



Fortrac[®]

Geogriglie flessibili
ad elevato modulo
per applicazioni
geotecniche

HUESKER
Ingegneria con geosintetici

Fortrac® – geogriglie di rinforzo per opere di ingegneria civile progettate nel futuro con benefici tecnici ed economici



Terre rinforzate



Spalle da ponte



Muri in blocchi rinforzati



Rilevati su pali



Attraversamento cavità



Rinforzo di base



Aree industriali dismesse



Discariche

Esempi di queste applicazioni possono essere trovati sul nostro sito: www.huesker.com



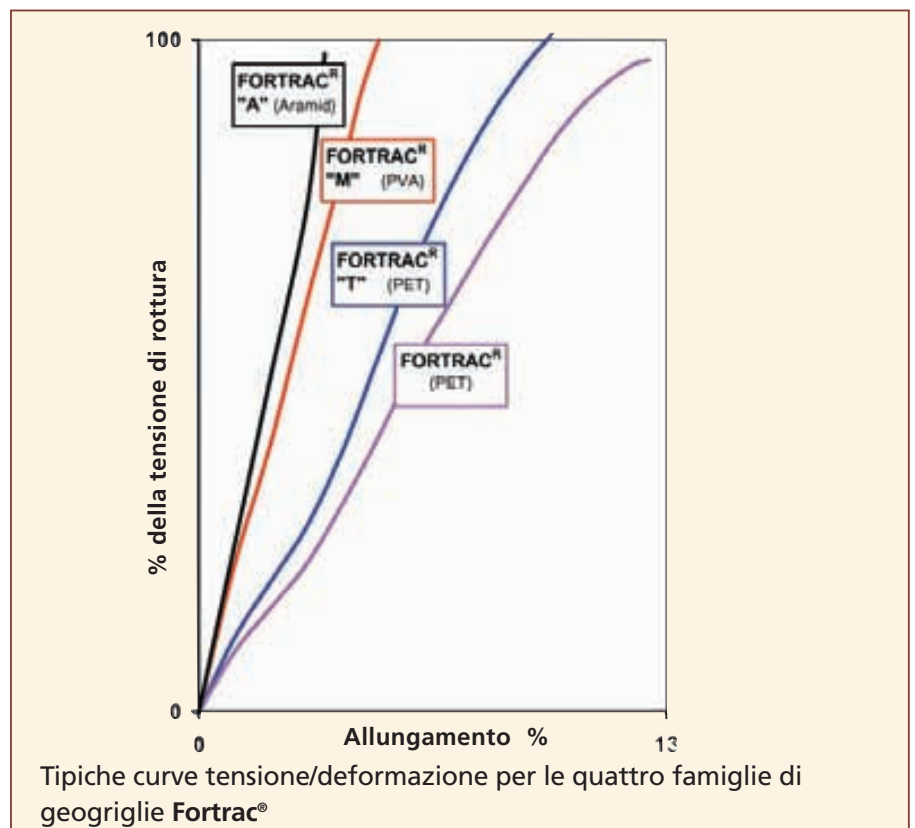
Fortrac® – geogriglie con caratteristiche high-tech

Il **Fortrac®** è una geogriglia flessibile ad elevata resistenza che viene usata per il rinforzo dei terreni da oltre 20 anni. Le geogriglie **Fortrac®** sono prodotte con filamenti sintetici ad elevato modulo e basso creep e sono rivestite con uno strato polimerico protettivo.

Il poliestere ad elevato modulo (PET) è la nostra materia prima standard da oltre 20 anni per la produzione di geosintetici; tuttavia, requisiti progettuali particolarmente elevati hanno portato allo sviluppo del **Fortrac® M** (realizzato in fibre di polivinilalcol e caratterizzato da un modulo elastico molto elevato e da un'ottima resistenza agli agenti chimici, in particolar modo in ambiente alcalino) e del **Fortrac® A** (realizzato in fibre di aramide e caratterizzato da una rigidità ancora più elevata). La geogriglia **Fortrac®** può essere fornita con un'apertura di maglia variabile a seconda delle necessità progettuali e con valori standard di resistenza compresi tra i 20 ed i 400 kN/m anche se per applicazioni speciali possono essere prodotte geogriglie con resistenze superiori ai 1600 kN/m.

La larghezza dei rotoli, pari a cinque metri, permette di ridurre al minimo le sovrapposizioni. Su richiesta possono comunque essere prodotti rotoli con larghezze e lunghezze speciali. Grazie al costante processo di ricerca e sviluppo, ai continui miglioramenti tecnici, alla

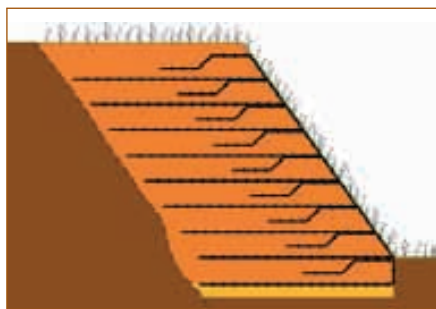
velocità e semplicità di posa e movimentazione, il **Fortrac®** permette di ottenere notevoli benefici in tutte le opere di ingegneria civile in cui viene impiegato.



I vantaggi del Fortrac® sono:

- Disponibilità di un'ampia gamma di resistenze
- Elevata rigidità
- Basso creep
- Ottima resistenza ai micro-organismi e agli agenti chimici presenti nel terreno, ai raggi UV e al danneggiamento meccanico
- Elevata interazione geogriglia-terreno
- Flessibilità nella scelta della materia prima per la produzione delle geogriglie, in modo da soddisfare le più specifiche esigenze progettuali
- Elevata flessibilità, al fine di garantire una posa facile e senza problemi
- Basso costo
- Supporto qualificato durante le fasi di progettazione e realizzazione, grazie al supporto fornito dal nostro ufficio tecnico

Fortrac® – Rilevati in terra rinforzata



Quando un rilevato è caratterizzato da un angolo di scarpata maggiore dell'angolo di attrito interno del terreno di cui è costituito, è necessario prevedere l'utilizzo di elementi di rinforzo al fine di garantirne la stabilità. L'utilizzo delle geogriglie **Fortrac®** come elementi di rinforzo del terreno per la realizzazione di terre rinforzate rappresenta un'alternativa economica alle soluzioni tradizionali. Grazie alle terre rinforzate con geogriglie **Fortrac®** è possibile sostituire tradizionali muri a gravità o spalle da ponte con vantaggi sia dal punto di vista economico che estetico. E' possibile inoltre applicare questa tecnologia per la realizzazione di rilevati stradali, barriere antirumore o dighe.

All'interno del risvolto della geogriglia **Fortrac®** normalmente viene posata una rete antierosione sintetica o biodegradabile, in modo da trattenere le particelle fini di terreno, evitandone il dilavamento. La rete antierosione garantisce anche un rinforzo alla vegetazione

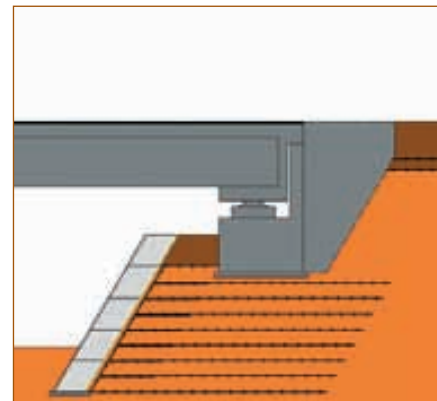
nelle prime fasi di attecchimento. Le scarpate possono poi essere idroseminate o piantumate per un'efficace protezione a lungo termine dai fenomeni erosivi. Come rivestimento frontale possono in alternativa essere utilizzati gabbioni metallici, muratura in pietra o blocchi prefabbricati.



Esempi di queste applicazioni possono essere trovati sul nostro sito: www.huesker.com



Fortrac® – Rilevati in terra rinforzata



I vantaggi derivanti dall'utilizzo di strutture terre rinforzate sono notevoli:

- Perfetto inserimento nell'ambiente circostante e basso impatto ambientale
- Possibilità di utilizzo dei terreni presenti in sito
- Minore ingombro planimetrico
- Dal momento che sono strutture flessibili, permettono di assorbire eventuali cedimenti differenziali del terreno di fondazione
- Risparmio di materiali da costruzione tradizionali (per esempio calcestruzzo)
- Facilità d'installazione
- Basso costo

La realizzazione di un efficace sistema di drenaggio deve essere prevista già in fase di progettazione e realizzazione, in modo da evitare problemi di stabilità dell'opera.

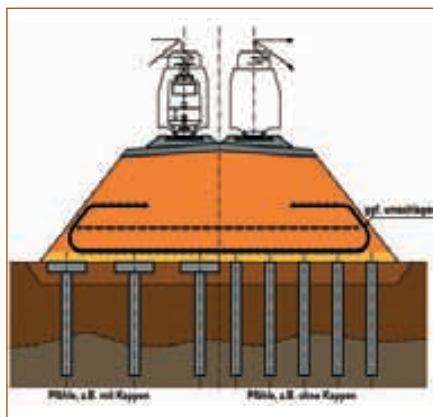
L'ufficio tecnico della Huesker è a vostra disposizione sia nella fase progettuale che realizzativa.



Le geogriglie Fortrac® sono ideali per la realizzazione di strutture in terra rinforzata

- L'utilizzo di fibre ad elevato modulo e basso creep garantisce deformazioni della struttura molto limitate, sia a breve che a lungo termine
- L'ottima interazione tra terreno e geogriglia consente di effettuare una progettazione ottimizzata
- La possibilità di utilizzare differenti polimeri consente di ottimizzare la scelta della geogriglia di rinforzo per soddisfare i requisiti di ogni specifico progetto
- La realizzazione di terre rinforzate con geogriglie Fortrac® è di facile ed economica esecuzione

Rilevati su pali con il Fortrac®



Per la realizzazione di rilevati su terreni a bassa portanza, al fine di ridurre gli assestamenti e garantire la stabilità dell'opera, è possibile realizzare il rilevato su pali.

I pali trasferiscono i sovraccarichi del rilevato e del traffico agli strati di terreno portanti in profondità.

Sulla testa dei pali è necessario posare uno strato singolo (o doppio) di geogriglia per evitare il punzonamento dei pali nel rilevato, per redistribuire i carichi verticali sulla testa dei pali ed assorbire le spinte orizzontali alla base del rilevato.

I vantaggi che derivano dall'utilizzo di questa tecnologia sono notevoli:

- Il rilevato può essere utilizzato immediatamente, senza necessità di attendere la consolidazione del terreno in sito.
- Riduzione delle deformazioni del rilevato sia durante la sua realizzazione che dopo il completamento.
- Notevole riduzione degli scavi e delle quantità di terreno da movimentare.
- Eliminazione degli effetti su manufatti adiacenti come tubi, fondazioni o altro.



Gli strati di terreno scadente tra i pali non vengono sollecitati o lo sono solo in maniera molto limitata dato che la geogriglia **Fortrac®** trasmette i carichi verticali direttamente ai pali.

Il sistema inoltre non necessita di alcuna manutenzione.

Maggiori dettagli sono riportati sul nostro sito: www.huesker.com



*Rilevato ferroviario su pali,
Augsburg-Olching*



Per prevenire o minimizzare le deformazioni dei rilevati in materiale sciolto dopo il loro completamento e la messa in servizio, le geogriglie **Fortrac®** sono prodotte unicamente con polimeri ad elevato modulo e basso creep. Polimeri con creep elevato (quali, per esempio, PP e HDPE) non vengono mai presi in considerazione per l'utilizzo in queste applicazioni.

Rinforzo su cavità sotterranee con il Fortrac®



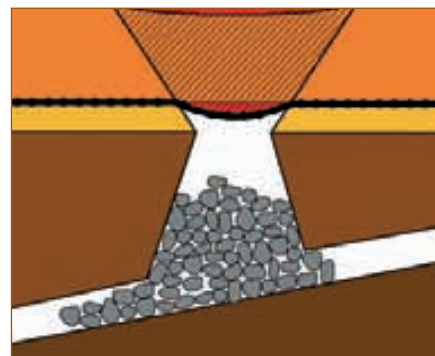
Nella realizzazione di infrastrutture viarie o ferroviarie, in alcune circostanze il tracciato può trovarsi ad attraversare zone in cui ci sia il rischio di formazione imprevista di cavità sotterranee. L'apertura di queste cavità nascoste può verificarsi anche molti anni dopo il completamento dell'opera e può causare danni molto gravi, sia dal punto di vista economico che dal punto di vista della perdita di vite umane.

Questi fenomeni possono verificarsi in particolar modo in terreni di tipo calcareo (a causa di fenomeni erosivi dovuti a perdite d'acqua) in zone in cui erano presenti miniere a profondità limitate oppure in aree bonificate (ex discariche o zone inquinate).



Le zone a rischio possono essere rinforzate con geogriglie **Fortrac®** ad alta resistenza per prevenire il collasso degli strati superficiali all'interno della cavità.

La geogriglia permette di garantire la stabilità e funzionalità dell'infrastruttura viaria o ferroviaria fino a che non siano attuate ulteriori misure di sicurezza, evitando così danni dal punto di vista economico e dal punto di vista della perdita di vite umane.



Se necessario, è possibile prevedere anche sistemi di monitoraggio elettronici e dispositivi d'allarme, incorporati nel sistema.

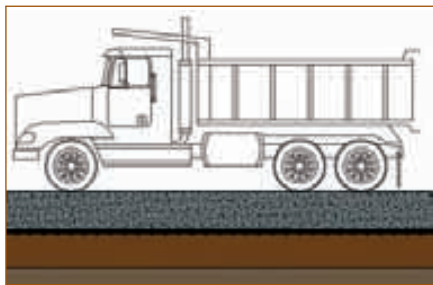
Per minimizzare le deformazioni in sommità della sovrastruttura anche dopo l'apertura di una cavità sotterranea, le geogriglie **Fortrac®** sono prodotte solamente con polimeri ad elevato modulo e basso creep.

Maggiori dettagli sono riportati sul nostro sito: www.huesker.com



Realizzazione di uno svincolo ferroviario in corrispondenza dell'ex zona mineraria di Gröbers

Rinforzo di fondazioni stradali con il Fortrac®



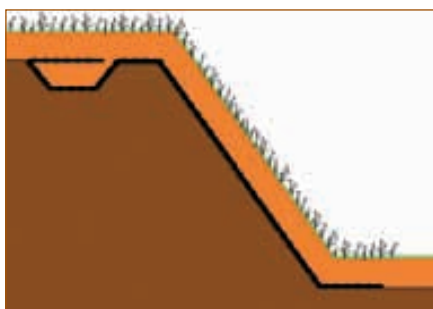
Strade, parcheggi o piste di cantiere spesso devono essere realizzate su terreni aventi una bassa capacità portante. L'utilizzo della geogriglia **Fortrac®**, posata tra la fondazione stradale ed il terreno in sito, permette di aumentarne la capacità portante ed il fattore di sicurezza al collasso. Grazie al **Fortrac®** è possibile ridurre lo spessore della fondazione



stradale e di conseguenza la quantità di terreno che è necessario movimentare. Il creep molto basso della geogriglia **Fortrac®** fa sì che le deformazioni siano molto

limitate anche dopo molti cicli di carico dinamico, evitando la formazione di ormaie sul piano stradale.

Rinforzo antiscivolamento su scarpate lisce inclinate con il Fortrac®



Nelle discariche si tende a realizzare scarpate di copertura quanto più pendenti possibile in modo da aumentare la capacità di accumulo. Le geogriglie **Fortrac®** possono essere utilizzate come rinforzo antiscivolamento nei casi in cui l'inclinazione della scarpata sia maggiore dell'angolo di attrito minimo tra i materiali che costituiscono il pacchetto di copertura. Il **Fortrac®** riprende le tensioni di taglio agenti nella direzione di massima pendenza della scarpata e ne garantisce la stabilità. Il **Fortrac® 3D** è una



geogriglia appositamente studiata per risolvere queste problematiche: grazie alla sua struttura tridimensionale il terreno si "incastra" nella geogriglia, garantendo così il trasferimento delle tensioni

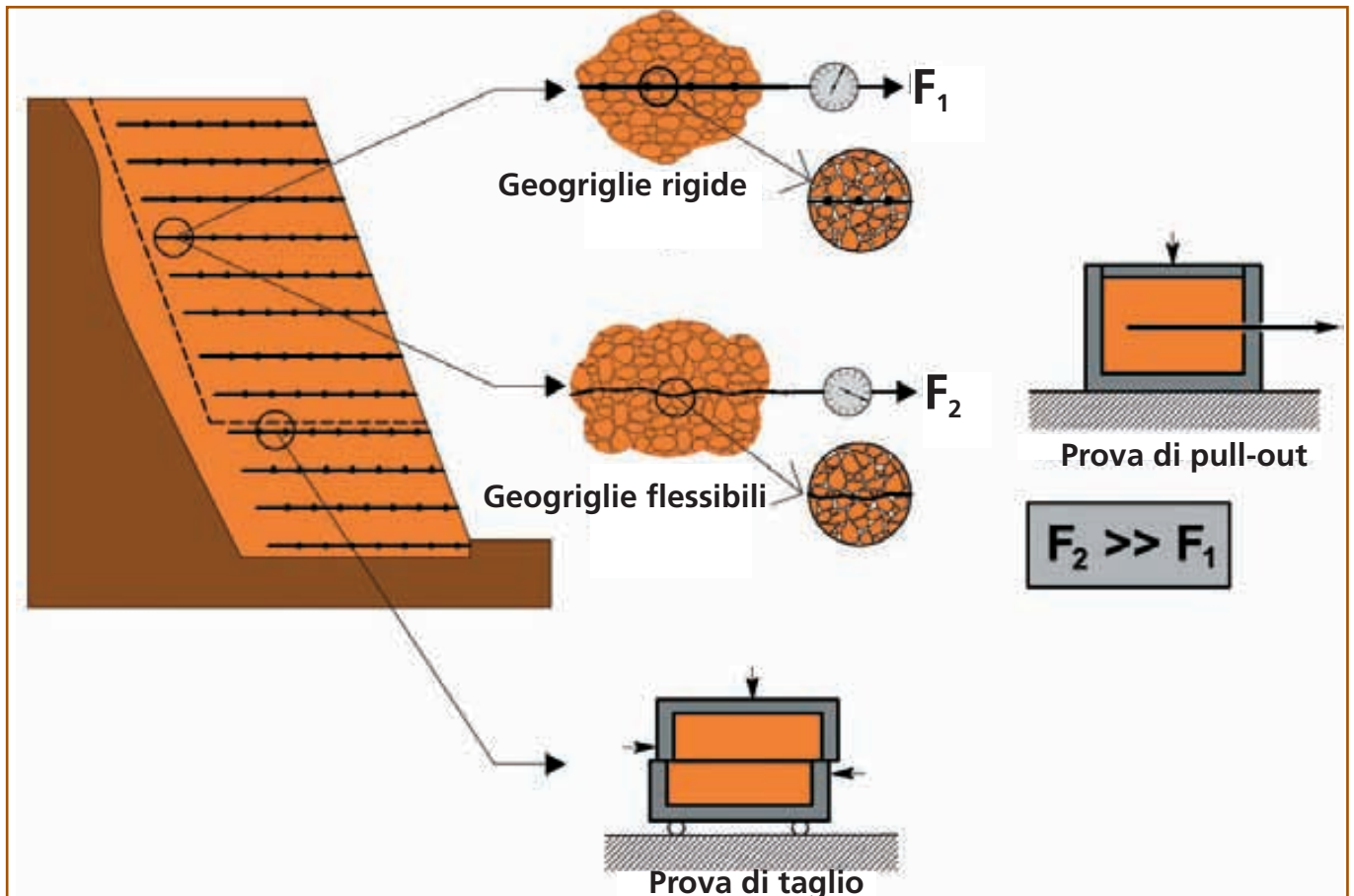
tangenziali. Il **Fortrac® 3D** può anche essere utilizzato per la protezione contro l'erosione in quanto la sua struttura costituisce un sistema aperto di radici artificiali che facilitano la crescita della vegetazione e limitano i fenomeni erosivi.

Interazione del Fortrac® con il terreno

L'utilizzo della geogriglia **Fortrac®** risulta essere vantaggioso grazie alla sua ottimale interazione con i terreni con cui è a contatto in termini di resistenza allo

sfilamento (pull-out) ed al taglio. L'interazione tra terreno e geogriglia di rinforzo è un fattore molto importante per quanto riguarda il

comportamento di un terreno rinforzato. Gli unici metodi di prova standardizzati per la determinazione l'interazione tra terreno e geogriglia sono le prove di sfilamento e di taglio.



Interazione terreno/ geogriglia

Con queste prove è possibile misurare l'angolo d'attrito effettivo tra terreno e geogriglia, un parametro molto importante che può essere utilizzato direttamente nelle verifiche di stabilità. I valori di resistenza al pull-out ed al taglio riflettono il reale comportamento della geogriglia nel terreno.

Essi dipendono dai seguenti fattori:

- Carico agente

- Attrito superficiale tra il terreno e gli elementi della geogriglia
- Geometria della geogriglia
- Caratteristiche geotecniche del terreno
- Curva granulometrica del terreno
- Interazione tra terreno e geogriglia
- Flessibilità della geogriglia

Gli elevati fattori di interazione terreno/geogriglia derivano dalla combinazione di

flessibilità, attrito superficiale ed incastro con il terreno. Grazie all'elevata resistenza al pull-out ed al taglio (EN ISO 12957 e EN ISO 12957-2), è possibile ottenere soluzioni più economiche.

Il **Fortrac®** garantisce un'eccellente e dimostrata interazione con tutti i tipi di terreni con cui è a contatto!

Durabilità e comportamento a lungo termine

La durabilità delle geogriglie è un altro importante fattore che dipende da:

- scelta delle materie prime
- metodo di produzione
- requisiti per la specifica applicazione

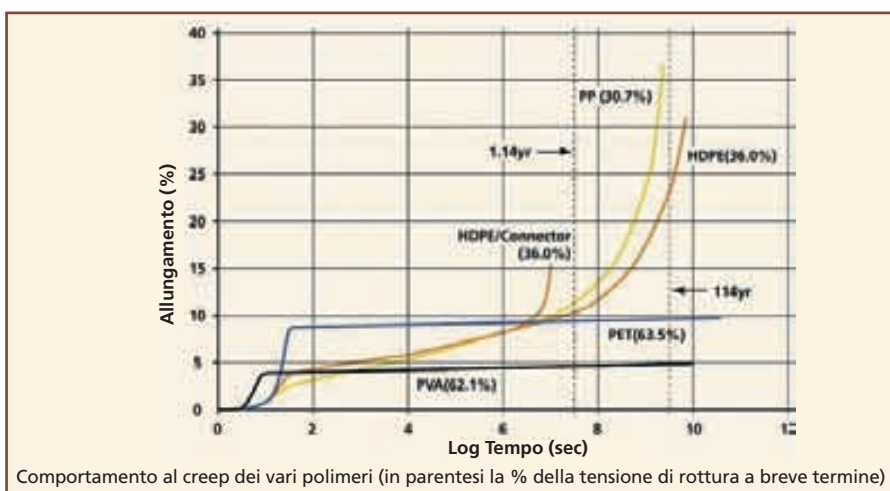
Il **Fortrac®** è prodotto esclusivamente con materie prime di alta qualità. Per poter soddisfare ogni specifica richiesta progettuale, la HUESKER ha sviluppato una vasta gamma di geogriglie **Fortrac®**, ognuna con i suoi specifici vantaggi:

- Basso creep
- Alta resistenza ai raggi UV
- Alta resistenza ai micro-organismi.
- Alta resistenza agli agenti chimici
- Alta resistenza al danneggiamento meccanico.

Tipo Fortrac®	Applicazioni	Materia prima	Proprietà
Fortrac® e Fortrac® T	– standard – basse deformazioni	PET Poliestere	– elevato modulo – basso creep – basso danneggiamento meccanico – resistenza in ambienti con pH 4 - 9.5
Fortrac® M	– standard – deformazioni molto basse – ambienti aggressivi dal punto di vista chimico	PVA Polivinilalcol	– elevato modulo – basso creep – basso danneggiamento meccanico – resistenza in ambienti con pH 2 - 13
Fortrac® A	– deformazioni estremamente limitate – resistenze estremamente elevate	AR Aramide	– elevato modulo – basso creep – basso danneggiamento meccanico – resistenza in ambienti con pH 4 - 9.5

Comportamento al creep

Il tipo di applicazione determina la scelta delle caratteristiche tecniche della geogriglia e del suo polimero costitutivo. Tale scelta ha un'importanza fondamentale per quanto riguarda il comportamento al creep (deformazione viscosa sotto carico costante) del prodotto finito. Il grafico mostra l'andamento della deformazione nel tempo per tre differenti livelli di carico (indicati tra parentesi). Le poliolefine (HDPE e PP) mostrano un rapido aumento della deformazione nel tempo con una resistenza alla rottura per creep molto bassa rispetto al PET ed al PVA.



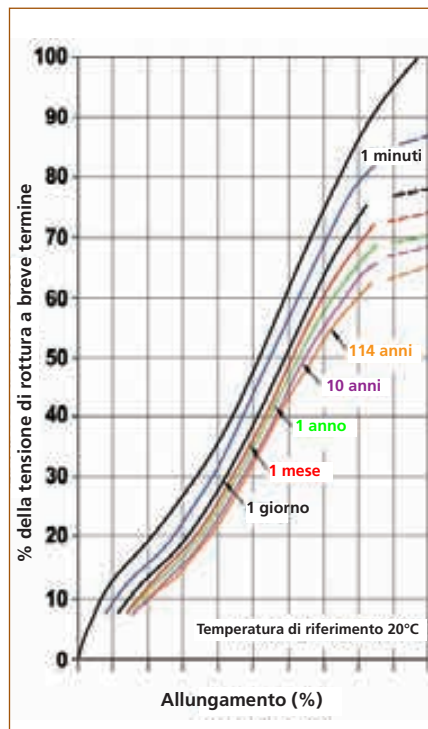
Tutte le geogriglie **Fortrac®** sono prodotte solamente con polimeri ad elevato modulo e basso creep.

Il **Fortrac®** è testato e certificato da laboratori indipendenti per prove su materiali.

Fortrac® = BASSO CREEP

I valori di deformazione della geogriglia in funzione del tensione e della durata di applicazione del carico possono essere determinati dalle curve isocrone. In questo modo è possibile calcolare in modo affidabile le deformazioni post-costruzione della struttura.

Tutti i prodotti della gamma **Fortrac®** sono stati approfonditamente testati al fine di determinare le curve isocrone e consentire una progettazione accurata.



Maggiori dettagli tecnici possono essere trovati sul nostro sito: www.huesker.com

Vantaggi delle geogriglie **Fortrac®**:

- Le prestazioni del **Fortrac®** sono superiori a quella dei prodotti poliolefinici (PE e PP) grazie al suo basso creep.
- La flessibilità del **Fortrac®** lo rende più semplice e veloce da installare rispetto alle geogriglie rigide.
- La larghezza standard di produzione di 5 metri permette una maggiore velocità di posa.
- A parità di resistenza a breve termine, il **Fortrac®** possiede un valore di resistenza di progetto a lungo termine più elevato.
- Elevata flessibilità di produzione per quanto riguarda il modulo elastico, la resistenza, la materia prima e l'apertura di maglia.
- Più di 25 anni di provata esperienza a livello mondiale.
- Il **Fortrac®** è testato e certificato ed è soggetto al monitoraggio di un ente indipendente di controllo.

Controllo di qualità

Il controllo della qualità di un prodotto è di fondamentale importanza come garanzia delle sue prestazioni. Per soddisfare i requisiti di più alta qualità, la HUESKER è soggetta

a numerose verifiche ispettive e audit esterni ed indipendenti. La HUESKER è un'azienda certificata EN ISO 9001:2000. Il laboratorio di prove sui geosintetici della HUESKER è certificato in accordo con la normativa DIN EN ISO/IEC 17025 dall'ente di accreditazione

“Deutsches Akkreditierungssystem Profwesen GmbH”. Le caratteristiche tecniche del **Fortrac®** sono basate su normative europee (EN) e internazionali (ISO).

Fortrac® è un marchio registrato dalla HUESKER Synthetic GmbH.



La HUESKER Synthetic GmbH è azienda certificata:



La HUESKER offre un pacchetto completo di geosintetici come i geotessuti, i filtri, i tessuti a maglia, le geogriglie, i non tessuti ed i geocompositi.

La gamma dei prodotti standard della HUESKER è ampliata da materiali studiati e realizzati su misura per coprire esigenze progettuali particolari.

In questo modo si vuole dare una risposta adeguata alle necessità dei progettisti sia da un punto di vista tecnico che economico.

I prodotti principali sono:

Fortrac® - geogriglia flessibile di rinforzo ad elevato modulo e basso creep

Fornit® - geogriglia biassiale per il rinforzo delle fondazioni stradali

HaTelit® - griglie per il rinforzo dei conglomerati bituminosi

Stabilenka® - geotessile tessuto in poliestere ad elevato modulo per il rinforzo e la separazione

Robutec® - geotessile tessuto in polivinilalcol ad elevato modulo e con ottima resistenza chimica per il rinforzo e la separazione

Comtrac® - geocomposito a maglia con bassi allungamenti e buona capacità filtrante

Duogrid® - geocomposito griglia biassiale - non tessuto per il rinforzo, la separazione e la filtrazione delle fondazioni stradali

HaTe® - geotessili tessuti e non tessuti rinforzati

Incomat® - materasso flessibile iniettabile

NaBento® - geocomposito bentonitico

Ringtrac® - geotessile tubolare ad elevato modulo per la realizzazione di pali portanti in sabbia

SoilTain® - geotessili tubolari di grandi dimensioni per il controllo dell'erosione costiera e la disidratazione di fanghi

Geosynthetics made by HUESKER
- Affidabilità ed esperienza

HUESKER

HUESKER Srl

P.zza della Libertà, 3

34132 – TRIESTE (Italy)

Phone +39 040 363 605

Fax +39 040 348 1343

E-Mail: info@huesker.it

Internet: www.huesker.com