

# CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DI UN TERRENO DI FONDAZIONE IN CORSO DI CONSOLIDAZIONE (\*)

R. JAPPELLI (\*\*)

**SOMMARIO:** Le caratteristiche generali e meccaniche, misurate su numerosi campioni prelevati da una potente formazione di argilla della Piana di Catania, indicano che in prossimità delle due superfici di drenaggio orizzontali, che delimitano la formazione, i valori della porosità, del contenuto d'acqua e dell'indice di compressibilità sono alquanto minori di quelli che si misurano all'interno.

Il basso valore del grado di consolidazione all'interno della formazione, di cui si deve tenere opportunamente conto nello studio dell'andamento nel tempo dei cedimenti di opere di ingegneria fondate su questi terreni, può essere interpretato dal punto di vista meccanico se si ammette che il fenomeno della consolidazione sia ancora in corso sotto l'azione del peso di una coltre di materiali sovrastanti.

L'ipotesi trova conferma nei valori della pressione di preconsolidazione, che, all'interno della formazione, risultano inferiori a quelli della pressione efficace teorica corrispondente al carico attuale.

## 1 - Premessa

Una formazione di argilla ha origine da processi di sedimentazione e successiva consolidazione di materiali a grana fina sotto l'azione del peso proprio e dei carichi eventualmente trasmessi da altri materiali sovrastanti.

Il fenomeno può presentare aspetti molto diversi in dipendenza dei complessi fattori di ordine meccanico e geologico, che intervengono nelle varie vicende, attraverso le quali il deposito si consolida.

Il caso più semplice si presenta quando la consolidazione si verifica sotto l'azione del solo peso proprio del materiale; quando ciò avviene la formazione si dice *normalmente consolidata*.

Una formazione normalmente consolidata può essere poi sottoposta ad ulteriori azioni, determinate principalmente dall'effetto della dinamica esterna (asportazione o deposito). Quelle formazioni, che furono sottoposte nel passato all'azione di carichi di intensità superiore a quella che deriva dal peso del terreno corrispondente all'attuale configurazione della superficie topografica, si dicono *preconsolidate*.

I depositi di argille preconsolidate sono frequentis-

simi nell'Italia meridionale ed in Sicilia, in dipendenza della complessità delle vicende geologiche, cui, nella maggioranza dei casi, i depositi stessi furono assoggettati dopo la loro origine. Molto rare sono, invece, le argille normalmente consolidate, le cui proprietà sono ancora poco note in Italia.

I carichi di preconsolidazione hanno sempre per effetto profonde modifiche delle caratteristiche meccaniche del materiale. E' ben noto, tuttavia, che, dato il basso coefficiente di consolidazione delle argille, i fenomeni conseguenti alle azioni, di cui innanzi, e quindi le variazioni delle proprietà del terreno lungo la verticale, si sviluppano molto lentamente nel tempo, specie quando lo spessore del deposito è considerevole. Una formazione, che non abbia ancora raggiunto una situazione di equilibrio sotto l'azione del peso proprio o più in generale dei carichi esterni, si dice *sottoconsolidata*.

E' evidente che, con le indagini geotecniche, è possibile rilevare le proprietà dei terreni, quali si presentano in un solo istante del lungo processo di consolidazione naturale. Tuttavia, in molti casi, è necessario, anche ai fini applicativi, svolgere studi specifici per riconoscere l'effettivo stato di consolidazione del materiale, in relazione alle varie vicende di carico, alle quali esso è stato presumibilmente sottoposto.

Questo scopo può essere raggiunto attraverso un opportuno confronto fra le previsioni teoriche sul comportamento del materiale ed i risultati di esperienze in sito ed in laboratorio, per la cui interpretazione la teoria della consolidazione di TERZAGHI

(\*) Questa comunicazione, che è stata presentata al VI *Convegno di Geotecnica* (Pisa, 1963) sul tema *Fondazioni*, rientra nel gruppo delle ricerche che si vanno compiendo sui cedimenti delle fondazioni presso l'Istituto di Idraulica dell'Università di Palermo sotto gli auspici del *Consiglio Nazionale delle Ricerche*.

(\*\*) Prof. Ing. Ruggiero JAPPELLI, L.D. di *Tecnica delle Fondazioni e Costruzioni in Terra* e Incaricato di *Geotecnica* nell'Università di Palermo.

rappresenta, come è noto, un poderoso strumento di calcolo.

Naturalmente, data la complessità dei fattori che intervengono, è necessario il più delle volte, rinunciare ad un'analisi molto dettagliata e contentarsi di esplorare il fenomeno nel suo insieme per riconoscere almeno l'andamento generale.

Da questo punto di vista il successo di indagini del genere è legato alla possibilità di esplorare compiutamente i terreni e di disporre di numerosi dati sperimentali per dedurre la distribuzione delle più importanti proprietà lungo la verticale.

Nella presente memoria si comunicano i risultati di uno studio, effettuato in proposito, su una formazione di argilla, di recente origine alluvionale della

tato a mezzogiorno dalle propaggini settentrionali del tavolato ibleo, presentava interesse, fino a qualche tempo fa, quasi esclusivamente dal punto di vista agricolo; nell'ultimo decennio esso è andato assumendo anche una rilevante importanza industriale. Oggi esso è sede di grandi lavori di irrigazione e di bonifica, miranti ad una trasformazione profonda della agricoltura, e di sistemazione stradale per l'insediamento di industrie di interesse locale e nazionale.

La Piana di Catania è solcata dal F. Simeto, che è il più importante corso d'acqua della Sicilia. Esso ha origine dal versante meridionale dei M. Nebrodi, lambisce le pendici dell'Etna, riceve da destra il F. Salso, suo maggiore affluente, e sbocca infine nella Piana di Catania; qui riceve, sempre da destra, i fiumi

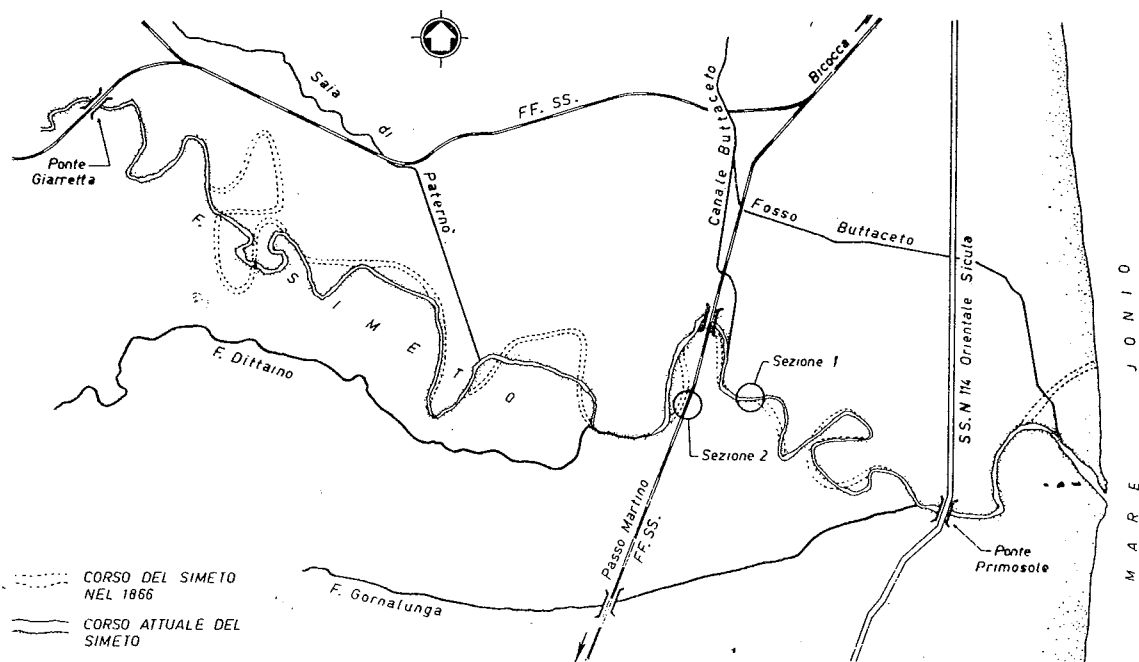


Fig. 1. - Il corso del F. Simeto, dal P. Giarretta alla foce. Le due sezioni esplorate ricadono in prossimità dell'attraversamento del tronco ferroviario Bicocca-Passo Martino.

Piana di Catania. L'esame dei dati raccolti con sondaggi e prove di laboratorio sulle proprietà caratteristiche della formazione, che ha uno spessore di oltre trenta metri, consente la formulazione di un'attendibile ipotesi sull'interpretazione del meccanismo della consolidazione.

Lo studio prende lo spunto da una serie di indagini geotecniche, effettuate nella Piana di Catania dal *Centro Geotecnico* dell'Università di Palermo per incarico del locale Ufficio del Genio Civile, nel quadro dei lavori per la sistemazione idraulica del F. Simeto.

## 2 - Caratteristiche dell'area esplorata

La Piana di Catania è l'unica pianura di rilievo, che trovasi in Sicilia. Questo esteso territorio, dominato a nord dalla mole grandiosa dell'Etna e delimitato

a mezzogiorno dalle propaggini settentrionali del tavolato ibleo, presentava interesse, fino a qualche tempo fa, quasi esclusivamente dal punto di vista agricolo; nell'ultimo decennio esso è andato assumendo anche una rilevante importanza industriale.

Oggi esso è sede di grandi lavori di irrigazione e di bonifica, miranti ad una trasformazione profonda della agricoltura, e di sistemazione stradale per l'insediamento di industrie di interesse locale e nazionale.

La Piana di Catania è solcata dal F. Simeto, che è il più importante corso d'acqua della Sicilia. Esso ha origine dal versante meridionale dei M. Nebrodi, lambisce le pendici dell'Etna, riceve da destra il F. Salso, suo maggiore affluente, e sbocca infine nella Piana di Catania; qui riceve, sempre da destra, i fiumi

Dittaino e Gornalunga e si versa nel mar Jonio poco a sud di Catania.

Nella Piana il fiume scorre con andamento tipicamente meandriforme entro un potente materasso alluvionale. Le cospicue migrazioni del corso sono chiaramente poste in evidenza dai rilievi topografici eseguiti nell'ultimo secolo (cfr. Fig. 1) [2], [3].

Lungo il tronco, della lunghezza di una ventina di km, compreso fra il P. Giarretta e la foce, è in corso, sotto la direzione dell'Ufficio del Genio Civile di Catania, la costruzione delle opere previste nel grandioso piano generale di sistemazione idraulica del fiume, redatto dal Provveditorato delle Opere Pubbliche per la Sicilia.

I lavori comprendono gli scavi per la formazione di un nuovo alveo del fiume, la costruzione di argini di terra ed infine la costruzione di nuovi ponti stradali e ferroviari.

In relazione a questi lavori, dal punto di vista

geotecnico, sono state svolte indagini per lo studio degli argini e delle fondazioni dei ponti.

Le indagini per gli argini sono state eseguite lungo tutto il tronco esplorato, entro la coltre superficiale del materasso alluvionale, con scavi della profondità di pochi metri dal piano di campagna. Le esplorazioni per le fondazioni dei ponti sono state effettuate con sondaggi nelle due sezioni indicate in Fig. 1, distanti fra loro 1 km circa. Nel corso dei sondaggi sono stati prelevati campioni intatti dei terreni.

Delle due sezioni, la prima, esplorata con 5 sondaggi, ricade sul F. Simeto in prossimità dell'esistente ponte stradale Sommaruga.

La seconda sezione, dove sono stati effettuati 3 sondaggi, ricade al di fuori dell'attuale alveo, in

ra. Questi risultano molto simili nelle due sezioni, sia dal punto di vista stratigrafico sia per quanto riguarda le proprietà geotecniche.

La coltre superficiale è formata dai terreni A e B. I primi sono costituiti da sabbie limose (1) di colore giallastro, quasi prive di plasticità; i terreni B sono sabbie grosse di colore da grigio a giallastro. Lo spessore complessivo della coltre A-B si aggira intorno ai m 12.

Al di sotto di questi terreni si rinviene un banco di argilla con limo sabbioso D di colore grigio, di plasticità elevata. In molti punti il materiale D risulta frammisto a sostanza organica, la cui presenza si manifesta con frequenti grumi nerastri. Il materiale D, ricco di sostanza organica è indicato con il sim-

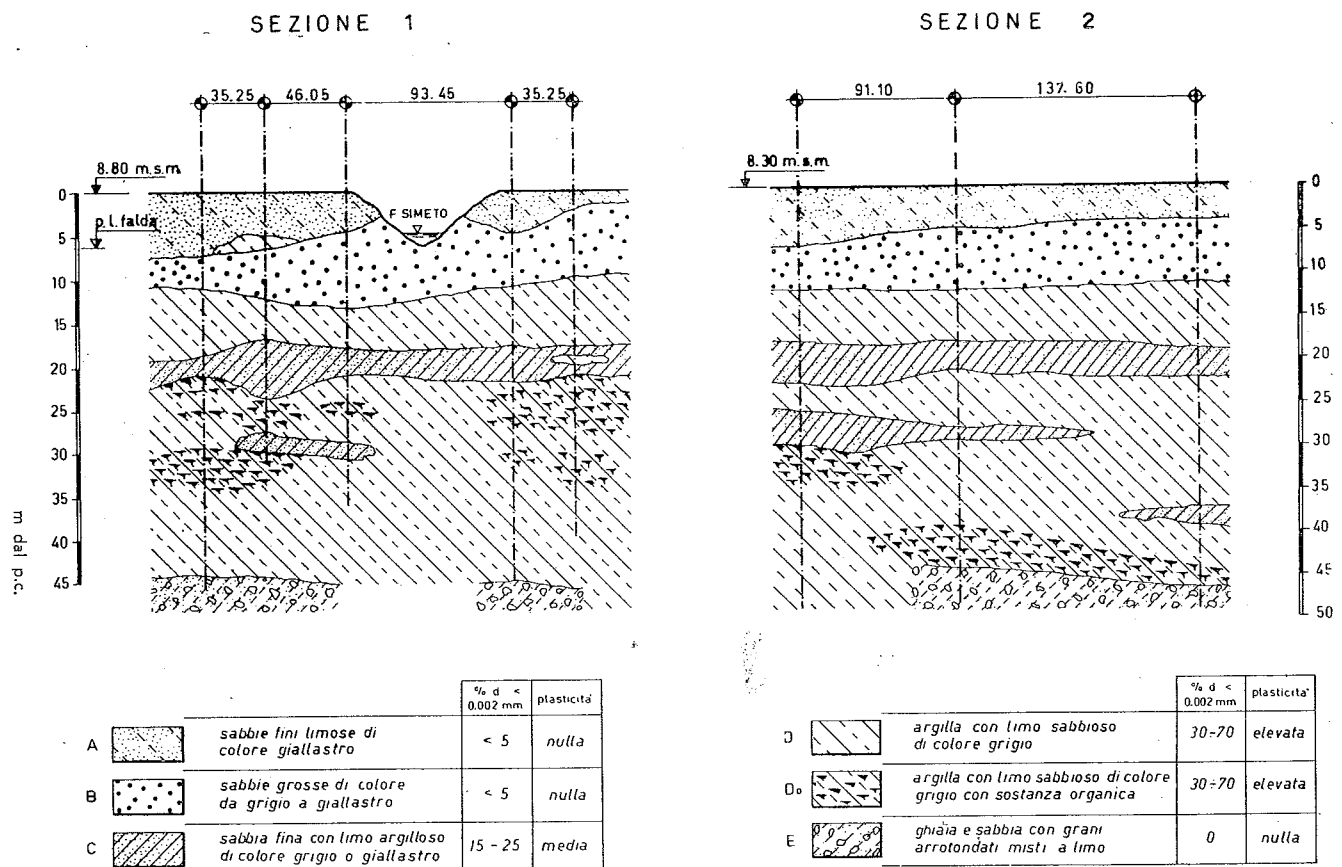


Fig. 2 - Profilo e classifica dei terreni nelle due sezioni esplorate.

destra del fiume, sull'asse del tronco di linea ferroviaria compreso fra le stazioni di Bicocca e Passomartino, dove è prevista la costruzione di un drizzaggio.

In entrambe le sezioni il materasso alluvionale è stato esplorato fino alla profondità di quasi cinquanta metri.

### 3 - Descrizione dei terreni

Nella Fig. 2 sono rappresentate le due sezioni ottenute con i piani, sui quali giacciono le verticali dei sondaggi, ed è indicata una classifica dei terreni esplo-

bolo D<sub>0</sub>; esso si presenta misto al materiale D sotto forma di lenti. I materiali D e D<sub>0</sub> posseggono all'incirca le medesime caratteristiche granulometriche e di plasticità.

Il banco D - D<sub>0</sub> ha uno spessore complessivo di circa 33 metri. Tra le profondità di 18 e 22 metri dal piano campagna esso è interrotto da uno strato di materiale C costituito da sabbia fina con limo argilloso, di plasticità media. Piccole lenti del materiale C

(1) La nomenclatura ed i simboli adottati nella presente nota sono quelli proposti dalla Commissione per la Nomenclatura Geotecnica e la Classifica delle Terre dell'Associazione Geotecnica Italiana (cfr. Rapporto provvisorio, Palermo, 1961).

si rinvenivano anche a maggiore profondità nell'interno del banco.

L'argilla  $D - D_0$  poggia alla profondità di 45 m circa sul tetto di un banco di ghiaia e sabbia  $E$  con grani arrotondati misti a poco limo.

Nell'insieme, il terreno può essere rappresentato lungo la verticale con il profilo medio di Fig. 3.

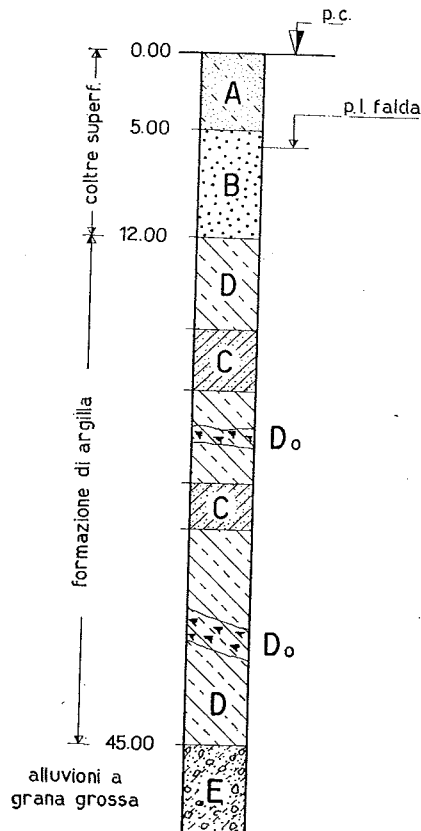


Fig. 3 - Profilo schematico del terreno.

La composizione granulometrica e le caratteristiche di plasticità dei materiali  $B$ ,  $C$  e  $D - D_0$  sono indicati nella Fig. 4. Si noti che le fasce granulometriche relative ai materiali  $B$  e  $C$  sono state tracciate rispettivamente con 5 curve rilevate su altrettanti campioni; quella dei materiali  $D - D_0$  è l'involuppo delle curve granulometriche di ventitré campioni.

Nella Fig. 5 è rappresentata la distribuzione dei valori dei limiti di plasticità  $LP$  e di liquidità  $LL$  in funzione della profondità dal piano di campagna. Si può rilevare che, in accordo con le caratteristiche granulometriche, i limiti di consistenza sono in generale molto elevati e raggiungono i valori minimi in corrispondenza delle intercalazioni dei terreni  $C$  a grana più grossa.

#### 4 - Caratteristiche generali e meccaniche dei terreni $D - D_0$ .

Nella Fig. 6a sono rappresentati in funzione della profondità dal piano di campagna i valori del contenuto naturale d'acqua  $w_n$  dei terreni  $D - D_0$  misu-

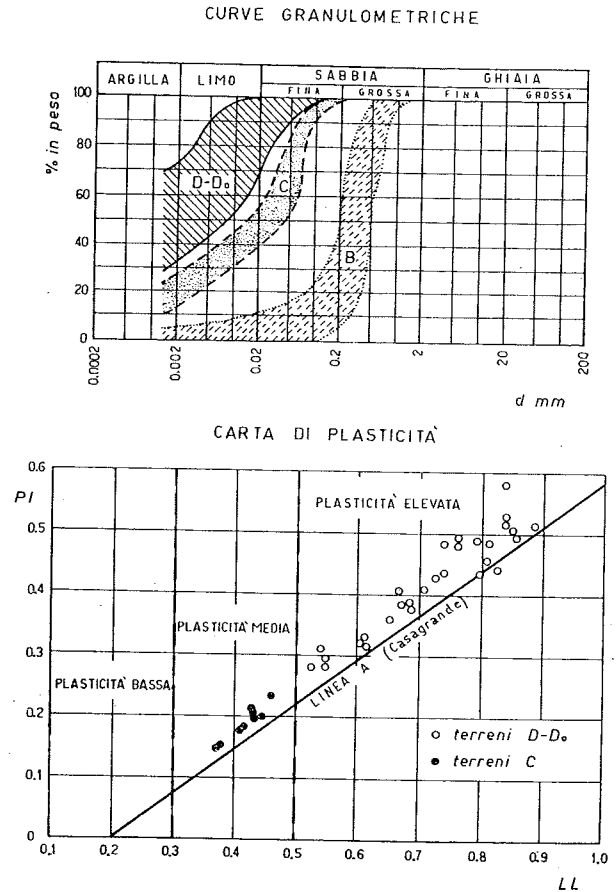


Fig. 4 - Caratteristiche di identificazione dei terreni esplorati.

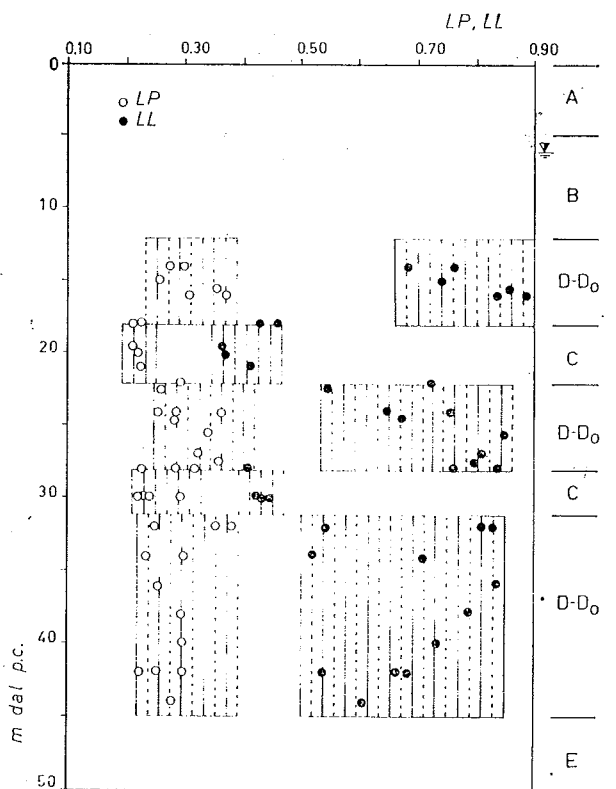


Fig. 5 - Rappresentazione dei limiti di consistenza in funzione della profondità.

rati su campioni prelevati lungo le varie verticali delle due sezioni esplorate.

La dispersione dei punti sperimentali riflette la già accennata variabilità delle caratteristiche dei

spersione dei punti sperimentali si rileva che, al crescere del  $w_n$ , la  $\sigma_f$  diminuisce sensibilmente.

Se allora gli stessi valori della  $\sigma_f$  si rappresentano in funzione della profondità dal piano campagna (cfr.

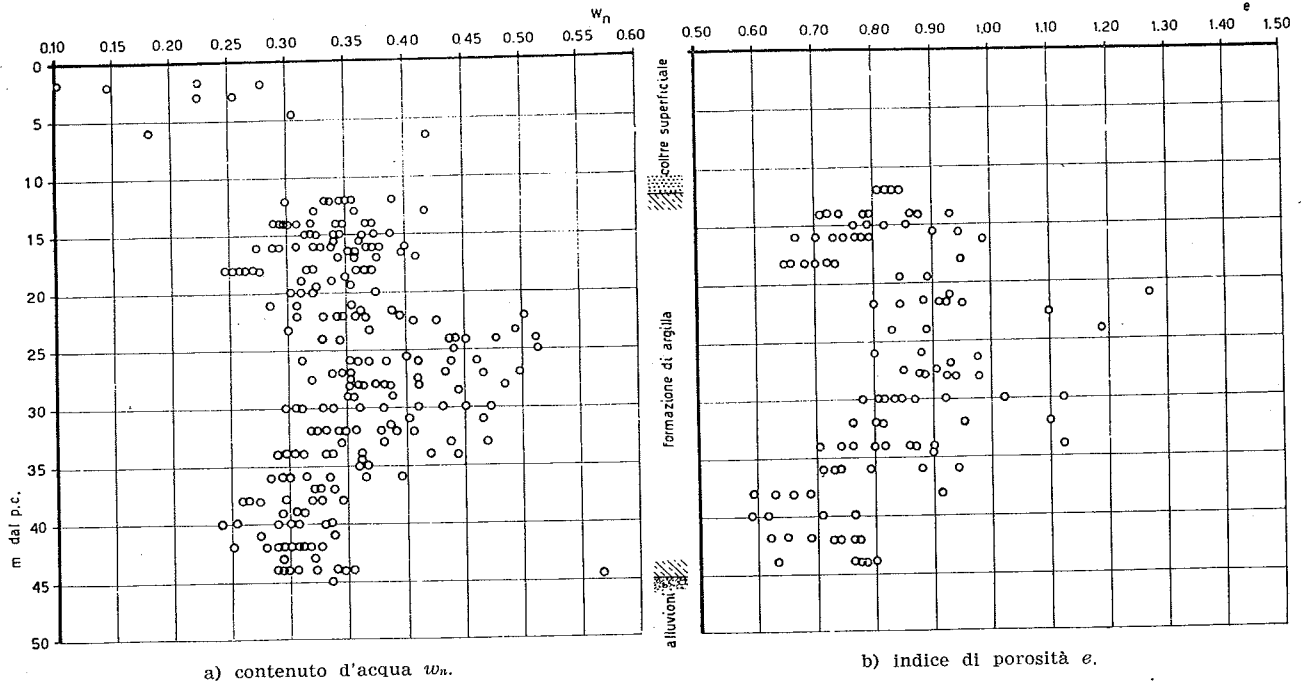


Fig. 6 - Rappresentazione delle caratteristiche generali in funzione della profondità.

terreni in sito. Tuttavia, esaminando i risultati nel loro insieme, si può rilevare che, in media, il contenuto naturale di acqua, pur rimanendo sempre superiore al limite di plasticità (l'indice di consistenza  $CI$  varia tra 0,40 e 0,90 circa), tende a crescere con la profondità fino a circa metà dell'altezza del banco, per poi diminuire nuovamente.

Al contrario, da una rappresentazione analoga, che per brevità non si riporta, si rileva che il peso dell'unità di volume  $\gamma$  dapprima diminuisce fino alla mezzeria e poi cresce nella metà inferiore del banco.

Dai valori di  $w_n$  e  $\gamma$  si è calcolato l'indice di porosità  $e$  dei materiali in esame, che sono risultati quasi ovunque del tutto saturi d'acqua.

I valori di  $e$  sono rappresentati in funzione della profondità dal piano campagna nella Fig. 6b.

Come era prevedibile, tenuto conto dei risultati precedenti, l'indice di porosità è massimo all'incirca in corrispondenza della mezzeria del banco.

Oltre alle misure, di cui innanzi, tenuto conto che, in generale, per materiali simili, esiste una corrispondenza tra il contenuto naturale di acqua e la resistenza  $\sigma_f$  alla compressione a dilatazione trasversale libera, si è ritenuto opportuno, per controllo, misurare sugli stessi campioni anche quest'ultima grandezza.

I valori di  $\sigma_f$  sono rappresentati in funzione di  $w_n$  nella Fig. 7, dalla quale, malgrado la notevole di-

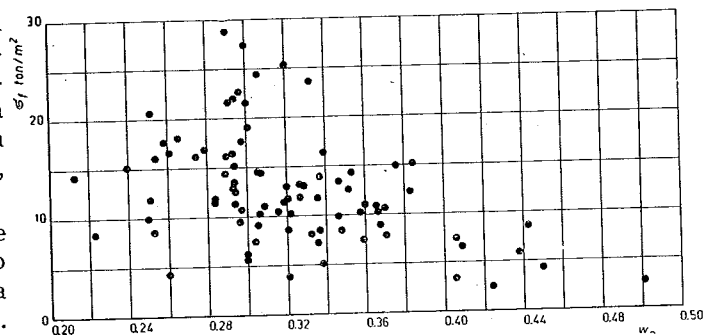


Fig. 7 - Relazione fra il contenuto naturale d'acqua e la resistenza alla compressione a dilatazione trasversale libera.

Fig. 8), si può osservare che i provini sui quali si è misurata la massima resistenza sono quelli prelevati nella metà inferiore del banco d'argilla.

In conclusione, dalla constatazione che il contenuto d'acqua e la porosità vanno diminuendo man mano che ci si avvicina alle superfici limiti superiore ed inferiore del banco, può dedursi che il grado di consolidazione del materiale in prossimità di tali superfici è più elevato che altrove.

I risultati delle prove di compressione edometrica, effettuate su campioni intatti, forniscono ulteriori interessanti elementi per un'interpretazione del comportamento dell'argilla in esame.

Si osserva, innanzitutto, che le curve di compressione edometrica presentano, nella zona centrale del banco, un andamento diverso da quello che si riscontra in vicinanza delle superfici limiti. Tale differenza di andamento può dedursi dal confronto delle due tipiche curve pressioni-indici di porosità riportate in Fig. 9 e relative a campioni prelevati rispettivamente alle profondità di m 16 e di m 30 dal piano di campagna.

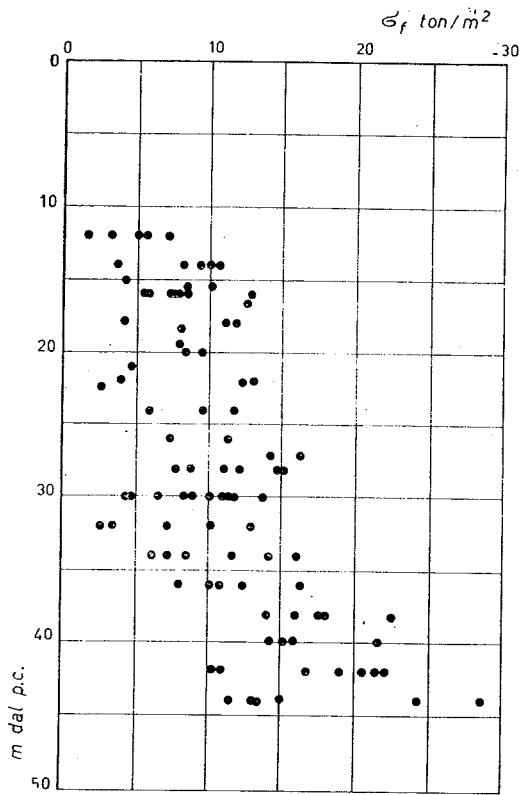


Fig. 8 - Rappresentazione della resistenza alla compressione a dilatazione trasversale libera in funzione della profondità dal piano di campagna.

Per caratterizzare il diverso comportamento dei terreni è utile interpretare il tratto all'incirca rettilineo delle curve  $e, \log p$  con la nota espressione di TERZAGHI [5]:

$$e = e_0 - C_c \log \frac{p}{p_0}$$

Con questa interpretazione si ottengono dalle varie curve valori dell'indice di compressibilità  $C_c$  variabili tra 0,2 e 0,6 circa.

Se tali valori si rappresentano, come in Fig. 10, in funzione della profondità dal piano di campagna, si può osservare che, mentre i valori più bassi di  $C_c$ , cui corrispondono terreni meno compressibili, si presentano all'incirca in prossimità delle superfici limiti superiore ed inferiore del banco  $D-D_0$ , i valori più alti prevalgono nella zona centrale.

Si conferma così, indirettamente, il differente stato di consolidazione, nel quale si trova il materiale della zona centrale rispetto al resto della formazione.

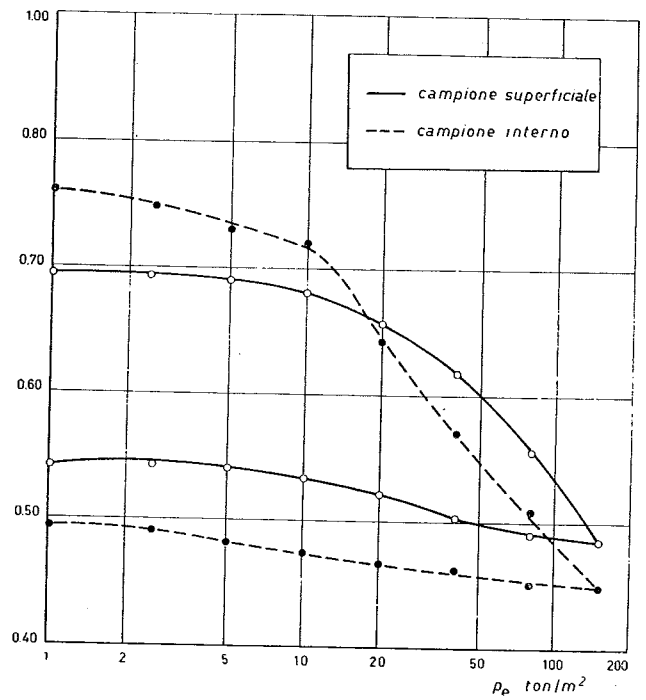


Fig. 9 - Curve di compressione edometrica di due campioni caratteristici.

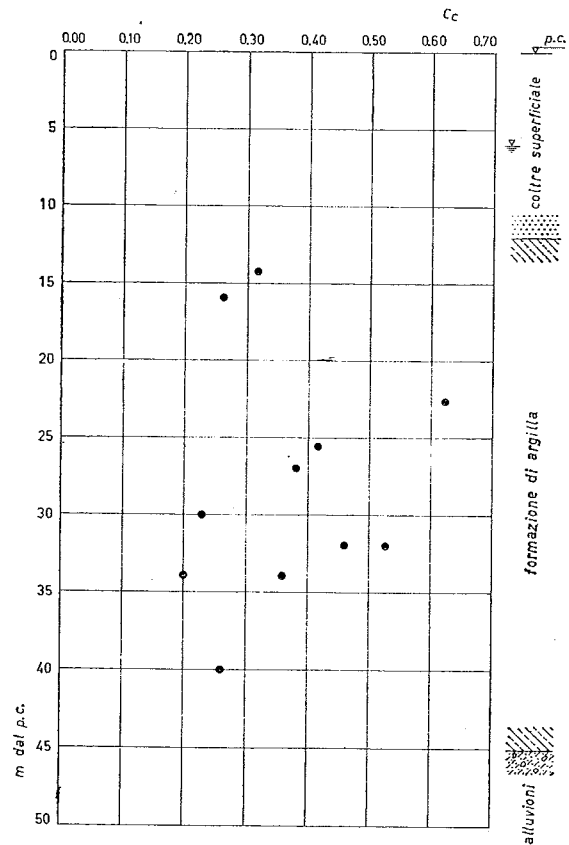


Fig. 10 - Rappresentazione dell'indice di compressibilità in funzione della profondità dal piano di campagna.

## 5 - Interpretazione dei risultati

La dispersione dei risultati sperimentali, dovuta alla variabilità di caratteristiche della formazione di argilla in esame, non consente di svolgere una analisi dettagliata per interpretare punto per punto l'andamento delle caratteristiche geotecniche lungo la verticale. Se tuttavia, sorvolando sui dettagli, si esaminano tali risultati nel loro insieme, si rileverà che essi presentano un andamento medio, suscettibile di essere interpretato con una verosimile ipotesi sulle vicende di carico subite dall'argilla.

terreni a grana più grossa *A-B*, che il fiume ha presumibilmente depositato in epoca e regime diversi.

In questa ipotesi, nella Fig. 11a sono rappresentati i diagrammi delle pressioni efficaci teoriche agenti su elementi piani orizzontali situati alle varie profondità  $z$  e corrispondenti al termine delle fasi *a* e *b* del processo innanzi immaginato.

Al termine della fase *a* l'argilla poteva considerarsi normalmente consolidata.

A seguito dell'applicazione del carico, pari a  $17 \text{ t/m}^2$ , rappresentato dalla coltre *A-B*, ha avuto inizio nel banco di argilla il fenomeno di consolidazione *b*,

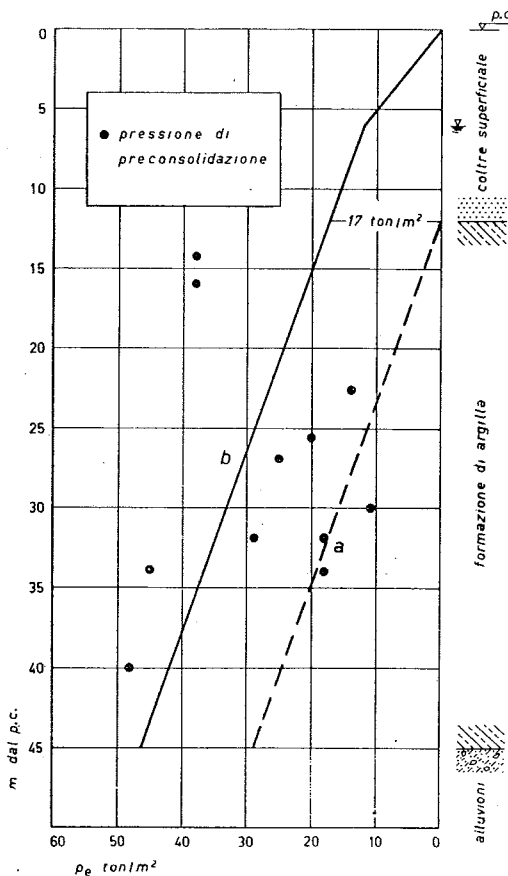


Fig. 11a - Pressioni efficaci attuali e pressioni di preconsolidazione nella formazione di argilla.

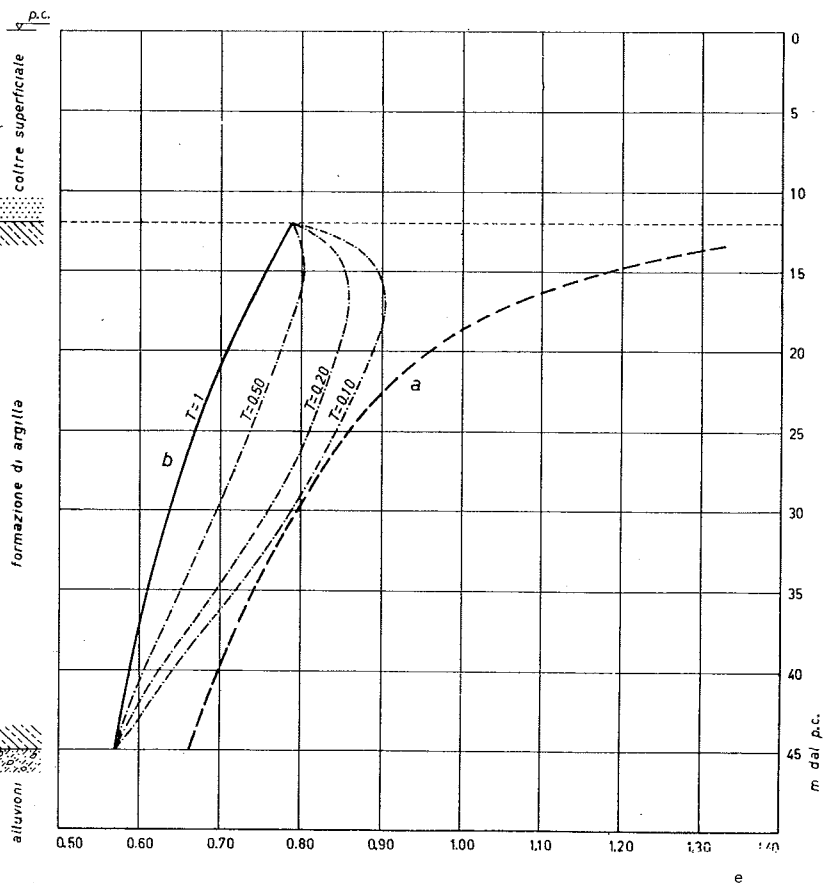


Fig. 11b - Presumibile distribuzione degli indici di porosità nelle varie fasi del processo di consolidazione.

Infatti, dalle misure esposte nei paragrafi precedenti e precisamente dall'andamento in funzione della profondità del contenuto naturale di acqua e dell'indice di porosità, da un lato, e dell'indice di compressibilità, dall'altro, si deduce concordemente che l'argilla è maggiormente consolidata in prossimità delle superficiali limiti superiore ed inferiore e molto meno nella zona centrale.

Questo fatto, che risulta da misure di parametri diversi, può essere spiegato se si ammette che l'argilla  $D-D_0$  si sia dapprima depositata per sedimentazione e normalmente consolidata sotto l'azione del solo peso proprio (fase *a*) seguendo una determinata curva  $e_a(p)$  e successivamente sia stata sottoposta (fase *b*) all'azione del carico trasmesso dai sovrastanti

per cui i valori dell'indice di porosità, del contenuto d'acqua  $e$ , di conseguenza, le caratteristiche meccaniche lungo la verticale, vanno lentamente variando nel tempo.

In termini di indice di porosità le varie fasi del fenomeno possono rappresentarsi come in Fig. 11b.

Qui è disegnata, innanzitutto, una presumibile curva vergine (termine della fase *a*) dell'indice di porosità  $e_a$  in funzione della profondità  $z$ , che corrisponde all'equazione:

$$e_a = 1,40 - 0,5 \log \gamma' z$$

dove  $\gamma'$  è il peso dell'unità di volume del terreno immerso in acqua (in media  $\gamma' = 0,89 \text{ t/m}^3$ ).

Il prescelto valore 0,5 dell'indice di compressibilità  $C_c$  cade nell'intorno dei valori massimi misurati con le prove di laboratorio; esso risulta anche da una grossolana valutazione compiuta in base alle note relazioni statistiche, che ne fanno dipendere il valore dal limite di liquidità [4].

Per quanto riguarda il valore 1,40 assunto per l'indice di porosità, relativo alla pressione di 1 t/m<sup>2</sup> [6], esso è mediamente poco inferiore a quello che, nella ipotesi di completa saturazione, corrisponderebbe ad un contenuto d'acqua pari al limite di liquidità.

A seguito dell'applicazione del sovraccarico uniformemente distribuito di 17 t/m<sup>2</sup> i valori di  $e_a$  in ogni punto del sottosuolo avrebbero dovuto variare molto lentamente nel tempo fino a raggiungere, a consolidazione ultimata, i valori finali corrispondenti alla curva  $e_b$  della citata Fig. 11b.

Tra le curve  $e_a(z)$  e  $e_b(z)$ , corrispondenti all'inizio ed al termine del fenomeno, possono inserirsi le isocrone corrispondenti a determinati valori del fattore

$$\text{di tempo } T = \frac{c_v t}{H^2} \text{ calcolate con la teoria della}$$

consolidazione di TERZAGHI. Nell'applicare tale teoria sembra lecito supporre che il banco in esame, dello spessore  $2H = 33$  m, drena da entrambe le superfici superiore ed inferiore, dove l'argilla trovasi a contatto con materiali a grana notevolmente più grossa.

Le curve sono state tracciate in base al grado di consolidazione  $U(z)$  che corrisponde, in ogni punto della verticale, a determinati valori del fattore di tempo  $T$  [5]. Dalla  $U(z)$  si sono dedotti i valori di  $e$ , ricordando che:

$$U(z) = \frac{e_a - e}{e_a - e_b}$$

Se l'andamento di queste curve si confronta con i risultati sperimentali, riportati nella Fig. 6b, l'ipotesi che il fenomeno di consolidazione dovuto al carico della coltre A-B sia ancora in corso appare verosimile.

Questa conclusione è confortata anche da un'ulteriore esame dei risultati delle prove di compressione edometrica. Dalle curve ( $e, p_c$ ) di laboratorio possono ricavarsi, con la nota costruzione di CASAGRANDE [1], i valori del carico di preconsolidazione.

I dati ottenuti sui campioni prelevati alle varie profondità sono rappresentati con i punti della Fig. 11a.

Dal confronto con i citati diagrammi delle pressioni efficaci, corrispondenti alle due fasi del fenomeno, si può rilevare che nella zona centrale della formazione di argilla le pressioni di preconsolidazione sono ancora oggi alquanto inferiori alla pressione efficace dovuta al carico attuale. Ciò conferma che il materiale deve considerarsi *sottoconsolidato*.

Per una valutazione del tempo occorso per raggiungere l'attuale grado di consolidazione occorre stimare il coefficiente di consolidazione  $c_v$ .

Dalle curve cedimenti-tempo rilevate con le prove di compressione edometrica e da una valutazione in base ai valori del limite di liquidità [7] risulta mediamente:

$$c_v = 2 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \cdot \text{sec}^{-1}$$

$$t = \frac{H^2 T}{c_v} = \frac{1.650^2}{2 \times 10^{-4}} T =$$

$$= 1,4 \times 10^{10} T \text{ sec} = 4,5 \times 10^2 T \text{ anni}$$

Tenendo presente l'andamento dei punti sperimentali nella Fig. 6b si può stimare che il grado di consolidazione medio  $U$  raggiunto oggi dall'argilla sia ancora inferiore a 0,5, cui corrisponde dalla teoria di TERZAGHI un fattore di tempo  $T$  dell'ordine di 0,2.

Ne segue che il fenomeno di consolidazione, attualmente in corso, può considerarsi iniziato da oltre un centinaio di anni.

Prima di terminare è utile osservare ancora che l'interpretazione qui fornita è confortata anche dai risultati dei rilievi topografici effettuati nella Piana di Catania nell'ultimo secolo [3].

## 6 - Conclusioni

Da considerazioni di vario genere sembra lecito concludere che la formazione di argilla, oggetto di indagine, sia ancora in corso di consolidazione sotto l'azione del peso di una coltre di materiale sovrastante.

Dal punto di vista applicativo se ne trae la conseguenza che i cedimenti di eventuali opere di ingegneria fondate su questi terreni sono da computarsi come somma di quelli dovuti ai carichi esterni e dell'aliquota dei cedimenti non ancora verificatisi per effetto della consolidazione in corso. Nel caso in esame, dunque, l'applicazione del criterio della *compensazione completa* nel progetto delle opere di fondazione non sarebbe sufficiente per garantire l'assenza dei cedimenti.

Tenuto conto di questa incertezza, nello studio del progetto delle fondazioni di un importante ponte ferroviario sul F. Simeto, da costruirsi nella località dove è stata svolta la presente indagine, si è ritenuto opportuno sorpassare con una palificata la formazione  $D-D_0$  e fissare il piano di posa sul banco di ghiaia e sabbia E, alla profondità di circa 45 m dal piano di campagna.

Palermo, marzo 1963.

## Bibliografia

- [1] CASAGRANDE A. - *The determination of the preconsolidation load and its practical significance* - Proc. I Int. Conf. Soil. Mech. Found. Eng. - Cambridge, Vol. 3, pag. 50.



- [2] D'ARRIGO A. - *Le migrazioni della foce del Simeto negli ultimi otto secoli* - L'Universo, Ist. Geogr. Mil., Firenze, 1953.
- [3] MARINELLI O. - *Il nuovo 25.000 dei dintorni di Catania ed alcune trasformazioni subite dalla regione negli ultimi sessant'anni*. L'Universo, Ist. Geogr. Mil., Firenze, 1926.
- [4] SKEMPTON W. - *Notes on the compressibility of clays* - Quart. Journ. Geol. Soc. - London, Vol. C, 1944.
- [5] TAYLOR D. W. - *Fundamentals of Soil Mechanics* - John Wiley, New York, 1948.
- [6] TERZAGHI K. - *Undisturbed clay samples and undisturbed clays* - Journ. Boston Soc. Civ. Eng., luglio 1941.
- [7] TERZAGHI K. - PECK R. B. - *Soil Mechanics in Engineering practice* - John Wiley, New York, 1948.

#### CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES D'UNE COUCHE D'ARGILE EN VOIE DE CONSOLIDATION

*Sommaire:* Les caractéristiques générales et mécaniques mesurées sur de nombreux échantillons prélevés entre une épaisse couche d'argile de la Plaine de Catania (Sicile), indiquent que en proximité des deux surfaces drainantes horizontales qui limitent la formation, les valeurs de la porosité, du teneur en eau et de l'index de compressibilité sont notamment plus élevées de celles que l'on mesure à l'intérieur.

La valeur exigue du degré de consolidation à l'intérieur de la formation, de laquelle on doit dûment tenir compte en étudiant la progression dans le temps des tassements des structures fondées sur ces terrains, peut être interprétée au point du vue mécanique si l'on admet que la formation soit encore en voie de consolidation sous l'action du poids d'une couche de matériaux reposant à la surface.

Cette hypothèse se trouve confirmée par les valeurs de la pression de préconsolidation, qui à l'intérieur de la formation, résultent inférieures à ceux de la pression efficace théorique correspondant à la charge actuelle.

#### GEOTECHNICAL PROPERTIES OF A CONSOLIDATING CLAY BED

*Summary:* Index and mechanical properties measured on a number of samples taken from a thick clay bed in the Catania Plane (Sicily) indicate that porosity, water content and compressibility index of the material are noticeably higher midway than in the vicinity of the two top and bottom draining surfaces of the layer.

This underconsolidated state, which must be taken care of in the time settlements analysis of engineering structures founded on this soil, can be interpreted from a mechanical point of view if one admits that the layer is still consolidating under the load transmitted by an overlying material.

This hypothesis is also confirmed by the values of the preconsolidation load, which in the middle of the layer appear lower than the theoretical effective overburden pressure.