



# ENKADRAIN®

soluzioni per il drenaggio dell'acqua in edilizia



manuale tecnico

## SOMMARIO

---

INTRODUZIONE.....	4
SISTEMI DI DRENAGGIO.....	4
I GEOCOMPOSITI DRENANTI.....	5
I GEOCOMPOSITI DRENANTI ENKADRAIN®.....	5
RICHIAMI DI TEORIA.....	6
CRITERI DI DIMENSIONAMENTO.....	8
PROCEDURA DI DIMENSIONAMENTO.....	9
DIMENSIONAMENTO DRENAGGIO VERTICALE.....	9
DIMENSIONAMENTO DRENAGGIO ORIZZONTALE.....	9
POSA IN OPERA.....	10
DRENAGGIO VERTICALE: ESEMPIO DI CALCOLO.....	12
DRENAGGIO ORIZZONTALE: ESEMPIO DI CALCOLO.....	13
PORTATA E VELOCITÀ DI FLUSSO DELLE TUBAZIONI DI DRENAGGIO GREENDRAIN GR/R.....	14
ENKADRAIN®: APPLICAZIONI SPECIALI.....	15
DRENAGGIO VERTICALE: FOTOGRAFIE DI POSA.....	16
DRENAGGIO ORIZZONTALE: FOTOGRAFIE DI POSA.....	17
CAMPI DI IMPIEGO.....	18

## INTRODUZIONE

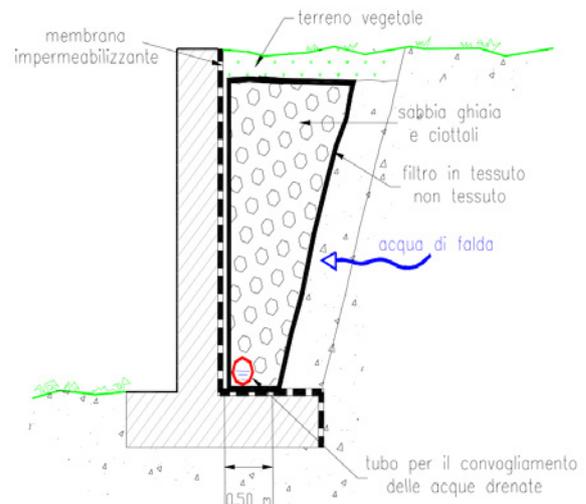
Nella realizzazione di opere di ingegneria civile spesso, la sola impermeabilizzazione, non garantisce una protezione efficace delle strutture interrato nei confronti dell'azione delle acque di infiltrazione. Quando, infatti, il rivestimento impermeabilizzante viene sottoposto ad un campo di sovrappressioni idrauliche, si possono verificare sovraccarichi strutturali ed infiltrazioni attraverso i giunti e le fessure che possono condurre ad un degrado progressivo del calcestruzzo e, di conseguenza, ad una sensibile riduzione dell'efficienza e della funzionalità del manufatto. In questi casi risulta necessario prevedere la realizzazione di un drenaggio, realizzato a ridosso dell'elemento interrato, allo scopo di allontanare l'acqua in eccesso e di proteggere il sistema di impermeabilizzazione.

### Sistemi di drenaggio

I sistemi di drenaggio tradizionali vengono abitualmente realizzati sostituendo il terreno a ridosso della struttura interrata con materiale granulare di dimensioni opportune dopo aver posato alla base dell'opera un tubo collettore per raccogliere ed allontanare l'acqua drenata. Tali sistemi presentano diversi inconvenienti:

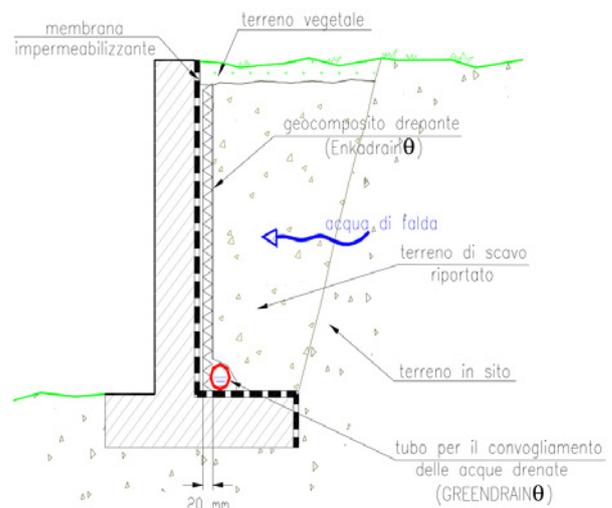
- Approvvigionamento in cantiere di materiali di natura diversa pesanti da movimentare e di non facile reperibilità oltre che costosi
- Rimozione e smaltimento del terreno di scavo
- Danneggiamento meccanico per punzonamento dell'impermeabilizzazione in fase di realizzazione
- Intasamento progressivo del materiale drenante e del tubo collettore ad opera della frazione fina del terreno

Confinando il materiale granulare, con un geotessile, è possibile ovviare ai problemi di intasamento, ma non ai restanti connessi alla scelta stessa dell'inerte come materiale drenante.



Utilizzando un geocomposito drenante posato fra la struttura interrata ed il terreno è possibile ottenere invece i seguenti risultati:

- utilizzo di materiali più leggeri con conseguente diminuzione dei rischi in cantiere connessi alla posa in opera
- riduzione dei volumi di scavo
- riutilizzo come terreno di riporto del terreno di scavo
- protezione del sistema di impermeabilizzazione contro l'eventuale danneggiamento meccanico per punzonamento in fase di posa e di reinterro
- protezione contro l'intasamento del tubo collettore ad opera delle particelle fini del terreno



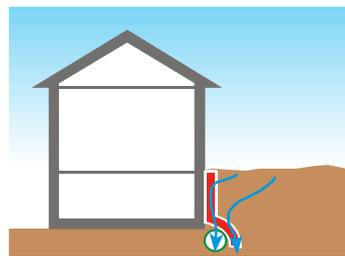
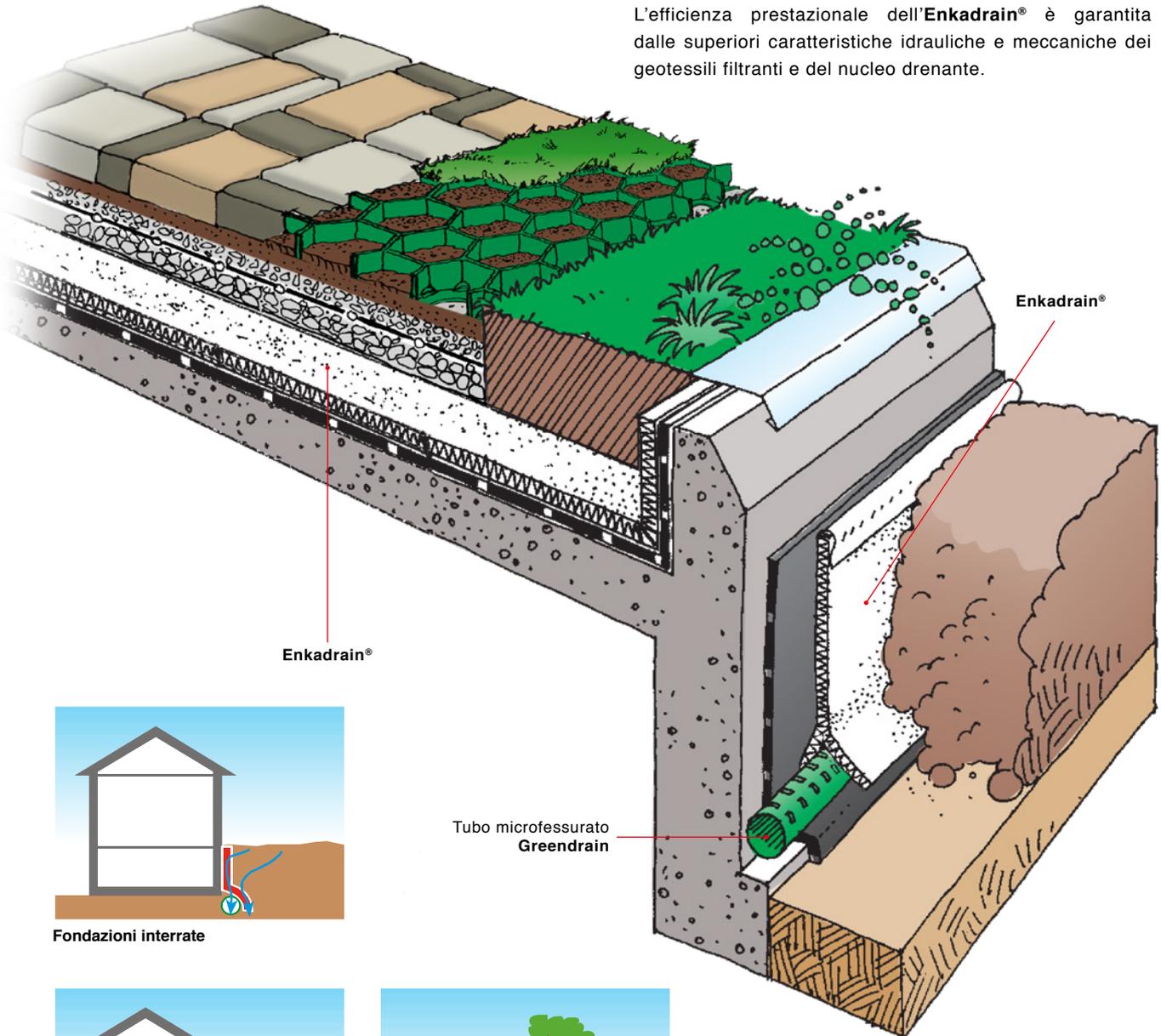
## I GEOCOMPOSITI DRENANTI

I geocompositi drenanti sono costituiti da un nucleo con funzione drenante, racchiuso da due geotessili con funzione filtrante.

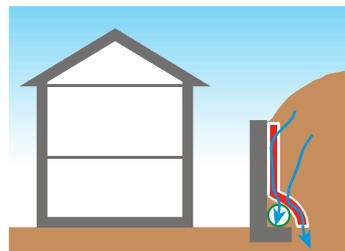
### I geocompositi drenanti Enkadrain®

L'Enkadrain® è un geocomposito drenante costituito da un nucleo ad alto indice di vuoti, formato da una geostuoia tridimensionale realizzata in monofilamenti intrecciati di poliammide, racchiuso da due strati filtranti costituiti da due tessuti non tessuti termosaldati, realizzati da monofilamenti di poliestere rivestiti in poliammide. I tre strati sono termosaldati nei punti di contatto in modo da ottenere una struttura solidale.

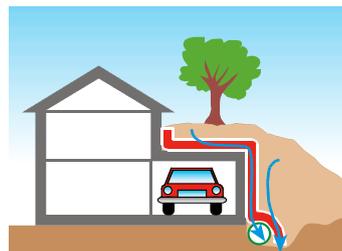
L'efficienza prestazionale dell'Enkadrain® è garantita dalle superiori caratteristiche idrauliche e meccaniche dei geotessili filtranti e del nucleo drenante.



Fondazioni interrare



Muri di sostegno



Reinterri e giardini pensili

L'elevato numero dei pori e la casuale distribuzione degli stessi, che riprendono la naturale struttura del terreno, rendono i geotessili filtranti poco sensibili a fenomeni di occlusione superficiale (blocking). La struttura compressa ostacola i fenomeni di intasamento determinati dalle particelle fini di terreno trattenute all'interno del geotessile (clogging), anche in virtù della formazione di un filtro naturale nel terreno che riduce fortemente il fenomeno di piping.

Lo spessore ridotto e la compattezza, ottenuta mediante il particolare trattamento di termosaldatura, assicurano ai geotessili filtranti una ridotta compressibilità e deformabilità a breve e a lungo termine e, quindi, rispettivamente una buona resistenza al danneggiamento meccanico in fase di posa ed il mantenimento di elevate prestazioni drenanti anche sotto carichi elevati.

L'efficienza prestazionale dell'**Enkadrain®** trova conferma nei risultati delle prove di laboratorio eseguite da autorevoli istituti ed università di diversi Paesi e delle numerose applicazioni nel campo dell'ingegneria civile a partire dal 1975 anno del lancio sul mercato.

### Richiami di teoria

#### Gradiente idraulico

Esprime il rapporto fra la differenza di quota e la lunghezza dell'elemento drenante. Viene espressa normalmente in percentuale.

#### Permeabilità (K)

Esprime la capacità di un materiale a lasciarsi attraversare da un fluido, ovvero la quantità d'acqua che riesce a passare attraverso il materiale in direzione normale ad esso. Viene espressa in metri al secondo [m/s] o in litri al secondo per metro quadrato [l/s·m²]. La permeabilità varia in funzione della pressione a cui è sottoposto il materiale in esercizio.

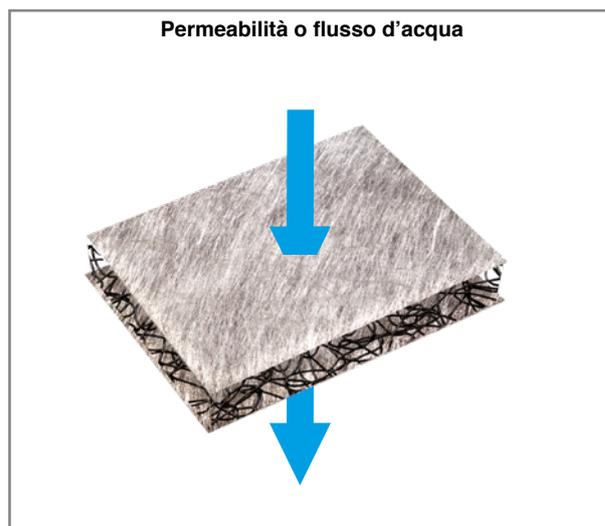
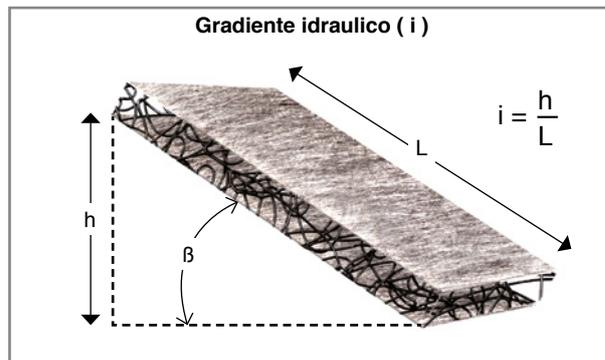
#### Trasmissività (Θ)

Esprime la capacità di scarico di un materiale in funzione dello spessore dell'elemento stesso, ovvero la quantità d'acqua che il materiale riesce a trasportare in direzione longitudinale. Viene espressa in litri al secondo per metro (l/s·m). La trasmissività varia in funzione della pressione a cui è sottoposto il materiale in esercizio e del gradiente idraulico.

La normativa EN ISO 12958 prevede che in condizioni standard la pressione venga applicata per mezzo di due membrane flessibili per simulare la compenetrazione del terreno. Vi è però la possibilità, dichiarandolo nella scheda tecnica, di eseguire tale prova sostituendo una o entrambe le membrane con piastre rigide. La condizione di prova viene indicata con il seguente simbolismo:

- F/F: due membrane flessibili
- R/F: una membrana flessibile ed una piastra rigida
- R/R: due membrane rigide

*Perché una prova fornisca risultati rappresentativi, il tipo di opzione deve essere scelto in modo tale da simulare le condizioni in cui verrà fatto operare il materiale. Nel caso del drenaggio di strutture interrate l'opzione più rappresentativa è quella che prevede l'impiego di una membrana flessibile e di una piastra rigida in modo tale da simulare l'azione esercitata sull'elemento drenante da parte del terreno e da parte del muro in calcestruzzo.*

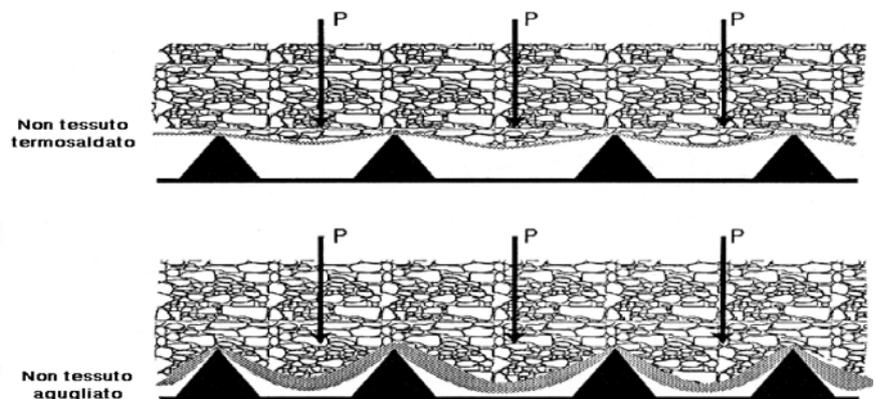
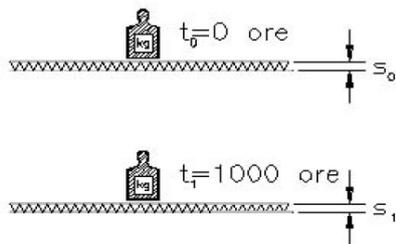


A differenza di quanto accade utilizzando una membrana flessibile, impiegando due piastre rigide non si tiene conto in maniera adeguata della compenetrazione fra i geotessili filtranti ed il nucleo drenante, con il risultato di pervenire ad una valutazione in eccesso del valore di trasmissività ricercato, dal momento che il fenomeno di compenetrazione comporta una sensibile diminuzione della capacità drenante del geocomposito a causa della riduzione dell'indice di vuoti del nucleo.

### Compressive creep

Esprime la riduzione di spessore che un determinato materiale subisce quando è sottoposto a carichi elevati per lungo tempo. Viene espresso in termini di spessore percentuale residuo dopo un certo numero di ore di prova.

$$\text{Compressive creep} = \frac{s_1}{s_0} \%$$



Tipo geotessile filtrante	Peso [g/m <sup>2</sup> ]	Creep [%]		
		1h	24h	500h
Agugliati				
	235	15.60	17.40	18.20
	190	23.10	26.20	28.70
	150	17.20	18.20	18.50
	225	33.90	39.50	51.00
Termosaldati				
	230	5.60	10.00	19.20
	290	1.50	2.30	3.80
Colback	125	1.80	2.30	2.80

I non tessuti agugliati, a causa dell'elevato valore di creep, penetrano nel nucleo drenante e causano una drastica riduzione del valore di trasmissività.

A supporto di quanto detto si riporta di seguito una tabella tratta dal SVG Geotextil Handbuch 1992. Dopo 500 ore di applicazione di un carico pari al 25% del valore del carico a rottura i non tessuti agugliati presentano valori di deformazione percentuale compresi a secondo dei modelli fra 18.2% e 51%. Il non tessuto termosaldato impiegato come elemento filtrante nell'**Enkadrain**<sup>®</sup> nelle stesse condizioni si deforma invece del 2.8%.

### Diametro di filtrazione dei geotessili filtranti

Il valore di tale parametro, generalmente indicato con  $O_{90}$ , dipende dalla metodologia di prova. Il metodo proposto ad esempio dal Franzius Institute tedesco prevede che il geotessile venga usato come un setaccio e che il diametro di filtrazione del geotessile venga di conseguenza definito come la frazione più grossolana di sabbia passante il geotessile nel quale si riscontra un quantitativo significativo di sabbia in relazione alla frazione corrispondente del campione originario di distribuzione granulometrica nota.

## CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Un geocomposito drenante deve svolgere con efficacia le seguenti due funzioni:

### Filtrazione

Trattenere le particelle fini di terreno e permettere invece all'acqua di passare attraverso il geotessile filtrante ed arrivare al nucleo drenante

### Drenaggio

Permettere all'acqua drenata di scorrere lungo la struttura drenante fino alla tubazione per poi essere allontanata.

Gli elementi che devono essere considerati in fase di dimensionamento sono numerosi:

- Caratteristiche del geocomposito drenante
- Diametro di filtrazione dei geotessili filtranti, permeabilità del geotessile filtrante, trasmissività del nucleo drenante, caratteristiche meccaniche del geocomposito drenante, caratteristiche chimiche del geocomposito drenante.
- Caratteristiche del terreno
- Distribuzione granulometrica del terreno, permeabilità del terreno, proprietà chimico fisiche.
- Regime idraulico
- Gradiente idraulico, regime di moto.
- Condizioni di posa
- Danneggiamento meccanico in fase di posa

Il metodo speditivo di dimensionamento proposto nel seguito, per comodità di utilizzo tiene in considerazione:

- Distribuzione granulometrica del terreno (permeabilità del terreno)
- In terreni a forte componente argillosa o a forte componente ghiaiosa il ricorso ad un sistema di drenaggio non consente di ottenere risultati soddisfacenti, rispettivamente in considerazione della difficoltà ad essere attraversati dall'acqua e dell'elevata capacità di scarico, presentata da tali tipi di terreno, mentre garantisce ottimi risultati in terreni in cui la frazione predominante è quella sabbiosalimosa.
- Pertanto, il ricorso ad un sistema di drenaggio risulta necessario in terreni a media permeabilità, mentre risulta non opportuno in terreni caratterizzati da bassa e da alta permeabilità.
- Nonostante ciò, la buona pratica consiglia sempre di posare un elemento drenante a tergo delle strutture interrate in fase di realizzazione per evitare di dover poi intervenire in tempi successivi con oneri maggiori.
- Trasmissività del geocomposito drenante

L'elemento drenante dovrà garantire una trasmissività sufficiente a smaltire l'acqua in eccesso.

Per le abituali applicazioni in edilizia, i vari modelli Enkadrain® garantiscono una trasmissività tale da soddisfare qualsiasi richiesta progettuale. L'Enkadrain®, prodotto in una vasta gamma di modelli, è pertanto in grado di garantire la soluzione ottimale di qualunque tipo di problema di drenaggio.

Si invita il progettista a contattare l'Ufficio Tecnico della nostra società qualora si desideri dimensionare uno specifico sistema drenante, identificando il modello di **Enkadrain®** più idoneo per uno specifico progetto.

## PROCEDURA DI DIMENSIONAMENTO

Si propone, di seguito, la procedura di dimensionamento rispettivamente di un sistema di drenaggio verticale e di un sistema di drenaggio orizzontale realizzati impiegando un geocomposito drenante. In allegato si forniscono inoltre due esempi di dimensionamento relativi ad un sistema di drenaggio verticale posto a tergo di un muro di contenimento in c.a. ed un sistema di drenaggio orizzontale di un giardino pensile.

### Dimensionamento drenaggio verticale

Con riferimento alle caratteristiche del terreno ( $\gamma, c$ ) ed alle dimensioni del muro di contenimento ( $h$ ), si calcola la pressione agente sul geocomposito in direzione orizzontale alla massima profondità, utilizzando la formula di Rankine per il calcolo della pressione orizzontale dovuta alla spinta attiva del terreno :

$$P_h = K_a \cdot h - 2c \cdot K_p^{-1/2}$$

dove:

- $P_h$ : pressione orizzontale del terreno alla profondità  $h$  in condizioni di spinta attiva [kPa]
- $K_a$ : coefficiente di spinta attiva di Rankine  $K_a = \tan^2(45^\circ - \varphi/2)$
- $K_p$ : coefficiente di spinta passiva di Rankine  $K_p = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$
- $c$ : coesione del terreno (spesso trascurata a scopo cautelativo) [kPa]
- $\gamma$ : peso in volume del terreno [kN/m<sup>3</sup>]
- $h$ : profondità della trincea, altezza della struttura interrata [m]

Dal confronto fra il valore di trasmissività richiesto e quello garantito dal geocomposito drenante, in corrispondenza della massima pressione orizzontale ricavabile direttamente dalla scheda tecnica o per interpolazione dai grafici disponibili (che riportano i valori di capacità drenante a differenti valori di pressione), si individua il modello di geocomposito in grado di soddisfare le esigenze di progetto. Calcolato poi, in base alla lunghezza degli elementi verticali controterra ed al valore del gradiente idraulico, il massimo apporto d'acqua convogliato al tubo collettore posizionato alla base del geocomposito, si determina, impiegando la tabella allegata, il diametro della tubazione necessario ad allontanare l'acqua drenata.

### Dimensionamento drenaggio orizzontale

Con riferimento alle dimensioni dell'area da drenare ed all'intensità dell'evento piovoso di progetto, si calcola la massima quantità d'acqua da drenare, ipotizzando nulli, a scopo cautelativo, i fenomeni di ruscellamento superficiale e di assorbimento.

Si calcola la pressione agente sul geocomposito in base allo spessore  $t$  del terreno di ricoprimento utilizzando la seguente relazione:

$$P = \gamma \cdot t$$

dove:

- $P$ : pressione del terreno alla profondità  $t$  [kPa]
- $\gamma$ : peso in volume del terreno [kN/m<sup>3</sup>]
- $t$ : spessore del terreno di ricoprimento [m]

Dal confronto fra il valore di trasmissività richiesto e quello garantito dal geocomposito drenante, ricavabile direttamente dalla scheda tecnica o per interpolazione dai grafici disponibili (che riportano i valori di capacità drenante a differenti valori di pressione e di gradiente idraulico), si individua il modello di geocomposito drenante in grado di soddisfare le esigenze di progetto. Calcolato poi, in base alle dimensioni dell'area di intervento ed al valore del gradiente idraulico, il massimo apporto d'acqua convogliato al tubo collettore, si determina, come visto per il drenaggio verticale, impiegando la tabella in allegato, il diametro della tubazione necessario ad allontanare l'acqua drenata.

## POSA IN OPERA

L'**Enkadrain**® è leggero e può essere facilmente tagliato con un cutter o con delle forbici. La sua eccezionale flessibilità assicura un'ottima aderenza alle murature anche in presenza di spigoli, angoli e rientranze.

Per applicazioni in edilizia generalmente l'**Enkadrain**® viene fornito in rotoli di larghezza 1 m e 2 m. I non tessuti filtranti debordano di 10 cm per consentire la sovrapposizione in corrispondenza delle giunzioni.

Per la realizzazione di trincee drenanti vengono forniti rotoli di diverse larghezze in relazione alla profondità della trincea da realizzare.



Taglio su misura



Metodi di fissaggio



Sovrapposizione dei teli



Metodi di fissaggio



Copertura di protezione delle tubazione di drenaggio



### Posa in verticale

In verticale l'**Enkadrain**® va tagliato a misura su una superficie piana e poi fissato in sommità alla parete da drenare mediante chiodi muniti di rondella o in alternativa usando una barra di legno e srotolandolo dall'alto verso il basso.

La cimosa dei non tessuti filtranti va opportunamente sovrapposta in corrispondenza delle giunzioni, questa può essere fissata con del nastro o con una adeguata pistola spara punti.

Alla base dell'opera va posato il tubo microfessurato di raccolta delle acque, facendo particolare attenzione a proteggerlo con il non tessuto per evitarne l'intasamento.

Sui lati esterni la cimosa andrà risvoltata su se stessa a chiudere il nucleo drenante, così da evitare che il terreno possa entrare all'interno del nucleo drenante. In sommità andranno tolti i chiodi di fissaggio e risvoltato verso l'interno il materassino per evitare che il terreno di riempimento possa entrare nel nucleo drenante.

Il riempimento dello scavo può essere realizzato con lo stesso materiale scavato in precedenza.



## Posa in orizzontale

Per una corretta realizzazione del sistema di drenaggio orizzontale è necessario prevedere un'adeguata pendenza del sottofondo e dei tubi microfessurati di smaltimento delle acque.

Nella posa dell'**Enkadrain®** in orizzontale occorre prestare attenzione nell'effettuare la sovrapposizione della cimosa tra rotoli adiacenti. Questa può essere eventualmente fissata con del nastro o una adeguata pistola spara punti. Il materiale deve essere opportunamente zavorrato contro l'effetto del vento fino al suo ricoprimento con il terreno.



Sovrapposizione dei teli



Metodi di fissaggio



Posa ultimata con tubazione di drenaggio

## Posa Trincee Drenanti

Per la realizzazione di una trincea drenante con l'utilizzo dell'**Enkadrain®**, va effettuato lo scavo alla profondità richiesta, lo scavo deve avere una larghezza sufficiente per permettere il facile inserimento dall'alto dell'**Enkadrain®** con il suo tubo drenante microfessurato.

Prima di procedere alla stesa dell'**Enkadrain®** all'interno dello scavo, il tubo microfessurato di raccolta delle acque va opportunamente fissato nella parte bassa, facendo particolare attenzione a proteggerlo con il non tessuto per evitarne l'intasamento.

In alcuni modelli di **Enkadrain®** è già predisposta una tasca in tessuto non tessuto per l'inserimento del tubo microfessurato.

Sui lati esterni il tessuto non tessuto andrà risvoltato su se stesso a chiudere il nucleo drenante così da evitare che il terreno possa entrare all'interno.



Posa del geocomposito nello scavo



Posa del geocomposito e ritombamento della trincea drenante

## DRENAGGIO VERTICALE: ESEMPIO DI CALCOLO

Si ipotizzi di dover realizzare un sistema di drenaggio a tergo di un muro di sostegno in c.a. di altezza pari a 3 m e lunghezza pari a 50 m. Si ipotizzi che il terreno di riempimento sia caratterizzato da peso di unità di volume ( $\gamma$ ) pari a 20 kN/m<sup>3</sup>, angolo di attrito ( $\varphi$ ) pari a 30° e coesione (c) nulla.

Si ipotizzi di dover drenare una quantità d'acqua per ml d'opera pari a 0,3 l/s • m. Il geocomposito drenante dovrà pertanto essere in grado di assicurare una trasmissività almeno pari a tale valore.

Utilizzando la nota formula di Rankine per il calcolo della pressione orizzontale dovuta alla spinta attiva di un terreno sulla base dei dati a disposizione si ricava:

$$P_h = 0.3 \cdot 20 \cdot 3 = 20 \text{ kPa}$$

Definita la massima pressione orizzontale agente sul geocomposito, ed ipotizzando di utilizzare il geocomposito drenante Enkadrain ST, è possibile determinarne la trasmissività mediante la tabella di seguito riportata. Al valore di massima pressione orizzontale calcolato, per gradiente idraulico  $i$  pari a 1, corrisponde una capacità drenante in verticale pari a circa 5,40 l/s • m. In base a tali ipotesi l'**Enkadrain ST** garantisce una capacità drenante abbondantemente superiore a quella richiesta.

Essendo il muro di sostegno lungo 50 m la massima quantità d'acqua che può essere convogliata dal tubo collettore risulta pari a:

$$0.3 \cdot 50 = 15 \text{ l/s}$$

In base alla tabella allegata nella pagina seguente, risulta necessario prevedere l'impiego di un tubo **Greendrain GR/R 200** ( $\phi$  200 mm), con pendenza del tubo del 10‰, che è in grado di evacuare una quantità d'acqua pari a 26,58 l/s ampiamente superiore a quella richiesta.

### Enkadrain ST: Capacità drenante in verticale ( $i=1$ ) a diversi valori di pressione

Pressione applicata kPa	Capacità drenante**
	l/(s m)
	$i = 1,0$
	l/s m
20	<b>5,40</b>
50	1,40
100	0,50
200	0,20

\*\* Test eseguiti dalla Colbond Geosynthetics Laboratories in accordo con la Norma EN ISO 12958 opzione R/F  
Al fine di simulare la pressione del suolo contro uno dei due filtri del geocomposito si è utilizzata una membrana flessibile, sull'altro filtro la membrana utilizzata è di tipo rigido.

\* Il valore riportato è corrispondente alla prestazione tecnica richiesta per la marcatura CE

## DRENAGGIO ORIZZONTALE: ESEMPIO DI CALCOLO

Si ipotizzi di dover realizzare un sistema di drenaggio per allontanare le acque di infiltrazione da un giardino pensile di dimensioni pari a 200 m<sup>2</sup>. Si ipotizzi che lo spessore del terreno di copertura ( $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ ,  $\varphi = 30^\circ$ ) debba essere pari a 1 m e che l'inclinazione del piano di posa sia pari a 3 ‰.

Considerando un evento piovoso di progetto estremamente gravoso pari a 60 mm/h ed ipotizzando, a scopo cautelativo, che tutta l'acqua filtri attraverso il terreno, senza che vi sia una riduzione dovuta a fenomeni di evapotraspirazione, ruscellamento in superficie e ritenzione nel terreno, la quantità massima d'acqua che deve essere drenata, essendo la larghezza della copertura pari a 10 m, risulta:

$$Tr = 60 \text{ l/mq} \cdot h \cdot 10 \text{ m} = 600 \text{ l/h} \cdot \text{m}$$

Il geocomposito drenante dovrà essere in grado di garantire una trasmissività almeno pari a tale valore. La pressione del terreno di ricoprimento, di spessore pari a 1 m, è:

$$P = g \cdot s = 20 \text{ kN/mc} \cdot 1 \text{ m} = 20 \text{ kN/m}^2 = 20 \text{ kPa}$$

Sulla base di tale valore e dell'inclinazione della copertura, ipotizzando di impiegare il geocomposito drenante Enkadrain ST, si ricava dalla tabella sotto riportata la trasmissività:

$$Td = 0,35 \text{ l/sm} = 1260 \text{ l/h} \cdot \text{m}$$

Dal confronto fra la capacità drenante richiesta e quella disponibile, in relazione al tipo di materiale drenante prescelto, alla pressione del terreno ed all'inclinazione del piano di posa, si verifica che la capacità drenante garantita dall'**Enkadrain ST** è ampiamente superiore a quella richiesta.

Essendo la lunghezza della copertura pari a 20m, il massimo apporto d'acqua che può essere convogliato al tubo collettore risulta pari a:

$$600 \cdot 20 = 12000 \text{ l/h} = 3,3 \text{ l/s}$$

Sulla base della tabella in allegato si ricava che risulta necessario prevedere l'impiego di un tubo **Greendrain GR/R 140** ( $\phi$  140 mm), con pendenza del tubo del 4%, che è in grado di evacuare una quantità d'acqua pari a 6,23 l/s ampiamente superiore a quella richiesta.

### Enkadrain ST: Capacità drenante in piano (i=0,03) a diversi valori di pressione

Pressione applicata kPa	Capacità drenante** l/(s m)	
	i = 0,03	i = 0,1
	l/s m	l/s m
20	<b>0,65</b>	1,40
50	0,17	0,36
100	0,05	0,11
200	0,01	0,04

\*\* Test eseguiti dalla Colbond Geosynthetics Laboratories in accordo con la Norma EN ISO 12958 opzione R/F  
Al fine di simulare la pressione del suolo contro uno dei due filtri del geocomposito si è utilizzata una membrana flessibile; sull'altro filtro la membrana utilizzata è di tipo rigido.

Portata e velocità di flusso delle tubazioni microfessurate di drenaggio **Greendrain GR/R**

$\phi$ [mm]	110		125		140		160		200	
i [%]	v [m/s]	Q [l/s]								
4.00			.50	4.37	.54	6.23	.60	9.19	.69	16.66
5.00	.51	3.36	.56	4.91	.61	6.99	.67	10.31	.78	18.67
6.00	.55	3.69	.61	5.39	.67	7.67	.74	1.32	.85	20.49
7.00	.60	3.99	.66	5.83	.72	8.30	.80	12.25	.92	22.17
8.00	.64	4.28	.71	6.25	.77	8.89	.85	13.11	.99	23.73
9.00	.68	4.54	.75	6.63	.82	9.44	.90	13.93	1.05	25.20
10.00	.72	4.80	.79	7.00	.87	9.96	.95	14.69	1.11	26.58
11.00	.76	5.04	.83	7.35	.91	10.46	1.00	15.42	1.16	27.90
12.00	.79	5.26	.87	7.68	.95	10.94	1.05	16.12	1.21	29.16
13.00	.82	5.48	.91	8.00	.99	11.39	1.09	16.79	1.26	30.37
14.00	.86	5.70	.94	8.31	1.03	11.83	1.13	17.44	1.31	31.53
15.00	.89	5.90	.98	8.61	1.07	12.25	1.17	18.06	1.36	32.66
16.00	.92	6.10	1.01	8.90	1.10	12.66	1.21	18.66	1.40	33.74
17.00	.95	6.29	1.04	9.18	1.14	13.06	1.25	19.24	1.45	34.79
18.00	.97	6.47	1.07	9.45	1.17	13.44	1.29	19.81	1.49	35.82
19.00	1.00	6.66	1.10	9.71	1.20	13.81	1.32	20.36	1.53	36.81
20.00	1.03	6.83	1.13	9.97	1.23	14.18	1.36	20.90	1.57	37.78
21.00	1.05	7.00	1.16	10.22	1.26	14.53	1.39	21.42	1.61	38.72
22.00	1.08	7.17	1.19	10.46	1.29	14.88	1.42	21.93	1.65	39.64
23.00	1.10	7.33	1.21	10.70	1.32	15.22	1.46	22.43	1.69	40.55
24.00	1.13	7.49	1.24	10.93	1.35	15.55	1.49	22.92	1.72	41.43
25.00	1.15	7.65	1.26	11.16	1.38	15.88	1.52	23.40	1.76	42.29
26.00	1.17	7.81	1.29	11.39	1.41	16.20	1.55	23.87	1.79	43.14
27.00	1.20	7.96	1.32	11.61	1.44	16.51	1.58	24.33	1.83	43.97
28.00	1.22	8.11	1.34	11.82	1.46	16.82	1.61	24.78	1.86	44.78
29.00	1.24	8.25	1.36	12.04	1.49	17.12	1.64	25.22	1.90	45.58
30.00	1.26	8.39	1.39	12.24	1.51	17.41	1.67	25.66	1.93	46.37
32.00	1.30	8.67	1.43	12.65	1.56	17.99	1.72	26.51	1.99	47.91
34.00	1.35	8.94	1.48	13.05	1.61	18.55	1.78	27.33	2.05	49.40
36.00	1.38	9.21	1.52	13.43	1.66	19.10	1.83	28.13	2.11	50.84
38.00	1.42	9.46	1.56	13.80	1.71	19.63	1.88	28.91	2.17	52.25
40.00	1.46	9.71	1.61	14.16	1.75	20.14	1.93	26.67	2.23	53.62
42.00	1.50	9.95	1.65	14.52	1.80	20.64	1.98	30.41	2.28	54.95
44.00	1.53	10.19	1.68	14.86	1.84	21.13	2.02	31.13	2.34	56.26
46.00	1.57	10.42	1.72	15.20	1.88	21.61	2.07	31.84	2.39	57.53
48.00	1.60	10.65	1.76	15.53	1.92	22.08	2.11	32.53	2.44	58.78
50.00	1.64	10.87	1.80	15.86	1.96	22.54	2.16	33.21	2.49	60.00
52.00	1.67	11.09	1.83	16.17	2.00	23.00	2.20	33.87	2.54	61.20
56.00	1.73	11.51	1.90	16.79	2.08	23.87	2.28	35.16		
58.00	1.76	11.72	1.94	17.09	2.11	24,30	2.32	35.79		
60.00	1.79	11.92	1.97	17.38	2.15	24.72	2.37	36.41		
65.00	1.87	12.41	2.05	18.10	2.24	25.74	2.46	37.91		
70.00	1.94	12.89	2.13	18.79	2.32	26.72	2.56	39.35		
80.00	2.07	13.79	2.28	20,10	2.49	28.58				
90.00	2.20	14.63	2.42	21.33	2.64	30.32				
100.00	2.32	15.43	2.55	22.49						

## ENKADRAIN®: APPLICAZIONI SPECIALI

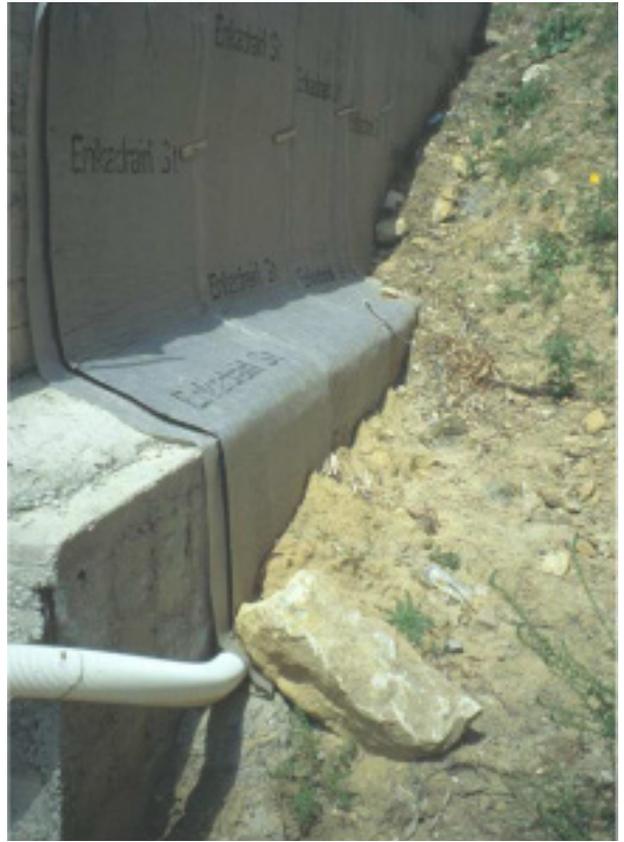
In determinate situazioni risulta tecnicamente ed economicamente vantaggioso utilizzare un geocomposito drenante che abbia nello stesso tempo anche la funzione di cassero a perdere, in sostituzione dei sistemi tradizionalmente impiegati.

Per questo motivo sono stati sviluppati i modelli **Enkadrain® CK** ed **Enkadrain® CKL**, muniti da un lato di una membrana impermeabile in PVC oppure di un filtro impermeabilizzato al posto di uno dei due non tessuti presenti sul geocomposito. In questo caso particolare, pertanto, l'**Enkadrain®** viene impiegato quale strato drenante tra strutture adiacenti (muri contigui a fronti di scavo, palancole, berlinesi) e come cassero a perdere, consentendo di risparmiare sui volumi di scavo.



Cassero a perdere

## DRENAGGIO VERTICALE



Rinterro al piede

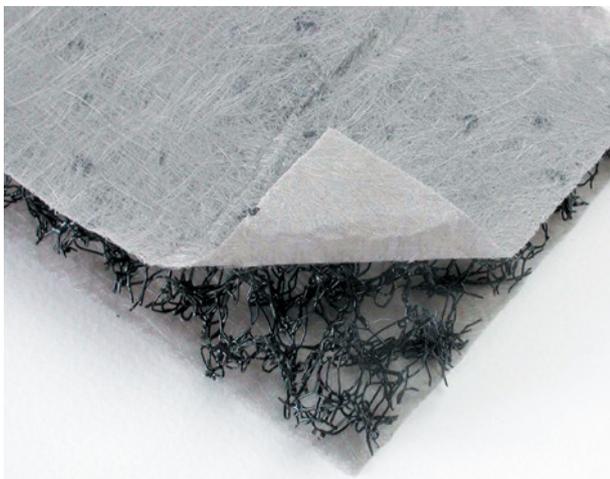


# DRENAGGIO VERTICALE



## CAMPI D'IMPIEGO

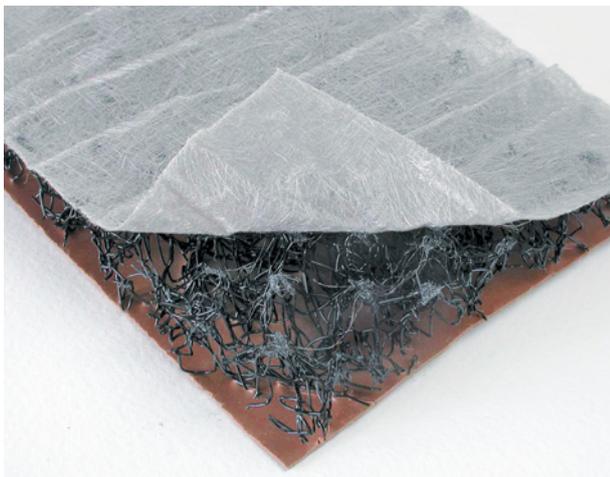
Modello di Enkadrain®	Drenaggio verticale (muri in c.a., opere in terra rinforzata)	Drenaggio orizzontale (rinterri, coperture a verde)	Drenaggio orizzontale (aree carrabili, aree pedonali)	Cassero drenante a perdere	Trincee drenanti
<b>ST</b>	❖	❖			❖
<b>TP</b>	❖	❖	❖		
<b>CK</b>				❖	
<b>5006H/5</b>	❖	❖ Per interventi su superfici >500 m <sup>2</sup> di forma regolare	❖ Per interventi su superfici >500 m <sup>2</sup> di forma regolare		❖
<b>5006H/2</b>	❖	❖	❖		❖
<b>5004C</b>			❖		
<b>Findrain 5006H/1.0</b>					❖



Enkadrain® ST



Enkadrain® TP



Enkadrain® CK



Enkadrain® 5006H

**Enka<sup>®</sup>solutions**

 **Harpo**  
TRIESTE 1897

**Harpo spa**  
tel. +39 040 3186611  
info@harpogroup.it  
harpogroup.it

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

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