



**Ringtrac<sup>®</sup>**

Solução sem precedentes para o melhoramento de solos moles

 **HUESKER**  
Ideen. Ingenieure. Innovationen.

# Solução confiável para melhoramento do terreno

Principalmente para solos com baixa capacidade de suporte

## Desafios e objetivos

Projetos de aterros em solos moles normalmente representam um desafio significativo. Além dos recalques em grande escala e da deformação lateral, os riscos potenciais incluem a falha na capacidade de suporte e a ruptura do talude, ou mesmo a extrusão do solo por baixo da base do aterro.



- Elevada estabilidade durante e após a construção
- Desempenho confiável, mesmo com subsolo extremamente mole
- Capacidade de suporte de elevadas cargas do aterro
- Minimização de recalques
- Construção rápida de aterros altos sem risco de ruptura global
- Adaptação às condições locais e aos carregamentos operacionais
- Possibilidade de carregamento imediatamente após a construção
- Redução da pressão horizontal em solos moles

## Métodos de construção de fundação para aterros



## Comparação de métodos e soluções

A seleção do método de fundação mais adequado é ditada pelas condições do solo, cargas e requisitos impostos pela estrutura. Os principais parâmetros para descrever as condições do solo incluem o CBR, o  $E_{v2}$  e o  $S_u$ . As colunas Ringtrac representam, muitas vezes, a única alternativa viável para fundações de aterros em terrenos de solos moles com  $S_u < 0,5 \text{ kN/m}^2$ .

Condição do solo    CBR [%]     $E_{v2}$  [MN/m<sup>2</sup>]     $S_u$  [kN/m<sup>2</sup>]

Condição do solo	CBR [%]	$E_{v2}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$S_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Boa	9	35	270
	7	30	210
Mediana	6	25	180
	5	20	150
Adequada	4	15	120
	3	10	90
Pobre	2	5	60
	1	3	30
Péssimo			15

Reforço de base

Coluna de brita

Estaca de concreto

Coluna Ringtrac

### Benefícios que as colunas Ringtrac oferecem:

- Adequação para uso em camadas de solo mole com  $S_u < 15 \text{ kN/m}^2$
- Desempenho comprovado para  $S_u < 0,5 \text{ kN/m}^2$
- Validada pelo EBGE0 para uso em solos com  $S_u < 3 \text{ kN/m}^2$
- Adensamento do solo majoritariamente no período de construção
- A camisa geossintética evita a perda de material da coluna e elimina o risco de perda de integridade da coluna
- Nenhum risco de ruptura brusca graças à sua alta ductilidade
- Atuação como grandes drenos verticais
- Elevada resistência à flambagem graças à sua robustez

CBR Índice de Suporte Califórnia [%]  
 $S_u$  Resistência não-drenada do solo [kN/m<sup>2</sup>]  
 $E_{v2}$  Módulo de deformabilidade de recarga [MN/m<sup>2</sup>]





### BENEFÍCIOS

- Adequação para solos moles com  $S_u < 15 \text{ kN/m}^2$
- Estabilidade de filtração entre o solo adjacente e o da coluna
- Nenhuma falha na coluna devido ao desconfinamento, cisalhamento ou flambagem
- Elevado grau de segurança
- Alta ductilidade
- Drenagem vertical eficiente
- Economia devido à utilização de materiais disponíveis no local para o preenchimento

# Coluna Ringtrac

## Integridade da coluna para transferência de cargas em solos muito moles

### Sistema de fundação inovador

O sistema de fundação Ringtrac consiste em colunas granulares encamisadas com geossintéticos que são preenchidas com materiais não coesivos confinados e compactados, que atravessam as camadas de solo mole e se apoiam no substrato competente subjacente, assim transferindo as cargas permanentes e móveis. A coluna Ringtrac representa uma melhoria das colunas de brita. A ação estrutural do invólucro Ringtrac transforma colunas granulares em elementos com elevada capacidade de carga. As colunas podem ser instaladas independentemente do nível de suporte lateral oferecido pelo solo mole criando um sistema estrutural robusto e flexível.



### Como o sistema funciona

Todas as ações e concentrações de estresse no topo das colunas induzem tensões radiais dirigidas para fora das colunas. A particularidade do sistema é que essas tensões são neutralizadas não apenas pela pressão de terra atuando na direção contrária, mas também pelo invólucro de geotêxtil de alto módulo de rigidez à tração radial. Durante o processo de adensamento, as forças de tração circunferenciais mobilizadas na camisa provocam um aumento da rigidez nas colunas e, portanto, uma concentração de cargas acima das colunas.

As colunas granulares encamisadas Ringtrac são usadas em terrenos extremamente moles, como, por exemplo, solos turfosos ou aluvionares com  $S_u < 15 \text{ kN/m}^2$  e suporte lateral muito baixo. Aplicações padronizadas para solos com  $S_u$  entre 3 e 30  $\text{kN/m}^2$ . De acordo com o EBGE0 ("Recomendações para Análise e Projeto de Estruturas de Terra usando Reforços Geossintéticos"), o sistema também pode ser usado em solos com  $S_u < 3 \text{ kN/m}^2$ .

### Encamisamento

- Sem costura, tecnologia de tecelagem radial
- PET ou PVA como matérias-primas disponíveis
- Resistência à tração perimetral de até 600  $\text{kN/m}$
- Módulo de rigidez radial de até 7.000  $\text{kN/m}$

### Tamanho da coluna

- Diâmetros de 0,4 m a 1,0 m
- Possibilidade de colunas acima de 30 m
- Fácil customização no local

### Preenchimento

Ampla gama de materiais disponíveis no próprio local pode ser utilizada para o enchimento. [areia, cascalho, brita, material reciclado, etc.]

### Função de drenagem

As colunas Ringtrac podem absorver água por todo o seu perímetro. Isso acelera o processo de adensamento.





# O sistema de colunas encamisadas Ringtrac

## Como o sistema funciona

As colunas garantem que as cargas estruturais sejam transmitidas através do subsolo mole para uma camada com capacidade de suporte adequada. A alta dutilidade do sistema permite acomodar alterações das solicitações ou das propriedades do solo através da redistribuição das cargas.

## Aplicações

- Aterros rodoviários e ferroviários padronizados
- Recuperação do solo
- Barragens e diques
- Acesso rodoviário e ferroviário para mineração
- Melhorias em solos suscetíveis à liquefação

Até  
**50%**  
menos colunas  
comparando-se à alternativa de  
melhoramento com colunas de brita

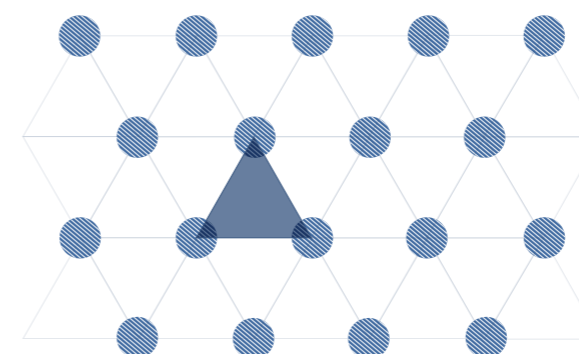


## Os seguintes parâmetros de projeto podem ser usados para adaptar o sistema a uma ampla gama de aplicações na construção

- Resistência à tração circunferencial e/ou rigidez à tração
- Taxa de substituição (10-20% de área coberta)
- Diâmetro (entre 40 e 100 cm)
- Matéria-prima (PET ou PVA)
- Espessura do solo mole
- Método de instalação
- Sobrecarga

## Malha de Colunas

Em muitos casos, para a máxima eficiência no reforço e melhoramento do solo mole são adotadas malhas triangulares de colunas.



## Reforço horizontal

O reforço horizontal acima das colunas facilita a transferência de cargas estruturais para as colunas e promove a estabilidade global do aterro. Isso ajuda a eliminar eventuais recalques durante a mobilização da tração no reforço.

- A função de separação e filtração evita a mistura do subsolo mole com o material de aterro
- Utilização de camada única de reforço de elevada resistência à tração gera economia
- Elevada resistência à tração possibilita a maximização do espaçamento entre colunas



## Projeto

O projeto é baseado em informações fornecidas pelo cliente em relação aos parâmetros, geometrias e cargas do solo. Com o software RingtracS, da HUESKER, os dados podem ser usados para o dimensionamento das colunas Ringtrac e análise de estabilidade vertical. A estabilidade estrutural do aterro e o período de adensamento também podem ser avaliados. O procedimento para projeto está especificado na Seção 10 do EBGE0.



# Instalação rápida e fácil

Três métodos de instalação possíveis

## Método de deslocamento

O método de instalação mais comum pelo qual as forças de tração circunferenciais são ativadas diante de cargas aplicadas (aterro, etc.).

- Tubo de aço com válvulas de fechamento
- Tubo embutido na camada de apoio
- Geossintético Ringtrac inserido dentro do tubo de aço
- A coluna é preenchida com material granular e não coesivo, por exemplo, areia, cascalho, brita ou material reciclado
- Tubo de aço retirado do solo sob vibração
- Força de tração circunferencial ativada pela expansão da coluna devido à aplicação de cargas

## Método de substituição

Método de instalação de baixo impacto sem efeitos dinâmicos na área circundante. As forças de tração circunferenciais são ativadas sob cargas aplicadas (aterro, etc.).

- Tubo de aço aberto
- Tubo embutido na camada de apoio
- Solo extraído do tubo de aço
- Geossintético Ringtrac inserido dentro do tubo de aço
- A coluna é preenchida com material granular e não coesivo, por exemplo, areia, cascalho, brita ou material reciclado
- Tubo de aço retirado do solo sob vibração
- Força de tração circunferencial ativada pela expansão da coluna devido à aplicação de cargas

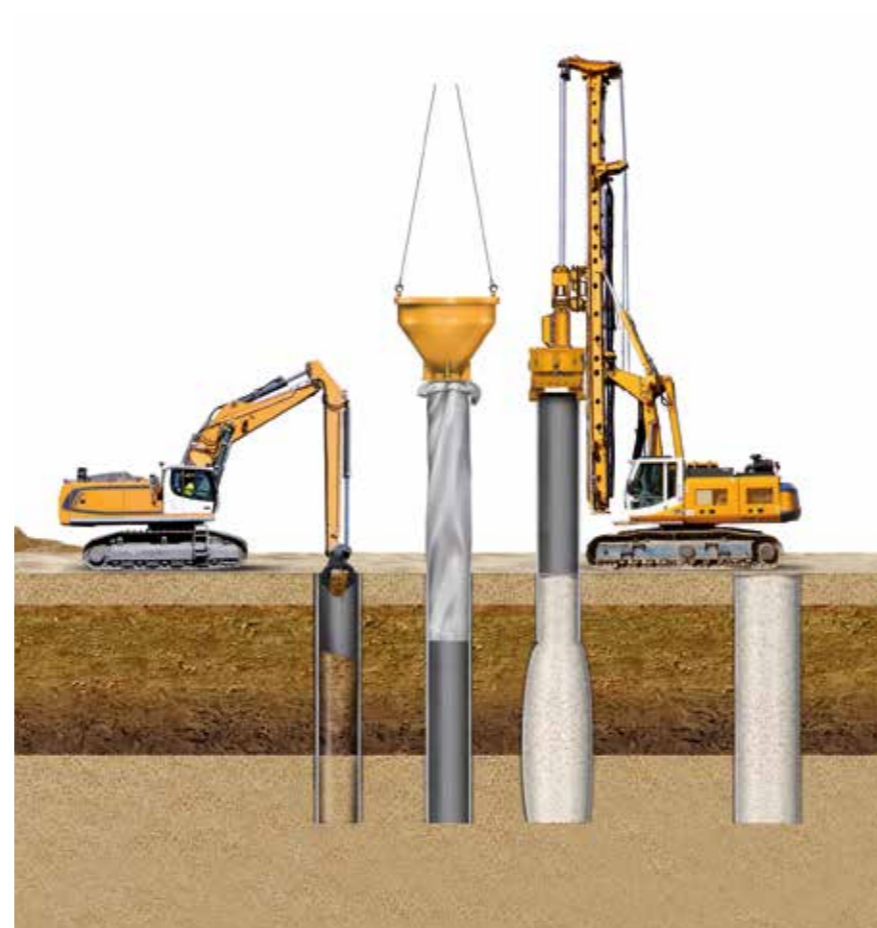
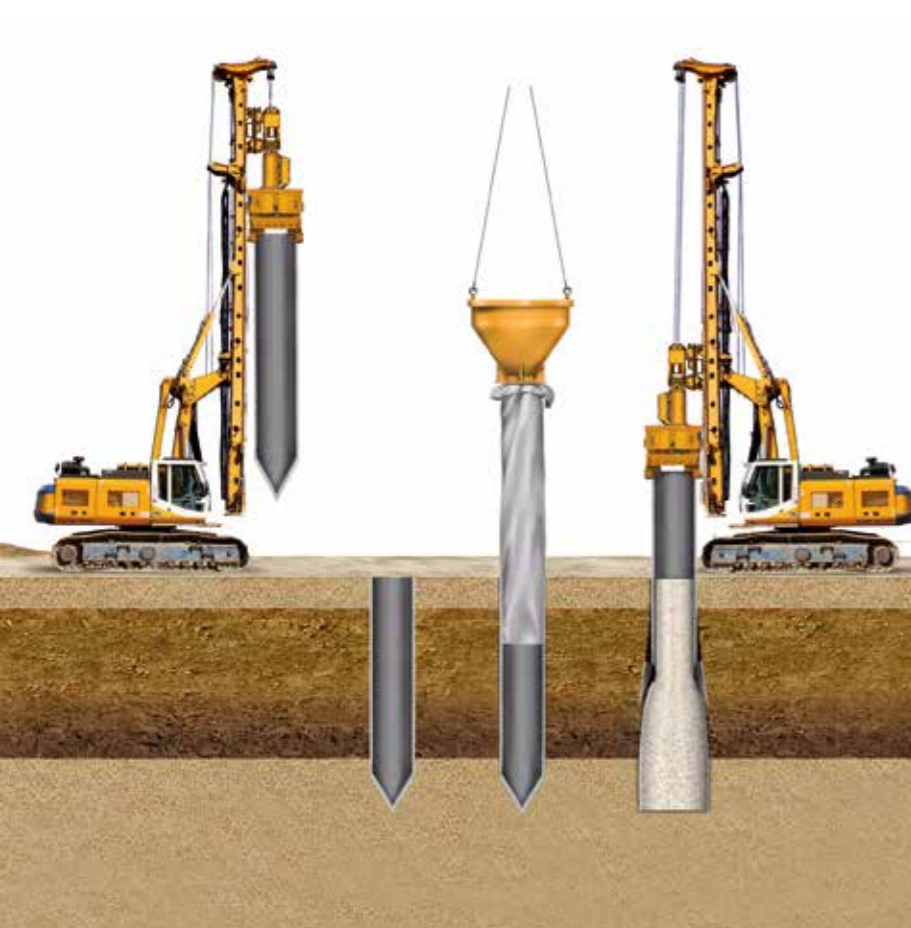
## Método de vibro-deslocamento

Método de instalação mais recente em que as forças de tração circunferenciais são parcialmente ativadas durante a instalação.

- Revestimento geossintético ajustado no vibrador com alimentação inferior
- Tubo embutido na camada de apoio
- Vibrador com alimentação inferior retirado gradualmente do solo
- Preenchimento simultâneo das colunas com areia, cascalho, brita ou material reciclado
- Compactação por percussão repetida do vibrador
- Forças de tração circunferenciais parcialmente ativadas durante a instalação

### BENEFÍCIOS

- Três métodos de instalação disponíveis
- 20 anos de experiência de instalação
- Consolidado mundialmente
- Assessoria para execução in situ pelo nosso departamento de engenharia
- Trafegabilidade e base estável para os equipamentos durante a fase de construção



# Visão geral dos benefícios do Sistema Ringtrac

## Confiável



- Adequado para solos extremamente moles
- 50 – 75 % de redução em recalques por fluência
- Pode absorver cargas dinâmicas (por exemplo, passagem de trens) sem causar danos ou prejuízos
- Construções adjacentes não são afetadas por recalques
- Estruturas próximas protegidas da pressão horizontal
- Possibilidade de carregamento imediatamente após a construção
- Adaptável às condições e carregamento locais
- Permeabilidade do solo não é prejudicada
- Adequado para aplicações em condições submersas ou em solos saturados

## Rápido



- Quase a totalidade dos recalques ocorre dentro do período de construção
- Até 50 % menos colunas comparado-se à alternativa de colunas de brita não encamisadas
- Rápido adensamento do solo
- Construção rápida de aterros altos sem risco de ruptura global
- Fácil ajuste do comprimento da coluna às condições do subsolo

## Economia



- Uso dos solos encontrados no local para preenchimento das colunas
- Versatilidade dos materiais de preenchimento
- Elevado nível de confiança na estimativa de custos e volumes de obra
- Volumes mínimos de material de preenchimento e de perdas por recalque pós-construção
- Sem necessidade de eliminação de resíduos ou de solo contaminados
- Otimização de ocupação de área e diminuição de custos de escavação, de bota-fora e de materiais importados



## Custo equivalente em comparação direta com as colunas de brita

Estudo sobre métodos de melhoria de solo para fundações de aterro em solos orgânicos de baixa capacidade de suporte. (Küster & Petereit Ingenieure GmbH, Elmshorn, Alemanha, 2017)

## Software RingtracS da HUESKER

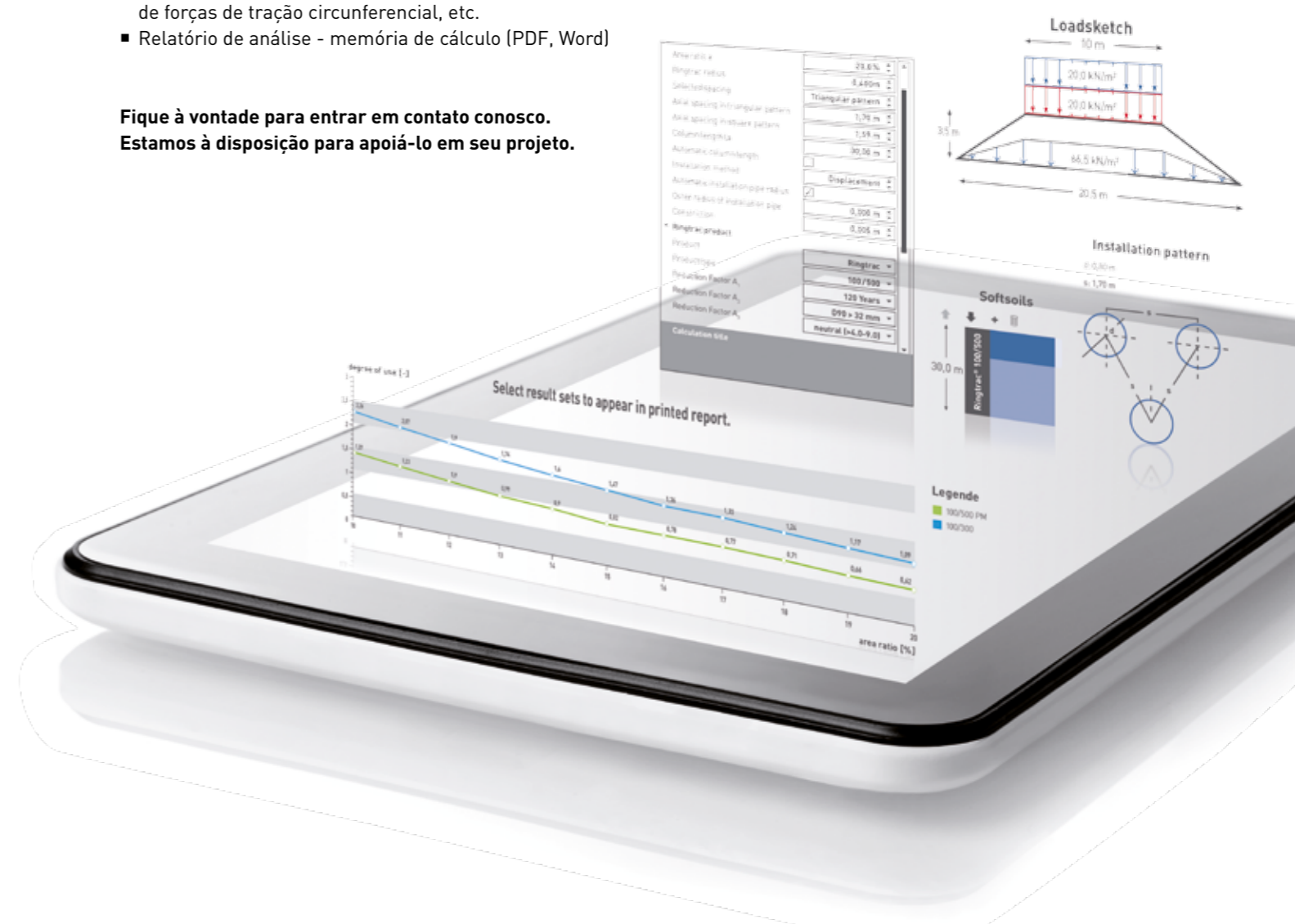
### Projeto confiável para enfrentar qualquer desafio

RingtracS é um software de análise e dimensionamento desenvolvido pelos engenheiros da HUESKER. O RingtracS atende a todas as condições específicas de projeto por permitir a consideração de todos os parâmetros técnicos relevantes.

### Computação integrada

- Possibilidade de consideração de várias camadas de solo
- Opção para análise paramétrica de diferentes seções transversais
- Consideração de cargas distribuídas
- Determinação da coesão equivalente para avaliação da estabilidade global
- Compensação automática de recalques
- Valor do módulo de rigidez em função da deformação mobilizada
- Análises paramétricas e representações gráficas para recalques, distribuição de forças de tração circunferencial, etc.
- Relatório de análise - memória de cálculo (PDF, Word)

**Fique à vontade para entrar em contato conosco. Estamos à disposição para apoiá-lo em seu projeto.**





# Alguns projetos



## Kirsehir, Turquia

Turquia, 2012 - 2014, fundação subaquática para aterro de 20 m de altura para implantação de rodovia de elevado tráfego em região sísmica. Instalação em profundidades de até 7 m.



## Rio de Janeiro, Brasil

Brasil, 2006 - 2010, melhoria de solos espessos, moles e encharcados com baixa capacidade de suporte na Baía de Sepetiba para implantação do pátio de matérias-primas da Companhia Siderúrgica do Atlântico.



## Hamburgo, Alemanha

Alemanha, 2001-2003, ampliação da unidade da DASA Airbus em Hamburgo, possibilitada pela ampliação de 140 hectares de terra diretamente sobre o rio Elba. O sistema de fundação incorporou 60.000 colunas granulares encamisadas com geossintéticos para um dique de 2,4 km de extensão.



## Jordanowo, Polônia

Polônia, 2010 - 2011, construção de um aterro com 3.400 colunas Ringtrac para a rodovia A2, localizada próxima a Jordanowo. Com comprimento superior a 30 m, estas foram as colunas granulares encamisadas com geossintéticos de maior extensão instaladas até a presente data.





# Suporte 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, além de ecológica e economicamente viáveis.

## Serviços de Engenharia

- **Consultoria técnica**  
Recomendações para o tipo de produto mais apropriado para cada necessidade ou aplicação específicas.
- **Apoio a projetos de engenharia**  
Análises de verificação e dimensionamento de acordo com normas e recomendações internacionais de projeto.
- **Planos de instalação para projeto executivo**  
Preparação das orientações de manipulação, planejamento, aplicação e do plano de instalação para inserção no projeto executivo.
- **Transferência internacional de conhecimento**  
Conhecimento e experiência de um time global especializado, com envolvimento em diversos projetos de elevada complexidade.

## Suporte a produtos

- **Soluções com produtos personalizados**  
Colaboramos com os 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.

## No Local

- **Suporte no local da obra**  
Quando necessário, nossos técnicos podem oferecer assistência para instalação dos produtos utilizados.
- **Apoio à instalação**  
Podemos oferecer orientações práticas sobre metodologias construtivas para facilitar a aplicação de nossos produtos.
- **Treinamento**  
Orientação específica para aplicação de nossos produtos.

## Documentação

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

## Digital

- **Website HUESKER**  
Aqui, oferecemos notícias, vídeos, relatórios de projetos, manuais de instalação, artigos especializados, publicações científicas, catálogos de produtos e muito mais.

Você também pode nos encontrar no Facebook, LinkedIn e YouTube.





Ringtrac® e Stabilenka® são marcas registradas por HUESKER Synthetic GmbH.  
HUESKER Synthetic possui certificados 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](mailto:HUESKER@HUESKER.com.br)  
Web: [www.HUESKER.com.br](http://www.HUESKER.com.br)

