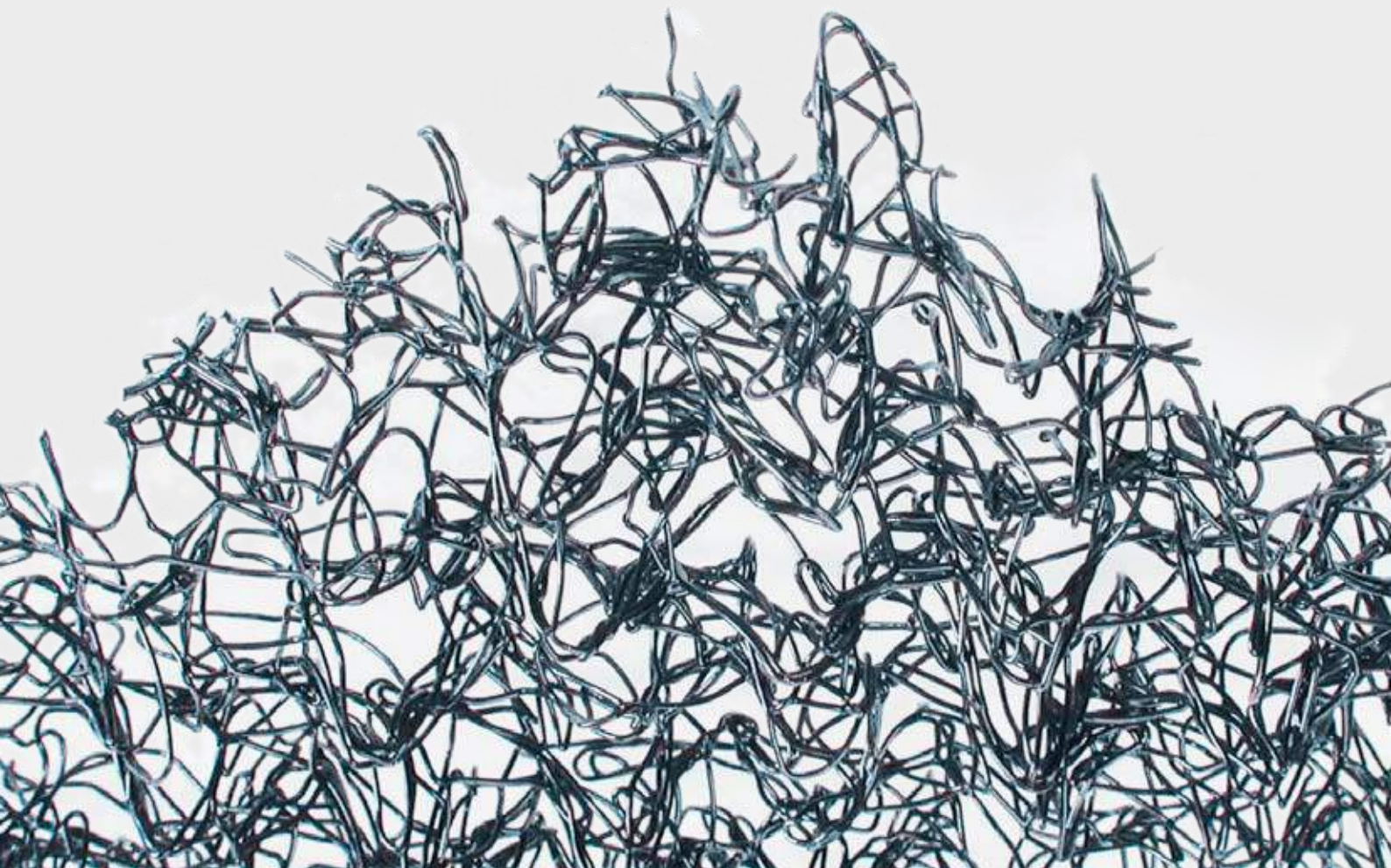




## Enkamat<sup>®</sup>

Protezione immediata e  
permanente contro l'erosione



## Enkamat®

### La migliore soluzione al problema dell'erosione

L'erosione del suolo dovuta al vento e all'acqua provoca spesso danni ed inconvenienti considerevoli. Molti problemi di erosione non possono essere risolti tramite il semplice rinverdimento o mediante l'utilizzo di protezioni temporanee biodegradabili. In questi casi, infatti, occorre intervenire con efficaci sistemi di rinforzo permanente delle radici quali l'**Enkamat®**.

La geostuoia **Enkamat®** è stata progettata per aiutare la natura a sviluppare una vegetazione robusta offrendo una protezione permanente dei pendii, dei rilevati, delle sponde di fiumi e laghi, dei canali e di tutte le altre aree potenzialmente soggette all'erosione.

## La struttura

L'Enkamat® è una geostuoia tridimensionale realizzata in filamenti di poliammide impiegata per la prevenzione immediata e permanente dell'erosione.

Più del 95% del suo volume può essere intasato con del terreno garantendo un'immediata stabilizzazione dello strato superficiale ed instaurando contemporaneamente un ambiente favorevole allo sviluppo della vegetazione. Una volta stabilizzata la coltre vegetazionale, l'Enkamat® costituisce un rinforzo permanente per le radici dando luogo ad un efficace sistema antierosione. Il nucleo della struttura dell'Enkamat® rallenta la velocità del vento e dell'acqua di corrivazione, prevenendo così l'erosione e favorendo contemporaneamente la sedimentazione.



Particolare della geostuoia Enkamat®



Particolare del rinverdimento



Scarpata arginale  
Posa dell'Enkamat® prima del ricoprimento con terreno



Scarpata arginale  
Il pendio rinverdito

## L'erosione sotto controllo

La geostuoia Enkamat® aiuta a prevenire i fenomeni di erosione dovuti al vento ed all'acqua sui pendii naturali, sulle opere in rilevato e sulle sponde dei corsi d'acqua.

Nel caso di pendii in roccia o di superfici aride, l'Enkamat® viene utilizzato per trattenere il terreno di ricoprimento e proteggere l'idrosemina.

### Sistema integrato nell'ambiente

La struttura tridimensionale dell'Enkamat® consente l'instaurarsi delle migliori condizioni per la crescita dell'apparato radicale delle piante con il risultato di ottenere un sistema di controllo dell'erosione efficace e bene integrato nell'ambiente.

### Protezione immediata

Appena posata, la geostuoia Enkamat®, da sola, previene l'instaurarsi di fenomeni di erosione prima ancora che si sia sviluppata la vegetazione.

### Soluzione permanente

L'Enkamat®, essendo realizzata in filamenti di poliammide (PA), è un prodotto di lunga durabilità e costituisce, assieme alle radici delle specie vegetali, un rinforzo permanente all'erosione.

### Manutenzione

Una volta posato l'Enkamat® non è previsto alcun tipo di manutenzione. Le operazioni di sfalcio dell'erba possono essere fatte comodamente anche con mezzi meccanici a patto che l'Enkamat® sia stato fissato con cura nel terreno in fase di posa.

### Peso specifico

A differenza del polipropilene o del polietilene, il peso specifico dell'Enkamat® è maggiore di 1. Pertanto, i materiali antierosione realizzati con pesi specifici inferiori all'unità tendono a galleggiare in acqua, creando difficoltà durante la posa e richiedendo un maggiore numero di fissaggi.

### Elevate proprietà

L'Enkamat®:

- è un materiale leggero e flessibile, facile da posare
- possiede un'ottima interazione fra i singoli filamenti
- possiede un indice alveolare superiore al 90%
- possiede un'elevata resistenza agli agenti atmosferici ed ai raggi UV
- possiede una bassa infiammabilità (il materiale è autoestinguento)

### Capacità di ritenzione del terreno

L'Enkamat® mantiene un elevato indice dei vuoti (elevata capacità di trattenimento del terreno) anche a lungo termine per il fatto che la poliammide è in assoluto il polimero più resiliente tra quelli in commercio. Pertanto la geostuoia mantiene questa sua caratteristica, unitamente alla resistenza meccanica ed alla flessibilità, indipendentemente dalle variazioni di temperatura

### Disponibilità di rotoli in varie larghezze

L'Enkamat® è fornito in rotoli con lunghezze variabili e larghezze sino a 3,85 metri; la possibilità di utilizzare tali dimensioni offre molteplici vantaggi.

Poiché la geostuoia deve essere picchettata lungo i sormonti, una maggiore larghezza del materassino corrisponde ad un minor numero di sormonti e conseguentemente ad un minor numero di picchetti. Il risparmio sul solo costo del materiale può ammontare al 10-15% rispetto altri prodotti forniti in rotoli più stretti. L'utilizzo di larghezze maggiori riduce inoltre i costi di posa permettendo una più veloce installazione.

L'Enkamat® è utilizzato in tutto il mondo da oltre trent'anni ed ancora oggi possiede caratteristiche tecniche uniche e superiori rispetto altri prodotti sul mercato. Queste sono:

- **flessibilità:** è la capacità di adattarsi a qualsiasi superficie di terreno seguendo piccoli avvallamenti, dossi ed asperità
- **interazione:** è la capacità del terreno, della vegetazione e della struttura della geostuoia ad interagire tra loro al fine di ottenere un unico sistema rinforzato
- **durabilità:** è la caratteristica che identifica l'elevata resistenza sia a breve (in fase di posa) che a lungo termine (in esercizio)

L'Enkamat® è stato testato da numerosi enti certificatori indipendenti quali:

CIRIA (Regno Unito)  
BAW (Germania)  
SKZ (Germania)  
MFPA (Germania)  
tBU (Germania)  
Rijkswaterstaat (Paesi Bassi)

e molti altri

## Settori di intervento

L'**Enkamat®** viene utilizzato per la prevenzione dell'erosione in tre principali tipologie di intervento:

### 1) Prevenzione dell'erosione causata dal vento, dalla pioggia e dalle acque di ruscellamento su pendii naturali o rilevati



Geostuoia **Enkamat® 7020**

I modelli **Enkamat® 7010**, **7018** o **7020** sono geostuoie tridimensionali **a fondo aperto** realizzate in monofilamenti di poliammide 6 e sono particolarmente adatti per prevenire in modo permanente i fenomeni erosivi su pendii naturali e su quelli delle opere in rilevato. Essi trovano larga applicazione anche laddove c'è la necessità di proteggere pendii di recente realizzo o ripristino.

L'elevata resistenza del nucleo dei filamenti costituenti l'**Enkamat®** protegge efficacemente il suolo dalla pioggia e dal vento e, allo stesso tempo, aiuta gli agenti naturali a sviluppare una coltre vegetale stabile e rinforzata.

L'**Enkamat®** contribuisce alla protezione delle scarpate già prima dell'instaurarsi della vegetazione. In queste applicazioni la prima operazione è quella della semina all'interno della stuoia; successivamente la stessa viene intasata con idoneo terreno vegetale. Grazie alla sua struttura tridimensionale l'**Enkamat®** trattiene il terreno fertile di riempimento ed i semi in fase di germinazione e consente la crescita delle piante. Dopo alcuni mesi il sistema radicale incorpora l'**Enkamat®**, fornendo un insieme integrato che stabilizza lo strato di terreno superficiale. L'elevata resistenza del nucleo dell'**Enkamat®**, pertanto, protegge efficacemente il suolo dall'erosione causata dal vento, dalla pioggia e dai fenomeni di ruscellamento insieme alle altre opportune opere di regimazione delle acque e, allo stesso tempo, aiuta a rinforzare l'apparato radicale della vegetazione.



Posa dell'**Enkamat® 7020** su pendio



Ricoprimento con terreno (vista dall'alto)



La vegetazione

## 2) Controllo dell'erosione sulle sponde dei corsi d'acqua



Geostuoia Enkamat® 7220



Geostuoia (preintasata) Enkamat® A20

Lo sviluppo di una fitta vegetazione è la base per proteggere naturalmente le sponde dall'erosione. A tale scopo è necessario che l'apparato radicale sia supportato da un sistema tridimensionale come l'Enkamat® in modo da essere più resistente.

Il modello Enkamat® 7220 è a fondo piatto e viene impiegato prevalentemente per contrastare i fenomeni erosivi nei corsi d'acqua con basse velocità di corrente. La geostuoia può essere intasata con terreno (per deboli velocità di corrente) oppure con ghiaio di pezzatura 2-5 mm (velocità di corrente medio-alte).

L'Enkamat® A20 è una geostuoia ad alte prestazioni realizzata con monofilamenti di poliammide 6 aggrovigliati e termosaldati nei punti di contatto. Ha uno spessore di 22 mm ed è preintasata in stabilimento con inerte basaltico (pezzatura 2-5 mm) legato con bitume. Il materassino si presenta flessibile, permeabile all'acqua e consente alla vegetazione di svilupparsi, attraversandolo. Per la sua elevata permeabilità, il suo peso (20 kg/mq) e l'adeguata protezione che offre fino a velocità di corrente di circa 3 m/s (nel caso di sponde senza vegetazione) o 6 m/s (nel caso di sponde con vegetazione), l'Enkamat® A20 viene ampiamente utilizzato per il controllo dell'erosione sotto ed in corrispondenza del livello dell'acqua. Per maggiori informazioni si vedano i grafici "velocità di corrente/durata evento di piena" a pag.9. E' impiegato in alternativa ai rivestimenti antierosione come il cemento armato o le gabbionate ed è stato ideato per aiutare gli agenti naturali a sviluppare una coltre vegetale stabile e rinforzata sulle scarpate, sugli argini e sulle sponde di canali e corsi d'acqua.

L'Enkamat® A20 non è un prodotto tossico ed è approvato per l'utilizzo a contatto con riserve di acqua potabile.

In particolari situazioni si può utilizzare anche il modello a fondo aperto Enkamat® 7020 riempito con ghiaio.

Ad ogni modo raccomandiamo di contattare il nostro ufficio tecnico presso HARPO Spa per le opportune verifiche progettuali e la scelta del modello Enkamat® più idoneo.



Posa dell'Enkamat® A20 (preintasato) sul fondo



Posa dell'Enkamat® 7220 lungo le scarpate



Inizio dello sviluppo della vegetazione

### 3) Stabilizzazione del terreno e rinverdimento su scarpate impermeabili e geomembrane



**Enkamat® 7010W**

L'**Enkamat® 7010W** è un geocomposito di aggrappo costituito dalla geostuoia **Enkamat®** accoppiata ad un tessuto di rinforzo ad elevata resistenza e viene utilizzato nei progetti dove è prevista la posa di uno strato di terreno di copertura su geomembrane o altri substrati impermeabili (ad es. canali e bacini artificiali, coperture di discariche, etc.), anche su scarpate ripide.

Il ricoprimento delle geomembrane con il terreno è limitato dal valore dell'angolo di attrito esistente tra membrana e terreno ricoprente. Molto spesso tale valore è insufficiente ad assicurare un valore dell'angolo di scarpata conforme a quello di progetto; in tali casi l'interposizione tra geomembrana e terreno della geostuoia di aggrappo rinforzata **Enkamat® 7010W** consente di raggiungere il valore dell'angolo di scarpata di progetto e la stabilità del terreno di copertura è vincolata alla resistenza a trazione del tessuto ed all'angolo di attrito del terreno.

L'**Enkamat® 7010W** viene ancorato tramite una trincea posta in sommità della scarpata ed opportunamente dimensionata.



**Enkamat® 7010W**

strato di aggrappo e rinforzo su scarpate di discarica



**Enkamat® 7010W**

strato di aggrappo e rinforzo su scarpate di discarica



## Posa

La presenza di vegetazione rigogliosa e con radici profonde è la migliore protezione per sponde e scarpate.

Interagendo con la struttura aggrovigliata dell'**Enkamat®**, le radici si ancorano sulla scarpata, rinforzando il terreno superficiale.

La scarpata deve essere stabile e la superficie deve essere precedentemente regolarizzata: eventuali grosse asperità devono essere eliminate, mentre avvallamenti poco profondi o solchi di erosione dovranno essere riempiti e successivamente compattati.

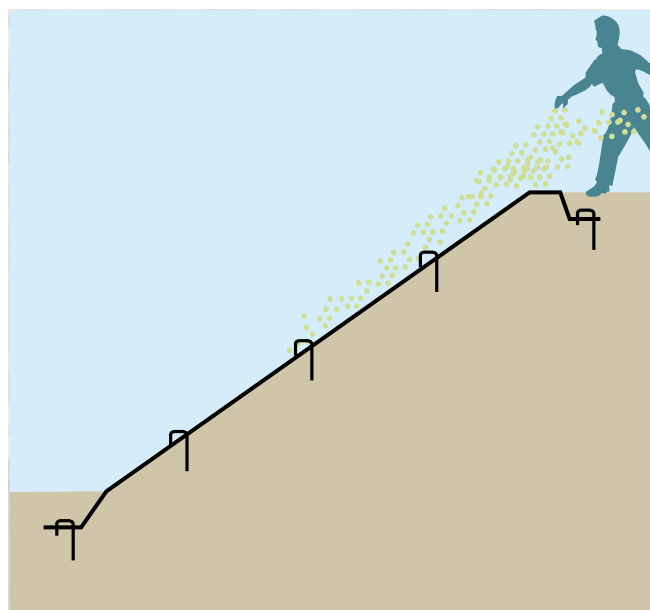
Dopo aver fissato l'**Enkamat®** alla scarpata con dei picchetti, si distribuisce nella rete una miscela idonea di semi in misura di circa 20-30 gr/mq. Successivamente si intasa la stuoia con terreno vegetale fino a coprirla interamente.

Con l'**Enkamat® A**, il substrato deve essere seminato prima della posa della stuoia.

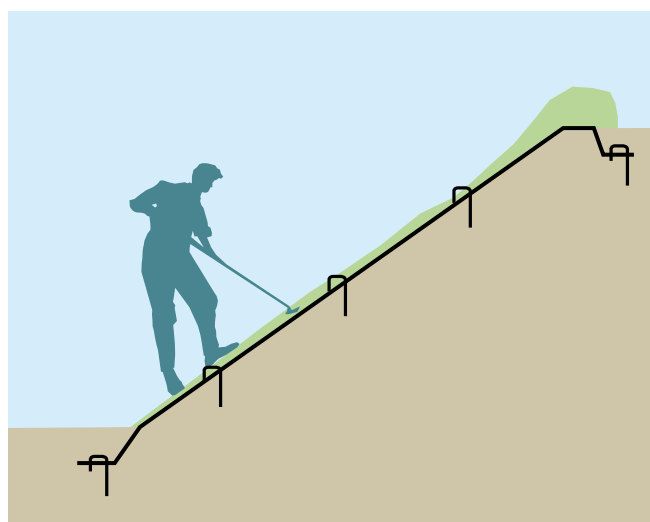
Sotto il livello dell'acqua e fino a 0.50 m al di sopra dello stesso, l'**Enkamat® 7220** a fondo piatto deve essere intasato con ghiaino di 2-5 mm.

Nei canali lo stendimento dell'**Enkamat®** deve essere eseguito con verso contrario alla direzione di flusso, avendo cura che la stuoia a monte sormonti quella a valle.

Tutte le terminazioni (sommità, fondo e lati) dovranno essere saldamente ancorate con picchetti in trincee profonde circa 0.30 m. Tutti i sormonti devono essere fissati accuratamente. Devono inoltre essere sistemate tutte le zone interessate da vie preferenziali di scorrimento che potrebbero causare problemi, regimando le acque a monte della scarpata. Le zone in cui si fossero instaurati fenomeni di dilavamento prima del rinverdimento dovranno essere ripristinate intasando nuovamente la geostuoia.



Semina o idrosemina



Ricoprimento con terreno



Idrosemina sull'**Enkamat®**



Ricoprimento con terreno



## Controllo dell'erosione su sponde di corsi d'acqua

- Determinare la massima velocità di corrente durante il periodo in cui la vegetazione non sarà ancora sviluppata (**condizione provvisoria**)
- determinare la massima durata dell'evento ( $t_{prov}$ )
- determinare la massima velocità di corrente dopo la crescita della coltre vegetazionale (**condizione permanente**)
- determinare la massima durata dell'evento ( $t_{perm}$ )

La velocità di corrente di un canale può essere calcolata ad esempio con la nota formula di Manning:

$$V = k_m \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove:

$V$  = velocità di corrente (m/s)

$k_m$  = indice di scabrezza di Manning ( $m^{1/3}/s$ )

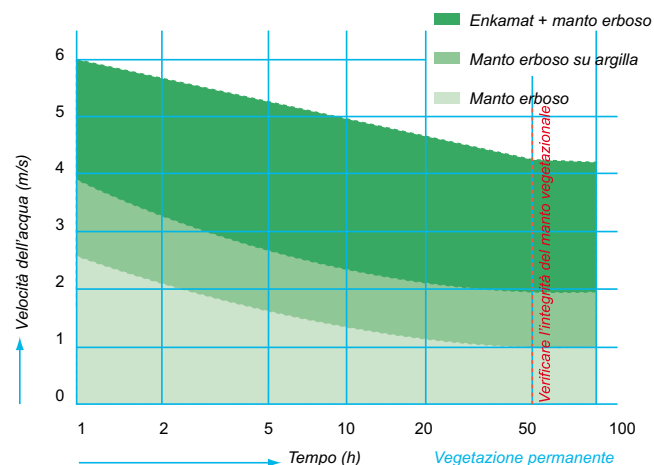
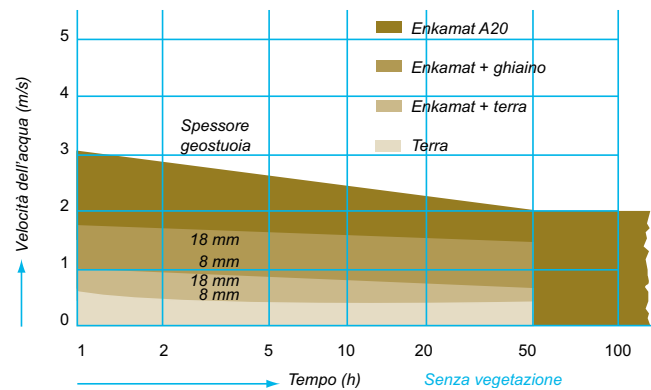
$r_{hy}^{2/3}$  = raggio idraulico (m)

$i$  = gradiente idraulico

per i calcoli con l'Enkamat®

$$k_m = 52 \text{ (m}^{1/3}/\text{s)}$$

Utilizzando i seguenti grafici in condizioni di moto laminare è possibile scegliere il modello più adatto in base alle condizioni più critiche



Canale di bonifica  
Posa dell'Enkamat® 7010W



Canale di bonifica  
Ricoprimento con terreno



Canale di bonifica  
Lo sviluppo della vegetazione sulle sponde

## Caratteristiche tecniche

### Dimensioni e pesi

	Modello	Spessore (mm)	Resistenza a trazione (kN/m)
<b>Enkamat®</b>	Fondo aperto		
	<b>7010</b>	10	2,0
	<b>7018</b>	18	2,0
	<b>7020</b>	20	2,2
	Fondo piatto		
	<b>7220</b>	18	2,0
	Rinforzato		Resistenza caratt.
	<b>7010W/80.30PP</b>	10	80
	<b>7010W/200.50PET</b>	10	200
	Preintasato		
<b>A 20</b>	22	n.a. Peso 20 kg/m <sup>2</sup>	

Le dimensioni ed i pesi sopra riportati rappresentano dei valori indicativi che possono variare leggermente.

### Dimensioni dei rotoli

L'**Enkamat®** a fondo aperto o a fondo piatto può essere fornito in rotoli di larghezza 1.0, 1.95 e 3.85 m

La lunghezza varia da 60 a 150 m in base al modello ed allo spessore scelto

I rotoli di **Enkamat® 7010W** sono di larghezza 4,90m e lunghezza 95 e 100 m

I rotoli di **Enkamat® A20** sono di larghezza 4,80 m e lunghezza 20 m.

Potete contattarci per ricevere le specifiche tecniche di ogni materiale.

## Caratteristiche del materiale

### Tipo di polimero:

Poliamide 6.

### Densità dell'Enkamat:

Appross. 25 kg/m<sup>3</sup>.

### Resistenza nei punti di intersezione dei filamenti:

Eccellente grazie alla completa fusione fra i filamenti nei punti di contatto.

### Invecchiamento

Buona resistenza agli agenti atmosferici ed alle radiazioni UV, grazie all'azione del carbon black e degli stabilizzanti agli UV.

### Resistenza chimica

Resistenza a tutti i composti chimici normalmente presenti nel terreno e nell'acqua di superficie.

### Resistenza alla temperatura

Da -40° C a +80 °C; può essere facilmente posato nei periodi invernali.

### Infiammabilità

Bassa infiammabilità e ridotta produzione di fumo; materiale approvato per l'utilizzo in galleria.

### Tossicità

Nessuna; approvato per l'utilizzo in riserve d'acqua potabile. L'Enkamat è inerte e non dannoso per l'ambiente.

### Attacco dei roditori

Non ha valore nutritivo; la struttura aggrovigliata della stuoia è sgradita ai roditori.

I dati tecnici contenuti nel presente opuscolo riflettono le nostre conoscenze attuali. Ci riserviamo il diritto di modificare i dati riportati in base allo sviluppo di nuove ricerche; la stessa riserva vale per tutti i nostri prodotti.

Non ci assumiamo alcuna responsabilità in relazione ai risultati ottenuti dall'impiego dei nostri materiali e dalle informazioni fornite.

 **Harpo**  
TRIESTE dal 1897

**Harpo spa**  
tel. +39 040 3186611  
fax +39 040 3186666  
harpogroup.it

**sede**  
via torino, 34  
34123 trieste  
italia

**stabilimento**  
via caduti sul lavoro, 7  
z.i. noghere 34015 muggia  
trieste italia