



**TENAX**

GEOSYNTHETICS

**DISCARICHE e  
SITI CONTAMINATI**





# Drenanti e Geocompositi TENAX

**Vi può bastare un geocomposito tradizionale e volete contenere i costi?**  
Geocompositi filtro/drenanti TENAX TN-TNT:  
25 anni di referenze in tutto il mondo

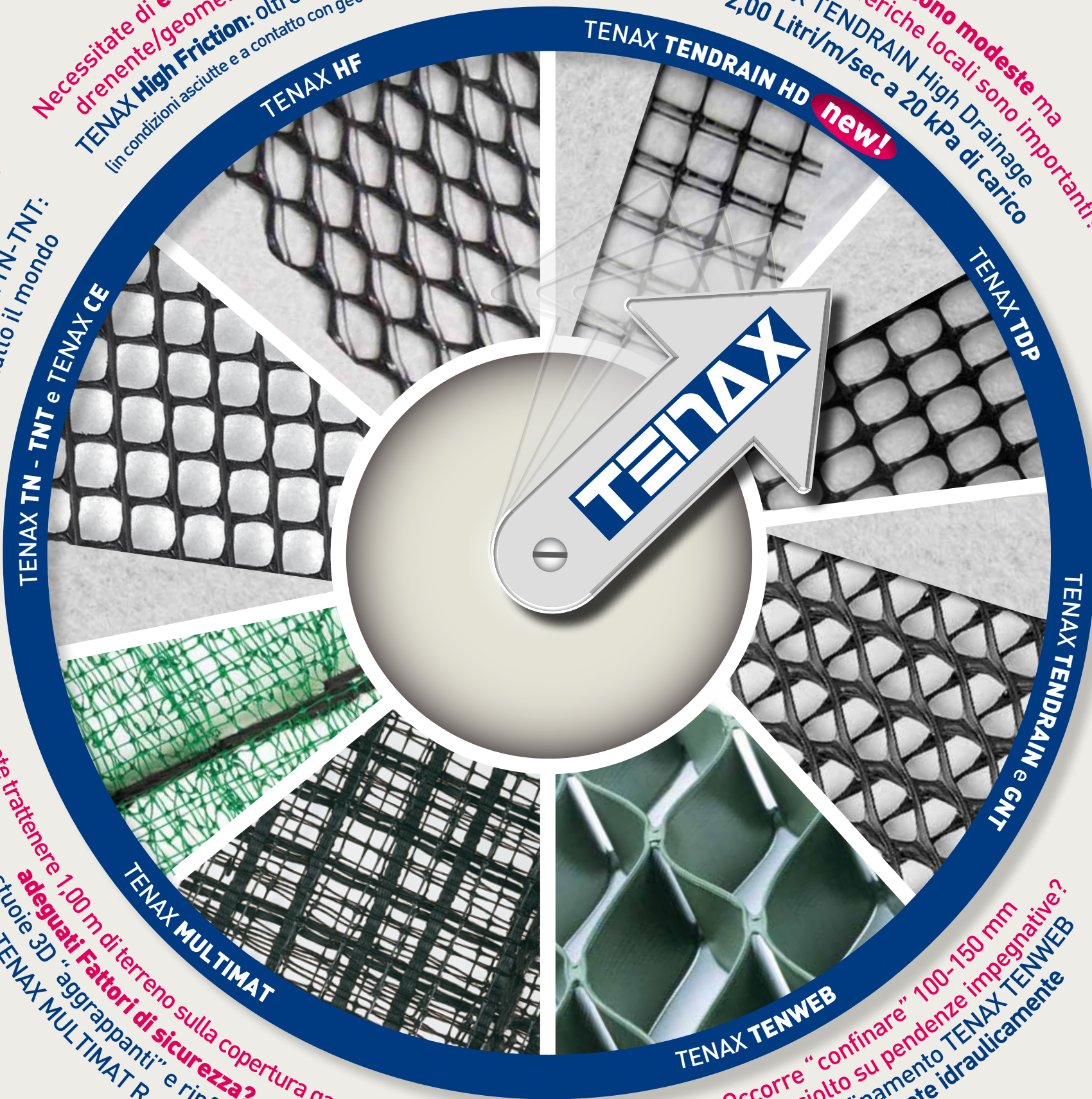
**Dovete trattenere 1,00 m di terreno sulla copertura garantendo adeguati Fattori di sicurezza?**  
Geostuoie 3D "aggrappanti" e rinforzate  
TENAX MULTIMAT R

**Necessitate di elevata aderenza all'interfaccia drenante/geomembrana impermeabile?**  
**TENAX High Friction:** oltre 52° di inclinazione  
(in condizioni asciutte e a contatto con geomembrane lisce)

**Le pressioni sono modeste ma le precipitazioni atmosferiche locali sono importanti?**  
**TENAX TENDRAIN High Drainage** **new!**  
> 2,00 Litri/m/sec a 20 kPa di carico

**Pretendete elevate prestazioni idrauliche ad elevato carico?**  
La gamma TENAX TENDRAIN a 3 ordini di fili  
testata oltre 500 kPa di pressione

**Occorre "confinare" 100-150 mm di materiale sciolto su pendenze impegnative?**  
Geocelle di confinamento TENAX TENWEB  
tra loro collegate idraulicamente



...a voi la scelta!



## DRENAGGIO DI FONDO E DELLE PARETI

Le georeti e i geocompositi sono ormai ampiamente utilizzati nelle discariche controllate come protezione meccanica delle geomembrane, drenaggio dei gas, del percolato e dei liquidi presenti nel suolo nonché come barriera alla risalita capillare.

La funzione dei sistemi di drenaggio del percolato e di rimozione è quella di mantenere il livello del battente idraulico all'interno dello strato drenante stesso.

L'utilizzo dei geocompositi per la captazione e la raccolta del percolato e liquidi in genere, consente vantaggi tecnici e pratici in termini di maggior reperibilità rispetto ai materiali granulari, di semplicità d'installazione, di maggior stabilità delle sponde su cui vengono posati, di notevole inerzia chimica e resistenza all'erosione e alla corrosione.

I vantaggi economici sono altrettanto tangibili se parliamo del costo di un geocomposito sintetico ai costi d'acquisto e posa in opera di un drenaggio tradizionale costituito da strati di sabbia e ghiaia. Il ridotto spessore dei geosintetici e la possibilità di realizzare pareti delle discariche più acclivi, consentono notevoli guadagni anche in termini di maggior volume disponibile per lo stoccaggio dei rifiuti. Mediamente si può stimare un risparmio di circa il 50% usando un prodotto sintetico al posto di quello tradizionale.

### Funzione di raccolta e rimozione del percolato in discarica

Il sistema di raccolta e rimozione del percolato (LCRS) è solitamente installato sopra il rivestimento primario all'interno della discarica.

**TENAX TENDRAIN** è un geocomposito costituito da un'anima drenante a tre ordini di fili sovrapposti ed incrociati, specificatamente progettato per il drenaggio e raccolta del percolato (LCRS). I fili interni, di maggior spessore e peso, assicurano un'elevata trasmissività e resistenza a compressione della struttura mentre i fili trasversali prevengono l'intrusione del geotessile e del terreno sotto carico verticale che altrimenti intaserebbero i canali di scorrimento dei liquidi.

**TENAX TENDRAIN** assicura il convogliamento e la rimozione del percolato sopportando elevati carichi di compressione e mantenendo la capacità idraulica costante nel tempo per limitare il battente idraulico all'interno dello strato drenante, al contrario dei geocompositi convenzionali per i quali si può verificare una riduzione della capacità drenante a causa del creep di compressione prodotto dai carichi verticali e dell'intrusione del geotessile all'interno del geocomposito.

### Funzione di rilevamento delle perdite in discarica

Il sistema rilevamento perdite (LDS) è installato tra il rivestimento primario e secondario. Un sistema di rilevamento perdite deve:

- assicurare una rapida individuazione delle maggiori rotture nel sistema di rivestimento primario (inferiore alle 24 ore);

- limitare il battente idraulico sulla barriera secondaria a meno del suo spessore;

La georete a tre fili **TENAX GNT** ad alta capacità drenante fornisce i risultati più efficienti per una rapida individuazione delle perdite nel sistema di rivestimento. L'alta trasmissività delle Georete **TENAX** permette di trasportare i liquidi molto velocemente verso i pozzi di raccolta e quindi di minimizzare il tempo che intercorre tra il verificarsi di una rottura e il rilevamento.

Vantaggi

La semplicità di posa, il facile ed immediato approvvigionamento del prodotto, la totale inerzia chimica, sono caratteristiche che collocano le georeti **TENAX CE, GNT, NDP** ed i geocompositi **TENAX TENDRAIN, TN/TNT, TDP** al vertice delle soluzioni per le discariche controllate:

► posati sotto le geomembrane ne **prevengono il danneggiamento meccanico e drenano i liquidi e i gas** presenti nel suolo;

► installati tra due geomembrane nei sistemi a doppia impermeabilizzazione **favoriscono il drenaggio delle eventuali perdite di percolato**;

► posati al di sopra delle geomembrane le proteggono meccanicamente ed assolvono la funzione di drenaggio del percolato prodotto dai rifiuti.

La loro **elevata trasmissività** consente di sostituire in modo efficace e sicuro i materiali granulari previsti dalle leggi vigenti. **Il volume di stoccaggio dei rifiuti può aumentare considerevolmente** prevedendo l'impiego di georeti e geocompositi **TENAX** grazie ai quali è possibile mantenere pareti più ripide e maggiormente stabili di quelle drenate tradizionalmente con la sabbia.

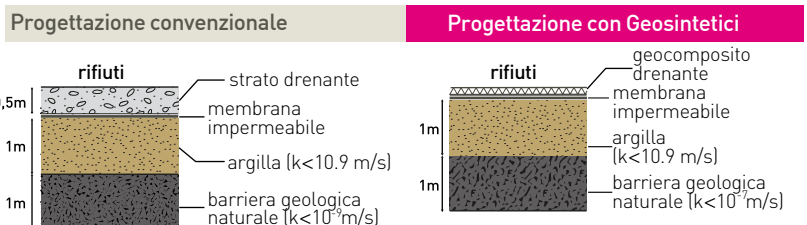


Discarica per RSU di Grotte San Giorgio (CT)

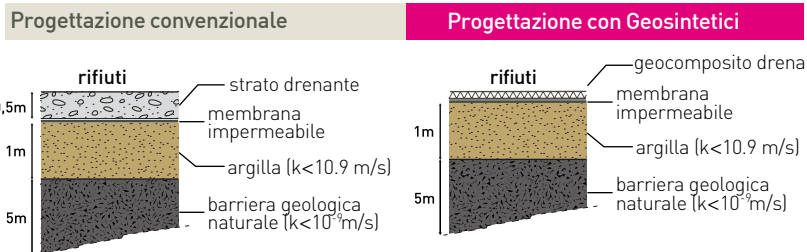
#### DISCARICA PER RIFIUTI INERTI - SISTEMA BARRIERA DI FONDO



#### DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI



#### DISCARICA PER RIFIUTI PERICOLOSI



## CAPPING E BONIFICA SITI CONTAMINATI

I Geocompositi drenanti **TENAX** garantiscono nella copertura delle discariche lo smaltimento delle acque infiltrate che, scorrendo sulla membrana, ridurrebbero fino ad annullare il coefficiente di attrito terreno-membrana, provocando inoltre delle sottopressioni che potrebbero far scivolare il terreno sull'impermeabilizzazione stessa.

Vantaggi

Per la realizzazione di sistemi di copertura definitivi di discariche controllate (capping) e per la bonifica di siti contaminati, **TENAX** ha sviluppato, oltre alla ormai consolidata gamma di geocompositi filtro/dreno-protettivi **TENAX TENDRAIN, TNT, TDP**, la serie di **Geocompositi High Friction TENAX HF** in grado di assicurare **elevate prestazioni in termini di resistenza di interfaccia** georete/membrana impermeabile.

Le geostuoie 3D "aggrappanti" e rinforzate **TENAX MULTIMAT R** vengono poste direttamente sul sistema di impermeabilizzazione/drenaggio al fine di trattenere **elevati spessori di terreno** di coltura anche su **pendii particolarmente lunghi ed acclivi**.

### Funzione di raccolta e rimozione delle acque di superficie

L'acqua meteorica d'infiltrazione, se non correttamente drenata e scorrendo attraverso il terreno di copertura, si accumula sullo strato impermeabile generando dannose sottopressioni.

L'eccessivo battente idraulico causato da un drenaggio inadeguato può provocare cedimenti catastrofici della copertura; sono stati registrati e analizzati infatti numerosi cedimenti di sponde di discariche causati da infiltrazioni.

I geocompositi drenanti **TENAX** installati correttamente sopra gli stati impermeabili, garantiscono lo smaltimento del quantitativo d'acqua piovana che si può infiltrare attraverso il terreno di coltura.

### Funzione di captazione del biogas

La pressione esercitata dal biogas sotto il sistema di rivestimento di copertura (geomembrana o geocomposito bentonitico) può notevolmente ridurre la stabilità del terreno di copertura fino al possibile collasso.

Come risulta da recenti ricerche sulle velocità di trasmissione dei gas e basate sulla teoria di permeabilità intrinseca, la trasmissività del LFG risulta essere dieci volte inferiore rispetto alla trasmissività idraulica di qualunque mezzo permeabile.

Ciò comporta la necessità di uno strato di drenaggio del biogas ad elevata portata idraulica.

### Controllo dell'erosione superficiale e stabilizzazione della copertura

Uno dei problemi durante la progettazione e la realizzazione di un sistema di copertura definitivo di una discarica (capping) è trattenere sulle pendici impermeabilizzate un adeguato spessore di terreno di coltura che consenta un duraturo inerbimento: infatti l'angolo di attrito all'interfaccia tra l'impermeabilizzazione e il terreno vegetale ha solitamente valori molto bassi, inadeguati a impedire lo scivolamento del terreno, anche con basse pendenze. La necessità di effettuare verifiche che rispettino la nuova normativa tecnica per le costruzioni rende tale maggiore tale problematica.

È quindi indispensabile utilizzare un opportuno geosintetico in grado di trasmettere al terreno di copertura quelle azioni che sono necessarie per garantire la stabilità.

La geostuoia rinforzata **TENAX MULTIMAT R** per via della sua struttura tridimensionale e "grimpante" consente il trattenimento di spessori importanti di terreno vegetale, anche su pendenze elevate; posta direttamente al di sopra della guaina impermeabile (oppure, se previsto, sopra un geocomposito filtro-drenante per le acque meteoriche) e debitamente ancorata in sommità (in trincea o mediante ricarica di materiale) e in parete (utilizzando opportuni picchetti a testa larga), **TENAX MULTIMAT R** viene successivamente "ricaricata" con un'abbondante quantità di terreno di coltura leggermente compattato. Un'altra soluzione per il "capping", è rappresentata dall'utilizzo delle geocelle **TENAX TENWEB** che permette il confinamento e la stabilizzazione di spessori di terreno vegetale, variabili da 7,5 a 10 cm, in base al tipo di geocella impiegata, con la possibilità di posare più strati di geocelle sovrapposti.



Cerro Maggiore (MI) - 1996

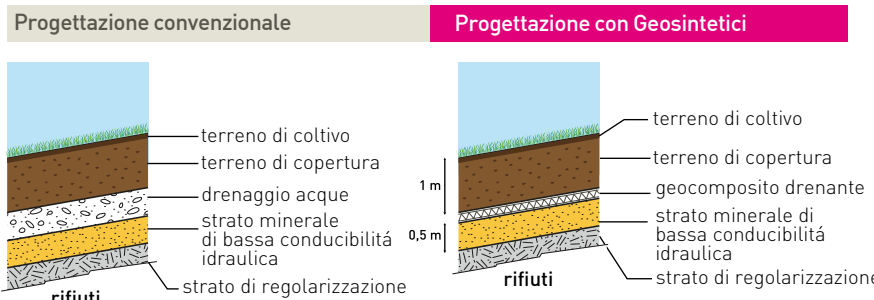


Confinamento di argilla espansa sulla copertura modificata della Discarica di Modena

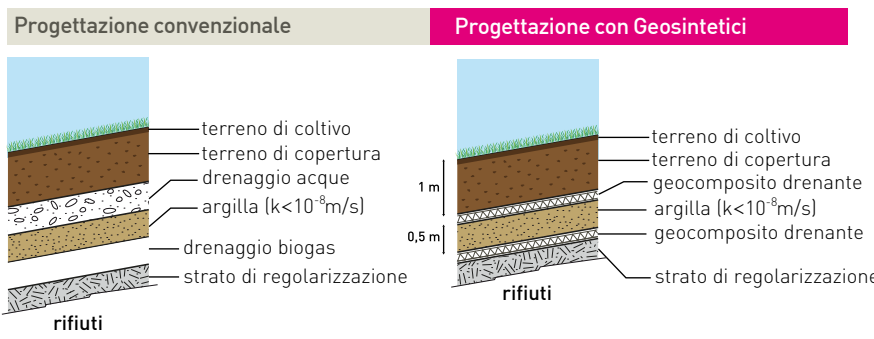


Discarica La Glacier Yeolia (Francia); Sistema capping con drenante High Friction per le acque meteoriche

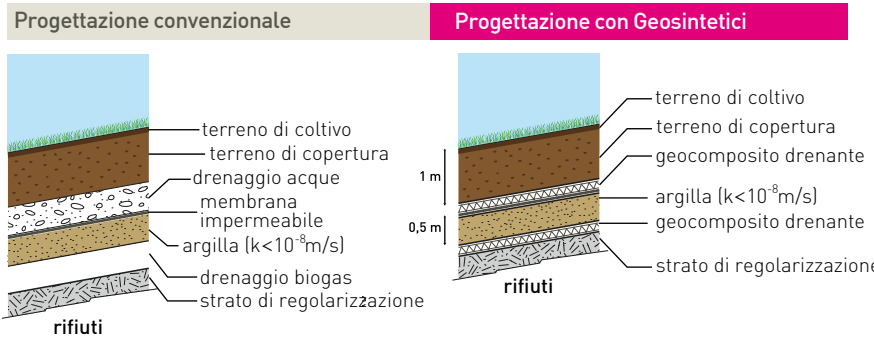
#### DISCARICA PER RIFIUTI INERTI - SISTEMA DI COPERTURA



#### DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI



#### DISCARICA PER RIFIUTI PERICOLOSI



## ARGINI DI CONTENIMENTO E SOPRAELEVAZIONE

Le tipologie d'intervento che si possono utilizzare per aumentare il volume utile di una discarica sono principalmente due: la realizzazione di rilevati rinforzati con funzione di argine o di sostegno al piede, e l'inserimento dei geosintetici direttamente all'interno dei rifiuti, realizzando un rilevato di RSU rinforzato.

Vantaggi

Il Sistema integrato per Terre Rinforzate **TENAX RIVEL** prevede, quale elemento di rinforzo, l'impiego di geogriglie a giunzione integrale al 100% in **HDPE TENAX TT**.  
Il Sistema consente di realizzare **arginature estremamente resistenti**, sovrapponibili e di ridotti ingombri, favorendo in questo modo **l'aumento del volume utile**. **TENAX RIVEL** è in grado di sopportare sia **sollecitazioni statiche** indotte dal corpo dei rifiuti che **accelerazioni sismiche**.

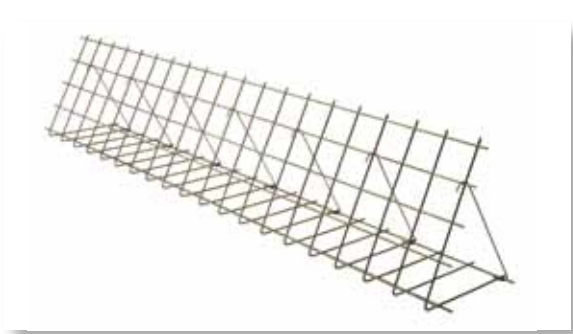
### Geosintetici proposti



Geogriglia di rinforzo TENAX TT



Feltro preseminato



Casseratura metallica "a perdere"

### Argini di contenimento in discarica e rinforzo R.S.U.

I rilevati in Terra Rinforzata con geogriglie **TENAX TT** consentono di ottenere una sezione del rilevato molto ridotta rispetto al caso non rinforzato, un incremento di volume disponibile per i rifiuti e, conseguentemente, di ridurre la quantità di terreno necessaria alla realizzazione dei rilevati (anche di non ottima qualità).

Questa tecnologia ha trovato impiego diffuso, non presentando particolari difficoltà dal punto di vista progettuale in quanto le metodologie di calcolo sono quelle dei rilevati rinforzati in terra, mentre i rifiuti entrano in gioco solo come spinta a tergo dell'opera. Applicando invece la tecnologia delle Terre Rinforzate direttamente ai RSU, i volumi utilizzabili sarebbero ancora maggiori, con costi più contenuti.



NENT, Hong Kong



Argine perimetrale di contenimento Discarica di Villanueva (CA)

Argine di contenimento e sopraelevazione del sito ARPA 1 in località Colletto (RM)

## DESIGN SERVICE

L'esperienza acquisita nella progettazione con geosintetici permette al team di ingegneri qualificati di **TENAX GTO** (Geosynthetics Technical Office) di supportare Committenti (pubblici e privati), Progettisti ed Imprese con studi di fattibilità e progetti esecutivi occupandosi inoltre di:

- assistenza all'installazione;
- seminari didattici, laboratori di progettazione e addestramento personalizzato;
- progettazione con geosintetici **TENAX** tramite software specifici, che consentono una maggiore flessibilità nella gestione dei criteri progettuali al fine di soddisfare specifiche necessità. Tale flessibilità consente agli ingegneri **TENAX** di eseguire il dimensionamento più idoneo per strutture sicure ed economicamente vantaggiose.



**TENAX** è un gruppo internazionale che produce e vende una vasta gamma di geosintetici certificati dai maggiori organismi tecnici internazionali ed impiegati in opere di ogni dimensione e complessità realizzate in tutto il mondo. Da oltre trent'anni **TENAX** è all'avanguardia nella costante ricerca di processo e di prodotto per garantire in ogni situazione i massimi standard qualitativi.

Alcuni esempi dei campi di applicazione dei geosintetici riguardano:

- ▶ **la stabilizzazione e il consolidamento** di sottofondi cedevoli e il miglioramento della loro capacità portante (TENAX LBO, GT, MS, 3D GRID);
- ▶ **il drenaggio orizzontale e verticale** attraverso il trasporto di fluidi e gas (TENAX CE, GNT, TENDRAIN, TN, TNT, TDP, NDP, HF);
- ▶ **il rinforzo** di rilevati in terra con paramento inerbato o a blocchi prefabbricati (TENAX TT, RIVEL, T-BLOCK);
- ▶ **le protezioni antierosive** e l'inerbimento di scarpate, anche impermeabilizzate (TENAX TENWEB, MULTIMAT).

Tecnici specializzati vi assistono in modo puntuale e veloce dalla progettazione alla realizzazione dell'opera, collaborando con voi nella scelta di soluzioni adeguate ai problemi d'ingegneria civile e ambientale.



SGS ITALY Certificate n° IT93/0008.01  
SGS U.K. Certificate n° IT93/2568.01



0799-CPD-25



ISTITUTO PER LE TECNOLOGIE DELLA COSTRUZIONE

First issued: May 9, 1994  
TENAX geogrids have obtained the I.T.C. Certification.  
I.T.C. is the Independent Institute in Italy and a member of the UEAlc.  
UEAlc is the European network of Independent Institutes formed by each country (ITC for Italy, BBA for UK, DIBt for Germany, etc), and engaged in the issue of Technical Approvals for innovative construction products or systems.

# TENAX

## GEOSYNTHETICS

**TENAX SpA •**  
**Divisione Geosintetici**  
Via dell'Industria, 3  
I-23897 Viganò (LC) - ITALIA  
Tel. +39 039.9219307  
Fax +39 039.9219200

geo@tenax.net  
www.tenax.net

DISTRIBUITO DA:

