

Distorsioni prodotte nel terreno da punte di diversa forma *

S. MARCHETTI, C. PANONE **

SOMMARIO: Nella presente nota vengono descritti i primi risultati di una sperimentazione di laboratorio sulle distorsioni prodotte nel terreno dalla penetrazione di punte di diversa forma. Dopo una breve descrizione dell'attrezzatura impiegata, vengono commentate le figure di distorsione ottenute e tratte alcune conclusioni preliminari.

1. Introduzione

Negli anni recenti gli studi e ricerche sui metodi di determinazione di parametri geotecnici in sito si sono moltiplicati sotto la spinta di numerosi fattori, tra i quali:

a) accresciuta consapevolezza della natura disturbata di molti dei campioni provati in laboratorio;

b) preoccupazione per i costi crescenti per ottenere un profilo continuo dei parametri di progetto;

c) necessità di misurare in sito alcuni parametri non facilmente determinabili in laboratorio, come il coefficiente di spinta orizzontale in sito K_0 ;

d) evitare una lunga catena di operazioni (campionamento, decompressione, trasporto, attesa in magazzino, estrusione, fustellazione ecc.) ciascuna delle quali può causare importanti alterazioni del terreno, di entità in generale sconosciuta al progettista;

e) esigenza di ottenere misure ripetibili e relativamente indipendenti dall'operatore;

f) possibilità di ridurre i tempi di acquisizione dei parametri di progetto.

Una diffusa categoria di prove in sito è quella delle prove di penetrazione quasi-statica. In tali prove vengono spinte nel terreno, mediante un martinetto idraulico, punte di misura, rilevando alle diverse profondità vari tipi di risposta (pressioni o deformazioni del terreno, pressioni dell'acqua ecc.). Queste prove sono in generale rapide e semplici.

Una caratteristica connaturata in questa ca-

tegoria di prove è che la penetrazione delle punte di misura causa distorsioni nel terreno e un'alterazione dello stato tensionale preesistente. Perciò i parametri del terreno originario possono essere dedotti dalle risposte misurate solo in maniera indiretta, mediante correlazioni stabilite per via sperimentale o teorica.

Mentre è impossibile concepire punte di misura la cui penetrazione nel terreno non ne alteri lo stato iniziale, appare di interesse studiare punte la cui forma renda minime tali alterazioni. Infatti quanto minori sono dette alterazioni, tanto più definite le correlazioni tra le grandezze misurate e i parametri del terreno originario.

La presente nota, di carattere preliminare, riferisce i primi risultati di una sperimentazione di laboratorio tendente ad ottenere indicazioni sui differenti sistemi di distorsioni dovute alla penetrazione nel terreno di punte di forma conica e di punte di forma piana. Nella nota vengono descritti i dettagli delle prove eseguite, vengono commentate le figure di distorsione ottenute, vengono effettuate alcune deduzioni.

2. Descrizione delle prove

2.1. Attrezzatura

Le prove sono state eseguite facendo uso della seguente attrezzatura:

a) contenitore parallelepipedo in legno delle dimensioni di cm 30 x 21 x 25 (figg. 1 e 2);

b) lastra di vetro da inserire nell'apposita guida del contenitore (fig. 2);

c) punte in lega di alluminio (figg. 2 e 3);

d) dispositivo di spinta delle punte, ottenuto modificando il supporto di un trapano (figg. 2 e 4);

* Progetto Finalizzato « Conservazione del Suolo » - Sottoprogetto « Fenomeni Franosi ».

** Dr. Ing. Silvano MARCHETTI, Incaricato di *Geotecnica*, Facoltà di Ingegneria, Università dell'Aquila.

Dr. Ing. Claudio PANONE, Esercitatore, Facoltà di Ingegneria, Università dell'Aquila.

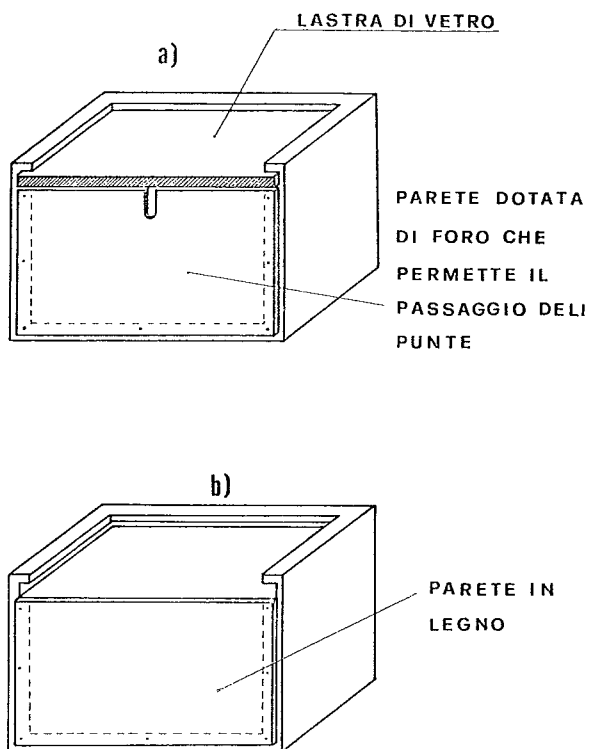


Fig. 1. - a) Contenitore predisposto per penetrazione orizzontale; b) Contenitore predisposto per penetrazione verticale.

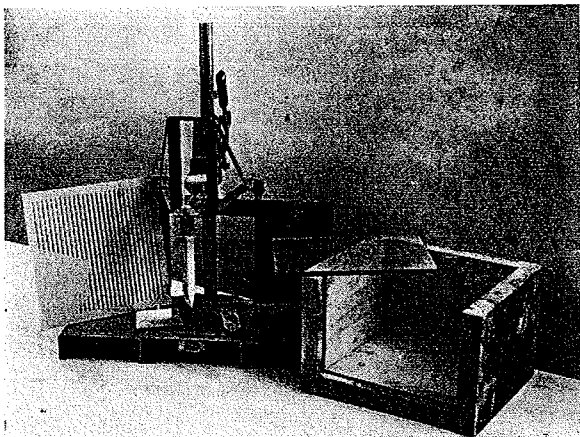


Fig. 2. - Vista complessiva dell'attrezzatura.

e) lastra di alluminio con fenditure parallele (figg. 4 e 5);

f) attrezzatura varia di laboratorio.

Per eseguire le prove è stata usata sabbia asciutta dalle seguenti caratteristiche:

- 1) peso di volume $\gamma = 1.47 \text{ g/cm}^3$;
- 2) peso di volume dei grani $\gamma_s = 2.80 \text{ g/cm}^3$;
- 3) granulometria tale che tutta la sabbia è passante al setaccio ASTM N. 10 (2 mm) ed è trattenuta al setaccio ASTM N. 20 (0.84 mm).

Dalle caratteristiche 1 e 2 risulta la porosità $n = 0.48$ e l'indice dei vuoti $e = 0.92$.

2.2. Modalità di esecuzione

Dopo aver versato la sabbia nel contenitore è stata rasata la superficie ottenendo il piano necessario per il successivo tracciamento del reticolo formato da linee tra loro ortogonali.

Il reticolo è stato tracciato poggiando sulla sabbia, successivamente nelle due direzioni, la lastra di alluminio con fenditure, lasciando cadere polvere colorata da un setaccio.

Sono stati provati diversi metodi di tracciamento del reticolo (mediante vernice, pennarelli ecc.). Il metodo descritto è risultato il più rapido e nello stesso tempo il più accurato. Un esempio di reticolo indeformato è mostrato nella fig. 6.

2.3. Prove con penetrazione orizzontale

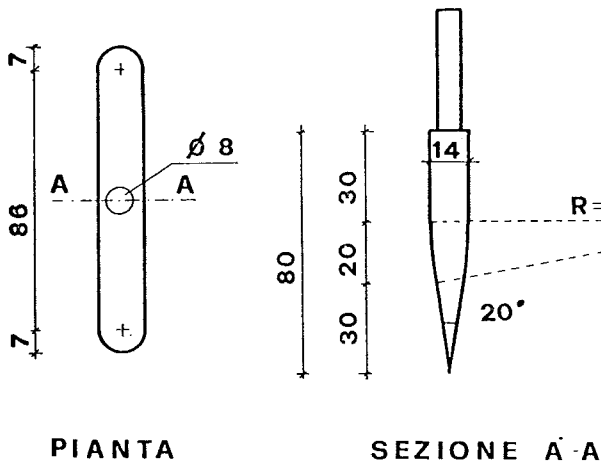
Per questo tipo di prove sono state usate le « semipunte » N. 2 e N. 3 (fig. 3a). Il contenitore è stato predisposto secondo lo schema di fig. 1a e quindi riempito di sabbia. Una volta tracciato il reticolo, è stata inserita la lastra di vetro nell'apposita guida del contenitore. La posizione della guida è tale che la lastra di vetro, durante l'inserimento, rimane a contatto con la superficie della sabbia. Per evitare, durante questa operazione, trascinamento della polvere costituente il reticolo da parte della lastra di vetro, sono stati praticati dei sottili solchi sulla superficie della sabbia prima della deposizione della polvere, mediante una spatola tagliente inserita nelle fenditure della lastra.

Mediante il dispositivo di spinta, disposto con asse orizzontale, si è proceduto alla penetrazione. Per il passaggio attraverso la parete verticale del contenitore sono state utilizzate pareti dotate di fori aventi la stessa forma e dimensione delle punte. Durante la penetrazione la parte superiore delle « semipunte » (cioè il loro piano di simmetria) rimane a contatto con la lastra di vetro. I reticoli deformati sono mostrati nella fig. 7.

2.4. Prove con penetrazione verticale

Per questo tipo di prova è stata usata la punta N. 1. Il contenitore è stato predisposto

PUNTA N. 1



PUNTA N. 2

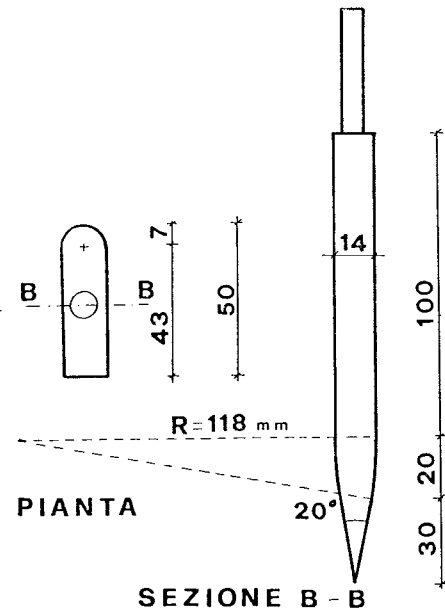
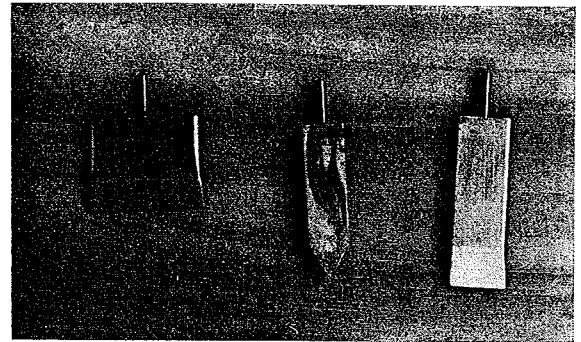
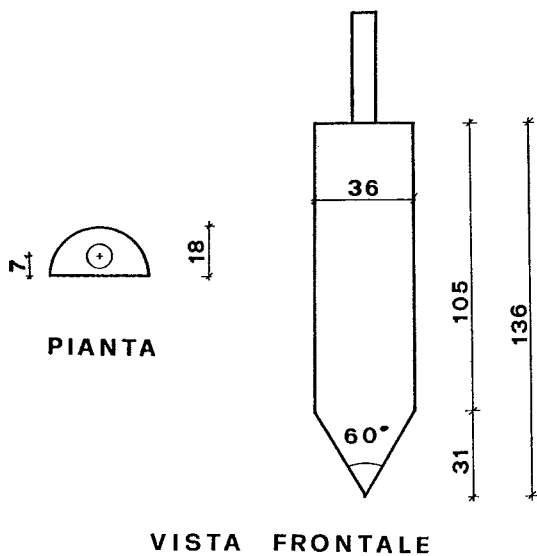


Fig. 3. - Punte impiegate; a) Caratteristiche geometriche; b) Immagine fotografica.

PUNTA N. 3



2.5. Commento dei risultati

Le considerazioni di carattere immediato e qualitativo che si possono trarre dall'esame delle figg. 7 e 8 sono le seguenti:

a) le distorsioni angolari degli elementi di terreno interessati dalla penetrazione sono notevolmente maggiori nel caso della punta conica (fig. 7);

b) le discontinuità delle linee del reticolo sono considerevolmente più marcate nel caso della punta conica (fig. 7);

c) la fig. 8 mostra che le linee del reticolo inizialmente parallele al lato lungo della punta piana presentano discontinuità concentrate in prossimità dei bordi della punta stessa. Le figure quadrate antistanti la parte centrale del

secondo lo schema di fig. 1b e quindi riempito di sabbia. Non si è fatto uso della lastra di vetro e quindi la superficie del terreno è rimasta libera da ogni vincolo. Una volta costruito il reticolo si è passati direttamente alla penetrazione disponendo il dispositivo di spinta con asse verticale. Il reticolo deformato è mostrato nella fig. 8.

lato lungo hanno traslato ma hanno sostanzialmente mantenuto la forma quadrata.

Una interpretazione più approfondita delle figure di distorsione, non affrontata nella presente nota di carattere preliminare richiede:

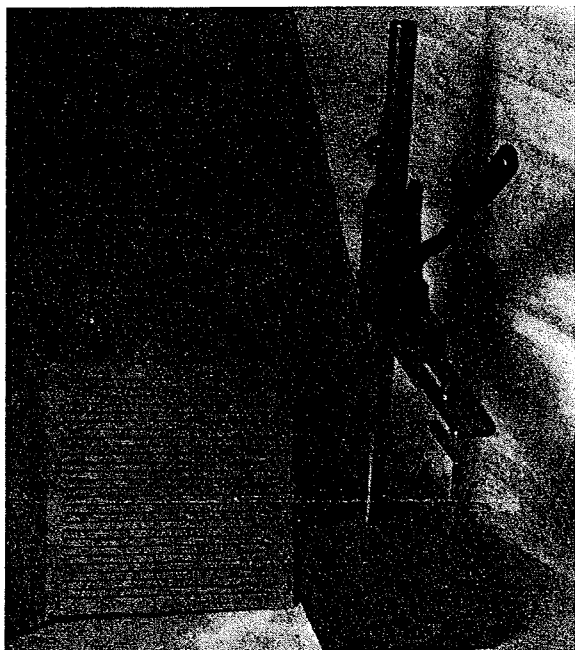


Fig. 4. - Dispositivo di penetrazione e lastra con fenditure.

a) sistema di rilievo delle traiettorie descritte dai punti del terreno in funzione dell'avanzamento delle punte;

b) confronto tra le figure di distorsione ottenute e quelle previste dalla teoria;

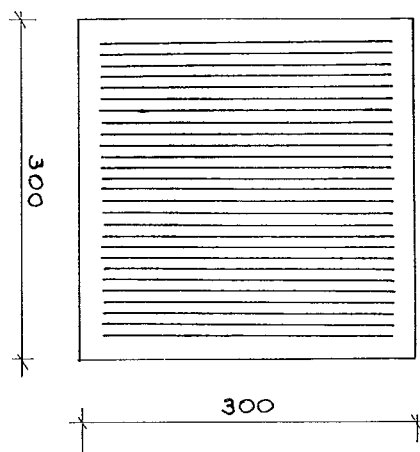


Fig. 5. - Lastra di alluminio con fenditure larghe 1.5 mm poste ad interasse di 10 mm.

c) studio dell'influenza delle condizioni al contorno del provino sulle figure di distorsione.

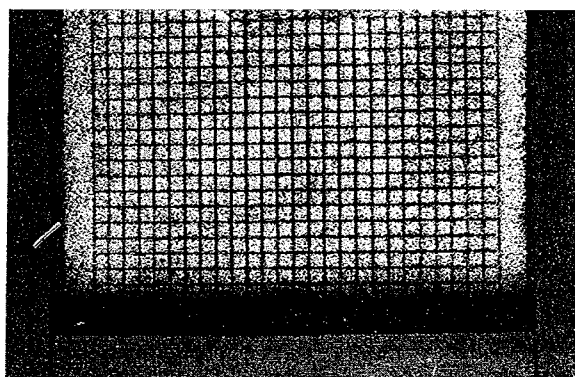


Fig. 6. - Reticolo indeformato.

3. Considerazioni conclusive

Una conclusione che agli autori pare di poter trarre, malgrado il carattere elementare delle sperimentazioni e le differenze di condizioni al contorno, è la generale superiorità della forma piana delle punte penetrometriche rispetto alla forma assialsimmetrica, ai fini della determinazione delle proprietà del terreno nel suo stato originario.

Ciò, sia nel caso di prove intese alla determinazione di parametri di carattere meccanico,

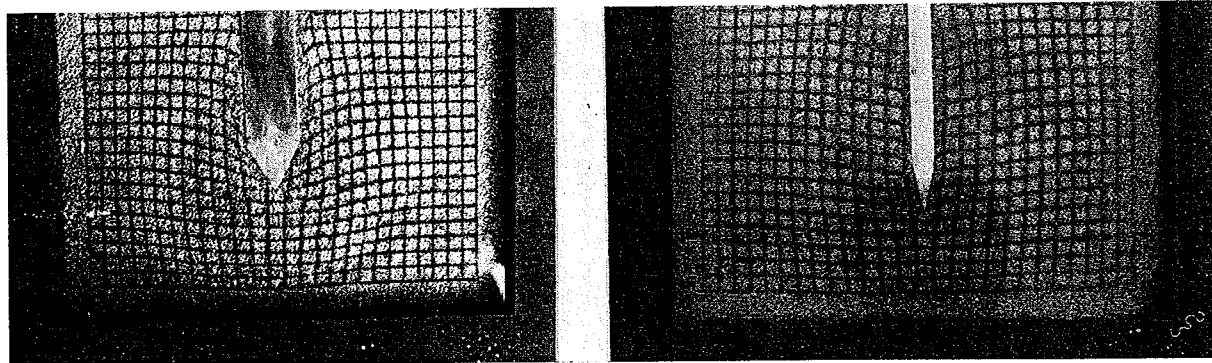


Fig. 7. - Reticoli deformati; a) Dalla penetrazione della punta conica; b) Dalla penetrazione della punta piana.

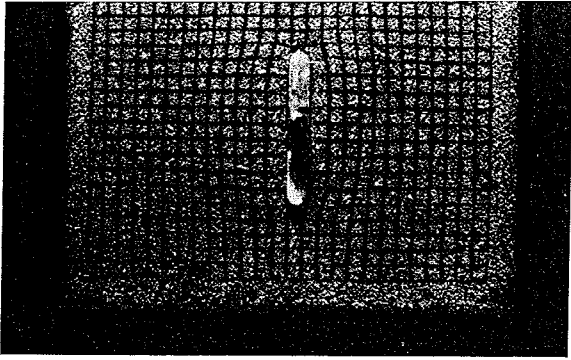


Fig. 8. - Reticolo deformato dalla penetrazione della punta piana (vista dall'alto).

sia nel caso di prove penetrometriche speciali, quali ad esempio quelle effettuate con punta piezometrica, ha un'influenza determinante sui risultati. Quanto minori sono state le distorsioni del terreno antistante il sensore di pressione neutra, tanto più le misure ottenute rispecchieranno le caratteristiche di consolidazione del terreno originario. Se il ragionamento precedente è corretto, le punte piezometriche di forma piana, con sensori al centro delle facce, dovrebbero permettere determinazioni dei parametri di consolidazione di qualità superio-

re che le punte piezometriche a simmetria assiale.

SUMMARY

Strains induced in the soil by probes of various shapes

This note reports on the preliminary results obtained in the course of a laboratory investigation studying the strains induced in the soil by the penetration of conical probes and plane probes. Figs. 1 to 5 show the equipment used for this investigation. Figs. 7 and 8 show the deformed grids. Comments:

a) The shear strains of the soil elements deformed by the penetration and the discontinuities of the deformed grids are considerably higher in the case of the conical probes (fig. 7).

b) The lines of the grid initially parallel to the long side of the plane probe exhibit discontinuities concentrated near the edges (fig. 8). During the penetration the square elements facing the central part of the long side move forward but substantially maintain their square shape.

c) Figs. 7 and 8 suggest the superiority of plane probes over conical probes for the purpose of determining the properties of the original soil.

d) With reference to the piezometer probe, whose results are largely determined by the consolidation properties of the soil adjacent to the pore pressure sensor, and to the grids shown in figs. 7 and 8, it seems reasonable to expect that piezometer probes of plane shape, equipped with pore pressure sensors at the center of the plane sides, should lead to determinations of the consolidation properties of the original soil of a superior quality than piezometer probes of conical shape.