



Le Reti sono la Nostra Forza

Soluzioni con Geosintetici per l'Ingegneria Ferroviaria

 **HUESKER**
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Vincere le Sfide dell'Ingegneria Ferroviaria

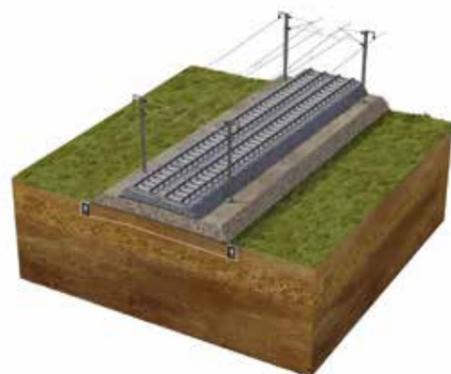
Venite a scoprire gli enormi benefici che le soluzioni con geosintetici HUESKER sono in grado di offrirvi



Pagina

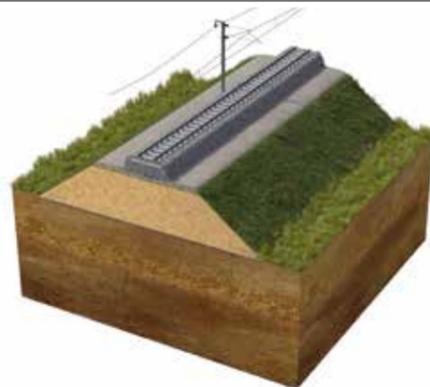
8

Rinforzo del Sottofondo



10

Rilevati su Terreni Soffici



12

Fondazioni Profonde in Terreni Scendenti



14

Terre Rinforzate



18

Applicazioni Speciali



20

Opere Accessorie





I Nostri Successi nell'Ingegneria Ferroviaria

Le opere ferroviarie richiedono la risoluzione di un gran numero di problematiche. Questo fa sì che il know-how tecnico, la conoscenza dei costi e soprattutto l'esperienza siano dei requisiti chiave nella progettazione, esecuzione e manutenzione di opere ferroviarie.

La HUESKER non si limita a fornire materiali affidabili e di qualità, ma è anche in grado di offrire un servizio di supporto tecnico che soddisfi gli standard più rigorosi. L'esperienza aziendale si fonda su un'innumerabile serie di progetti in campo ferroviario realizzati in tutto il mondo. Le sue credenziali sono sottolineate dal rapporto di

collaborazione ultra-ventennale con le ferrovie tedesche Deutsche Bahn come fornitore affidabile di prodotti omologati. Rimarrete stupiti dalle numerose applicazioni dei nostri geosintetici nell'ingegneria ferroviaria. I nostri prodotti vengono utilizzati per il rinforzo dei sottofondi, la realizzazione di rilevati, di terre rinforzate ma anche di impermeabilizzazioni o di soluzioni per la protezione ambientale.

Le nostre soluzioni

- garantiscono prestazioni durature anche sotto carichi dinamici
- riducono i costi e gli intervalli di manutenzione
- sono omologate dalle ferrovie tedesche
- garantiscono l'uso razionale di risorse naturali
- soddisfano i requisiti più stringenti delle moderne infrastrutture
- hanno decenni di esperienze e successi in tutto il mondo

I Servizi HUESKER

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

Servizi forniti dai nostri ingegneri

- **Progettazione**
I nostri ingegneri forniscono assistenza in fase di progettazione eseguendo verifiche in conformità con i codici di calcolo internazionali.
- **Consulenza tecnica**
Vi sapremo consigliare il tipo di prodotto più adatto alle vostre specifiche esigenze.
- **Disegni esecutivi 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 numerose certificazioni emesse da diversi enti internazionali, tra cui BAM, BBA, EBA, SVG e IVG.
- **Modalità di posa**
Linee guida tecniche vi aiuteranno a garantire la posa a regola d'arte dei nostri prodotti.
- **Documenti di gara**
Saremo lieti di fornirvi suggerimenti 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.
- **Formazione tecnica**
Formazione su specifici prodotti e applicazioni.

I Nostri Prodotti per le Ferrovie

I requisiti richiesti per i rilevati, i sottofondi ma anche per le opere accessorie sono spesso estremi: elevati carichi dinamici, terreni a bassa capacità portante, protezione ambientale, vincoli geometrici, riduzione del rumore e molti altri.

Qualsiasi siano i requisiti, la HUESKER può fornire la soluzione adeguata.

Basetrac® Duo-C / Basetrac Duo



Geocomposito per il rinforzo, la separazione e la filtrazione in terreni molto scendenti

I nostri geocompositi Basetrac Duo e Duo-C, costituiti da una geogriglia e da un geotessile non tessuto, sono i materiali ideali per il rinforzo delle fondazioni ferroviarie in presenza di terreni aventi bassa capacità portante.

Basetrac Grid



Geogriglie flessibili ad alta resistenza

Il rinforzo del sottofondo con il Basetrac Grid garantisce affidabilità totale, anche sotto elevati carichi dinamici. Le geogriglie hanno uno speciale rivestimento polimerico che le protegge dai raggi UV e dal danneggiamento meccanico.

Basetrac Nonwoven



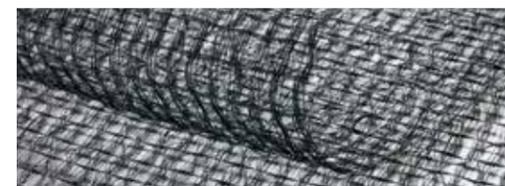
Non tessuti per la separazione e la filtrazione

Il non tessuto agisce da barriera proteggendo il terreno di fondazione o lo strato drenante dalla migrazione di particelle fini di terreno dal sottofondo. In questo modo la capacità portante della fondazione e le prestazioni drenanti rimangono inalterate nel tempo.



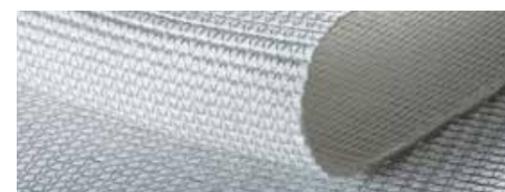
Fortrac®

Geogriglie flessibile ad alta resistenza ed elevato modulo per applicazioni di rinforzo dei rilevati e per terre rinforzate.



Fortrac 3D

Geogriglia tridimensionale per il rinforzo antiscivolamento e il controllo dell'erosione.



Stablenka®

Geotessile tessuto famoso in tutto il mondo con resistenze eccezionalmente elevate, ideale per rilevati su terreni soffici.



Robutec®

Geotessile tessuto con modulo eccezionalmente elevato, basso creep ed elevata resistenza chimica per il rinforzo di rilevati in condizioni complesse.



Ringtrac®

Pali in geotessile tubolare per la realizzazione di un sistema di fondazioni affidabile anche in condizioni geotecniche estremamente scendenti.



Tektoseal® Clay

Geocomposito bentonitico per la protezione della falda e la bonifica di siti inquinati.



Tektoseal Active

Geocomposito attivo con funzione barriera e filtro in presenza di acque o terreni inquinati.

Rinforzo del Sottofondo

Risanamento delle linee ferroviarie

L'aumento del volume di traffico, il deterioramento del ballast e un carente drenaggio delle acque sono problematiche che comportano la necessità di procedere con il risanamento delle linee ferroviarie esistenti. L'obiettivo di tali progetti di risanamento è quello di migliorare lo stato di servizio e di aumentare la vita utile delle linee stesse. Il piano di posa del ballast deve essere in grado di resistere ad elevati carichi dinamici per una lunga vita utile con limitate deformazioni e usura. Le scelte tecniche nella realizzazione dello strato di fondazione dipendono da vari fattori tra cui la capacità portante del sottofondo, i sovraccarichi attesi e l'eventuale presenza della falda. Per queste applicazioni la HUESKER è in grado di offrire un'ampia scelta di possibili soluzioni all'interno della famiglia di prodotti Basetrac.

Vantaggi

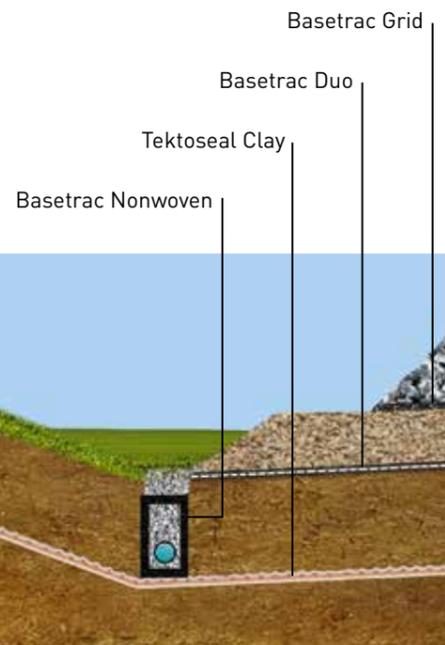
- Aumento della vita utile
- Risparmio grazie al minore spessore della fondazione
- Facile posa senza "effetto memoria"
- Prodotti certificati e approvati

Separazione e filtrazione

Come alternativa ad un intervento di risanamento completo della linea ferroviaria, in alcune circostanze può essere sufficiente prevedere l'utilizzo di un non tessuto al di sotto del ballast. La posa di un non tessuto ad elevate prestazioni avente funzioni di separazione e filtrazione immediatamente al di sotto del ballast, migliora le funzioni drenanti ed evita la migrazione di particelle fini di terreno all'interno della massicciata, aumentandone così la capacità portante. La nostra famiglia di prodotti Basetrac è in grado di offrire non tessuti certificati per questa applicazione.

Vantaggi

- Aumento della capacità portante
- Posa facile grazie alle dimensioni dei rotoli su misura
- Prodotti certificati e approvati

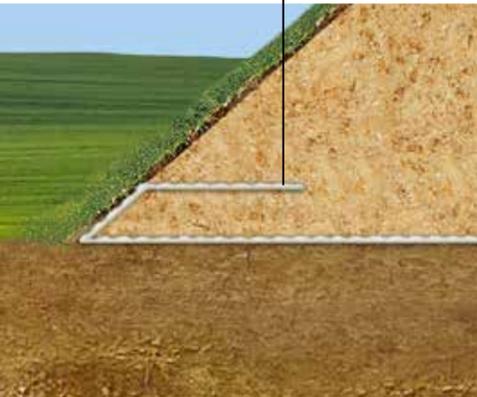


Rilevati su Terreni Soffici

Rinforzo alla base di rilevati

Per garantire l'operatività e l'efficienza delle linee ferroviarie, i rilevati ferroviari devono essere strutture particolarmente sicure e stabili, aventi deformazioni ridotte al minimo. Grazie alle loro elevate resistenze alla trazione (fino a 2.800 kN/m), i geotessili tessuti di rinforzo Stabilenka e Robutec permettono la realizzazione di rilevati ferroviari stabili e sicuri. Nel caso in cui i terreni dovessero essere stabilizzati a calce o cemento, andando così a creare un ambiente alcalino, allora il Robutec, realizzato in fibre di polivinilalcol (PVA), è la scelta migliore.

Stabilenka, Robutec



Vantaggi

- Consolidazione accelerata del terreno di fondazione
- Elevata stabilità strutturale
- Risparmio di materiale inerte
- Riduzione dei cedimenti differenziali

Attraversamento di cavità

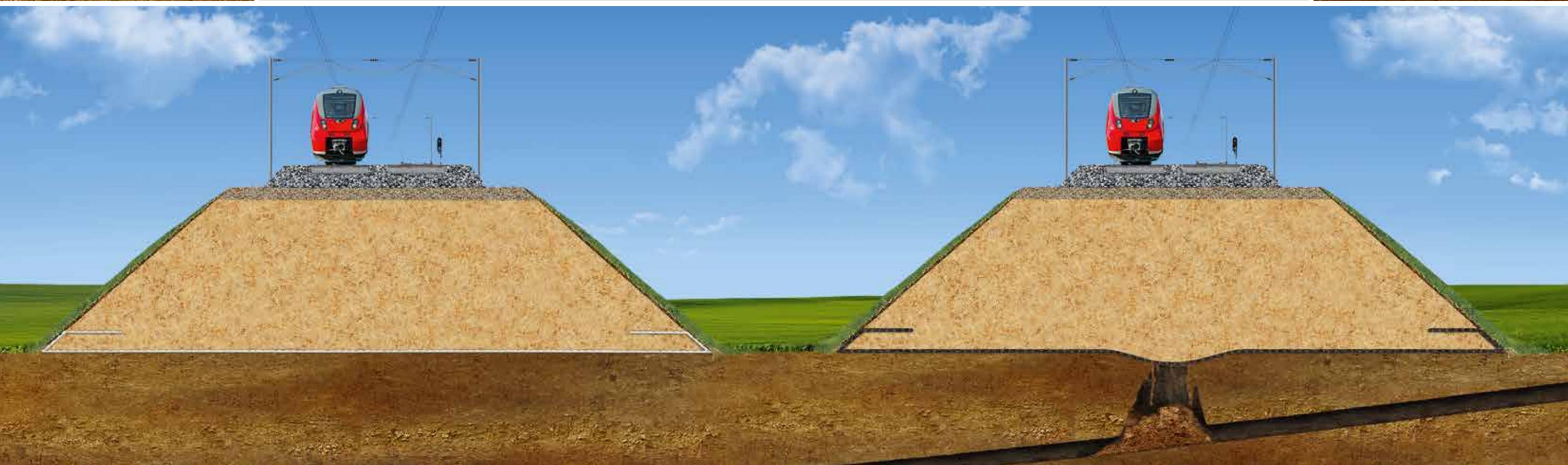
Le cavità possono essere causa di rischi elevati per il traffico ferroviario. Le geogriglie Fortrac, grazie alla loro elevata resistenza (fino a 3.000 kN/m) e al loro elevato modulo elastico, garantiscono protezione a breve e lungo termine nelle aree soggette ad aperture di cavità. Non solo permettono di eliminare le costose, poco duttili e non eco-sostenibili strutture in calcestruzzo armato ma, grazie alla possibilità di scelta del polimero (poliestere, polivinilalcol o aramide) permettono di soddisfare le necessità tecniche di ogni specifico progetto. Inoltre, la loro capacità di sviluppare tensioni elevate con basse deformazioni permette loro di attivarsi anche in caso di improvvisi sovraccarichi derivanti da impreviste cavità di grande diametro.

Fortrac



Vantaggi

- Stabilità strutturale in aree soggette ad apertura di cavità
- Soluzione più economica e sostenibile rispetto al c.a.
- Ampia gamma di prodotti
- Elevata resistenza e modulo elastico per assorbire carichi derivanti da impreviste cavità di grande diametro



Fondazioni Profonde in Terreni Scadenti

Pali tradizionali

La progettazione di rilevati ferroviari sicuri ed affidabili su terreni a bassa capacità portante rappresenta una sfida complessa. Oltre ai problemi di cedimenti e deformazioni laterali, per la progettazione si devono tenere in considerazione problematiche connesse alla capacità portante dal terreno in sito, alla stabilità delle scarpate o anche all'estrusione del terreno di fondazione al di sotto del rilevato. Nel caso di utilizzo di fondazioni su pali, le geogriglie Fortrac garantiscono la formazione di uno stabile effetto arco nel terreno in sommità dei pali, in modo da garantire la trasmissione dei sovraccarichi in profondità con basse deformazioni della struttura. Inoltre questo modo non è più necessaria la posa di pali inclinati ai lati del rilevato. Al tempo stesso l'ampia gamma di geogriglie Fortrac permette anche un'ottimizzazione dei costi di realizzazione dell'opera.

Fortrac

Vantaggi

- Elevata stabilità strutturale
- Utilizzo dell'effetto arco per la trasmissione dei carichi
- Elevata efficienza grazie alla elevata spaziatura tra pali

Colonne incapsulate in geotessile

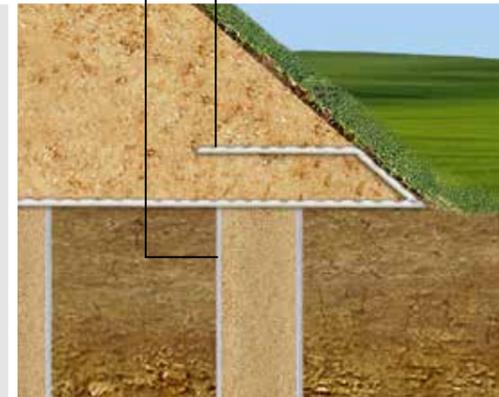
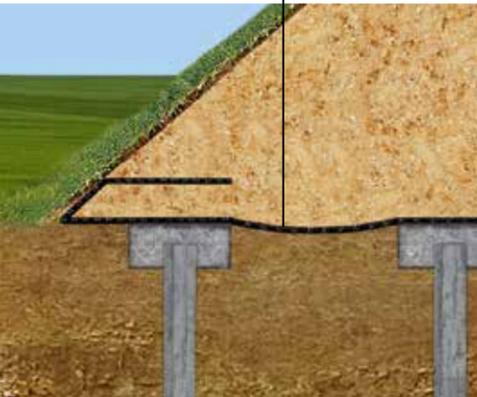
Le colonne incapsulate in geotessile sono uno dei sistemi di fondazione più sicuri e affidabili in presenza di terreni a bassissima capacità portante e quindi sono ideali anche per applicazioni nell'ingegneria ferroviaria. Il sistema, che è stato utilizzato in terreni con $c_u < 15 \text{ kN/m}^2$, offre elevata duttilità e adattabilità a eventuali variazioni delle caratteristiche dei terreni. I pali Ringtrac lavorano come dei "mega-dreni" e quindi i tempi di consolidazione vengono notevolmente accelerati, tanto che più del 90% degli assestamenti avviene durante le fasi di costruzione. Inoltre, gli assestamenti dovuti a deformazioni viscosi si riducono del 50-75% rispetto a quelli che si avrebbero in assenza di colonne. Come terreno di riempimento possono essere utilizzati terreni reperiti localmente.

Ringtrac

Stabilenka

Vantaggi

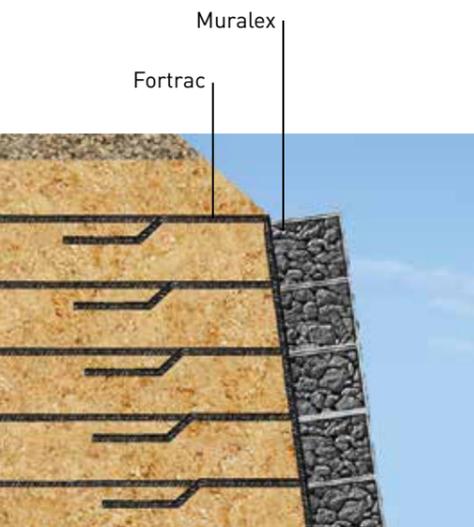
- Estremamente affidabile grazie all'elevata duttilità
- La veloce consolidazione riduce i tempi di costruzione
- Sistema economico grazie all'utilizzo di terreni reperiti in sito (sabbie)



Terre Rinforzate con Geosintetici

Struttura di sostegno

Barriere antirumore, spalle da ponte e altre opere di sostegno, spesso impegnative da progettare e realizzare, sono una presenza costante nei progetti ferroviari. In tutti questi casi, le terre rinforzate HUESKER offrono soluzioni sicure, innovative ed economicamente convenienti. I principali vantaggi delle terre rinforzate rispetto a soluzioni standard sono il basso impatto ambientale, la rapidità di esecuzione, la flessibilità geometrica, la duttilità in caso di azioni sismiche e il minore costo di realizzazione.



Vantaggi

- Soluzioni su misura
- Posa facile ed economica
- Consulenza tecnica da parte degli ingegneri HUESKER
- Limitato ingombro planimetrico
- Ampia gamma di applicazioni



Paramento esterno

Uno dei vantaggi fondamentali delle terre rinforzate è l'ampia gamma di possibilità di scelta per quanto riguarda il paramento esterno. Grazie alla perfetta combinazione tra soluzione ingegneristica e architettura del paesaggio, la struttura si inserisce armoniosamente nell'ambiente circostante.



Muro Fortrac Muralex



Terra Rinforzata Fortrac Natur



Muro Fortrac con pannelli prefabbricati in c.a.



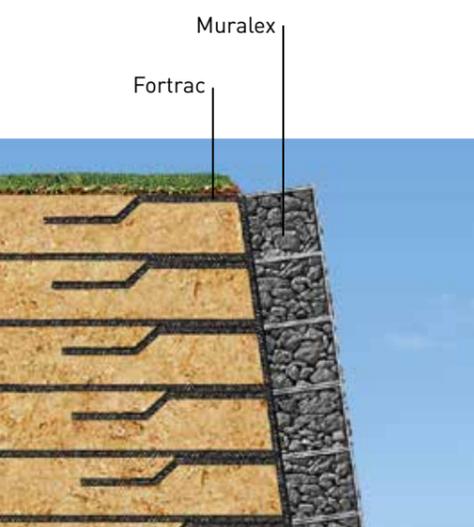
Terra Rinforzata Fortrac Natur S



Muro segmentale Fortrac con blocchi prefabbricati in cls

Barriere antirumore

Per ridurre l'impatto acustico sulla popolazione nelle aree densamente popolate è spesso necessario realizzare speciali opere di protezione. Le terre rinforzate trovano ideale applicazione per questa problematica, grazie alla possibilità di una specifica progettazione che conferisce loro una elevata capacità di assorbimento del rumore. A seguito di una estesa campagna di prove, la HUESKER ha sviluppato diverse soluzioni tecniche che permettono un assorbimento del rumore fino a $DL_a \geq 8-11\text{dB}$.

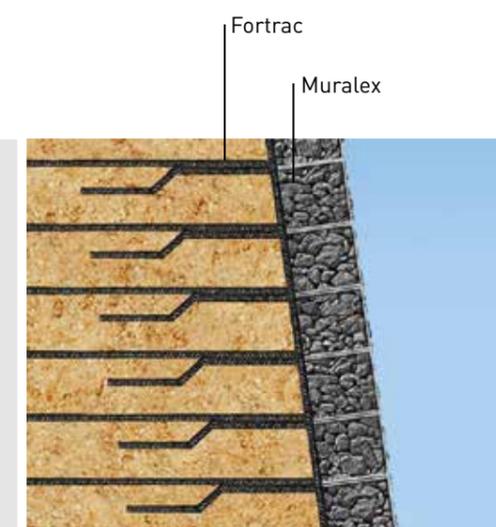


Vantaggi

- Assorbimento sonoro fino a 11dB
- Posa facile e veloce
- Inserimento armonico nell'ambiente circostante

Spalle da ponte

Le spalle da ponte in terra rinforzata possono essere progettate sia come soluzione a sé stante, sia come parte di un sistema composito che preveda anche elementi strutturali in calcestruzzo armato, eventualmente anche in abbinamento ad un sistema di fondazioni profonde. La scelta tecnica può prevedere sia sistemi attivi che passivi, a seconda del fatto che il rivestimento sia parte integrante della struttura o meno. Le terre rinforzate sono una soluzione estremamente flessibile e ormai sono una soluzione consolidata per la realizzazione di opere di sostegno.



Vantaggi

- Posa in opera veloce ed efficiente
- Elevata duttilità
- Eco-sostenibile
- Ampia gamma di scelta del paramento esterno



Applicazioni Speciali

Impermeabilizzazione gallerie

Assieme ai ponti, le gallerie sono tra le strutture più complesse in campo ferroviario. Una delle problematiche tecniche più gravose per queste strutture è quella di garantirne un'affidabile impermeabilizzazione. La risposta HUESKER a questa problematica è uno speciale sistema sviluppato appositamente per questa applicazione che evita ogni possibile rischio di infiltrazione di acqua all'interno della galleria. Uno dei componenti chiave del sistema è il nostro geocomposito bentonitico Tektoseal Clay, che garantisce elevata affidabilità e durata nel tempo.

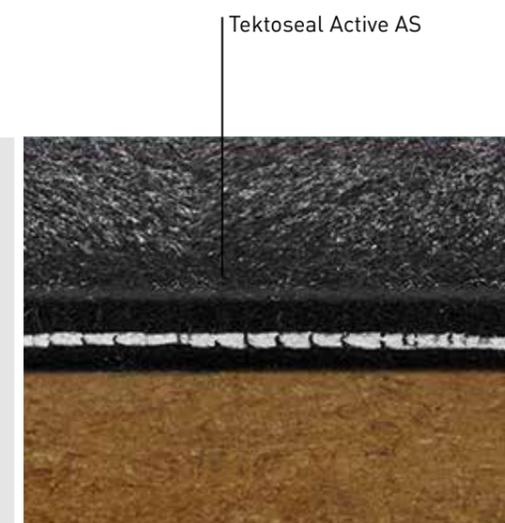


Vantaggi

- Soluzione brevettata
- Assenza di carichi idrostatici sulla membrana
- Allungamento della vita utile della struttura

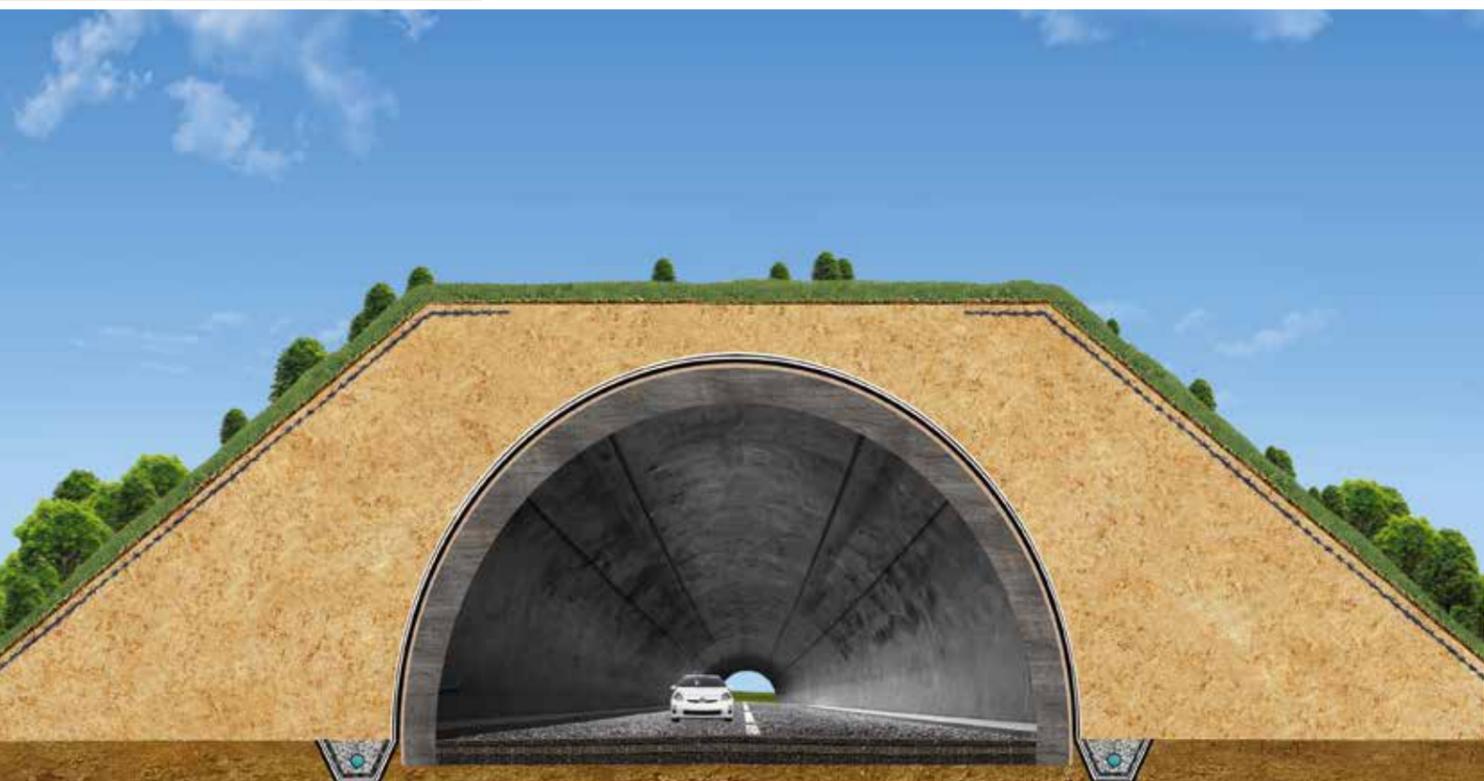
Assorbimento oli e protezione della falda

Binari di manovra, rimesse per motori, depositi di manutenzione e altre aree di stoccaggio non pavimentate sono suscettibili alla contaminazione del terreno da olio, grasso e altri prodotti petrolchimici simili. Per eliminare il rischio di contaminazione di terreni e falda, è possibile implementare delle semplici soluzioni tecniche. Il Tektoseal Active AS è un geocomposito attivo che assorbe le sostanze inquinanti e ne evita l'infiltrazione nel terreno. I suoi vantaggi sono l'elevata robustezza e il fatto di essere prodotto in rotoli per una facile posa e rimozione.



Vantaggi

- Assorbimento oli in maniera sicura, anche su grandi aree
- Elevata resistenza meccanica
- Facile da posare e rimuovere

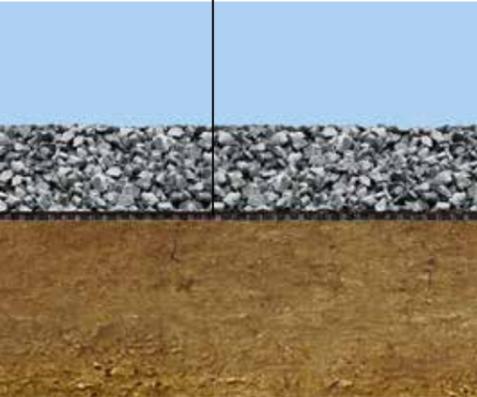


Opere Accessorie

Strade di cantiere

La realizzazione di nuove infrastrutture ferroviarie ma anche gli interventi di manutenzione spesso richiedono la costruzione di strade temporanee di accesso o piste di cantiere. Queste sono normalmente soggette ad un traffico molto elevato, seppure di breve durata. Soprattutto in presenza di terreni scadenti, le soluzioni con geosintetici sono spesso il modo più semplice per minimizzare i costi di realizzazione e manutenzione. La nostra famiglia Basetrac offre una soluzione affidabile per ogni applicazione, dalla semplice funzione di separazione e filtrazione a un doppio strato di rinforzo per applicazioni particolarmente gravose.

Basetrac



Vantaggi

- Aumento affidabile della capacità portante
- Risparmio di materiale inerte per la fondazione
- Bassi costi di manutenzione

Vasche di laminazione

Le vasche di laminazione sono progettate per consentire lo scarico controllato di grandi quantità di acqua accumulata in maniera temporanea. Dal momento che l'acqua accumulata può essere contaminata, il componente chiave di questi sistemi è un affidabile e sicuro pacchetto di impermeabilizzazione. La HUESKER è in grado di offrire un'ampia gamma di geocompositi bentonitici che sono stati appositamente studiati per questa funzione.

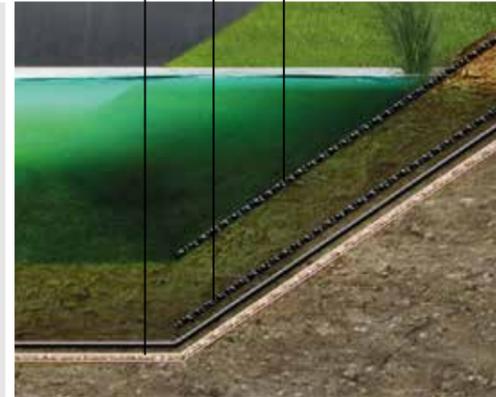
Vantaggi

- Scarico controllato di grandi quantità di acqua
- Impermeabilizzazione affidabile
- Ampia gamma di prodotti per ottimizzare i costi

Tektoseal Clay

Fortrac

Fortrac 3D



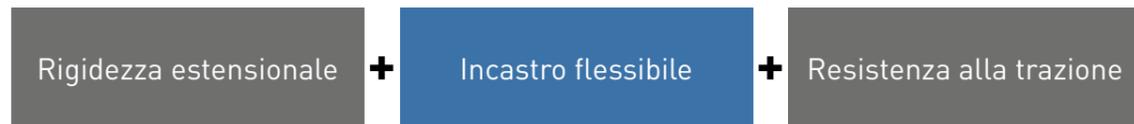
L'unicità della HUESKER

Il valore dell'incastro flessibile

Le geogriglie servono a migliorare le caratteristiche meccaniche dei terreni. Per poter assorbire i carichi con deformazioni limitate, devono avere una certa rigidità estensionale. La geogriglia però non deve essere troppo rigida altrimenti non sarà possibile il trasferimento delle tensioni al terreno.

Un elevato incastro flessibile implica un perfetto mix tra macro-incastro, meso-incastro e micro-incastro, oltre ad un elevato grado di adattabilità al terreno. Tutto ciò in definitiva aumenta l'interazione ed il legame tra terreno e geosintetico di rinforzo.

Al fine di poter risolvere problemi strutturali è richiesta anche una certa resistenza alla trazione. Le geogriglie Basetrac sono caratterizzate non solo da un'elevata resistenza alla trazione e da un elevato modulo ma anche da un ottimale incastro flessibile, caratteristica possibile solo per geogriglie flessibili.



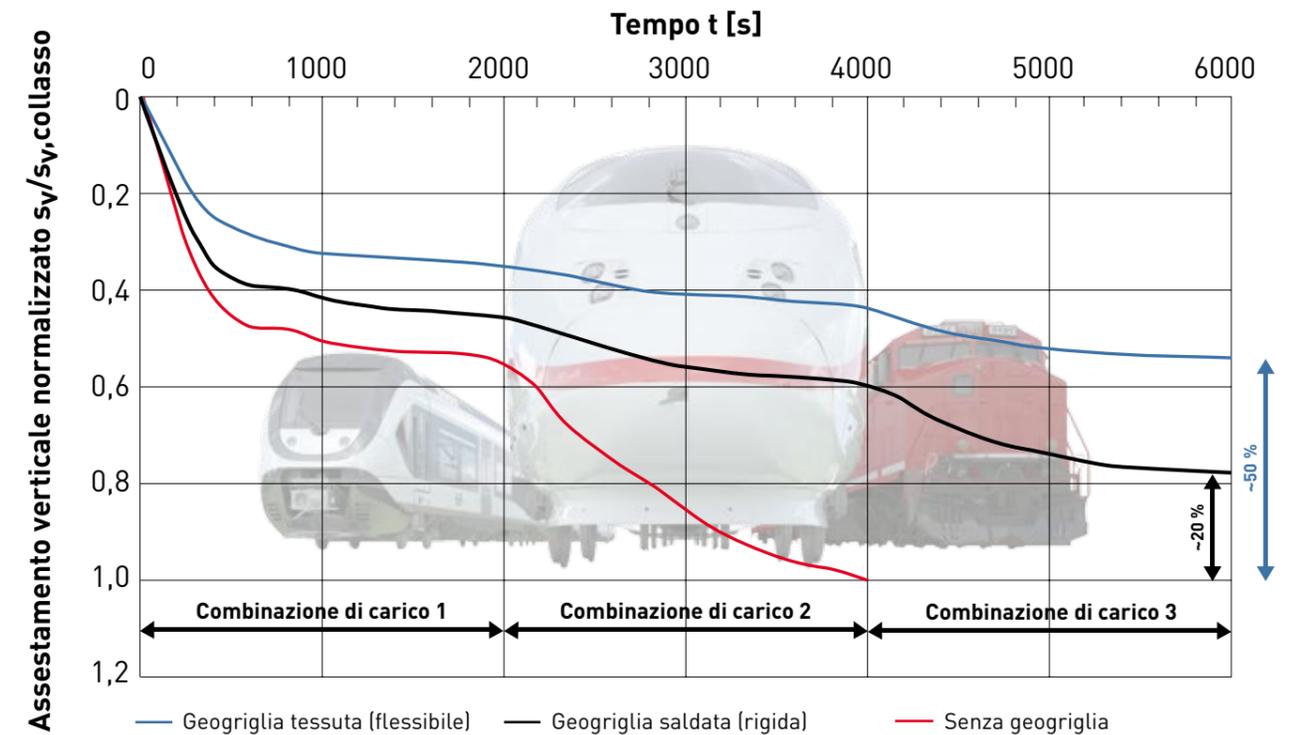
Geogriglie con tessitura superficiale ruvida: incastro microscopico delle particelle di terreno con la superficie della geogriglia (attrito).

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

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

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

Il seguente grafico riassume i risultati di uno studio pubblicato nel 2012 (Lackner, C.). Lo studio intende confrontare le prestazioni delle geogriglie flessibili con quelle delle geogriglie rigide. Lo studio mostra gli assestamenti di una sovrastruttura ferroviaria nel tempo (normalizzati rispetto a quelli della condizione non rinforzata) per i due tipi di geogriglie quando sottoposta a tre tipiche combinazioni di carico ferroviario.



(Lackner, C. [2012], Prestressed reinforced soil – Concept, investigations and recommendations, dissertation, Graz University of Technology)



Basetrac®, Stabilenka®, Robutec®, Fortrac®, Ringtrac® e Tektoseal® sono marchi registrati della HUESKER Synthetic GmbH.

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
Mail: info@HUESKER.it
Web: www.HUESKER.it

