do revestimento passa a ser um requisito chave no processo. A HUESKER oferece uma ampla gama de soluções com GCLs desenvolvidos especificamente para estas aplicações.

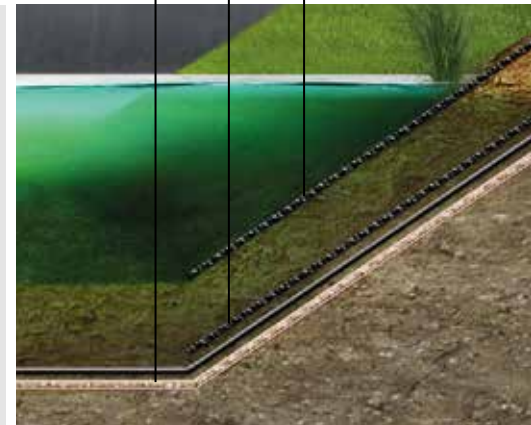
Benefícios

- Descarga controlada de elevados volumes de água
- Revestimento estanque e eficiente
- Ampla gama de produtos para otimização de custos

Tektoseal Clay

Fortrac

Fortrac 3D



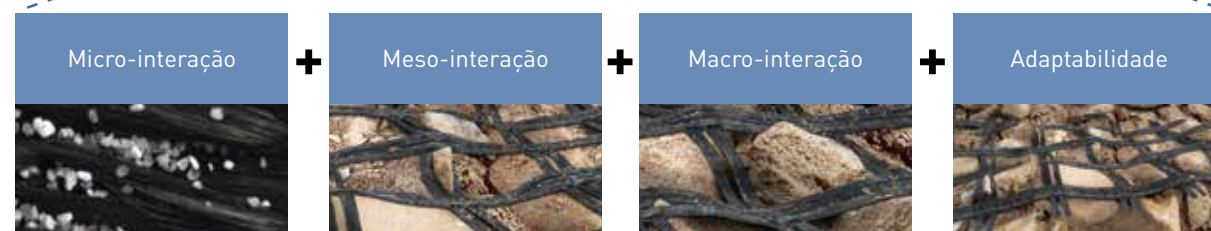
Diferencial HUESKER

O valor da flexibilidade de interação para FERROVIAS

As geogrelhas são úteis para o aprimoramento das propriedades mecânicas dos solos. Para resistir às solicitações impostas mobilizando mínimos níveis de deformação, elas precisam exibir considerável nível de rigidez à tração. Por outro lado, a geogrelha não deve ser rígida demais porque isso inibiria a mobilização de forças pelo próprio solo.

Uma boa flexibilidade de interação significa uma perfeita combinação entre macro-, meso- e micro-interação, além de um elevado grau de adaptabilidade ao solo. Estas características aprimoram substancialmente a interação e a aderência entre o solo e o reforço.

Para compensar as deficiências estruturais da estrutura, o grau adequado de resistência à tração também é necessário. As geogrelhas Basetrac são excelentes não apenas por sua resistência adequada e elevada rigidez à tração, mas também por sua elevada flexibilidade de interação – uma propriedade encontrada apenas em geossintéticos flexíveis.



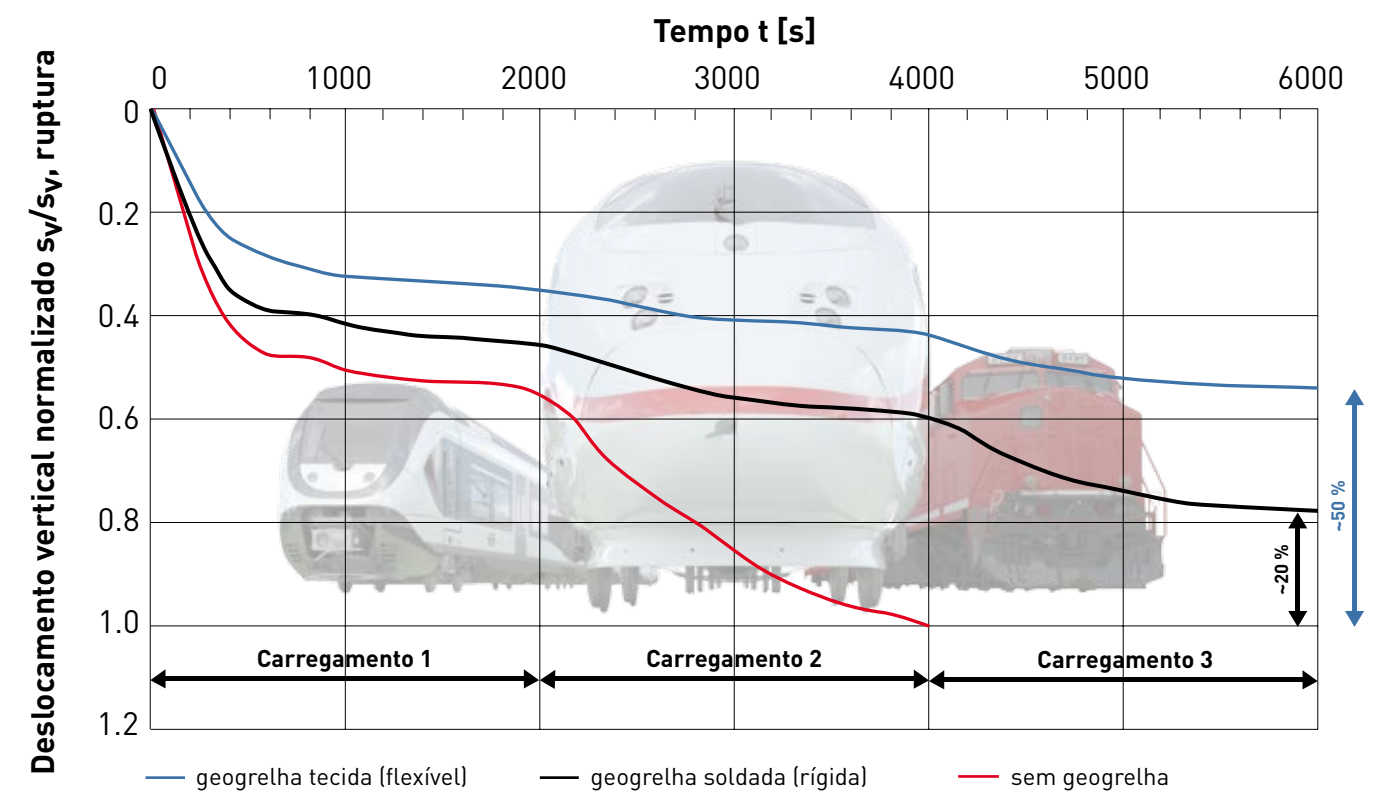
As geogrelhas de superfície rugosa desenvolvem interação microscópica com as partículas do solo (atrito).

A textura favorável da superfície das geogrelhas promove o intertravamento entre as nervuras da geogrelha e as partículas do solo.

A abertura da malha permite o intertravamento dos grãos ou das pedras com a geogrelha.

As geogrelhas flexíveis conseguem se adaptar às irregularidades do solo durante e após a compactação.

O gráfico abaixo exibe os resultados de um estudo publicado em 2012 (Lackner, C.). Ele demonstra o desempenho entre as geogrelhas rígidas e flexíveis. O estudo mostra os recalques na camada de base ao longo do tempo – normalizado pelo deslocamento para solo não reforçado – para os dois tipos de geogrelhas (flexível e rígida) quando submetidos a três combinações típicas de cargas ferroviárias.



(Lackner, C. [2012], Solo reforçado protendido – Conceito, investigações e recomendações, dissertação, Graz Universidade de Tecnologia)



Basetrac®, Stabilenka®, Robutec®, Fortrac®, Ringtrac® e Tektoseal® são marcas registradas da HUESKER Synthetic GmbH.

HUESKER Synthetic é certificada ISO 9001, ISO 14001 e ISO 50001.



HUESKER Ltda.

Av. Sebastião H.C. Pontes, 8000 – Galpão “E”
Cond. Ind. Century – Chácaras Reunidas
CEP 12.238-365 – São José dos Campos – SP – Brazil
Phone: + 55 (12) 3903 9300
Fax: + 55 (12) 3903 9301
Mail: HUESKER@HUESKER.com.br
Web: www.HUESKER.com.br

 **HUESKER**
Ideen. Ingenieure. Innovationen.