

Metodo per la determinazione del diametro di filtrazione dei geotessili

R. BACCI, S. VENESIA *

SOMMARIO: Dopo una breve presentazione dei geotessili e delle loro possibilità di impiego in campo geotecnico, il lavoro prende in esame l'utilizzazione di questi materiali come filtro.

Per un giudizio di idoneità per questo tipo di impiego diventa indispensabile la conoscenza di un parametro legato alla capacità filtrante del geotessile quale il diametro di filtrazione.

Questo parametro può essere determinato attraverso la prova di laboratorio proposta nell'articolo, che riprende e migliora un metodo francese ancora in fase sperimentale.

La prova si propone di controllare la capacità di filtrazione idrodinamica del geotessile prescindendo dalle caratteristiche autofiltranti del terreno.

Viene eseguita utilizzando un terreno di composizione granulometrica standard deposto in sottile strato soffice sul geotessile in esame, e tenuto in movimento con moto alternativo di immersione ed emersione in acqua ferma.

L'apparecchiatura realizzata presso il CRIS consiste in un sistema di tre bacinelle cilindriche aventi per fondo il geotessile in esame, supportate da una traversa unica mossa da un pistone comandato da un attuatore pneumatico a doppio effetto.

È possibile governare la velocità di spostamento verticale ed i tempi di fermata agli estremi (in acqua ed in aria).

Sono descritte le modalità di prova adottate ed i criteri di determinazione del diametro di filtrazione attraverso l'analisi granulometrica del passato.

Sono stati illustrati i risultati ottenuti dopo una serie di prove preliminari su 4 tipi di geotessili esaminati.

La prova è da ritenere utile e significativa ed applicabile a tutti i tipi di geotessili attualmente impiegati.

Ripetibilità e riproducibilità della prova devono essere confermate da una sperimentazione sistematica.

1. Premessa

Con la denominazione di geotessile vengono indicati tutti i prodotti tessili a base di fibre naturali o sintetiche, disponibili come tessuti e non tessuti, che trovano vasto impiego anche in campo geotecnico.

In questi ultimi tempi si sono andati particolarmente diffondendo i non tessuti sintetici che possono essere differenziati per natura chimica (poliestere, polipropilene, poliammidica, ecc.), tipo di filamento (filo continuo od a fiocco) e tecniche di fabbricazione (agugliatura, termosaldatura, resinatura).

Essi vengono principalmente impiegati in campo geotecnico come elemento di separazione e/o di armatura all'interfaccia tra terreno naturale e materiale d'apporto (strade, piste, ferrovie, bacini e rilevati in terra) o all'interno di opere in rilevato (argini, dighe, ecc.), per drenaggi, consolidamenti e filtri.

Per queste applicazioni diventa di particolare importanza la determinazione di un parametro che permette una caratterizzazione specifica del geotessile: il « diametro di filtrazione », per valutare il quale sono state messe a punto

presso il Centro di Ricerca Idraulica e Strutturale della DSR dell'ENEL, l'apparecchiatura e le procedure di prova che vengono descritte in questo rapporto, alla fine del quale vengono inoltre riportati i primi risultati ottenuti per alcuni tipi di geotessili disponibili sul mercato.

2. Considerazioni di carattere generale

L'utilizzo dei geotessili come elementi di filtro è sempre più esteso in conseguenza sia della difficoltà di reperire materiali con granulometria adatta per realizzare un buon filtro sia di considerazioni economiche non meno importanti.

Per poter esplicare tale funzione in maniera soddisfacente sono richieste le seguenti caratteristiche:

1) permeabilità all'acqua senza apprezzabili perdite di carico;

2) capacità di filtrare anche le particelle finissime in modo da favorire la formazione di un filtro naturale;

3) distribuzione dei pori interni tali da evitare l'intasamento.

Queste ultime due caratteristiche sono dipendenti tra loro e collegate allo stato di formazione del filtro naturale che è condizione ne-

* P.i. Renzo BACCI; p.c. Sergio VENESIA. ENEL - Direzione e Ricerche - Centro Ricerca Idraulica e Strutturale - Milano.

cessaria per il buon funzionamento del geotessile.

Durante la fase di formazione del filtro naturale, la dimensione dei pori del geotessile deve essere sufficientemente grande da permettere il passaggio delle parti finissime evitando così l'intasamento e nello stesso tempo deve essere in grado di trattenere i grani aventi la dimensione minima necessaria per l'innescò del filtro naturale.

Secondo alcuni autori si ritiene che in un terreno a granulometria continua la dimensione minima dei grani del trattenuto per l'innescò di un filtro naturale sia quella corrispondente al D70, cioè ad una percentuale del trattenuto del 70%.

Altri ritengono che il suddetto diametro coincida con il D85.

Nota quindi la granulometria del terreno è possibile ottenere le indicazioni necessarie per la scelta del tipo di geotessile che soddisfi i requisiti di filtrazione richiesti. Durante la filtrazione è inevitabile che una frazione di terreno rimanga intrappolata all'interno del geotessile, generando una riduzione della capacità filtrante del geotessile variabile nel tempo. Occorre accertarsi che una volta raggiunta la situazione di equilibrio, la capacità filtrante soddisfi ancora le condizioni d'uso richieste.

Questa condizione di equilibrio dipende prevalentemente dalla struttura del geotessile (con differenze sostanziali tra tessuti e non tessuti e, per questi ultimi, tra agugliati o agglomerati in genere).

Per la determinazione sperimentale del diametro di filtrazione non esiste attualmente una normativa. A quanto è dato sapere solo presso il « Centre Technique du Génie Rural des Eaux et des Forêts, France » ed il Franzius Institut, Technische Universität, Hannover » vengono condotte prove in questo senso, seppure con metodologie diverse.

L'apparecchiatura realizzata al CRIS, simile nel principio a quella francese, ma differente nelle soluzioni realizzative, si propone di controllare la capacità di filtrazione idrodinamica del geotessile prescindendo, per quanto possibile, dalle caratteristiche autofiltranti dello stesso terreno.

3. Principio del metodo e descrizione dell'apparecchiatura

Si tratta in sostanza di un sistema di vagliatura in acqua (Fig. 1) in cui tre bacinelle con-

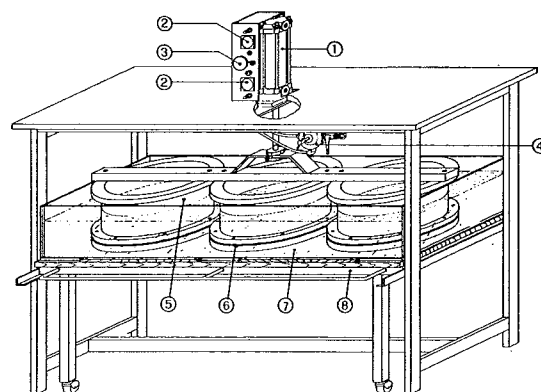
tenenti quantità note di terreno a curva granulometrica continua vengono alternativamente immerse ed estratte da una vasca contenente acqua, mediante un movimento verticale di saliscendi. Nella fase di immersione l'acqua penetra nelle bacinelle attraverso il fondo delle stesse che è costituito dal tessile in esame, mentre nella fase di estrazione l'acqua penetrata nelle bacinelle defluisce con un percorso inverso attraverso il tessile, trasportando con sé le parti fini di terreno filtrante.

Mediante questo sistema di movimenti alternati dei flussi d'acqua il terreno contenuto nelle bacinelle viene continuamente rimescolato così da impedire stratificazioni e fenomeni di intasamento del tessile.

L'apparecchiatura è costituita essenzialmente dai seguenti componenti:

— Attuatore pneumatico a doppio effetto (diametro 50 mm, pressione di esercizio 7 bar) in cui il flusso dell'aria è pilotato da una elettrovalvola che a sua volta riceve gli impulsi di comando da un sistema di temporizzatori. La regolazione della velocità di salita e discesa del pistone è ottenuta tramite due regolatori di flusso (inseriti sulla linea di alimentazione dell'attuatore stesso).

— Sistema in linea di 3 bacinelle cilindriche, diametro interno 300 mm e altezza 150 mm, il cui fondo è costituito dal tessile in esame. Tale sistema è collegato al pistone tramite una traversa e bloccato solidalmente con due ghiera filettate.



- ① - Attuatore pneumatico a doppio effetto
- ② - Temporizzatori
- ③ - Manometro
- ④ - Gruppo riduttore - filtro aria compressa
- ⑤ - Bacinella
- ⑥ - Disco di geotessile
- ⑦ - Vasca contenimento acqua
- ⑧ - Carrello scorrevole su ruote

Fig. 1. - L'apparecchiatura per le prove di filtrazione idrodinamica.

— Vasca per il contenimento dell'acqua montata su un carrello scorrevole che all'occorrenza può essere sfilato, per comodità di manovra, nella fase di carico o a fine prova per il ripristino.

4. Modalità di prova

Le modalità seguite nell'esecuzione della prova di filtrazione idrodinamica su geotessili possono essere suddivise in tre fasi distinte: preparazione dei provini, esecuzione della prova, operazioni e controlli a fine prova ed espressione dei risultati.

Nella fase di preparazione dei provini si eseguono le seguenti operazioni:

— prelievo di tre dischi, del diametro di circa 380 mm, in zone differenziate del materiale a disposizione, per tenere conto di eventuali mancanze di uniformità;

— punzonatura dei dischi per il passaggio dei bulloni delle flange di fissaggio dei dischi alle bacinelle;

— essiccamento per due ore a 40°C e susseguente condizionamento a 20° e 50% u.r.;

— pesatura;

— fissaggio dei dischi sul fondo delle bacinelle;

— sistemazione delle bacinelle sulla traversa mobile;

— distribuzione, all'interno delle bacinelle, di uno strato uniforme di terreno a granulometria continua tra 0 e 2 mm a condizioni controllate (peso, essiccazione) (Fig. 2).

L'esecuzione della prova consiste in:

— immissione di acqua pulita nella vasca a battente fisso (100 ÷ 120 mm);

— regolazione della velocità del pistone tramite le valvole unidirezionali regolatrici di flusso;

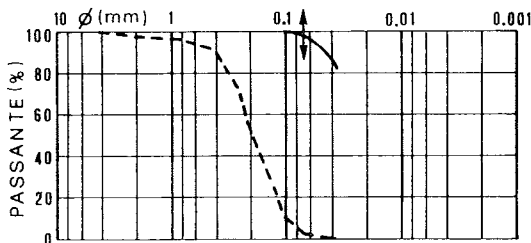


Fig. 2. - Curva granulometrica del terreno standard impiegato nelle prove preliminari.

— regolazione dei tempi di immersione ed emersione delle bacinelle tramite i temporizzatori. Questa regolazione, combinata con quella del punto precedente, dove consentire che durante l'immersione l'acqua che filtra entro le bacinelle raggiunga circa lo stesso livello di quello della vasca e durante l'emersione si realizzi lo svuotamento pressoché totale dell'acqua contenuta nella bacinella stessa;

— cicli alternativi di immersione ed emersione per 24 h, con durata del ciclo di circa 35 ÷ 40 secondi di cui 22 ÷ 25 di emersione e 13 ÷ 15 di immersione.

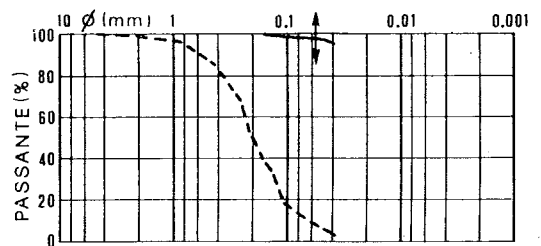
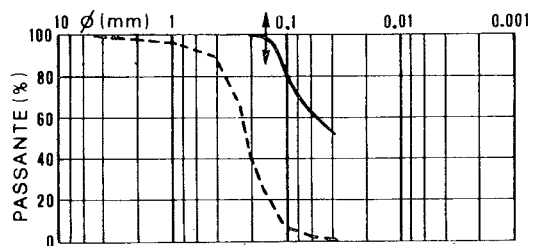
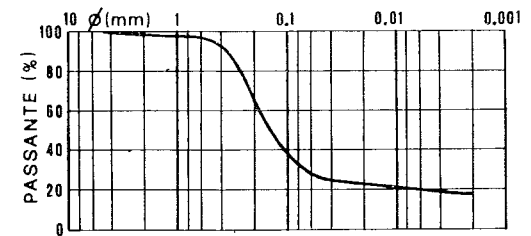
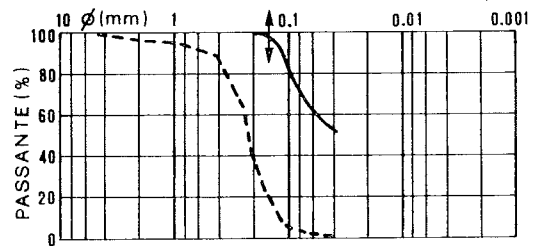


Fig. 3, 4, 5, 6. - Curve granulometriche del passante e del trattenuto per i quattro tipi di geotessili sottoposti a prova di filtrazione idrodinamica. La freccia indica il diametro di filtrazione.

Caratteristiche dei tessuti				Dati di filtrazione idrodinamica				
Campione n.	Natura e tipo filamenti	Massa unitaria (g/m ²)	Spessore a 0,02 bar (mm)	Campione terreno secco (g)	% Trattenuto		% Passante	Diametro di filtrazione = D98 (μm)
					sul tessile	dentro il tessile		
1	poliestere filo continuo agugliato	310	2,81	900	55,0	3,0	42	150
2	poliestere fiocco agugliato	291	2,87	900	68,4	5,8	25,8	70
3	poliestere filo continuo agugliato	290	2,63	900	56,7	2,9	40,4	150
4	polipropilene filo continuo agglomerato	270	0,67	900	92,2	0	7,8	57

Infine, terminati i cicli di prova, per poter giungere alla determinazione del diametro di filtrazione, si deve procedere a:

— smontaggio dei dischi e contemporaneo recupero della frazione di terreno trattenuto;

— essiccamento per dodici ore a 40°C del disco e del terreno, e condizionamento a 20°C e 50% u.r.;

— determinazione del peso del terreno trattenuto e rimosso dal disco mediante scuotimento manuale;

— determinazione del peso del terreno rimasto intrappolato nel geotessile, per differenza con il peso del disco, misurato, a parità di condizionamento, prima della prova;

— recupero della frazione di terreno passato attraverso il geotessile, tramite decantazione e analisi granulometrica, effettuate per via umida, con la serie seguente di setacci ASTM: 4-8-10-16-20-40-60-70-80-120-140-200-230-270-400;

— determinazione, dalla curva granulometrica così ricavata, del diametro di filtrazione, definito come il diametro dei grani corrispondenti al D98 (98% di passante).

5. Risultati ottenuti

Prove preliminari sono state eseguite su 4 tipi di geotessili di diversa fornitura di cui due tipi in poliestere a filo continuo agugliato, un tipo in polipropilene a filo continuo agglomerato, usando per ogni bacinella trecento grammi di terreno secco.

Nella tabella che segue sono riportate le ca-

ratteristiche rilevate sui geotessili e i dati relativi alla prova di filtrazione con le percentuali di terreno trattenuto e passante e la misura del diametro di filtrazione rilevato dalla curva granulometrica. Nella Fig. 2 sono riportate le curve di analisi granulometrica del trattenuto e del passante con l'indicazione del diametro di filtrazione rilevato al D98% delle curve stesse per i 4 tipi di tessuti esaminati.

6. Conclusioni

Questa prova permette di ottenere la caratterizzazione specifica del geotessile dal punto di vista della filtrazione evitando le interferenze dovute all'autofiltrazione del terreno a contatto: l'azione idrodinamica a senso alternato rimischia infatti il terreno a contatto e non permette la formazione di un filtro naturale.

La prova è da ritenere utile al progettista per un orientamento nella scelta del tipo di geotessile quando esso debba esplicare azione di filtro.

La prova inoltre è da ritenere significativa sia per le dimensioni dei provini (circa 700 cm² per ciascun posto di prova) che per la valutazione delle grandezze misurate.

Infine si può ritenere che il metodo di prova descritto sia applicabile a tutti i tipi di tessuti (tessuti e non tessuti) impiegati in campo geotecnico.

BIBLIOGRAFIA

BACCI R. (1980) - *Apparecchiatura per prove di filtrazione idrodinamica di terreno mediante tessuto*. Rapporto Interno ENEL-DSR-CRIS n. 2871, Aprile.

- FAYOUX D. (1977) - *Filtration hydrodynamique des sols par des textiles*. C.R. Coll. Int. Sols Textiles, Paris.
- GIROUD J. P., PERFETTI J. (1977) - *Classification des textiles et mesure de leur propriétés en vue de leur utilisation en géotechnique*. C.R. Coll. Int. Sols Textiles, Paris.
- HOOGENDOORN A. D., VAN DER MEULEN T. (1977) - *Preliminary investigations on clogging of fabrics*. C.R. Coll. Int. Sols Textiles, Paris.
- McKEAND E. (1977) - *The behaviour of non-woven filters in subdrainage applications*. C.R. Coll. Int. Sols Textiles, Paris.
- LOUDIERE D. (1977) - *Utilisation des textiles synthétiques dans les barrages en terre*. C.R. Coll. Int. Sols Textiles, Paris.
- LOUDIERE D. (1979) - *Intervento orale*. XIII Congresso Internazionale Commissione Grandi Dighe - New Delhi - vol. V, Q49-30.

SUMMARY

A method to determine the diameter of filtration of woven and non-woven fabrics

After a brief introduction in which woven and non-woven fabrics and their possible use in soil-mechanics are presented, the report examines the employ of these materials as filters.

In order to check if a certain type of fabric is suitable as a filtre in a specific job, one has to determine a cha-

racteristic value which is related to the filtration and that is known as the « diameter of filtration ».

A laboratory test, similar in principle to a method suggested by the « Centre Technique du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, France », at the moment still at a preliminary stage, and the testing equipment designed at the Hydraulic and Structural Research Centre of ENEL are described.

The test aims at checking the hydrodynamic filtration of a fabric, apart from the self-filtering properties of the soil; a thin soft layer of a standard graded soil is deposited on a circular sample of fabric and is kept in forward and reverse motion by alternative immersion and emersion in still water.

The testing equipment of CRIS consist of a group of three plastic endless cylinders with the fabric samples fixed at the bottom. The cylinders are supported by a movable bar connected, on its turn, to a vertical double effect air piston. Piston speed and stand-by time (both in air and water), can be varied.

The testing procedures and criteria followed to determine the diameter of filtration (by grading analysis of the passing through the filtre) are reported. Lastly the first results are given, as obtained from preliminary tests on four of commercial fabrics.

In conclusion the test can be considered of interest and general validity for each kind of woven and non-woven fabric. As far as it concerns test repeatability and reproduceability, they are to be confirmed by systematic experiences.