

**Fortrac<sup>®</sup>**

La soluzione più versatile per il rinforzo del terreno



**HUESKER**

Idee. Ingegneria. Innovazione.





## Geogriglie Fortrac

### La soluzione più versatile per il rinforzo del terreno.

Con alle spalle più di 30 anni di realizzazioni in tutto il mondo, le geogriglie Fortrac offrono soluzioni a 360 gradi nel rinforzo dei terreni. Le geogriglie Fortrac sono realizzate con fibre sintetiche caratterizzate da elevato modulo e basso creep, rivestite con uno strato polimerico protettivo.

Tre diverse materie prime consentono di dare risposta alle più severe esigenze progettuali per una vasta gamma di applicazioni. In alcune circostanze, esigenze progettuali particolari richiedono l'uso di polimeri innovativi come, ad esempio, il polivinilalcol (PVA) e l'aramide. Mentre l'aramide garantisce un'eccezionale rigidità assiale, il PVA offre un'elevata rigidità a trazione in abbinamento ad una maggiore resistenza chimica. Il PVA è particolarmente adatto nelle applicazioni in ambienti estremamente alcalini o acidi.

Per oltre 30 anni, il poliestere ad elevato modulo (PET) è stata la materia prima standard dei nostri geosintetici di rinforzo.

Il Fortrac è disponibile con diverse aperture di maglia e con resistenze standard fino a 800 kN/m. Per applicazioni speciali possono essere prodotte geogriglie con resistenze a trazione fino a 3.000 kN/m.

Fortrac	
<b>Materiale</b>	PET, PVA, Aramide
<b>Punti di forza di trazione</b>	Fino a 3.000 kN/m
<b>Rivestimento</b>	Polimerico
<b>Funzione</b>	Rinforzo



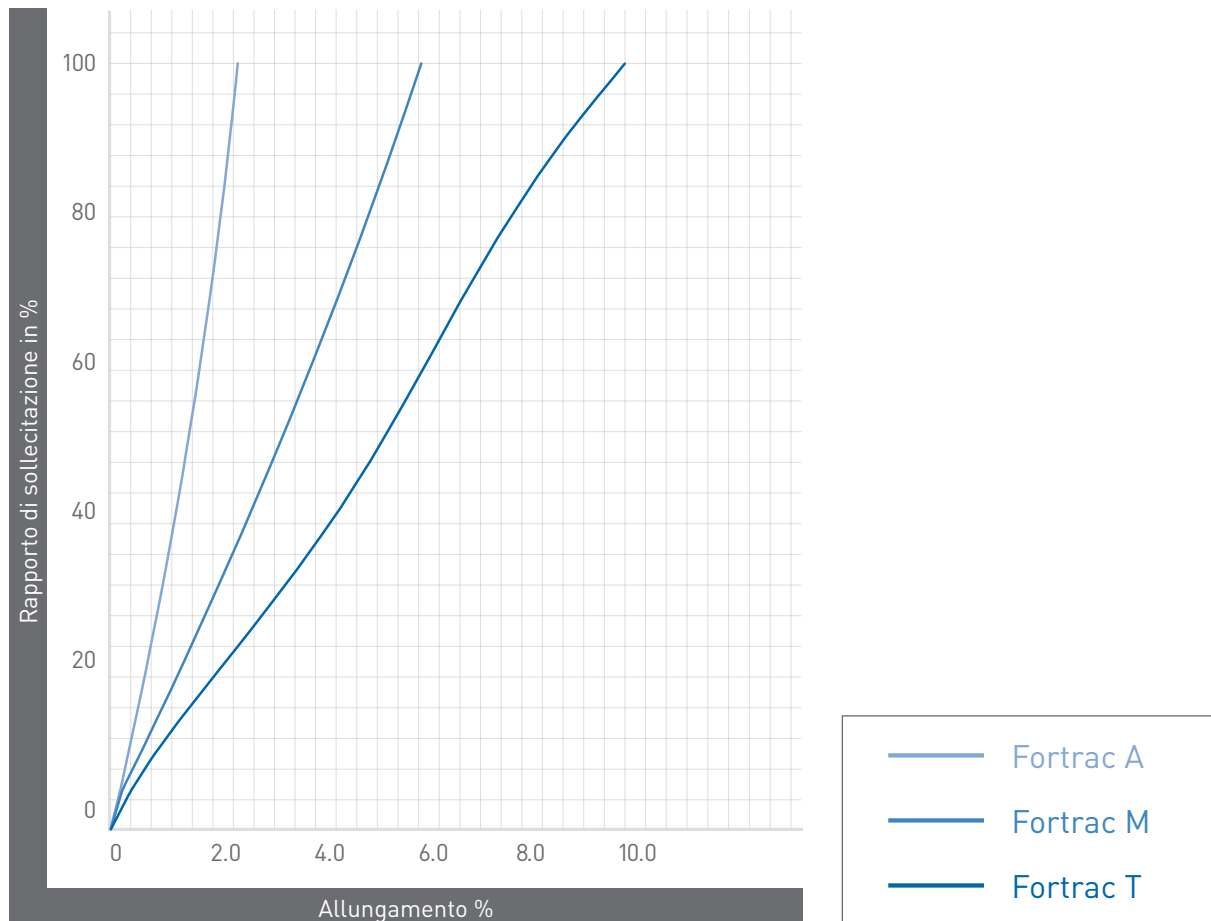
## VANTAGGI

- Fino a 3.000 kN/m di resistenza a trazione e dimensioni di maglia di 100 mm
- Elevato modulo e basso creep
- Meno volume di scavo e minore costo di costruzione
- Ridotto utilizzo di spazio grazie alla possibilità di ottenere pendenze elevate
- Resistenza del prodotto uniforme, anche nelle giunzioni



## Curva tensione/deformazione

(EN ISO 10319)



# Caratteristiche principali della geogriglia



Trovare il giusto equilibrio.

Nella scelta delle geogriglie per la realizzazione di opere di ingegneria civile, è importante concentrarsi sulle caratteristiche che sono fondamentali per ottimizzare le prestazioni di rinforzo, al fine di garantire la sicurezza strutturale. Le tre proprietà principali sono presentate qui di seguito:

## # Modulo elastico

Questa è una caratteristica importante perché il materiale possa sopportare carichi con deformazioni minime.

- Rinforzi aventi modulo elastico insufficiente consentono deformazioni elevate e inammissibili.
- Rinforzi aventi modulo elastico troppo elevato impediscono al terreno di deformarsi eccessivamente e, di conseguenza, di mobilitare la sua massima resistenza al taglio.

## # Resistenza alla trazione

- Il rinforzo deve essere in grado di sopportare le sollecitazioni di trazione al fine di compensare l'insufficiente resistenza strutturale.
- Per garantire il giusto livello di sicurezza, strutture diverse richiedono diversi livelli di resistenza alla trazione.

## # Incastro flessibile

Con "incastro flessibile", si intende la capacità di un prodotto di rinforzo di:

- Ricevere forze dal terreno per mezzo di un legame forte, ottenuto attraverso l'ottimizzazione delle proprietà di interazione (micro, meso e macro incastro).
- Adattarsi in modo flessibile alle irregolarità del terreno al fine di evitare la formazione di vuoti.

Rigidità a trazione adeguata	+	Buon incastro flessibile	+	Resistenza a trazione adeguata	=	Rinforzo ottimale / struttura sicura
		Buon incastro flessibile	+	Resistenza a trazione adeguata	=	Deformazione del rinforzo / leggera deformazione strutturale possibile
Rigidità a trazione adeguata	+			Resistenza a trazione adeguata	=	Attivazione del rinforzo inadeguata / possibile collasso strutturale
Rigidità a trazione adeguata	+	Buon incastro flessibile			=	Collasso del rinforzo / collasso strutturale

=

Micro-incastro	+	Meso-incastro	+	Macro-incastro	+	Adattabilità
----------------	---	---------------	---	----------------	---	--------------





## Fortrac nei terreni compattati

### Le geogriglie tessute Fortrac offrono un eccezionale effetto di incastro flessibile.

La rugosità superficiale delle fibre a multifilamento rivestite utilizzate nel processo di fabbricazione, assicura un ottimo incastro con le particelle di terreno a livello microscopico. Analogamente, si ottiene un forte effetto di meso e macro incastro rispettivamente attraverso il rivestimento elastico e l'apertura della maglia. L'elevata flessibilità del Fortrac garantisce una perfetta capacità di adattarsi a superfici irregolari. Le deformazioni iniziali a cui è sottoposta la geogriglia nei terreni compattati, causano la mobilitazione delle forze di trazione già durante l'installazione, creando un sistema di supporto "spaziale" nel terreno. La flessibilità, quindi, offre maggiori benefici in termini di mobilitazione delle forze di trazione nel rinforzo.



#### Meso-incastro



Incastro tra le particelle di terreno e le fibre della geogriglia grazie alla tessitura superficiale.

#### Macro-incastro



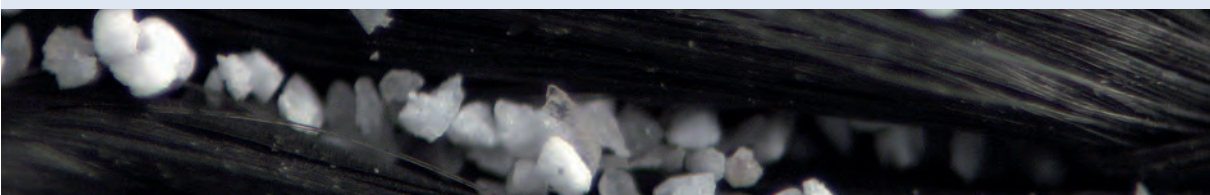
Penetrazione dei sassi e ghiaia attraverso le aperture della maglia, ovvero, incastro completo tra elementi di terreno e griglia.

#### Adattabilità



Capacità della geogriglia flessibile di adattarsi alle irregolarità del terreno durante la compattazione.

#### Micro-incastro



**Sinonimo di attrito / adesione:** incastro microscopico delle particelle di terreno con la superficie della griglia.

*Ingrandimento di 20 volte: tessitura ruvida della superficie Fortrac, con particelle di sabbia 0,1-0,3 mm che si incastrano a livello microscopico e aumentano l'attrito.*

# Proprietà rilevanti delle geogriglie



» Il rinforzo (mediante nastri in PET saldati) generalmente si comporta peggio rispetto alle geogriglie tessute in PET. Ciò è dovuto alla scarsa interazione tra geogriglia e terreno. <<

*(Prestressed reinforced soil – Concept, investigations and recommendations. Dissertazione di C. Lackner, Graz 2012).*

## Geogriglie flessibili versus geogriglie rigide

Effetti	Griglia tessuta	Griglia saldata	Griglia estrusa
<b>Micro- incastro*</b>	 ✓	 ✗	 ✗
<b>Meso- incastro</b>	✓ Superficie completamente ruvida ed elastica	✗ La superficie dura riduce l'incastro	✗ La superficie ruvida impedisce l'incastro
<b>Macro- incastro</b>	✓ L'apertura della maglia è adeguata	✓ L'apertura della maglia è adeguata	✓ L'apertura della maglia è adeguata
<b>Adattabilità</b>	✓ Estremamente flessibile e pieghevole	✗ Molto rigida, soprattutto ad alte resistenze	✗ Molto rigida

\*Immagini al microscopio con lo stesso ingrandimento di prodotti standard di geogriglie

» Inoltre, l'interazione del rinforzo nel terreno migliora se la geogriglia di rinforzo è in grado di adattarsi e di modellarsi perfettamente attorno alle particelle di terreno in modo da evitare vuoti nella struttura del terreno. In altre parole, la posa di geogriglie molto rigide può portare a effetti di interazione negativi. <<

*(Prestressed reinforced soil – Concept, investigations and recommendations. Dissertazione di C. Lackner, Graz 2012)*





## Vantaggi del Fortrac

### Ottima adattabilità

- Crea un sistema di supporto "spaziale" e si adatta alle disomogeneità
- Riduce il numero di vuoti nei punti di contatto con geogriglia
- Posa semplice e veloce con bassi danneggiamenti in fase di posa.

Formazione di un **sistema integrale flessibile** con il terreno

**Non è necessaria la pretensione della geogriglia** per le applicazioni di rinforzo di base

Eccellente protezione agli UV fornita dal rivestimento **polimerico**

**Elevato effetto di incastro flessibile**, anche in abbinamento a resistenze alla trazione molto elevate



# Fortrac - Il prodotto giusto per ogni applicazione

## # Terre rinforzate con geosintetici (GRS)

- Ridotto utilizzo di spazio grazie alla costruzione con pendenze elevate
- Posa semplice, senza "effetto memoria" nella geogriglia
- Ottimizzazione del progetto e adeguamento alle esigenze progettuali grazie alla vasta gamma di prodotti, materie prime e resistenze



## # Costruzione di discariche

- Le elevate resistenze consentono di realizzare scarpate più ripide e di aumentare la capacità di accumulo delle discariche
- Elevato effetto di incastro flessibile, anche in abbinamento a resistenze di trazione molto elevate
- Approvazione del BAM (Istituto federale tedesco per la ricerca e la sperimentazione sui materiali) per resistenze fino a 1.300 kN/m



## # Rinforzo del sottofondo

- Riduzione dei tempi e costi di costruzione, grazie all'ottimizzazione degli spessori della fondazione
- Certificato EBA (Autorità Federale Ferroviaria Tedesca) per l'uso in campo ferroviario
- Possibilità di utilizzo in ambienti aggressivi, grazie all'ampia scelta di materie prime diverse impiegate nella produzione







## # Attraversamento di cavità

- Attraversamento di grandi cavità con controllo degli assestamenti a livello del piano campagna
- Posa semplice, senza "effetto memoria" nella geogriglia grazie alla flessibilità del materiale
- Risparmio di materiali grazie all'eccellente incastro



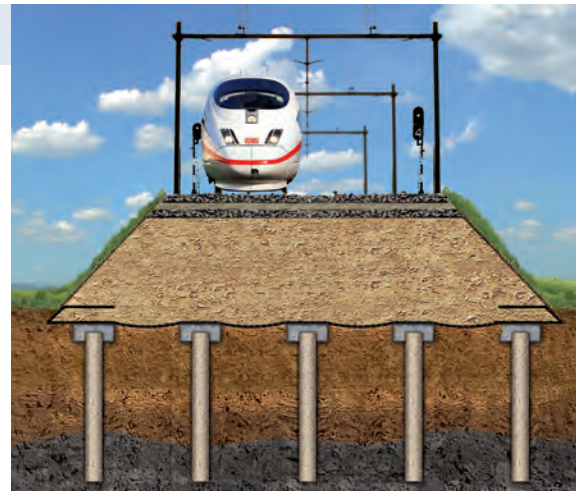
## # Piattaforme di lavoro

- Riduzione dei costi grazie all'ottimizzazione degli spessori della fondazione
- Capacità eccezionale di assorbire carichi estremi
- Rinforzo monostrato (singola geogriglia) per carichi elevati, evitando così la necessità di soluzioni multistrato



## # Rilevati su pali

- Le resistenze eccezionalmente elevate consentono l'ottimizzazione della spaziatura tra pali e la dimensione delle teste dei pali
- Posa efficiente usando singoli strati di geogriglia in entrambe le direzioni
- Elevati standard di sicurezza supportati da certificazioni internazionali





# Fortrac in esercizio



**Effetto membrana della geogriglia antipunzonamento in rilevati fondati su pali** (Ferrovia Bidor-Rawang, Malesia)



**Geosintetici di rinforzo posati su pali**  
(N210, Paesi Bassi)



**Attraversamento di cavità**  
(Svincolo autostradale di Bochum Westkreuz [A 52], Germania)



**Terra rinforzata con paramento in gabbioni** (Autostrada A3 nei pressi di Haseltal, Germania)





## I servizi HUESKER

I servizi della HUESKER cominciano con il supporto tecnico in fase di progettazione e finiscono con l'assistenza in sito durante la realizzazione dell'opera. Ciò che forniamo sono soluzioni progettuali sicure, fatte su misura, eco-compatibili ed economicamente convenienti.

### Servizi forniti dai nostri ingegneri

- **Progettazione geotecnica**  
I nostri ingegneri danno assistenza in fase di progettazione eseguendo calcoli progettuali in conformità con i codici di calcolo internazionali
- **Consulenza tecnica**  
Vi sapremo consigliare il tipo di prodotto più adatto alle vostre esigenze specifiche.
- **Disegni specifici di dettagli costruttivi**  
Possiamo fornire indicazioni sulla posa e sulla disposizione dei materiali sviluppando disegni esecutivi.

### Servizi sui prodotti

- **Soluzioni con prodotti realizzati su misura**  
Forniamo assistenza per sviluppare insieme a voi prodotti realizzati su misura per soddisfare le vostre richieste più specifiche.
- **Soluzioni alternative**  
Possiamo sviluppare soluzioni progettuali alternative nonché suggerimenti per modifiche e ottimizzazioni.

### Documenti

- **Certificati**  
I nostri prodotti possiedono le certificazioni BAM, BBA, EBA, SVG e IVG.
- **Le linee guida per la posa**  
Linee guida tecniche vi aiuteranno a garantire la posa a regola d'arte del prodotto.
- **Documenti di gara**  
Saremo lieti di fornirvi le nostre proposte per la redazione dei vostri capitolati di appalto.

### Assistenza in sito

- **Assistenza alla posa**  
Se necessario, i nostri tecnici possono fornire assistenza alla posa, relativa alle specifiche modalità di installazione.
- **Suggerimenti per l'installazione**  
Siamo in grado di offrire consigli pratici per l'installazione per facilitare l'applicazione dei nostri prodotti.
- **Formazione tecnica**



Fortrac® è un marchio registrato della HUESKER Synthetic GmbH.  
La HUESKER Synthetic è azienda certificata ISO 9001, ISO 14001 e ISO 50001.



**HUESKER Srl**

Piazza della Libertà 3  
34132 - Trieste (Italy)  
Tel.: +39 040363605  
Fax: +39 0403481343  
E-Mail: [info@HUESKER.it](mailto:info@HUESKER.it)  
Internet: [www.HUESKER.it](http://www.HUESKER.it)

**HUESKER**  
Idee. Ingegneria. Innovazione.