

REFORÇO DE SOLOS · ESTABILIZAÇÃO · CONFINAMENTO

Geossintéticos Strata

Geocélulas StrataWeb®, geogrelhas StrataGrid™ SGU · SGB, geogrelhas rígidas StrataBase®, geotêxteis não tecidos StrataTex™ e geocompostos drenantes StrataDrain™ — a engenharia que converte solos fracos em infraestrutura durável. Com suporte de projeto incluído.

01 UM FABRICANTE GLOBAL

Strata é líder global em fabricação geossintética e engenharia geotécnica, fundada em 1994, com fábricas e escritórios nos EUA, Índia, Brasil e Reino Unido. Seus produtos são fabricados conforme normas internacionais e são respaldados por serviços de suporte de projeto e engenharia reconhecidos mundialmente.

Ece® é seu representante oficial no Paraguai: fornecemos o material, acompanhamos o projeto com o suporte técnico do fabricante e executamos a instalação com equipes próprias especializadas.

Qualidade verificável: produtos ensaiados em laboratórios acreditados GAI-LAP — TRI (EUA), BTTG (Reino Unido), BTRA (Índia) — certificado NTPEP e conformidade com normas ASTM, ISO e GRI.

1994

ANO DE FUNDAÇÃO

4

PAÍSES COM FÁBRICAS E ESCRITÓRIOS

+400

ASSOCIADOS · 200
ENGENHEIROS

ISO·CE

NTPEP · GAI-LAP

Solução	Função	Aplicação típica
Vertical	Reforço	Muros de contenção em autoestradas, empreendimentos e aterros
Horizontal	Estabilização	Diques, suporte de cargas, pavimentos, plataformas de guindaste
Inclinação	Confinamento e reforço	Controle de erosão, taludes reforçados, muros <70°



Geocélulas StrataWeb® protegendo os taludes dos acessos a Alberdi — 57.000 m² instalados pela Ece

02 STRATAWEB® — GEOCÉLULAS

StrataWeb leva a forma estrutural do favo tridimensional ao reforço de solos: tiras de polímero extrudado soldadas a intervalos que, ao expandir-se, formam uma matriz celular. Preenchida, transfere as forças de tração e compressão das cargas pesadas e oferece uma **capacidade de suporte superior à de qualquer outro geossintético**.

Serve tanto para **suporte de carga** como para **revestimento de canais e proteção de taludes**, e admite diferentes enchimentos —solo, solo vegetal, material granular ou concreto magro— com o acabamento que o projeto pedir: **solo, pedra, concreto ou vegetação**.

- ▶ Perfurações com texturização profunda para drenagem e atrito
- ▶ Diferentes níveis de força de solda conforme a demanda do local
- ▶ Desempenho ESCR de até 5.000 horas
- ▶ Alturas e tamanhos de célula personalizados
- ▶ Instala-se em taludes ainda mais íngremes que 1H:1V, inclusive protegendo geomembranas de canais e reservatórios

APLICAÇÕES

Estradas não pavimentadas sobre solos moles · Controle de erosão em taludes · Revestimento de canais e lagoas · Plataformas de trabalho e de perfuração · Suporte de carga em pátios de contêineres



57.000 m² de talude revestido com StrataWeb® — acessos a Alberdi

Obras da Ece no Paraguai: proteção dos **acessos à cidade de Alberdi** (57.000 m² — reforço, proteção e revegetação dos taludes do acesso) · **proteção integral de taludes da Marinha Paraguaia**, sede Ponte Remanso, Mariano R. Alonso (23.000 m² com acabamento em revegetação) · **reforço de estradas florestais** com StrataWeb® de 100 mm no departamento de **Concepción**.



Estrada florestal reforçada com StrataWeb® de 100 mm dentro da plantação: a célula é preenchida com o material do próprio local — Concepción

03 STRATAGRID™ — GEOGRELHAS

StrataGrid é uma **geogrelha de poliéster (PET) reforçado** de alto desempenho, tecida com fio de alta tenacidade e alto peso molecular numa rede dimensionalmente estável. Seu composto patenteado de revestimento estabilizado a UV oferece durabilidade mecânica e química —na instalação e em solos agressivos— e uma **vida estrutural de mais de 100 anos**.

Oferece alongamento e valores de tensão-deformação líderes na indústria: torna utilizável a terra não utilizável, com sistemas de solo mecanicamente estabilizado (MSE) que economizam espaço e custos.

- ▶ Reforço vertical e horizontal de solos e terras
- ▶ Até **20% de redução de custos** vs. métodos convencionais de contenção
- ▶ Até **50% de incremento** no desempenho estrutural de ferrovias, pavimentos flexíveis e rígidos, estradas rurais, empedrados e enripiados
- ▶ Ou o caminho inverso: **25 a 50% menos espessura granular** para a mesma vida de projeto — menos pedreira, menos frete, menos movimento de solo

Linha	Resistência tensil	Larguras de bobina
StrataGrid SGU uniaxial	40 – 180 kN/m graus 40 · 60 · 80 · 100 · 120 · 150 · 180	1,9 · 3,8 · 5,7 m × 100 m
StrataGrid SGB biaxial	20 – 150 kN/m (MD = CMD) graus 20 · 30 · 40 · 60 · 80 · 100 · 150	5,0 m × 100 – 200 m

APLICAÇÕES

Muros de solo reforçado (MSE) · Taludes reforçados · Plataformas de transferência de carga sobre estacas · Reforço de base de aterros · Reforço de pavimentos e ferrovias · Fechamento de aterros sanitários

Serviço Ece: dimensionamos o grau de StrataGrid conforme a verificação de estabilidade de cada projeto, com suporte de engenheiros da nossa empresa e do fabricante.



Geogrelha biaxial StrataGrid™ estendida sobre o subleito, antes do aterro granular

04 STRATABASE® — GEOGRELHAS RÍGIDAS

StrataBase® é uma geogrelha **biaxial rígida de polipropileno extrudado**: nervuras e nós integrados que confinam o material granular e introduzem elementos de tração, aumentando a capacidade portante e de suporte de carga. Seu forte é a **rigidez, estabilidade de abertura e trava** com o agregado.

O **espalhamento lateral** do agregado de base é a falha mais comum das estruturas de pavimento. A StrataBase o reduz — e com isso economiza espessura ou multiplica a vida útil do pacote.

- ▶ Até **50% menos espessura de agregado** para a mesma vida de projeto
- ▶ Alternativa econômica a **escavar e substituir** o solo mole
- ▶ Eficiência de junta de **93%** (GRI-GG2) nos três graus
- ▶ Uso normalizado por **AASHTO R 50** para reforço de base

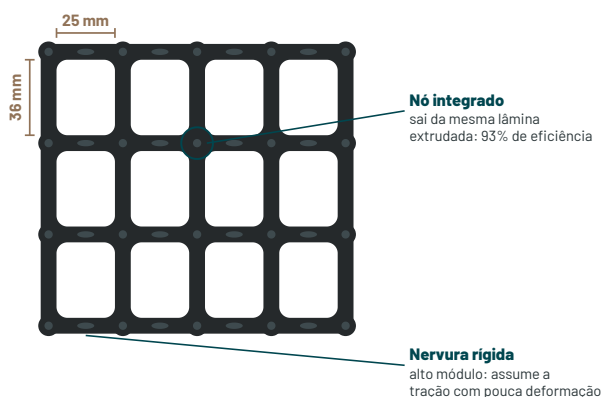
Grau	Resistência última MD/CD	Abertura
SB11	12,4 / 19,0 kN/m	25 × 36 mm
SB12	19,1 / 28,7 kN/m	25 × 36 mm
SB30	30,0 / 30,0 kN/m	36 × 33 mm

APLICAÇÕES

Reforço de base de pavimentos flexíveis · Melhoria de subleito e fundação · Estradas de transporte · Pátios e áreas industriais · Pistas de aeroporto · Aterros sobre solos moles · Plataformas sobre solos saturados

Obra da Ece: 60.000 m² de geogrelhas biaxiais fornecidos para o reforço de transições em nível na camada de sub-base da **Rodovia PY12**.

COMO É A RETÍCULA



A abertura retangular e a rigidez da nervura travam o agregado: ele entra na célula e fica confinado. Medidas nominais dos graus SB11 · SB12.



O agregado é espalhado diretamente sobre a geogrelha: o confinamento começa com a primeira passada · foto: Strata

05 STRATATEX™ — GEOTÊXTEIS NÃO TECIDOS

Os geotêxteis não tecidos **StrataTex™** são fabricados por **puncionamento por agulhas** a partir de fibras de polipropileno ou filamentos contínuos de poliéster: um tecido permeável e de alto alongamento que deixa passar a água e **retém as partículas do solo**, sem colmatar.

Seu trabalho é silencioso, mas decisivo — e é o componente de menor custo do pacote geossintético.

- ▶ **Separa** a camada granular do subleito e corta a ascensão de finos
- ▶ **Filtra** a água de drenos e tardoze sem arrastar solo
- ▶ **Conduz** água em seu próprio plano
- ▶ **Protege** geomembranas do puncionamento da pedra

Propriedade	Faixa
Processo	Não tecido agulhado
Polímero	Polipropileno (PP) ou poliéster (PET)
Gramaturas	100 a 600 g/m², conforme o projeto
Durabilidade	Estabilizado a UV · pH 2–13 · +50 anos

APLICAÇÕES

Separação de camadas em estradas e plataformas ·
Filtro de drenos e tardoze de muros · Proteção de
geomembranas em reservatórios e aterros sanitários ·
Envolvimento de drenos · Sob geocélulas e colchões
de concreto

A regra prática: todo dreno precisa de um filtro e toda geomembrana precisa de um colchão. O não tecido é as duas coisas. A Ece o seleciona por **permissividade e abertura aparente** conforme o solo do projeto.



Estendimento do geotêxtil não tecido em obra, antes da camada granular

A LINHA, EM RESUMO

Série	Para quê	Massa	Escolhe-se por
Padrão	Separação, filtração, drenagem e controle de erosão	105 a 542 g/m²	Classe de sobrevivência AASHTO M288
Alta resistência	Colchão de geomembranas e obra ambiental	135 a 542 g/m²	Punção CBR e espessura
Recapeamento	Tela sob camada asfáltica	129 e 143 g/m²	Retenção de asfalto e ponto de fusão

Resistência UV de 70% às 500 h (ASTM D4355) e alongamento ≥50% em toda a linha. O detalhe grau a grau está na ficha F-4.

06 STRATADRAIN™ — GEOCOMPOSTOS DRENANTES

O dreno que se desenrola como uma manta. O StrataDrain™ combina uma georrede drenante de PEAD — **biplanar** (série SD) ou **triplanar** (TD e HF) — com geotêxteis não tecidos laminados em uma ou ambas as faces: a água entra filtrada pelo têxtil, corre pelos canais do núcleo e sai coletada ao pé do sistema — **sem brita, sem sobre-escavação**.

- ▶ Até **1,75 l/m·s** de fluxo no plano (HF, $\sigma=20$ kPa)
- ▶ Substitui camadas de brita drenante de grande espessura
- ▶ Durável em solos agressivos (**pH 2-10**)
- ▶ Bobinas de **3,8 m** de largura: menos sobreposições, mais rendimento

No projeto viário conta em dobro: na AASHTO 93 o coeficiente de drenagem **m** de uma base bem drenada chega a **1,40**, contra **0,40** de uma que fica saturada mais de 25% do tempo.

Grau	Núcleo	Espessura
SD 40 · 45 · 50	Biplanar	4,8 – 6,2 mm
TD 50	Triplanar	conforme o grau
HF 55	Triplanar de alto fluxo	21,5 kN/m

APLICAÇÕES

Tardoz de muros · Aterros sanitários e de resíduos · Sítios contaminados · Rodovias, ferrovias e aeroportos · Túneis e obras subterrâneas · Mineração · Obras de terra · Valas de drenagem · Taludes reforçados



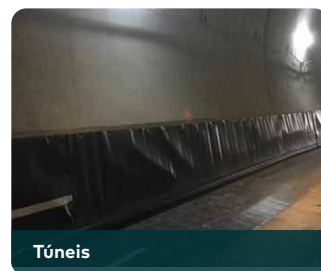
Vala longitudinal



Tardoz de muro



Aterros sanitários



Túneis

07 MUROS DE TERRA ARMADA

Dois sistemas, uma mesma lógica: o maciço se reforça com **geogrelhas uniaxiais StrataGrid™** e a face lhe dá forma, acabamento e contenção. A Ece os executa junto a **Geo Soluções** —parceiro regional da Strata—, de modo que a geogrelha que trabalha dentro do muro é a mesma que especificamos no resto do catálogo, com sua verificação de estabilidade e seus fatores de redução por fluência. Ambas são **soluções verticais:** para taludes suaves e controle de erosão, a resposta é StrataWeb® ou as mantas de controle de erosão.

StrataSlope®

Faceamento de malha de aço galvanizado dobrada em «L», estabilizada com tirantes e preenchida com pedra limpa: face **autodrenante** e de aspecto natural. Sua grande vantagem é econômica — **usa o solo do próprio local** como aterro reforçado, eliminando jazidas e transporte, e admite compactação com equipamento pesado a 1 m da face. Módulos de 40 e 50 cm, montados em obra. Projeto conforme **ABNT NBR 16920-1**.

FACE DE PEDRA · AUTODRENANTE

Lock+Load®

Muro modular em balanço: cada unidade —painel de face de **41 kg** mais contraforte de **18 kg**, em concreto de **42 MPa**— coloca-se **à mão, sem guindaste**, e fica retida pelo próprio aterro compactado. Aceita a compactação intensiva contra a face sem desalinhar-se, admite qualquer inclinação, curva ou canto, e com reforço de solo forma estruturas de **mais de 18 m** de altura.

FACE DE CONCRETO TEXTURADO

O SISTEMA COMPLETO

Todo muro da Ece é entregue com sua engenharia: **geogrelha StrataGrid** dimensionada por cálculo, **geotêxtil não tecido StrataTex™** de filtro, **geocomposto drenante StrataDrain** no tardo e o acabamento superficial que o projeto pedir. **A linha completa da Strata:** Geocélulas StrataWeb® · geogrelhas de poliéster StrataGrid™ SGU e SGB · geogrelhas rígidas StrataBase® · geotêxteis não tecidos StrataTex™ · geocompostos drenantes StrataDrain™.

Sistemas alternativos, sob consulta: StrataBlock® (blocos segmentais de concreto com cobertura de solo) e muros de face StrataWeb® (geocélula preenchida com concreto magro ou solo vegetal) — dimensionam-se quando o projeto justifica.



Muro StrataSlope® — face de pedra aparente, autodrenante

Do projeto à obra: A Ece dimensiona o muro com o fabricante, fornece o sistema completo e o executa com equipes próprias — um só responsável desde a engenharia até a entrega.

08 REFORÇO DE ESTRADAS E PAVIMENTOS

Não é uma melhoria opcional: está normalizada. O reforço da camada granular de pavimentos flexíveis com geossintéticos é homologado por **AASHTO R 50** — *Geosynthetic Reinforcement of the Aggregate Base Course of Flexible Pavement Structures*— e se incorpora ao projeto **AASHTO 93**, o método que rege o projeto viário no Paraguai.

A norma define três parâmetros de projeto, obtidos por ensaio para cada produto:

- **TBR** — *Traffic Benefit Ratio*: quantas vezes mais tráfego suporta a seção reforçada para o mesmo afundamento
- **BCR** — *Base Course Reduction*: quanta espessura de base se economiza para a mesma vida de projeto
- **LCR** — *Layer Coefficient Ratio*: quanto melhora o coeficiente estrutural da camada

Na equação da **AASHTO 93** o benefício entra direto no número estrutural: **SN = $a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 / (1 - BCR) \cdot m_2 + \dots$** — ou se ganha vida útil, ou se economiza espessura. Nunca as duas coisas ao mesmo tempo.

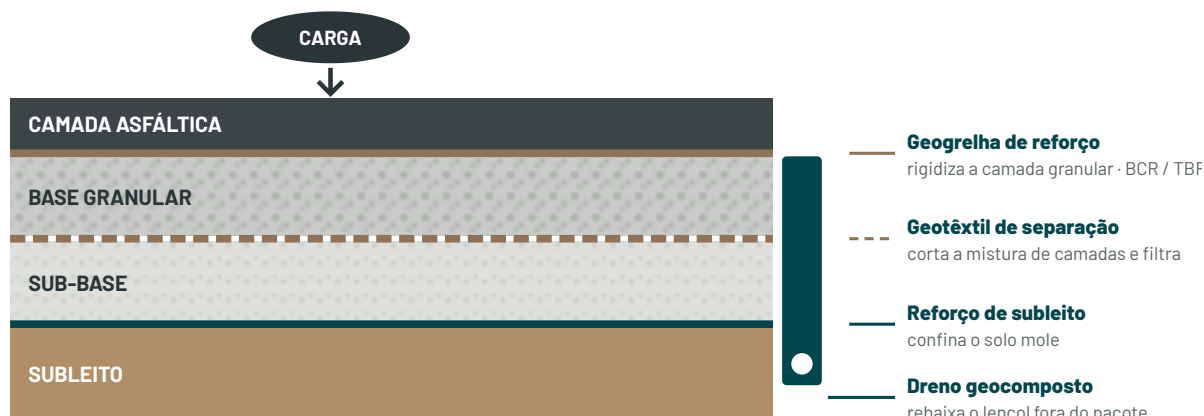
E o coeficiente m_2 é o da drenagem: uma base bem drenada com **StrataDrain™** pode valer até **1,40**, contra **0,40** de uma que fica saturada mais de 25% do tempo.

Objetivo de projeto	Mecanismo	Função
Estabilizar a camada granular	Restrição lateral do agregado	Enrijecimento
Evitar a mistura de camadas	Corta o bombeamento de finos e a penetração do agregado	Separação e filtração
Estabilizar subleitos moles	Confinamento vertical e efeito membrana	Reforço
Mitigar argilas expansivas	Mantém a integridade da camada granular	Enrijecimento
Tirar a água do pacote	Intercepta o fluxo e rebaixa o lençol fora da pista	Drenagem e filtração

ONDE SE APLICA

Pavimentos flexíveis (base e sub-base) · **Pavimentos rígidos** — o reforço não vai na laje mas na sub-base, uniformizando o apoio e cortando o bombeamento · **Estradas não pavimentadas**, enripiados e empedrados · **Ferrovias** (lastro e sublastro) · **Plataformas** e pátios de carga. A drenagem do pacote se resolve com geocompostos **StrataDrain™** em vala longitudinal.

Evidência de campo (FHWA/MT-14-002, 17 trechos instrumentados): o **geotêxtil tecido** obteve o melhor desempenho dos 14 produtos ensaiados, com **TBR de 4,1 a 14,8** conforme o afundamento admitido e **BCR de 26,9%** — quase **11 vezes** o tráfego da seção de controle.



Onde cada geossintético trabalha dentro do pacote estrutural — o reforço se instala entre camadas: a obra não muda, o pacote estrutural sim

09 O PROJETO ESTÁ INCLUÍDO

Um geossintético de reforço não se compra por metro quadrado: calcula-se. A Strata escreve isso em cada uma de suas fichas técnicas —*todo projeto que incorpore seus produtos deve ser projetado por um engenheiro competente*—. Esse cálculo vai incluído no fornecimento da Ece, com o respaldo do departamento de engenharia do fabricante.

COMO SE VERIFICA UM MURO OU TALUDE REFORÇADO

A análise é feita por **equilíbrio limite**, assumindo superfície de ruptura plana segundo Rankine e sem pressões hidrostáticas —a drenagem se resolve à parte, e por isso o StrataDrain™ entra no mesmo projeto—. Percorrem-se três níveis:

- **Estabilidade interna.** Define o espaçamento vertical entre camadas de reforço, o comprimento de cada camada e o traspasse. A altura de camada não deveria ultrapassar 50 cm para evitar o embarrigamento da face.
- **Estabilidade externa.** Verifica o bloco reforçado contra tombamento, deslizamento e ruptura da fundação; se não fecha, corrige-se o projeto interno.
- **Estabilidade global.** Analisa superfícies de ruptura circulares e planas que atravessam a própria massa reforçada. O fator de segurança deve ser $\geq 1,5$.

Para **estradas e pavimentos** o caminho é o da AASHTO 93: a geogrelha entra como melhoria do número estrutural ou do coeficiente de camada, e se traduz em menor espessura granular (BCR) ou maior vida útil (TBR).

Os fatores de redução são próprios de cada produto. Um cálculo feito com os valores de um geossintético e instalado com outro deixa de ser válido: a substituição por «produto equivalente» sem recalcular é a causa mais frequente de baixo desempenho.

DA RESISTÊNCIA NOMINAL À DE PROJETO

$$T_{adm} = T_{ult} \div (FR_{ID} \times FR_{FL} \times FR_{DQB})$$

T_{ult}	Resistência última pelo método da tira larga (ASTM D6637 / D4595)
FR_{ID}	Dano durante a instalação
FR_{FL}	Fluência ou <i>creep</i> a longo prazo
FR_{DQB}	Degradação química e biológica

A essa resistência de projeto soma-se a verificação de arrancamento (*pullout*), com fator 1,5 em solos granulares e 2,0 em solos coesivos.

FATORES DE REDUÇÃO USUAIS · GEOGRELHAS

Aplicação	Dano de instalação	Fluência (fluência)	Degrad. quím./biol.
Estradas pavimentadas	1,2–1,5	1,5–2,5	1,1–1,7
Estradas não pavimentadas	1,1–1,6	1,5–2,5	1,0–1,6
Aterros	1,1–1,4	2,0–3,0	1,1–1,5
Taludes	1,1–1,4	2,0–3,0	1,1–1,5
Muros	1,1–1,4	2,0–3,0	1,1–1,5
Capacidade portante	1,2–1,5	2,0–3,0	1,1–1,6

Faixas de referência conforme Koerner (2012). O valor de projeto vem do ensaio do produto específico e da vida de serviço requerida.

O QUE A ECE ENTREGA COM O MATERIAL

Memória de cálculo e verificação de estabilidade · Desenhos de posicionamento do reforço (cota, comprimento e espaçamento de cada camada) · Cômputo métrico por produto e grau · Especificação técnica para edital · Guia de instalação e capacitação da equipe · Acompanhamento e direção técnica em obra

10 STRATA NO PARAGUAI, COM A ECE

+24

OBRAS EXECUTADAS
PELA ECE

100%

INSTALAÇÃO COM
EQUIPES PRÓPRIAS

Assunção

ESTOQUE E SUPORTE
TÉCNICO LOCAL

+100

ANOS DE VIDA
ESTRUTURAL
STRATAGRID

Por que com a Ece: não entregamos apenas a bobina — dimensionamos a solução com engenheiros próprios e do fabricante, a instalamos com equipes próprias e a respaldamos com a experiência de mais de 24 obras de infraestrutura no país.

Peça a verificação técnica do seu projeto: levantamos topografia e cargas e devolvemos a solução dimensionada com sua cotação, sem custo.

Um só responsável: do dimensionamento à entrega, com estoque e suporte técnico em Assunção.



StrataWeb® desdobrada sobre a estrada, antes do preenchimento



EMPRESA DE CONTROL DE EROSION

Ece® — Empresa de Controle de Erosão

Tte. Héctor Vera 2136 esq. Raúl Carmona, C.P. 1820
Assunção, Paraguai

epcepy.com · info@epcepy.com

+595 981 003532

IG/FB: @epcepy · LinkedIn: /company/epcepy

Obras da Ece com geossintéticos Strata

Acessos à cidade de Alberdi

57.000 m² de proteção integral de taludes, com acabamento em revegetação reforçada com geomantas de reforço

Marinha Paraguaia — sede Ponte Remanso, Mariano R. Alonso

23.000 m² de proteção integral de taludes com acabamento em revegetação

Estradas florestais, Concepción

Reforço com geocélulas **StrataWeb® de 100 mm**

Rodovia PY12

Fornecimento de **60.000 m²** de geogrelhas biaxiais para reforço de transições em nível na sub-base



StrataWeb® — o favo que reforça o solo: cada célula é preenchida com o material que convier