

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE

Corso di Laurea in Ingegneria per
l'Ambiente e il Territorio

TESI DI LAUREA TRIENNALE

**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DI UNA MARNA PROFONDA
PER LA COSTRUZIONE DI UNA GALLERIA**

Relatore

Ch.mo Prof.

Ing. Gianfranco Urciuoli

Correlatori

Ing. Domenico De Sarno

Candidato

Fulvio Conserva

Matr. N49/592

ANNO ACCADEMICO
2018/2019

RELAZIONE TESI

Il lavoro di tesi riguarda la caratterizzazione meccanica, in termini di compressibilità e resistenza residua di una marna, ossia una roccia lapidea sedimentaria costituita da una frazione carbonatica e da una restante frazione argillosa. Il materiale su cui è stata eseguita la sperimentazione è stato prelevato ad elevate profondità (50 m) nei pressi di Montemaggiore Belsito, in Sicilia, in un sondaggio stratigrafico eseguito per la caratterizzazione dei terreni coinvolti in una frana in atto. Il materiale si presenta estremamente consistente, con una porosità molto bassa ed è caratterizzato da un elevato peso dell'unità di volume. Nella tabella di seguito si riportano le proprietà fisiche di tale materiale:

Tabella 1: Proprietà fisiche della marna.

Caratteristiche fisiche della marna					
γ_d	w	γ	n	e_0	Sr
kN/mc	%	kN/mc	%		%
22.20	2.700	24.50	12.000	0.133	54.000

A causa della presenza di numerose superfici di discontinuità è risultato impossibile ottenere un provino indisturbato. Per tale motivo è stato necessario preparare del materiale ricostituito in laboratorio, disgregando le particelle con una triturazione grossolana attraverso un pestello manuale e macinandone il prodotto mediante un mulino a frusta, inserendo al suo interno una rete metallica caratterizzata da fori circolari con apertura di 3 mm. Conclusa la fase di lavorazione si è svolta un'analisi granulometrica sul materiale passante al setaccio (40):

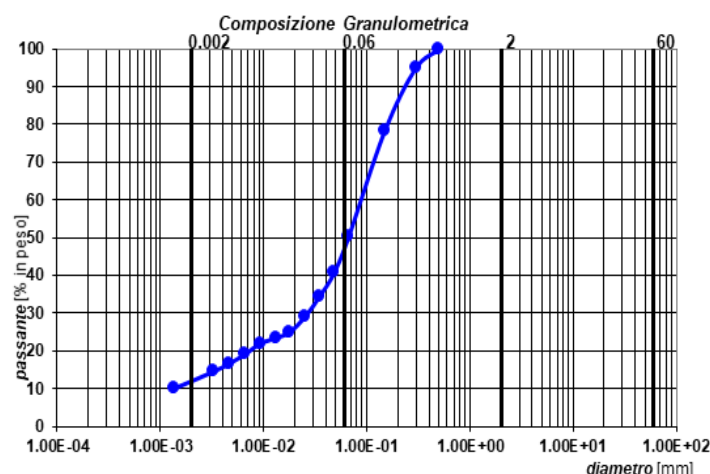


Figura Erronea. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.-1: Curva granulometrica del passante al setaccio (40).

In base alla curva granulometrica il campione viene classificato come sabbia con limo debolmente argillosa. Si è poi proceduto alla determinazione dei limiti di Atterberg, ossia del limite liquido e del limite plastico, due particolari valori di contenuto d'acqua in

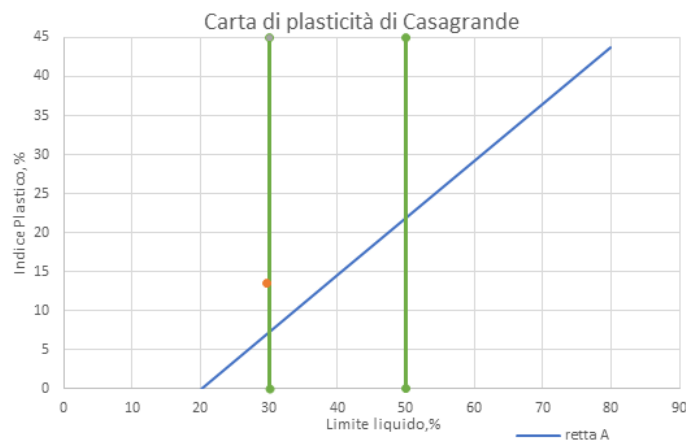
corrispondenza dei quali si registra una transizione dello stato fisico del terreno. I risultati delle analisi indicano:

$$W_L = 29 \% \quad W_P = 16 \%$$

Dalla differenza tra il limite liquido e quello plastico si determina l'indice di plasticità pari a:

$$IP = W_L - W_P = 13\%$$

I risultati sperimentali si riportano sulla Carta di plasticità di Casagrande da cui si trae che il campione analizzato è un'argilla di bassa plasticità.



La compressibilità di un terreno viene determinata in laboratorio in condizioni di carico assiale 1D, cioè per deformazioni laterali impedito; tali condizioni sono dette "edometriche" (dal nome della prova utilizzata per riprodurle). Per Compressibilità si intende la risposta in termini di variazione di volume di un terreno sottoposto ad un incremento dello stato tensionale efficace di tipo sferico o pressoché tale. È necessario studiare la compressibilità di un terreno per stimare le deformazioni volumetriche ed i conseguenti cedimenti. Per l'esecuzione della prova è stato utilizzato un provino ricostituito con un contenuto d'acqua pari a $w = 1,5 W_L$. Tale provino è di forma cilindrica ed ha rapporto altezza/diametro pari a 1/3 per limitare al minimo l'attrito sulle facce laterali della fustella, una lamiera d'acciaio con bordo tagliente, che costituisce il vincolo meccanico che garantisce l'assenza delle deformazioni radiali. Le modalità standard di esecuzione della prova prevedono l'applicazione del carico verticale N , mediante un sistema di pesi, per successivi incrementi, applicati in progressione geometrica. Nel caso specifico i gradini di carico sono stati applicati fino ad una tensione di 2500 kPa, mentre la seconda fase di scarico è stata eseguita con un numero di intervalli pari a quelli eseguiti in fase di carico. Per descrivere l'evoluzione dei cedimenti nel tempo si rappresentano le curve di consolidazione in scala semilogaritmica nel piano ($\log t, w$).

I valori dei cedimenti ΔH così ottenuti, conseguenti ad ogni incremento di carico, permettono di ricavare le deformazioni verticali:

$$\epsilon_v = \Delta H / H_0$$

con H_0 altezza iniziale del provino.

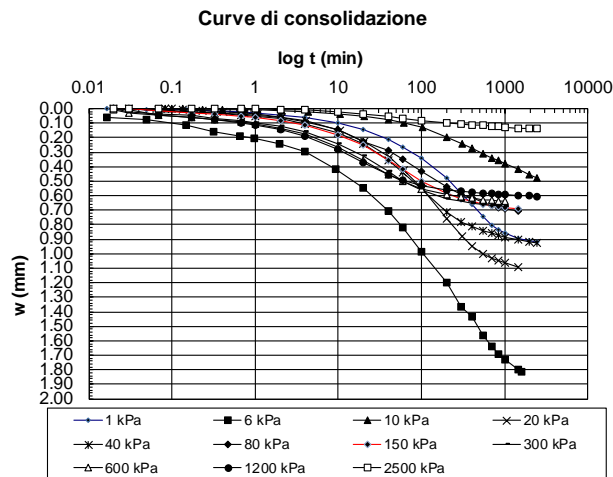


Figura 3: Curve di consolidazione.

Per ottenere una rappresentazione conveniente ai fini del calcolo dei cedimenti la curva di compressibilità si diagramma tradizionalmente anche nel piano (e ; σ'_v):

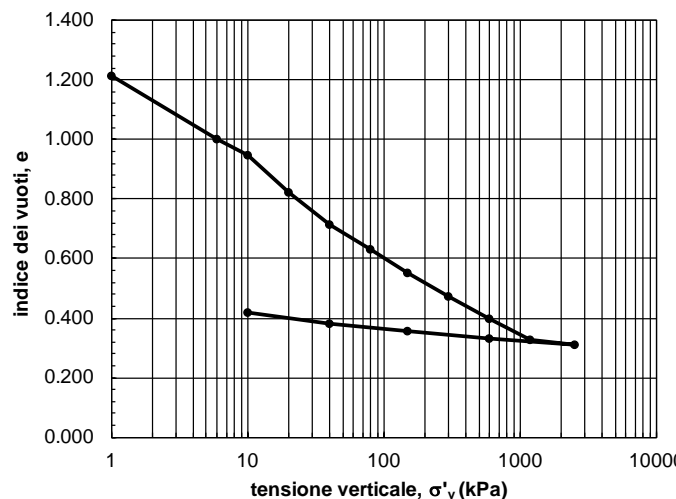


Figura 4: Curva di compressibilità.

Per determinare l'angolo d'attrito residuo si è svolta una prova di taglio diretto a più cicli su due provini ricostituiti in laboratorio ad un contenuto d'acqua pari a $1,5 W_L$ e preparati all'interno di un consolidometro per evitare eccessive deformazioni nella fase di consolidazione. Nel caso in esame la prova è stata eseguita consolidando il primo provino ad una tensione di confinamento di 150 kPa mentre il secondo è stato consolidato ad una tensione di confinamento di 100 kPa e successivamente è stato scaricato ad una tensione normale efficace di 50 kPa. Dall'esecuzione della prima prova, come atteso, si evince un comportamento del provino stabile, duttile e contraente; nella seconda prova il provino, per effetto dello scarico tensionale, ha un comportamento volumetrico dilatante. Per determinare il coefficiente di attrito residuo, i risultati delle prove di taglio diretto sono stati riportati nel piano di Mohr delle tensioni efficaci (τ/σ'). I punti sperimentali relativi ai tre

provini consolidati a differenti tensioni normali sono stati interpolati con una retta di regressione lineare imponendo un valore nullo di coesione. È stato così ottenuto un involucro di rottura residuo caratterizzato da un angolo d'attrito di circa 24°.

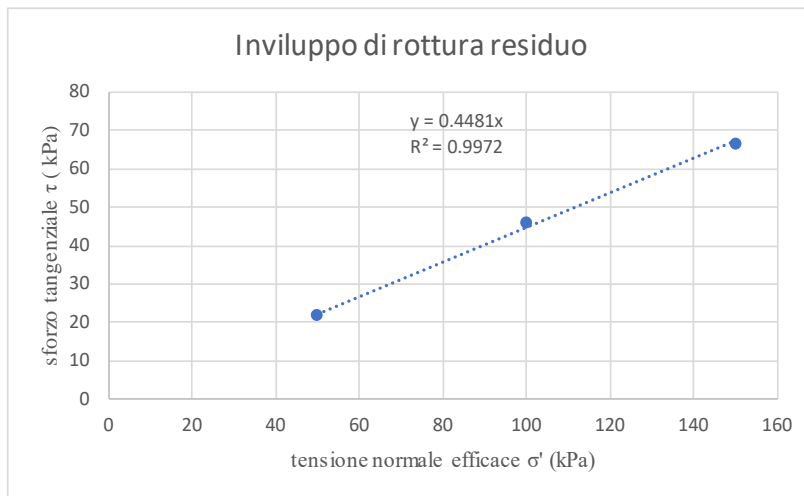


Figura 5: Involucro di rottura residuo.

Di seguito il punto sperimentale è riportato in un abaco in cui sono rappresentate correlazioni empiriche proposte da vari autori che mettono in relazione l'indice di plasticità dei terreni con l'angolo di attrito residuo:

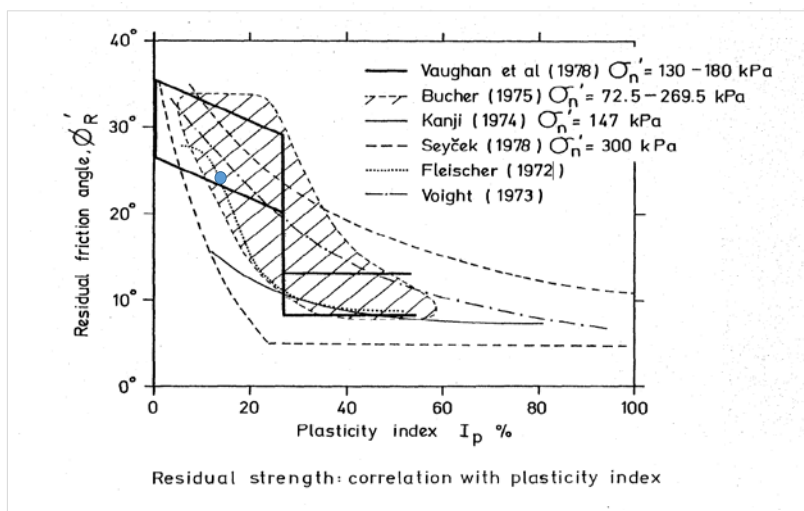


Figura 6: Confronto tra il punto sperimentale e il grafico correlativo proposto da Lupini et al. (1981).

il punto sperimentale ricade all'interno del campo proposto da Seycek (1978) ed in prossimità dei limiti inferiori dei campi proposti da Bucher (1975) e Vaughan et al. (1978). Da tale osservazione si può in prima analisi affermare che il valore determinato sperimentalmente è coerente con i dati presenti in letteratura e che la marna è caratterizzata da un angolo d'attrito residuo relativamente basso in rapporto all'indice plastico.