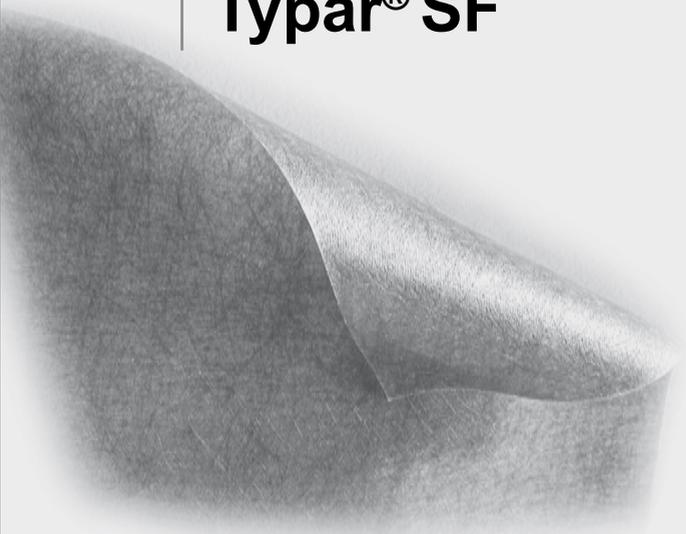


manuale di  
**calcolo**

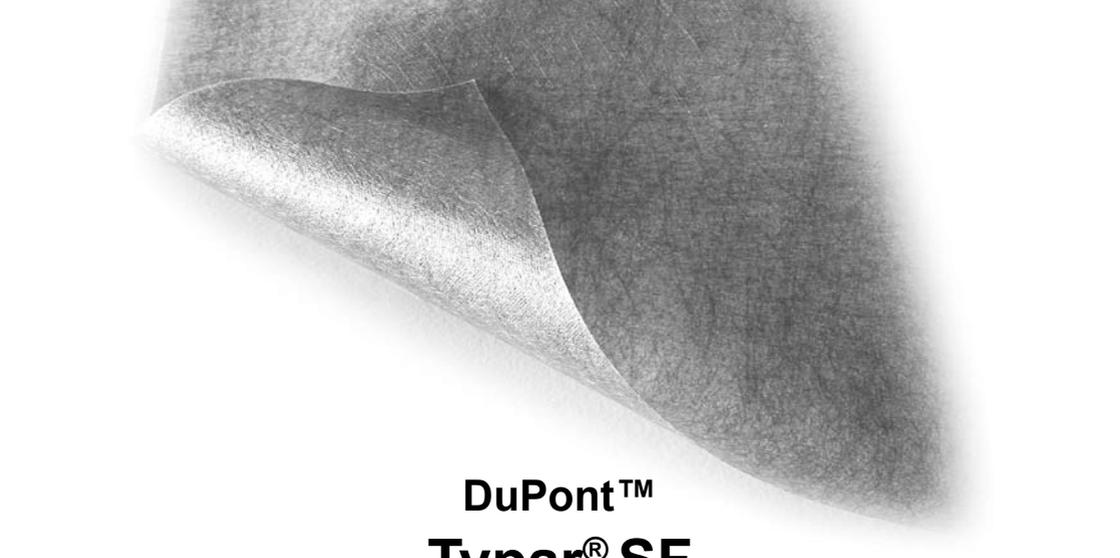


Dimensionamento del  
Filtro Separatore

**DuPont™**  
**Typar® SF**



*The miracles of Science™*



# DuPont™ Typar® SF

## Dimensionamento del Filtro Separatore

### Manuale di calcolo

La HARPO S.p.A. – Divisione **seic geotecnica** offre da sempre una concreta e qualificata assistenza dalle prime fasi della progettazione fino al cantiere, per aiutare l'impresa ad ottenere i migliori risultati mediante la corretta installazione dei materiali.

I dati tecnici riportati in questo manuale riflettono la nostra conoscenza al momento della pubblicazione. Ci riserviamo il diritto di modificare i dati in base allo sviluppo di nuove conoscenze ed esperienze. La stessa riserva vale per tutti i nostri prodotti. Non assumiamo alcuna responsabilità in relazione ai risultati ottenuti dall'impiego dei nostri materiali e dalle informazioni fornite.

**DuPont™** e **Typar®** sono rispettivamente un marchio commerciale e un marchio commerciale registrato di E. I. du Pont de Nemours and Company Inc. o di sue società affiliate.

<b>Introduzione</b> .....	4
<b>Sistemi filtranti convenzionali</b> .....	4
<b>Le funzioni di Dupont™ Typar®</b> .....	5
Proprietà di DuPont™ Typar® .....	5
<b>Selezione delle caratteristiche del geotessile</b> .....	6
Determinazione del diametro di filtrazione del non tessuto .....	6
Determinazione della permeabilità del non tessuto .....	6
<b>Criteri di Filtrazione</b> .....	8
<b>Criteri di Permeabilità</b> .....	8
<b>Esempio</b> .....	9
<b>Selezione del modello</b> .....	10
<b>Progettazione di sistemi drenanti</b> .....	11
Trincee drenanti ai lati delle strade .....	12
Trincee drenanti per l'abbassamento della falda freatica .....	13
<b>Dati utili per la progettazione</b> .....	14

## Introduzione

Il presente manuale è una guida per la progettazione e la realizzazione di filtri separatori mediante l'utilizzo di DuPont™ Tytar®.

Le informazioni fornite nel presente manuale sull'impiego di DuPont™ Tytar® sono basate sull'esperienza maturata nel corso di numerose prove di laboratorio ed in sito e di migliaia di applicazioni in tutto il mondo.

DuPont™ Tytar® è un geotessile non tessuto costituito da un monofilamento in polipropilene termosaldato e viene impiegato come strato filtrante nei sistemi di drenaggio.

DuPont™ Tytar® è resistente alla putrefazione, agli insetti ed agli agenti chimici normalmente presenti sulla superficie di un dreno; è stabile dimensionalmente e possiede una buona resistenza alla lacerazione ed al punzonamento.

## Sistemi filtranti convenzionali

Nelle applicazioni che prevedono il drenaggio dell'acqua di infiltrazione presente nel terreno, i filtri sono impiegati per impedire l'intasamento del corpo drenante ad opera delle particelle fini dilavate dal terreno in sito.

Il potenziale intasamento causa un cattivo funzionamento del sistema drenante e lo rende inefficace nel tempo.

Un buon mezzo filtrante, pertanto, deve trattenere le particelle del terreno, mantenendo una buona permeabilità del sistema.

I benefici derivanti dall'utilizzo dei geotessili quali strati filtranti in sostituzione dei filtri in materiale granulare sono:

1. basso costo;
2. facilità e velocità di posa in opera;
3. efficacia nelle prestazioni.

## Le funzioni di DuPont™ Tytar®

DuPont™ Tytar® non solo funziona come strato filtrante del terreno ma, allo stesso tempo, permette la formazione di un filtro naturale a contatto con il geotessile.

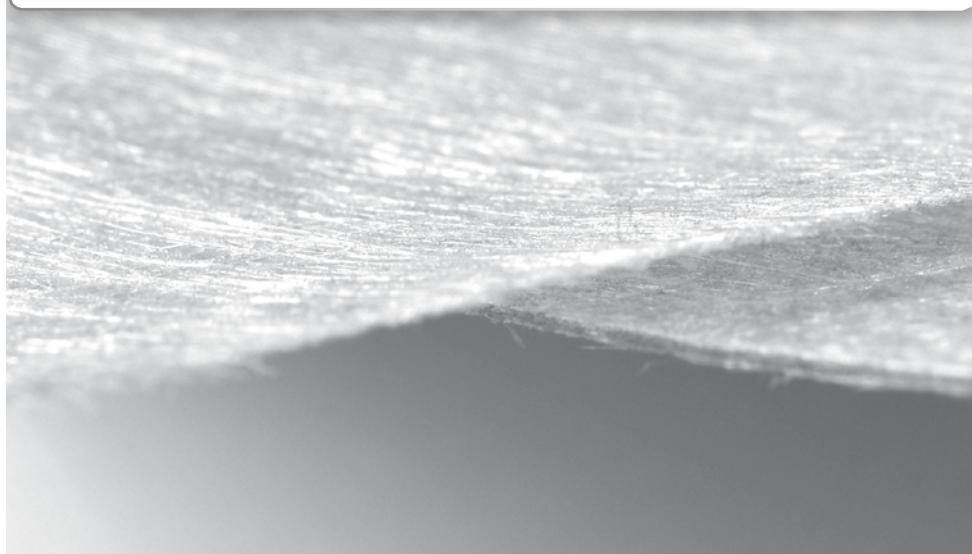
Il modello di DuPont™ Tytar® da utilizzare per la filtrazione dell'acqua nel terreno deve essere scelto con cura. Infatti:

- A. Se le dimensioni dei pori del geotessile sono troppo grandi rispetto al diametro caratteristico delle particelle di terreno da drenare, non si ha alcuna formazione del filtro rovescio naturale;
- B. Se le dimensioni dei pori del geotessile sono troppo piccoli, si ha la formazione di uno strato filtrante naturale costituito da particelle fini di terreno denso; tale fenomeno riduce la permeabilità all'interfaccia non tessuto/suolo.

### Proprietà di DuPont™ Tytar®

Le principali proprietà di DuPont™ Tytar® impiegato quale mezzo filtrante sono:

- ➔ appropriato diametro di filtrazione dei pori, elevato indice di vuoti e distribuzione porometrica casuale;
- ➔ permeabilità maggiore del terreno da drenare, sufficiente anche sotto carichi elevati;
- ➔ sufficiente resistenza meccanica per sopportare lo stress in fase di installazione;
- ➔ elevata resistenza chimica.



## Selezione delle caratteristiche del geotessile

I programmi di ricerca, effettuati in tutto il mondo, per definire quali devono essere i requisiti del materiale impiegato per la filtrazione dell'acqua presente nel terreno, hanno evidenziato la necessità di correlare

la **granulometria del terreno** da drenare  
e le **condizioni idrauliche** esistenti nel terreno  
con  
il **diametro di filtrazione** del non tessuto  
e la **permeabilità** del non tessuto.

In sintesi:

$$\begin{array}{ccc} O_{\text{DuPont™ Typar®}} & \Leftrightarrow & O_{\text{terreno}} \\ K_{\text{DuPont™ Typar®}} & \Leftrightarrow & K_{\text{terreno}} \end{array}$$

## Determinazione del diametro di filtrazione del non tessuto

Si tratta di determinare il valore

$O_{\text{max}}$ : diametro efficace della particella più grande di terreno che può attraversare il geotessile in presenza di un flusso d'acqua che, di norma, corrisponde al 95% del passante, cioè:

$$O_{\text{max}} = O_{95}$$

Il dato viene ottenuto mediante prove di laboratorio con vaglio o setaccio in presenza (Delft procedure) o assenza (Franzius Institut) di acqua, con filtrazione idrodinamica (CFG/Fayoux) e con analizzatore di immagine (A.L. Rollin).

## Determinazione della permeabilità del non tessuto

Si tratta di determinare il valore

$K_{\text{Typar}}$ : coefficiente di permeabilità del non tessuto, dove

$$\psi = K_{\text{Typar}} / d$$

$\psi$  = permittività;  
 $d$  = spessore del geotessile

La permeabilità all'acqua del mezzo filtrante è inversamente proporzionale allo spessore del geotessile; è maggiore nei modelli con spessore ridotto, minore in quelli con spessore elevato. DuPont™ Typar®, essendo un geotessile termosaldato e precompresso, ha una elevata permeabilità.

Il valore della permeabilità del geotessile è ottenuta da prove in laboratorio con permeametro.

In sintesi, per scegliere il geotessile più idoneo, bisogna valutare l'interazione tra materiale e terreno, considerando:

**PROPRIETA' DEL GEOTESSILE:**

diametro di filtrazione ( $O_{max}$ ), spessore, permeabilità all'acqua, compressibilità, struttura.

**CONDIZIONI DEL TERRENO:**

granulometria, coefficiente di uniformità, densità, compattazione, plasticità, densità.

**CONDIZIONI IDRAULICHE:**

direzione di flusso, gradiente.

**CONDIZIONI DI POSA:**

danni in fase di installazione, contenuto in acqua del terreno durante la posa.

## Criteria di Filtrazione

 Commissione Geotessile Svizzera (SVG)<sup>1</sup>

In Regime di Flusso Costante (laminare)			
<b>Argille</b>	Criterio generale	$O_{max} \leq 2 D_{85}$	
	Terreni fini coesivi	$O_{max} \leq 0.2 \text{ mm}$	
	$(D_{85} < 0.06; D_{10} < 0.002)$		
<b>Sabbie limose</b>	Terreni fini non coesivi	$O_{max} \leq 6 D_{60}$	
	$(D_{40} < 0.06)$		
<b>Sabbie grossolane e ghiaie</b>	Terreni grossolani	$O_{max} \leq 5 D_{10} \sqrt{C_u}$	dove $C_u = D_{60} / D_{10}$
	$(D_{40} > 0.06)$		

In Regime di Flusso Dinamico (Raccomandate le Prove di Laboratorio)			
<b>Argille</b>	Terreni fini coesivi	$O_{max} \leq 2 D_{85}$	
	$(D_{85} < 0.06; D_{10} < 0.002)$	$O_{max} \leq 10 D_{60}$	
<b>Sabbie limose</b>	Terreni fini non coesivi	$O_{max} \leq D_{85}$	
	$(D_{40} < 0.06)$		
<b>Sabbie grossolane e ghiaie</b>	Terreni grossolani	$O_{max} \leq D_{60}$	
	$(D_{40} > 0.06)$	$O_{max} \leq 1,5 D_{10} \sqrt{C_u}$	

## Criteria di Permeabilità<sup>2</sup>

Applicazioni in condizioni non critiche (terreni con contenuto in limo inferiore al 5%)	$K_{Typar}$	$> K_{terreno}$
Applicazioni standard e per geotessili tali da avere uno spessore $\leq 2,00\text{mm}$	$K_{Typar}$	$> 10 K_{terreno}$
Applicazioni speciali e per geotessili tali da avere uno spessore $> 2,00\text{mm}$ (dighe ed argini, condizioni di flusso dinamico)	$K_{Typar}$	$> 100 K_{terreno}$

<sup>1</sup> Association Suisse des Professionnels des Geotextiles (ASPG/SVG) c/o EMPA – St. Gallen - CH

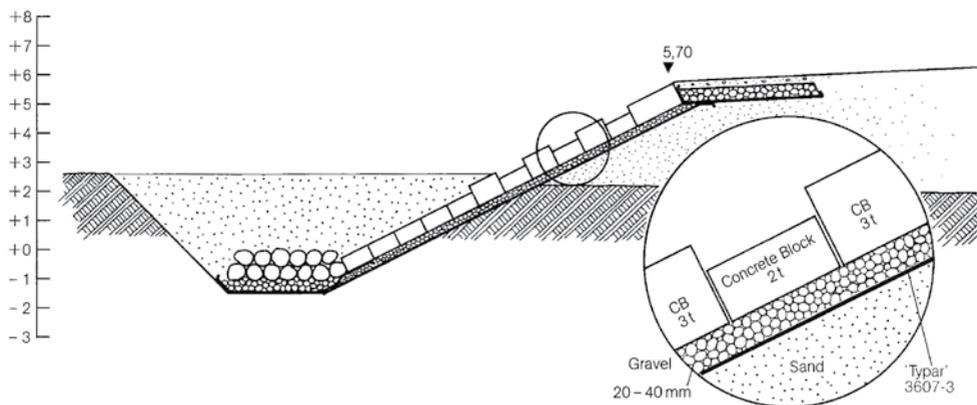
<sup>2</sup> da: \* "Filter Criteria for Geotextiles" by J.P. Giroud – Woodward-Clyde Consultants – Chicago, Ill, USA – second Int. Conf. On Geotextiles – Las Vegas 1982

\* "Recommandations pour l'emploi des geotextiles dans les systemes de drainage et de filtration" – Comité francais des Geotextiles

\* Association Suisse des Professionnels des Geotextiles (ASPG/SVG) c/o EMPA – St. Gallen - CH

## Esempio

Costruzione di una diga in Danimarca – Mare del Nord



La superficie esterna della diga, esposta al moto ondoso, è costituita da una serie di blocchi in cls posati su uno strato di 20cm di ghiaia del diametro di 20-40mm, al fine di:

- Creare una base di appoggio stabile e sicura;
- Garantire una sufficiente permeabilità all'acqua e dissipare velocemente la pressione alla base dei blocchi.

I blocchi sono disposti in modo alternato, in modo da formare una superficie irregolare per una migliore dissipazione dell'energia del moto ondoso.

### Caratteristiche dei blocchi in cls

Peso: 2 - 3t    Dimensioni: 1 x 1.7 x 0.5m o 1 x 1.7 x 0.75m

Il top della diga è protetto dall'erosione del moto ondoso da uno strato di 50cm di pietrame di diametro compreso tra 150 - 300mm.

Il piede della diga è protetto da pietre di peso 200 - 500kg posate su uno strato di pietrame di diametro compreso tra 150 - 300mm.

### Requisiti della struttura

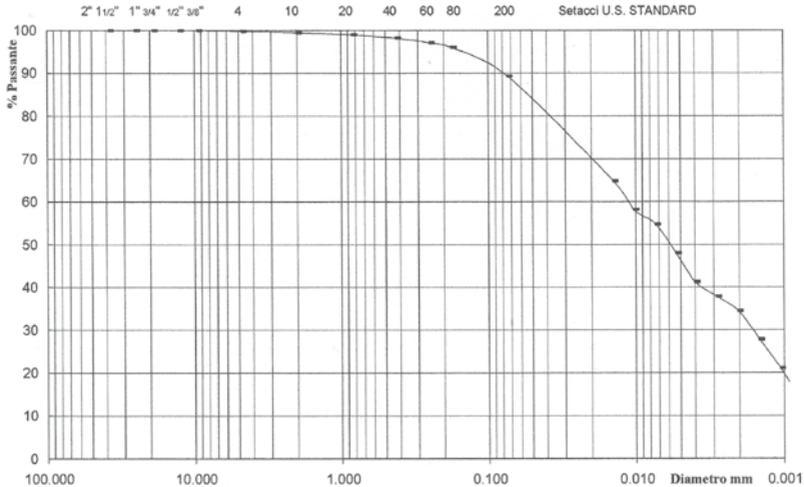
La struttura deve essere dimensionata considerando due requisiti fondamentali:

1. massima stabilità contro il moto ondoso
2. rapida dissipazione della pressione dell'acqua sotto la struttura

## Selezione del modello

Per evitare il fenomeno del sifonamento (piping) delle particelle fini di terreno, il geotessile deve essere scelto secondo i Criteri di Filtrazione.

*Curva granulometrica del terreno in sito*



In condizioni di flusso dinamico in terreni grossolani dove  $D_{60} \geq 0.06$  mm, si devono seguire i seguenti Criteri:

Criteri di Filtrazione  $O_{max} \leq D_{60}$  terreno  $O_{max} \leq 1.5 D_{10}$  terreno  $\sqrt{C_u}$

Dai calcoli, il diametro efficace di filtrazione che il geotessile deve avere risulta essere:

$$O_{max} \leq 0.18 - 0.40 \text{ mm (media: } 0.30 \text{ mm)}$$

⇒ dalla Scheda Tecnica<sup>3</sup> delle "Misure e caratteristiche" di DuPont™ Typar®, il modello più idoneo risulta essere DuPont™ Typar®SF32 (in subordine i modelli più pesanti)

Criteri di Permeabilità  $K_{DuPont™ Typar®} \geq 10 K_{terreno}$

La permeabilità del terreno in sito, dalle prove effettuate, risulta essere

$$K_{terreno} = 3 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

⇒ la permeabilità di DuPont™ Typar® deve essere

$$K_{DuPont™ Typar®} \geq 3 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

⇒ dalla Scheda Tecnica di DuPont™ Typar®, i modelli che soddisfano tale valore di permeabilità sono DuPont™ Typar®SF20, DuPont™ Typar®SF27 e DuPont™ Typar®SF32.

Pertanto il modello di DuPont™ Typar® da utilizzare è del tipo SF32.

<sup>3</sup> vedi "Opening Size  $O_{95D_{95}}$ ", diametro di filtrazione  $O_{95}$  secondo norma ASTM D4751

## Progettazione di sistemi drenanti

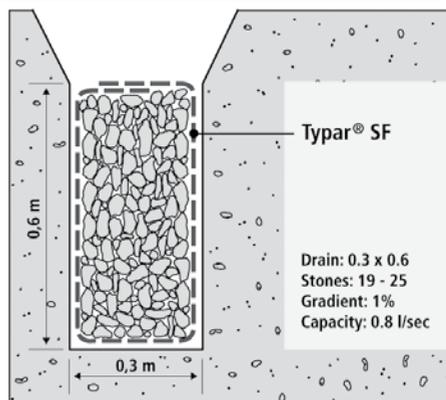
È possibile impiegare DuPont™ Typar® come filtro separatore di sistemi drenanti (trincee in ghiaia). I criteri tecnici da usarsi sono gli stessi criteri di filtrazione e permeabilità ora enunciati.

Se consideriamo dei dreni costituiti da terreno granulare ad elevata permeabilità, la capacità drenante Q è proporzionale alla sezione del dreno ed al gradiente idraulico:

$$\text{Capacità drenante} \Leftrightarrow \frac{\text{Sezione del dreno}}{\text{Gradiente idraulico}}$$

*Esempio:* dati i valori

Dimensioni del Dreno	0.3m x 0.6m
Granulometria	19 – 25mm
Gradiente idraulico	1%

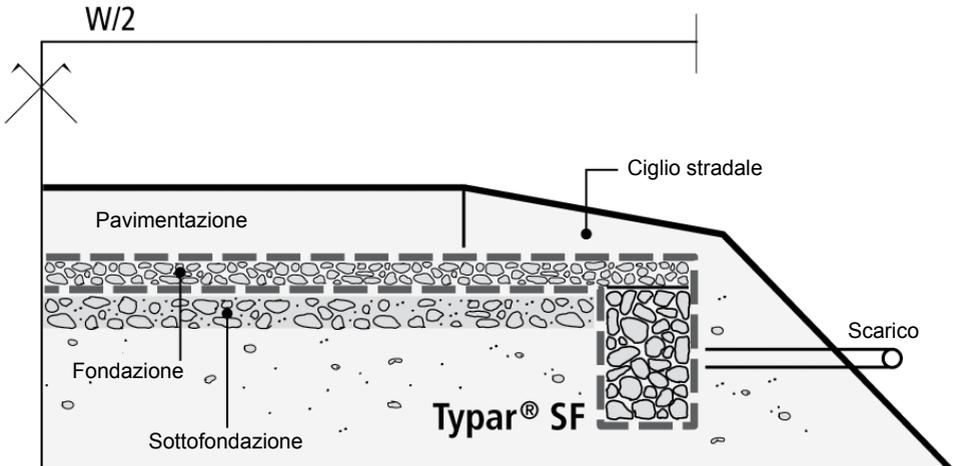


Dalla Tabella 1 si ottiene il valore della  
**Capacità drenante: 0.8 l/sec**

CAPACITA' DRENANTE DI UN SISTEMA CON MATERIALE GRANULARE						
Granulometria (mm)	Gradiente idraulico (%)	Q = capacità drenante (l/sec)				
		0.3 x 0.3	0.3 x 0.6	0.6 x 0.6	0.6 x 0.9	0.6 x 1.2
50	1.0	0.7	1.4	2.8	4.2	5.6
	2.0	1.4	2.8	5.6	8.4	11.2
19 – 25	1.0	0.4	0.8	1.6	2.4	3.2
	2.0	0.8	1.6	3.2	4.8	6.4
9 – 12	1.0	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8
	2.0	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6
6 - 9	1.0	0.02	0.04	0.08	0.12	0.16
	2.0	0.04	0.08	0.16	0.24	0.32

Tabella 1

## Trincee drenanti ai lati delle strade



$W$  = larghezza della sede stradale e del ciglio stradale (m);  
 $L$  = lunghezza della sezione del dreno tra i collettori di scarico (m);  
 $i$  = gradiente idraulico (%);  
 $R$  = piovosità critica (m/s);  
 $P_R$  = assorbimento delle precipitazioni (%)

$$\text{Capacità drenante } Q \text{ (l/s)} = 10^3 L \times W \times R \times P_R$$

La sezione del dreno si determina dalla Tabella 1

## Trincee drenanti per l'abbassamento della falda freatica

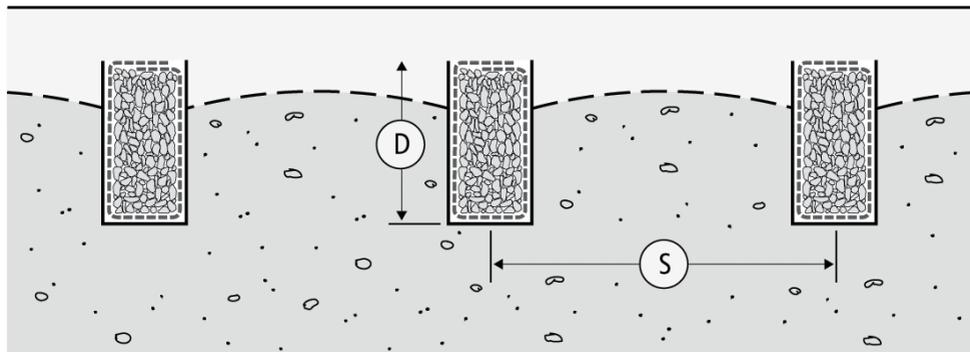


Tabella 2

Tipo di terreno	Permeabilità K m/sec	Interasse dreni (m) per diverse profondità di drenaggio		
		d = 1.0m	d = 1.3m	d = 1.6m
Argilla organica	$3.0 \times 10^{-7}$	5m	6m	8m
Limo	$5.0 \times 10^{-6}$	18m	25m	30m
Limo sabbioso	$3.0 \times 10^{-5}$	47m	62m	77m
Sabbia limosa	$7.0 \times 10^{-5}$	67m	88m	109m

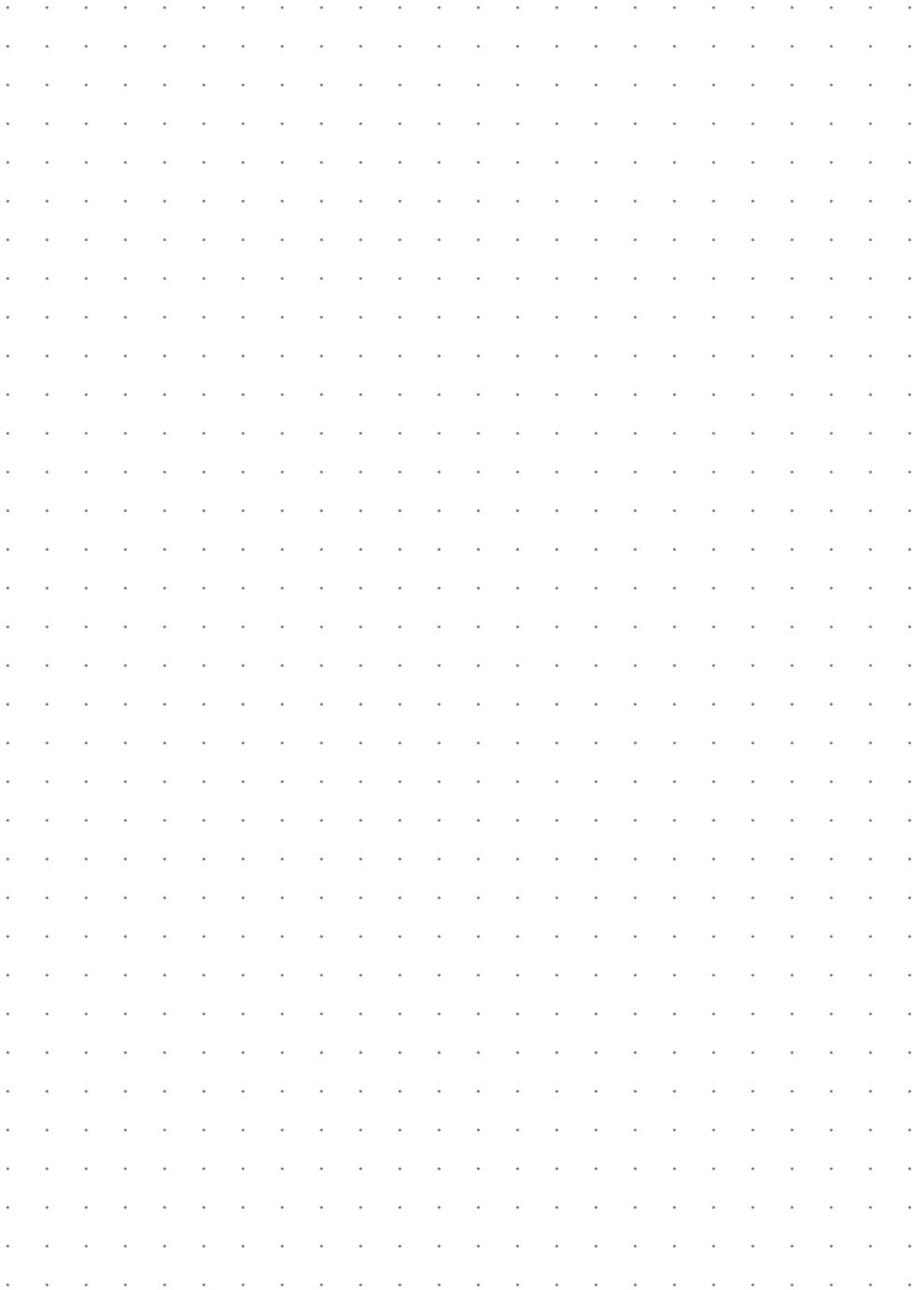
Tabella 2: dimensionamento di trincee drenanti per l'abbassamento della falda freatica a seguito di intense precipitazioni piovose. Assumendo che ciascun dreno sia in grado di captare e di espellere la medesima quantità di acqua, si calcola la

$$\text{Capacità drenante } Q \text{ (l/s)} = 10^3 \times S \times L \times R$$

La sezione del dreno si determina dalla Tabella 1

**Dati utili per la progettazione**

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE U S C S						
Sigla	Tipo di terreno	% particelle			Indice di plasticità I (%)	Permeabilità caratteristica K (m/s)
		< 0.06	0.06 – 2mm	> 2mm		
GW	Ghiaia ben graduata, ghiaia sabbiosa	<5	Var	>50	-	10 <sup>-1</sup> -10 <sup>-4</sup>
GP	Ghiaia poco graduata, ghiaia sabbiosa	<5	Var	>50	-	10 <sup>-1</sup> -10 <sup>-4</sup>
GM	Ghiaia sabbiosa G+S+M	<15	Var	>50	<7	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-8</sup>
GC	Ghiaia argillosa G+S+C	<15	Var	>50	>7	10 <sup>-8</sup> -10 <sup>-10</sup>
SW	Sabbia ben graduata, sabbia ghiaiosa	<5	>50	var	-	10 <sup>-2</sup> -10 <sup>-5</sup>
SP	Sabbia poco graduata, sabbia ghiaiosa	<5	>50	Var	-	10 <sup>-2</sup> -10 <sup>-5</sup>
SM	Sabbia limosa	<15	>50	Var	<7	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-8</sup>
SC	Sabbia argillosa	<15	>50	Var	>7	10 <sup>-8</sup> -10 <sup>-10</sup>
ML	Limo, sabbia fine	>50	~50	Var	<4	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-8</sup>
CL	Limo	>50	~20	Var	>7	10 <sup>-8</sup> -10 <sup>-10</sup>
GM-ML	Ghiaia limosa	>15	Var	>40	<4	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-8</sup>
GM-GC	Ghiaia argilloso-limosa	>15	Var	>40	4-7	10 <sup>-8</sup> -10 <sup>-10</sup>
GC-CL	Ghiaia argillosa	>15	Var	>40	>7	10 <sup>-8</sup> -10 <sup>-10</sup>
SM-ML	Sabbia limosa – limo sabbioso	15-50	~50	Var	<4	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-8</sup>
SM-SC	Sabbia argilloso-limosa	15-50	~40	Var	4-7	10 <sup>-8</sup> -10 <sup>-10</sup>
SC-CL	Sabbia argillosa-argilla sabbiosa	15-50	~40	Var	>7	10 <sup>-8</sup> -10 <sup>-10</sup>
CL-ML	Limo argilloso	>50	Var	Var	4-7	10 <sup>-7</sup> -10 <sup>-10</sup>
OL	Limo organico	>50	Var	Var	>10	-
OH	Argilla organica	>50	Var	Var	>20	-
PT	Torba	-	-	-	-	-



HARPO spa

via torino, 34

34123 trieste • italia

tel. +39 040 318 6611

fax +39 040 318 6666

[seic@seic.it](mailto:seic@seic.it)

[www.seic.it](http://www.seic.it)

divisione

**seic geotecnica**

sistemi e tecnologie per  
l'edilizia, la geotecnica e  
l'ingegneria ambientale