

SULLE PROVE DI COSTIPAMENTO IN LABORATORIO UMIDIFICAZIONE E REIMPIEGO DEI CAMPIONI (*)

GIOVANNI SAPIO (**)

SOMMARIO: Nelle prove di costipamento dei terreni in laboratorio assume particolare importanza il grado di uniformità con cui risulta distribuita l'acqua nel terreno. A questo riguardo è stata condotta a termine un'estesa indagine sperimentale su cui si riferisce nella prima parte della nota.

Dalle prove risulta che un certo periodo di riposo, fra la preparazione del campione ed il suo costipamento, ed il lavorare in ambiente umido favoriscono l'uniforme distribuzione del contenuto di acqua in misura più ridotta di quanto comunemente si ritiene. Viceversa è molto efficace a questo fine l'azione stessa di costipamento.

Risulta altresì dalle prove che con la usuale tecnica sperimentale gli scarti nel valore del contenuto di acqua si aggirano intorno a 0,01.

Nella seconda parte della nota si riferisce sulle indagini svolte per stabilire se ed in quale misura si modificano i risultati delle prove di costipamento a seconda che si adoperi sempre lo stesso campione di terreno per il rilievo di tutti i punti delle curve di costipamento ovvero altrettanti campioni distinti. Dalle indagini effettuate sembra conveniente escludere il reimpiego di uno stesso campione.

Oggetto delle indagini

In una precedente nota, apparsa nel secondo fascicolo di questa stessa rivista, facemmo già rilevare come le modalità di preparazione dei campioni per le prove di costipamento non siano senza influenza sui risultati delle prove stesse. In quella occasione prendemmo in considerazione l'essiccamento del materiale, che rappresenta la prima delle operazioni che, nel loro insieme, costituiscono la preparazione del campione. Qui di seguito ci occuperemo invece dell'umidificazione del terreno e della ripetizione dell'operazione di costipamento sullo stesso campione, dopo averne variato il contenuto di acqua.

Umidificazione del materiale

SISTEMI DI UMIDIFICAZIONE

Il sistema generalmente adottato in laboratorio per la umidificazione dei campioni da sottoporre a prova di costipamento è quello di disporre il terreno in un'ampia bacinella e spruzzarvi sopra il desiderato quantitativo di acqua facendo uso di un comune polveriz-

zatore. Durante l'aggiunta di acqua il terreno viene frequentemente rimescolato mentre un più energico e prolungato rimescolamento si effettua una volta terminato l'apporto di acqua.

Il rimescolamento viene di norma eseguito a mano, sebbene negli ultimi anni siano state impiegate a questo scopo, e con buoni risultati, delle comuni mescolatrici meccaniche. Orbene, quando il terreno da umidificare è prevalentemente sabbioso, non è difficile realizzare con il sistema ora descritto un'omogenea distribuzione del contenuto d'acqua.

Quando invece trattasi di terreni limosi, per quanta cura si ponga nell'aggiunta di acqua, difficilmente si riesce ad ottenere una distribuzione uniforme del w (1) sicchè, se si considera l'intero campione suddiviso in tanti piccoli elementi di volume, a ciascuno di questi compererà in generale un contenuto di acqua differente. Ne consegue che, essendo l'effetto del costipamento funzione del w [3], ciascun elemento di volume si comporterà in maniera differente ed il risultato globale del costipamento potrà non essere lo stesso di quello che si sarebbe ottenuto per un materiale omogeneamente umidificato.

Occorre poi tener conto del fatto che il valore del contenuto di acqua del terreno costipato viene determinato come media di tre valori relativi a tre campioni prelevati, subito dopo il costipamento, rispet-

(*) Questo studio rientra nel piano di indagini che il Centro Geotecnico di Napoli va attuando sotto gli auspici e con il finanziamento dell'A.N.I.D.E.L ed ha formato oggetto di comunicazione al Primo Convegno Nazionale di Geotecnica (Napoli, maggio 1953).

(**) Dott. Ing. Giovanni SAPIO del Centro Geotecnico della Fondazione Politecnica del Mezzogiorno d'Italia.

(1) Indichiamo con w il contenuto di acqua e cioè il rapporto fra il peso dell'acqua contenuta in un campione, e che questo perde per assiccamento a 105-110°C, ed il peso dei granelli.

tivamente dalla parte superiore, da quella inferiore, e dal centro del provino. Orbene un tal procedimento può essere accettato solo a condizione che gli scarti fra il w minimo ed il w massimo, realizzati nel campione, siano contenuti entro limiti ragionevolmente ristretti.

Ci siamo perciò proposti di valutare l'entità degli scarti che si verificano nel contenuto di acqua da punto

terreno sabbioso (rispettivamente terreni 2 e 1 di figura 1).

Da ciascun terreno sono stati prelevati due campioni del peso di circa 2500 gr e ad ognuno di essi è stato aggiunto un differente quantitativo di acqua; subito dopo sono stati prelevati da ogni campione dieci provini per la determinazione del contenuto di acqua

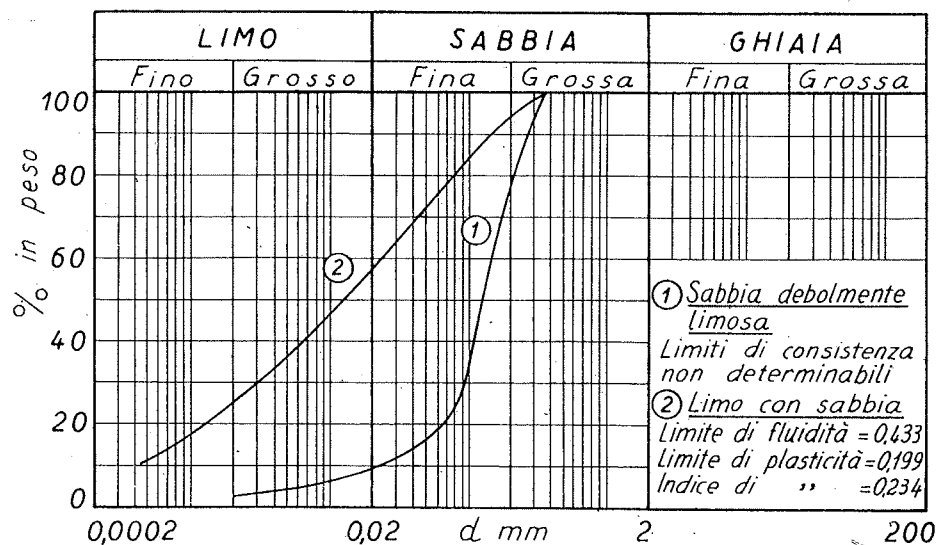


Fig. 1 - Caratteristiche dei terreni impiegati nelle prove di umidificazione.

a punto di un provino, indagando contemporaneamente sull'efficacia di taluni accorgimenti comunemente adottati per favorire l'uniforme distribuzione del contenuto di acqua nel campione.

INFLUENZA SULLA DISTRIBUZIONE DEL w DI UN PERIODO DI RIPOSO PRIMA DI PROCEDERE AL COSTIPAMENTO.

Nella prova di PROCTOR ed in quelle da essa derivate (2) — per le quali viene impiegato sempre il medesimo campione per il rilievo di tutti i punti della curva (γ_s ; w) (3) — il costipamento viene effettuato subito dopo aver aggiunto acqua al terreno. Secondo alcuni autori converrebbe invece lasciare, dopo l'aggiunta di acqua, il campione in riposo per un certo tempo (4). Abbiamo allora voluto chiarire se una tale pratica sia giustificata da un miglioramento nella distribuzione del w nel terreno e contemporaneamente ci siamo proposti di determinare il tempo necessario per ottenere un risultato soddisfacente.

Allo scopo di porre in luce un'eventuale influenza della granulometria del terreno, abbiamo condotto le prove sia su un terreno nettamente limoso sia su un

acqua, abbiamo proceduto nel modo seguente.

Ciascuna seriazione di dieci valori di w è stata innanzitutto ordinata nel senso dei w crescenti. Si è quindi costruito un diagramma — sul tipo di quello riportato in figura 2 — nel quale in corrispondenza di ciascun valore di w figura il numero n dei provini con contenuto di acqua uguale o inferiore a quel valore.

Ricordando la definizione di w — rapporto fra il peso dell'acqua p_a contenuto in un campione ed il peso p_s del materiale secco — se supponiamo uguale e in particolare unitario il peso a secco di ciascun provino, l'ascissa AB del diagramma di figura 2 rappresenterà i grammi di materiale secco contenuto nel totale dei dieci provini mentre l'area $ABCD$ rappresenterà i grammi di acqua.

Ciò posto, abbiamo integrato il diagramma $ABCD$ ottenendo la curva AE della figura 3. Come è noto è questa la « curva di concentrazione o di LORENZ ».

Nel diagramma di figura 3 l'ordinata BE rappresenta il peso di acqua P_a contenuto in totale nei dieci provini, mentre l'andamento della curva AE indica come è distribuito fra i vari campioni il detto contenuto di acqua.

Per un facile confronto fra le diverse prove ed allo scopo di ottenere un indice numerico che stesse a rappresentare il grado di disuniformità del contenuto di acqua, abbiamo riportato (vedi figura 4) le curve di concentrazione nella scala $AB = 1$ e $BE = 1$.

Ciascuna curva di concentrazione sarà allora tutta contenuta in un quadrato di lato uguale a uno, con le estremità poggiate su due vertici opposti del quadrato stesso (vedi fig. 4), e, dato che la curva $w = f(n)$ della figura 2. è per costruzione sempre crescente, si

(2) vedi: Appendice alla nota [3].

(3) Indichiamo con γ_s il peso secco dell'unità di volume e cioè il rapporto fra il peso del campione, essiccato a 105-110°C, ed il volume totale (vuoti + pieni) che esso occupava inizialmente.

(4) E' evidente che in tal caso conviene costipare tanti campioni distinti per quanti punti della curva si vogliono ottenere. In caso contrario occorrerebbe un tempo eccessivamente lungo per eseguire una prova completa.

presenterà tutta al disotto della diagonale del quadrato volgendo la sua convessità all'asse delle ascisse.

La diagonale del quadrato, che in statistica viene denominata «retta di equidistribuzione», rappresenta la configurazione limite della curva di concentrazione nell'ipotesi che il contenuto di acqua fosse egualmente ripartito fra tutti i provini. Se invece tutto il peso di acqua P_a fosse concentrato in un solo pro-

si presentano piuttosto irregolari (5), ma dal loro insieme, pur non potendosi trarre delle deduzioni rigorose, appare che il fattore di disuniformità D decresce fino ad un certo valore del tempo t di circa 24 ore e rimane poi costante, o addirittura tende lievemente a salire, per valori del tempo t più elevati.

In conclusione quindi riteniamo che, ai fini di una più uniforme distribuzione del w , sia conveniente dopo

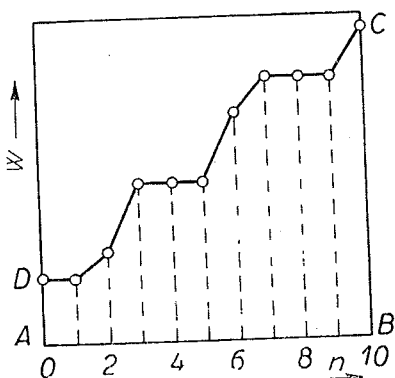


Fig. 2

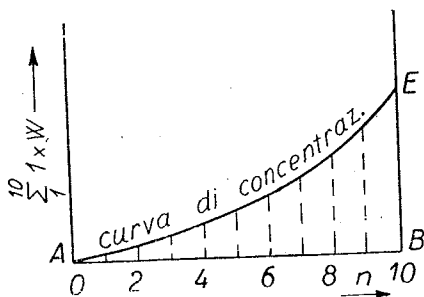


Fig. 3

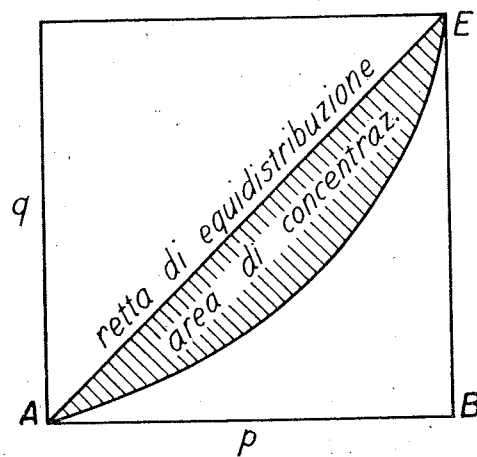


Fig. 4

vino, tutte le ordinate della curva sarebbero nulle, ad eccezione dell'ultima che risulterebbe uguale ad 1, per modo che la curva di concentrazione verrebbe a coincidere con i due lati del quadrato AB e BE .

All'area racchiusa fra la retta di equidistribuzione e la curva AE si dà il nome di area di concentrazione e, per quanto si è detto, il suo valore può essere compreso fra 0 e $\frac{1}{2}$.

Ciò posto, come indice di variabilità della distribuzione del contenuto di acqua abbiamo assunto il rapporto fra l'area di concentrazione ed il valore massimo ($\frac{1}{2}$) che essa può assumere e lo abbiamo indicato con D . Quanto maggiore è D tanto più concentrata in pochi punti risulterà l'acqua presente nel campione e cioè tanto meno uniforme è la distribuzione del w . Pertanto a D abbiamo dato il nome di «fattore di disuniforme distribuzione del w » ed, ai fini del nostro studio, ne abbiamo considerata la variabilità nel tempo.

Per ciascuna serie di determinazioni di w — quella subito dopo l'aggiunta di acqua, quella dopo 24 ore e così via — è stato calcolato il corrispondente valore di D ed i risultati sono riportati in figura 5.

Analogamente si è proceduto per le prove con venti determinazioni del contenuto di acqua ed i risultati sono anch'essi riportati in figura 5 dove compaiono pertanto in totale otto spezzate $D = f(t)$, delle quali quattro sono relative al limo con sabbia e quattro alla sabbia limosa. Tali spezzate considerate singolarmente

l'aggiunta di acqua lasciare per qualche tempo in riposo il terreno e che tale periodo di riposo possa essere stabilito in 24 ore.

INFLUENZA DELL'OPERAZIONE DI COSTIPAMENTO SULLA DISTRIBUZIONE DEL w

In tutte le prove ora ora descritte, al termine delle 96 ore di riposo, si è proceduto al costipamento del terreno con il metodo e l'apparecchiatura di PROCTOR (2), dopodichè è stato nuovamente determinato il w del

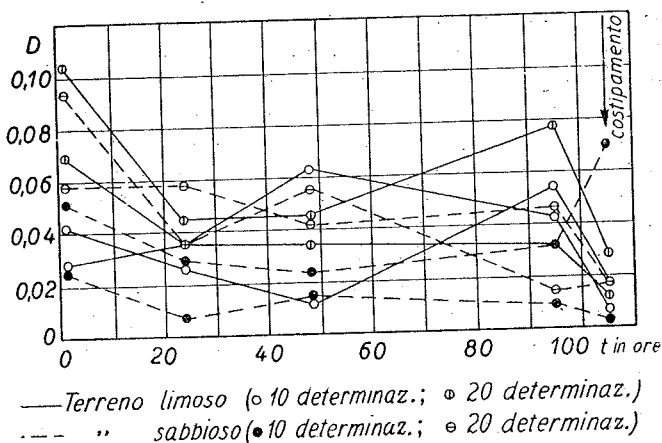


Fig. 5 - Variazione del fattore D di disuniforme distribuzione del w in funzione del tempo t di riposo e successivo costipamento.

(5) L'irregolarità della funzione $D = f(t)$ si sarebbe forse attenuata con un numero di prelievi molto maggiore. D'altro canto però, non è consigliabile aumentare di troppo il numero dei prelievi, con le relative asportazioni di materiale, per non modificare eccessivamente le condizioni della parte di campione che rimane per le determinazioni di w a tempi successivi.

campione su una serie di dieci o di venti provini. I valori di D ottenuti in questo caso sono riportati nella stessa figura 5. Come si vede, il costipamento del materiale ha in generale un'efficacia maggiore del parametro

tempo su una buona distribuzione del contenuto di acqua e ciò è particolarmente valido per i materiali limosi.

Sorge quindi l'opportunità di studiare l'effetto congiunto della durata di riposo t e dell'operazione di costipamento.

A tal fine è stata portata a termine una numerosa serie di prove di costipamento per alcune delle quali si è proceduto al costipamento subito dopo aver aggiunto acqua al terreno, mentre per altre si è lasciato trascorrere un periodo di 24 ore fra l'aggiunta di acqua e l'operazione di costipamento.

In base a quanto detto poc'anzi le prove sono state limitate al solo terreno limoso mentre la scelta di 24

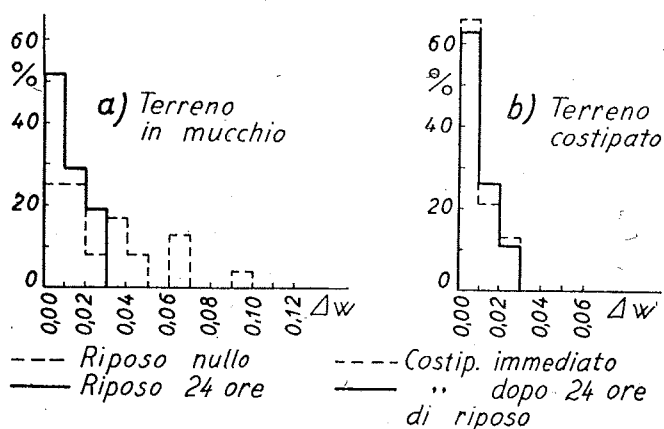


Fig. 6 - Influenza di un periodo di riposo sugli scarti del contenuto di acqua w .

ore come periodo di riposo è stata fatta in base alle conclusioni delle prove precedentemente descritte dalle quali, come si ricorderà, un tale periodo appariva come l'optimum ai fini dell'omogeneizzazione del campione.

In tutte le prove, tre provini per la determinazione del w sono stati prelevati dal mucchio di terreno immediatamente prima di procedere al costipamento, ed altri tre sono stati ricavati dal campione costipato, prelevandoli rispettivamente dalla parte superiore, dalla inferiore e da quella centrale del campione stesso.

Ogni volta è stato quindi calcolato lo scarto Δw fra il minimo ed il massimo dei tre determinati valori di w .

I risultati sono presentati in figura 6 sotto forma di istogrammi di frequenza avendo riportato sulle ascisse i valori degli scarti Δw e, parallelamente alle ordinate, le frequenze percentuali.

Come si rileva dall'istogramma di figura 6a), subito dopo l'aggiunta di acqua sono stati riscontrati scarti del valore di w fino a 0,10, mentre tali scarti hanno raggiunto un massimo di 0,03 nel terreno lasciato in riposo per 24 ore. Nel primo caso inoltre gli scarti sono caduti con densità non molto disuniforme in tutto il campo da 0 a 0,10, mentre dopo che il terreno era stato lasciato in riposo per 24 ore non solo il valor massimo degli scarti si è ridotto circa alla quarta parte, ma in oltre il 50% delle determinazioni lo scarto nel valore di w è risultato contenuto fra 0 e 0,01.

Risulta quindi confermato che nel terreno in mucchio un riposo di 24 ore determina una distribuzione del contenuto di acqua sensibilmente più uniforme.

Dall'istogramma di fig. 6b) appare invece chiaramente come, dopo il costipamento, non vi sia differenza apprezzabile fra gli scarti Δw riscontrati su campioni costipati subito dopo l'aggiunta di acqua e quelli rilevati su campioni in cui si era atteso 24 ore prima di procedere al costipamento. Il valore massimo dello scarto è risultato infatti in ambedue i casi di 0,03 ed inoltre la distribuzione percentuale delle frequenze può dirsi praticamente coincidente.

INFLUENZA DELL'UMIDITÀ DELL'AMBIENTE SULLA DISTRIBUZIONE DEL w

Molti sperimentatori consigliano di eseguire le prove di costipamento in ambiente umido, denominazione che in genere si dà ad un ambiente che presenti un'umidità relativa fra l'80 ed il 100% (6).

Per indagare se una tale pratica favorisca realmente una più uniforme distribuzione del w nell'umidificazione di un campione di terreno, abbiamo eseguito una doppia serie di prove mantenendo l'ambiente ad una umidità relativa di circa il 90% (ambiente umido) per la prima serie di prove e ad un'umidità relativa intorno al 50% (ambiente normale) per la seconda serie di determinazioni.

Per tutte le prove è stato prescelto il medesimo limo sabbioso già impiegato per le prove descritte nelle pagine precedenti (7).

Con la solita tecnica sono stati preparati tanti campioni, ciascuno con differente contenuto di acqua, e subito dopo per ognuno di essi è stato determinato il contenuto di acqua in tre distinti punti del campione stesso. Ciascun campione è stato quindi costipato e dopo il costipamento è stata ripetuta la determinazione del w su tre provini prelevati rispettivamente dalla parte inferiore, da quella superiore e dal centro del campione costipato.

Sia per le determinazioni eseguite sul terreno sciolto sia per quelle effettuate dopo il costipamento, è stato

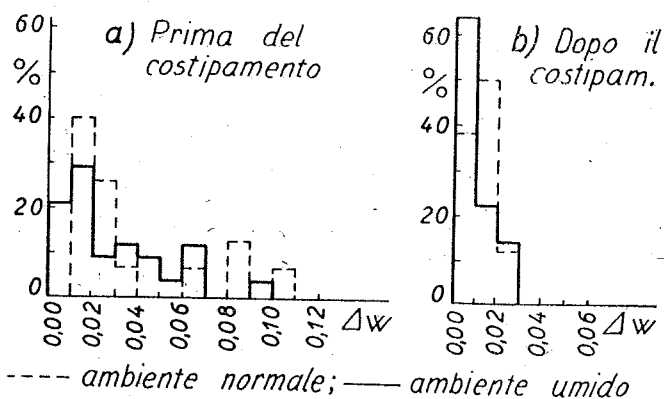


Fig. 7 - Influenza dell'umidità dell'ambiente sugli scarti del contenuto di acqua w .

quindi calcolato lo scarto Δw fra il minimo ed il massimo dei tre determinati valori di w .

I risultati delle numerose prove, circa centocinquanta, sono presentati anche qui sotto forma di istogrammi di frequenza (vedi fig. 7).

(6) A rigore l'ambiente dovrebbe essere mantenuto in equilibrio termo-igrometrico con il campione.

(7) Per le caratteristiche del limo sabbioso vedi fig. 1.

Come si rileva, sia prima che dopo il costipamento, gli istogrammi relativi alle prove eseguite in ambiente «umido» sono leggermente spostati verso sinistra rispetto ai corrispondenti diagrammi delle prove in ambiente «normale». Ne risulta quindi che la probabilità di avere scarti Δw ridotti è maggiore nel primo caso e di conseguenza dobbiamo ritenere che un certo vantaggio, benchè non rilevante, si raggiunga lavorando in ambiente umido.

Dagli istogrammi di figura 7 risulta inoltre confermato il notevole effetto omogeneizzante dell'operazione stessa di costipamento, già più volte rilevato per

nico di Napoli, nel seguito indicheremo come « sistema B » un tale metodo di prova mentre riserveremo la denominazione di « sistema A » al metodo suggerito dal Proctor di impiego ripetuto dello stesso materiale.

Le prime prove comparative adottando i due sistemi « A » e « B » vennero da noi effettuate in occasione dello studio dei terreni della diga di Abate Alonia sul Rendina, studio condotto a termine nel marzo del 1951. Un accenno alla questione l'abbiamo poi ritrovato in un manuale del LAMBE [2], pubblicato successivamente, dove l'Autore rileva che con il sistema da noi indicato come « A » si ottengono valori di $\gamma_{s,opt}$ fino ad 8

lb/cu.ft. (circa 0,13 gr/cm³) più elevati di quelli ottenuti con il sistema « B » e consiglia, in conclusione, l'adozione di quest'ultimo sistema.

Con le prove che ora descriveremo ci siamo allora proposti di precisare le eventuali differenze fra una prova di costipamento eseguita con il sistema « A » ed una prova eseguita con il sistema « B », al variare della composizione granulometrica del terreno. In figura 8 sono riportate le curve granulometriche dei terreni impiegati per tali prove di confronto. Come si vede, i terreni presi in esame coprono quasi tutto il campo dei materiali che possono presentarsi in pratica e cioè da una ghiaia fina sabbiosa (curva 12 di fig. 8) ad un limo sabbioso (curva 1 di fig. 8).

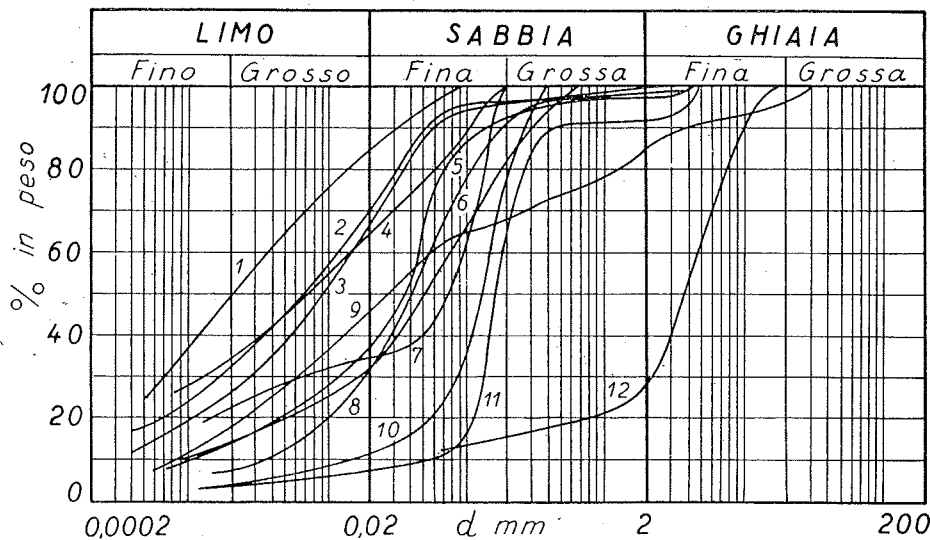


Fig. 8 - Caratteristiche dei terreni impiegati per le prove di confronto fra i sistemi « A » e « B ».

l'innanzi. Lo scarto Δw che raggiungeva un massimo di 0,10 ÷ 0,11 nel terreno sciolto, risulta infatti ridotto nel campione costipato a circa la quarta parte e precisamente non supera il valore di 0,03, sia operando in ambiente umido che lavorando in ambiente normale.

Reimpiego di materiale già sottoposto a prova

Come è noto [3], nella prova di costipamento secondo il sistema originario di Proctor si opera sempre sullo stesso campione il quale, una volta costipato per il rilievo di un punto della curva ($\gamma_s; w$), viene portato ad un maggiore contenuto di acqua e sottoposto ad un nuovo costipamento. In altre parole, lo stesso materiale subisce successivamente ripetute operazioni di costipamento ed in particolare quindi il provino che fornisce il punto di massimo della curva ($\gamma_s; w$) ha in precedenza subito tante operazioni per quanti punti del ramo di sinistra della curva sono stati rilevati.

Differentemente si opera invece in cantiere dove il terreno da porre in opera viene direttamente costipato con il contenuto di acqua prestabilito.

Una prova di laboratorio più rispondente al procedimento di cantiere dovrebbe pertanto utilizzare sempre nuovo materiale per ciascun punto della curva di costipamento. Per comodità di esposizione, e conformemente alla simbologia adottata dal Centro Geotec-

L'indagine è consistita nell'eseguire parallelamente su ciascun terreno una prova di costipamento con il sistema « A » ed una prova con il sistema « B ».

Per i terreni 1, 3 e 5 le prove sono state anche ripetute con energia doppia della normale.

Per tutti i materiali presi in esame, ad eccezione del terreno 12, le curve ($\gamma_s; w$) rilevate con il sistema « A » sono risultate più in alto di quelle ricavate con il sistema « B ».

Allo scopo di precisare il confronto, ci siamo riferiti alle condizioni di optimum (vedi tabella I e fig. 9). Nel diagramma di figura 9 abbiamo riportato sulle ascisse le differenze Δw_{opt} fra il valore del w_{opt} ottenuto nelle prove con il sistema « A » ed il valore riscontrato nelle prove eseguite con il sistema « B », mentre in ordinate sono riportate le corrispondenti differenze nei valori del $\gamma_{s,opt}$.

Come si vede, passando dal sistema « A » al sistema « B » il $\gamma_{s,opt}$ diminuisce; fa eccezione il solo terreno 12. Quanto al w_{opt} sappiamo che in linea generale ad un aumento del $\gamma_{s,opt}$ corrisponde una diminuzione del w_{opt} ed infatti nella figura 9 il maggior numero di punti è compreso nel quadrante superiore sinistro.

Una spiegazione abbastanza ovvia del fenomeno può a nostro parere ricercarsi nella possibilità che, sotto l'azione del costipamento, le particelle più piccole del

terreno hanno di aderire fortemente l'una contro l'altra. Di conseguenza nell'operazione di sminuzzamento di un campione già costipato non si riesce a riportare tutte le particelle nello stato di suddivisione in cui erano prima del costipamento. Alcune di esse rimar-

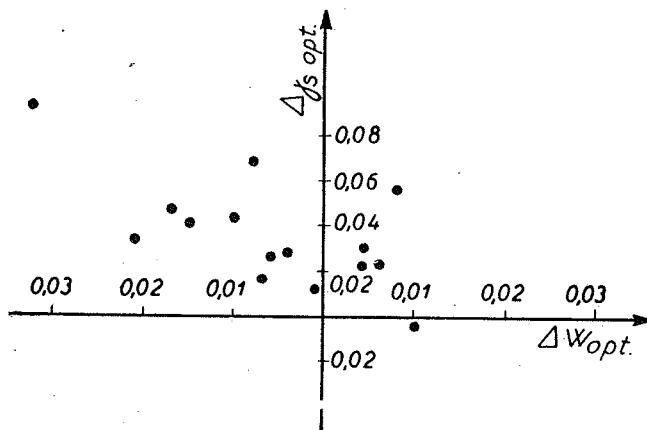


Fig. 9 - Valori di w_{opt} e $\gamma_{s, opt}$ passando dal costipamento con il sistema «A» a quello con il sistema «B».

$$\Delta \gamma_{s, opt} = \gamma_{s, opt} \text{ «A»} - \gamma_{s, opt} \text{ «B» in gr/em}^3$$

$$\Delta w_{opt} = w_{opt} \text{ «A»} - w_{opt} \text{ «B»}$$

ranno strettamente legate fra loro e, operando con il sistema «A», prenderanno parte, per così dire, alla nuova operazione di costipamento risentendo ancora dell'effetto del costipamento precedente.

In conclusione quindi è come se la curva ($\gamma_s; w$) fosse rilevata costipando il terreno con energia maggiore e di conseguenza il $\gamma_{s, opt}$ aumenta ed il w_{opt} diminuisce. Come è evidente, il fenomeno è notevolmente attenuato nei terreni a grana grossa, dove la capacità di adesione fra una particella e l'altra è molto più scarsa. In tali terreni può anzi accadere il contrario a causa della rottura sotto i colpi del maglietto di parte dei granelli più grandi; la curva granulometrica del materiale si sposta così verso il campo del fine, il che in linea generale provoca, come è noto, una diminuzione del γ_s . E' in tal modo che può essere spiegato il comportamento del terreno 12.

Conclusioni

Dai risultati delle indagini descritte nei paragrafi precedenti ci sembra lecito concludere quanto appresso:

a) la determinazione del contenuto di acqua deve essere eseguita prelevando i relativi provini dal campione costipato. In tal caso infatti l'errore che si può commettere nella valutazione del w risulta ridotto a circa la quarta parte di quello probabile per determinazioni eseguite prima del costipamento;

b) riferendosi, per quanto detto in a), alle determinazioni eseguite sul terreno già costipato, occorre tener conto, nell'interpretare i risultati delle prove, che una distribuzione perfettamente uniforme del contenuto di acqua è impossibile a realizzarsi e che, comunque si

TABELLA I

Terreno	Composizione granulometrica	Sistema A		Sistema B		$\Delta \gamma_{s, opt}$ gr/em ³	Δw_{opt}
		$\gamma_{s, opt}$ gr/em ³	w_{opt}	$\gamma_{s, opt}$ gr/em ³	w_{opt}		
1	Limo sabbioso	1,607	0,221	1,560	0,238	+ 0,047	— 0,017
1	Limo sabbioso (*)	1,683	0,196	1,661	0,192	+ 0,022	+ 0,004
2	Limo con sabbia	1,764	0,176	1,738	0,170	+ 0,026	— 0,006
3	Limo con sabbia	1,708	0,193	1,680	0,197	+ 0,028	— 0,004
4	Limo con sabbia fina	1,700	0,186	1,657	0,196	+ 0,043	— 0,010
4	Limo con sabbia fina (*)	1,742	0,168	1,730	0,169	+ 0,012	— 0,001
5	Sabbia con limo	1,796	0,148	1,780	0,155	+ 0,016	— 0,007
6	Sabbia con limo	1,775	0,169	1,745	0,165	+ 0,030	+ 0,004
7	Sabbia fina con limo	1,830	0,145	1,789	0,160	+ 0,041	— 0,015
7	Sabbia fina con limo (*)	1,893	0,134	1,836	0,142	+ 0,057	+ 0,008
8	Sabbia con limo	1,921	0,114	1,827	0,146	+ 0,094	— 0,032
9	Sabbia con limo ghiaiosa	1,700	0,195	1,666	0,216	+ 0,034	— 0,021
10	Sabbia debolmente limosa	1,863	0,133	1,840	0,127	+ 0,023	+ 0,006
11	Sabbia debolmente limosa	1,758	0,123	1,689	0,131	+ 0,069	— 0,008
12	Ghiaia fina sabbiosa	1,922	0,138	1,926	0,128	— 0,004	+ 0,010

(*) prove eseguite con energia doppia, della normale.

operi, almeno in terreni come quelli da noi esaminati, si possono avere scarti fra il w minimo e quello massimo fino a 0,03, sebbene sia molto più probabile che gli scarti stessi cadano nel campo fra 0 e 0,01.

L'interesse di questa constatazione risulta più evidente se ci si riferisce al controllo del w che si impone in cantiere durante la posa in opera del terreno. Sarebbe infatti impossibile pretendere in cantiere uno scarto inferiore a quello che si ottiene in laboratorio;

c) il lavorare in ambiente umido porta a qualche miglioramento nella distribuzione del w , ma il vantaggio risulta meno sensibile di quanto in generale si ritiene;

d) un certo periodo di riposo — sono sufficienti 24 ore — è senza dubbio utile ai fini di una buona distribuzione del w . Se però il terreno è destinato a prove di costipamento — come è il caso particolare del quale ci occupiamo — è piuttosto l'azione stessa di costipamento a favorire un'uniforme distribuzione del contenuto di acqua. Riteniamo quindi che in questo caso il riposo non sia strettamente necessario.

Per quanto invece si riferisce all'impiego o meno di uno stesso campione per il rilievo di tutti i punti della curva di costipamento, sebbene le differenze che si riscontrano passando da un sistema all'altro non siano

notevoli, riteniamo, d'accordo con il LAMBE che sia consigliabile adottare nelle prove il sistema da noi indicato come «B» e cioè adoperare sempre nuovo materiale per il rilievo di ciascun punto della curva (γ_s ; w).

Una tale pratica non solo è più aderente al metodo di costipamento di cantiere, ma presenta anche il vantaggio di evitare una progressiva variazione della composizione granulometrica del terreno in conseguenza della frantumazione delle particelle più grosse, frantumazione che in materiali fragili potrebbe condurre ad una granulometria finale molto differente da quella di partenza.

Bibliografia

- [1] DE MEO G.: *Sunto delle Lezioni di Statistica Metodologica* - Treves, Napoli, 1950.
- [2] LAMBE T. W.: *Soil Testing for Engineers* - John Wiley and Sons, New York, 1951.
- [3] SAPIO G.: *Sulle Prove di Costipamento in Laboratorio - Essiccamento dei Campioni*, *Geotecnica*, 1954, fasc. 2.

SOMMAIRE: Dans l'essai de compactage en laboratoire l'homogénéité de la distribution de l'eau a une grande importance. Sur le sujet on a effectué une étude expérimentale et les résultats obtenus sont donnés dans la première partie du mémoire.

Les essais prouvent qu'une période de repos, entre la préparation de l'échantillon et le compactage, de même que le travail exécuté en ambiance humide favorisent l'uniforme distribution de l'eau, moins pourtant de ce que l'on croit. A cet effet au contraire l'action même du compactage est très efficace.

Il résulte encore que avec la technique expérimentale courante les écarts dans les valeurs de la teneur en eau sont à près de 0,01.

Dans la deuxième partie de l'article on décrit les essais effectués pour évaluer l'influence de l'utilisation du même échantillon de sol pour la détermination de plusieurs points de la courbe de compactage. Les résultats démontrent qu'il convient d'exclure l'usage du même échantillon.

SUMMARY: In laboratory compaction tests the homogeneity in water distribution is of great importance. On this matter an experimental investigation has been carried out and the results are discussed in the first part of the paper. As a conclusion, the practice of allowing the water to soak in before compaction and running the tests in a humid room contributes to the uniform distribution of the water content but less than it is commonly believed. Viceversa what is very efficient for that purpose is the molding action. Furthermore the scattering in water content determinations has been found to be about 0,01 if the usual experimental technique is adopted.

The second part of the paper deals with the problem of reusing the same soil throughout the compaction test. Results show that it is advisable to use fresh specimens.

Quota d'abbonamento annuo L. 2.000 - Estero L. 3.400 - Quota ridotta per
i Soci dell'AGI, dell'ANIAI e della Società Geologica Italiana L. 1.500

Indirizzare le quote alla Casa Editrice della Rivista

ISTITUTO PROPAGANDA INTERNAZIONALE - VIA TADINO, 62 - MILANO

oppure versare sul c/c postale 3/9380 I.P.I. - Milano