

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE ED AMBIENTALE

ABSTRACT

**RESISTENZA DI TERRENI PIROCLASTICI IN CONDIZIONI
NON SATURE**

RELATORE

Ch.mo Prof. Gianfranco Urciuoli

CORRELATORE

Ing. Raffaele Papa

CANDIDATO

Sebastiano Esposito

Matr. M67/204

ANNO ACCADEMICO 2016/2017

INTRODUZIONE

I rilievi carbonatici con copertura piroclastica presenti in Campania sono spesso interessati da fenomeni di instabilità di versante di tipo scorrimento-colata rapida. Essi coinvolgono i depositi piroclastici più superficiali, prodotti dell'attività eruttiva dei distretti vulcanici dei Campi Flegrei e del Somma Vesuvio ed interessano spessori di qualche metro. Ad innescare i fenomeni di instabilità sono eventi meteorici che producono sensibili incrementi del grado di saturazione dei terreni inizialmente non saturi e, conseguentemente, significative riduzioni della suzione e della resistenza a taglio. Episodi frequenti di dissesto idrogeologico hanno causato la perdita di vite umane e danni ai beni; ciò ha imposto una politica di previsione e prevenzione, non più incentrata sulla riparazione dei danni, come in passato, ma sull'individuazione del rischio e sull'adozione di interventi per la sua riduzione. La caratterizzazione meccanica ed idraulica dei materiali costituenti la coltre in condizioni di completa e parziale saturazione è dunque indispensabile per l'analisi delle condizioni di innesco. L'attività sperimentale descritta nel seguito è stata finalizzata alla caratterizzazione meccanica dei materiali piroclastici costituenti la coltre di copertura del substrato carbonatico nel sito campione del Monte Faito (Na). I predetti materiali sono da considerarsi rappresentativi di quelli presenti in estese aree della Campania interessate da fenomeni di colata rapida.

CAMPO SPERIMENTALE DEL MONTE FAITO

Il gruppo di ricerca del professore Santo ha eseguito la caratterizzazione stratigrafica dei terreni oggetto della sperimentazione, appartenenti al campo prove realizzato presso il Monte Faito (Parco Regionale dei Monti Lattari, Na). Tali terreni sono costituiti da un substrato carbonatico su cui poggia una coltre di copertura di materiale piroclastico. Si tratta di terreni a granulometria

grossolana, per quanto riguarda gli strati A e B, mentre i terreni C sono caratterizzati da granulometria più fine.

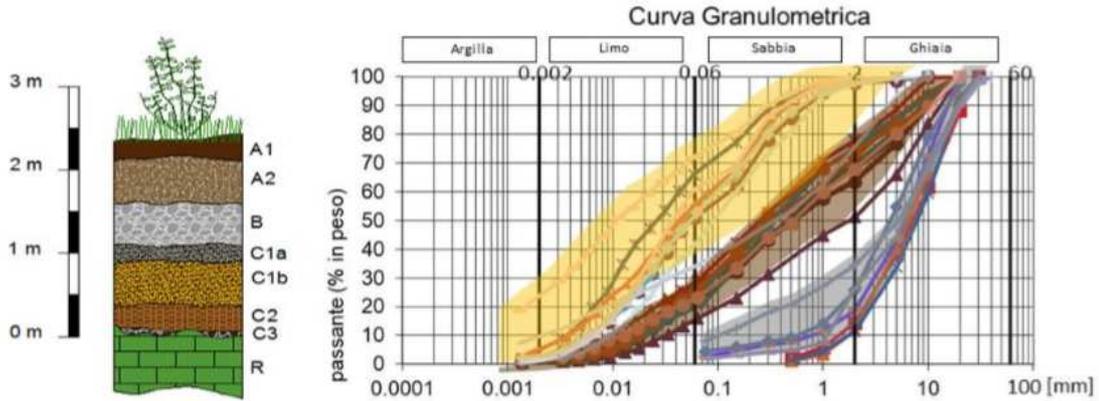


Fig.1-Stratigrafia (a cura del prof. Antonio Santo), Curva granulometrica.

SPERIMENTAZIONE ED ANALISI DEI RISULTATI

Per la caratterizzazione meccanica del terreno la sperimentazione si è articolata nel seguente modo: *Caratterizzazione meccanica in condizioni di completa saturazione*: a tale scopo sono state condotte prove di taglio diretto tradizionali sul terreno C1b e A1; *Caratterizzazione meccanica in condizioni di parziale saturazione*: a tale scopo sono state eseguite prove di taglio diretto a suzione controllata sul terreno C1b.

Le tensioni di confinamento utilizzate per le prove di taglio tradizionale, rispettivamente pari a 25, 50 e 75 kPa, sono maggiori rispetto al reale carico presente in sito a causa della sensibilità dell'apparecchiatura alle basse tensioni. Al fine di eseguire prove con grado di sovraconsolidazione pari a 3 ($O.C.R. = \sigma'_{v,max} / \sigma'_{v,0}$), un secondo set di prove è stato eseguito dopo un percorso di carico e scarico in condizioni edometriche. Nel seguito si farà riferimento al primo set di prove, svolte su materiale "normalconsolidato" (n.c.), e ad un secondo set di prove svolte su materiale "sovraconsolidato" (o.c.). Si riporta, per ogni prova, la correzione della tensione tangenziale che dipende dall'attrito tra scatola e terreno. Infatti, in particolare per notevoli

scorrimenti, si può avere un effetto non trascurabile della riduzione dell'area effettiva di contatto terreno-terreno, che può risultare in un incremento di sforzo tangenziale al crescere degli spostamenti anche dopo aver raggiunto la resistenza di picco.

In Fig. 2 si riportano i risultati ottenuti durante le fasi di taglio delle prove svolte sul terreno C1b nei piani δ_h - τ e δ_h - δ_v .

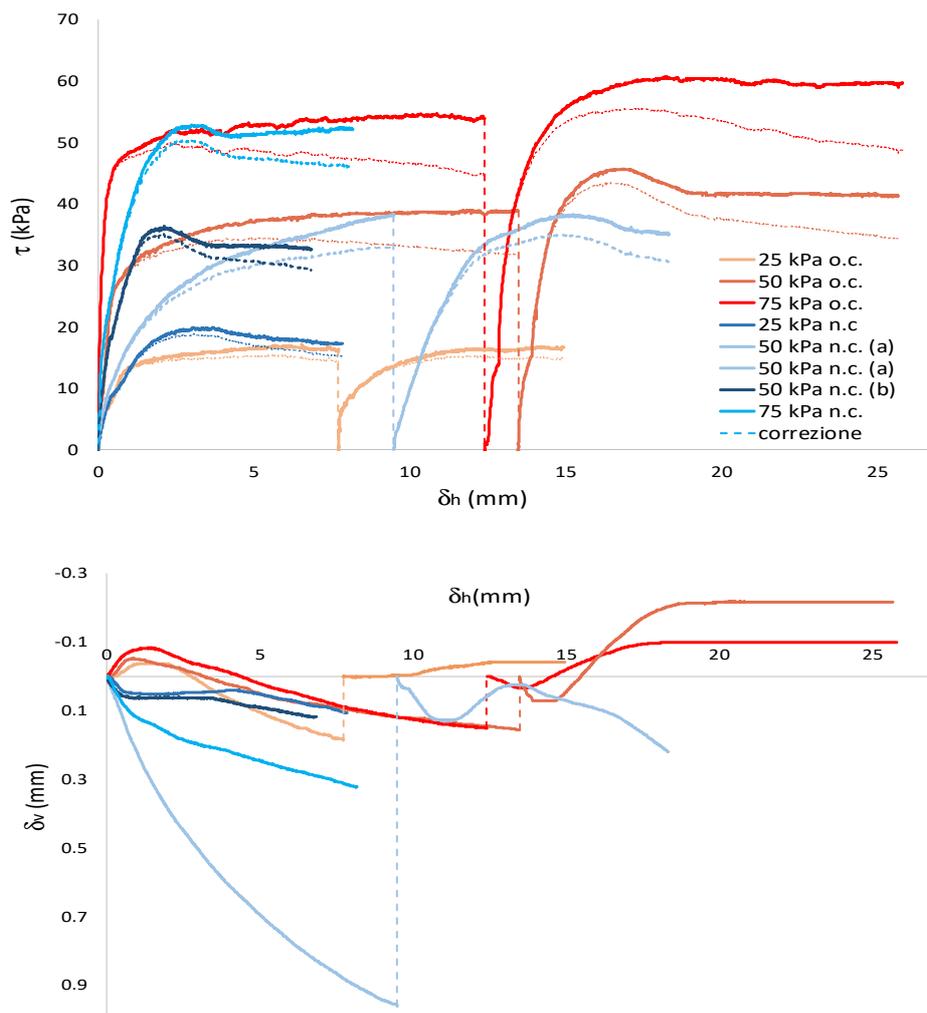


Fig. 2- Risultati delle fasi di taglio sul terreno C1b.

Per determinare l'involuppo di rottura sono stati assunti per il primo set di prove i valori finali delle curve relative al primo ciclo e per il secondo set quelli relativi al secondo ciclo. I valori non corretti hanno fornito un valore

d'angolo d'attrito di $36,6^\circ$ mentre utilizzando i valori corretti si è ottenuto un valore di 32° . Osservando le curve non corrette nei piani τ - δ_h , si nota che il loro andamento è molto prossimo alla condizione stazionaria per cui risulta coerente considerare il valore non corretto; il valore dell'angolo di attrito così determinato risulta coerente con i valori tipici delle piroclastiti della Campania e può essere utilizzato per le verifiche di stabilità di un pendio.

In Fig. 3 si riportano i risultati ottenuti durante le fasi di taglio delle prove svolte sul terreno A1 nei piani δ_h - τ e δ_h - δ_v .

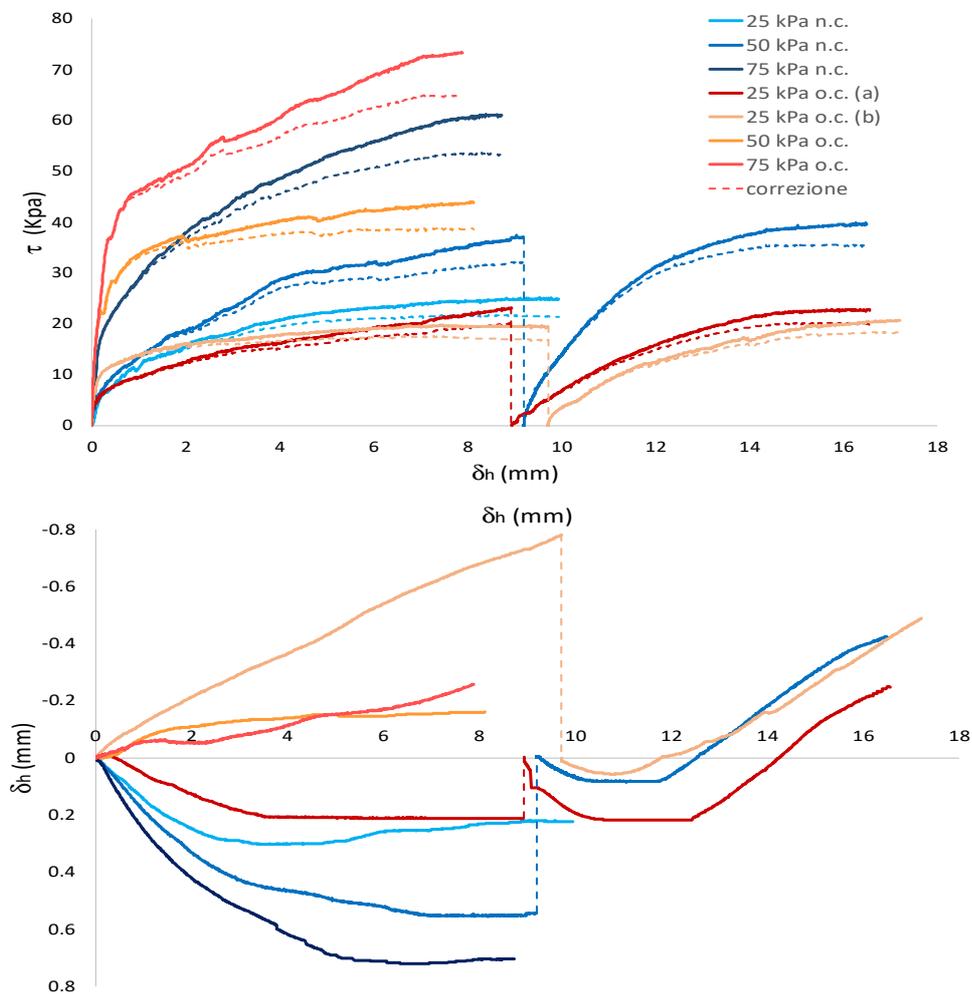


Fig. 3- Risultati delle fasi di taglio sul terreno A1.

La presenza di abbondanti pomici e radicali vegetali influenzano i risultati ottenuti. Nel piano δ_h - δ_v si osserva che le deformazioni volumetriche ottenute

dai primi cicli di ogni prova, ad eccezione delle prove “25 kPa o.c. (b)” e “75 kPa o.c.”, sono prossime alla condizione stazionaria. Nel piano di Mohr i valori non corretti, relativi al primo ciclo di tutte le prove, forniscono un angolo d’attrito di 40° mentre utilizzando i valori corretti tale parametro è di $36,9^\circ$. Non considerando le prove condotte su materiale sovraconsolidato che non raggiungono la condizione stazionaria (225 kPa o.c. (b) “ e”75 kPa o.c.) l’angolo d’attrito diviene di $37,5^\circ$ utilizzando i valori non corretti e di $35,5^\circ$ utilizzando i corretti. Anche per questo terreno si è deciso di prendere come valore di riferimento quello ottenuto dai dati non corretti.

Nel seguito si mostrano i risultati ottenuti dalle prove di taglio a suzione controllata.

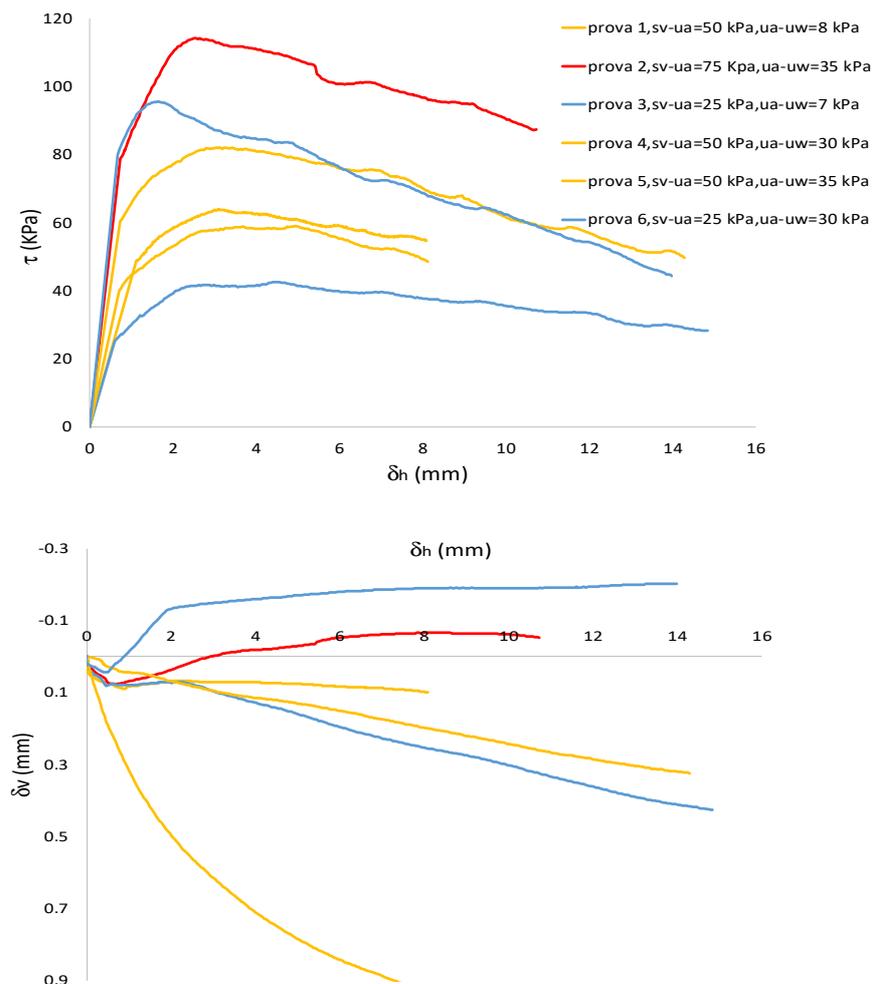


Figura 4- Fase di rottura nelle prove di taglio non sature, terreno C1b.

Le prove sono state eseguite con tensione verticale compresa tra 25 e 75 kPa per determinare l'involuppo di resistenza in tale intervallo tensionale.

I risultati sono stati interpretati e rielaborati impiegando delle variabili tensionali che tengono conto dell'accoppiamento idraulico-meccanico in condizioni di parziale saturazione; sono state utilizzate le *tensioni alla Bishop*, note in letteratura come *average soil skeleton stress*: $\sigma^* = (\sigma_v - u_a) + S_r \cdot (u_a - u_w)$. Si ottiene un angolo d'attrito di $37,1^\circ$ utilizzando i valori corretti delle tensioni tangenziali. I dati ottenuti dalle prove in condizioni non sature, con le tensioni alla Bishop, possono essere interpretati insieme a quelli ottenuti dalle prove sature. I risultati si sono allineati alla retta di stato critico, ottenendo così un angolo d'attrito di stato critico di 37° , tipico dei terreni piroclastici della Campania.

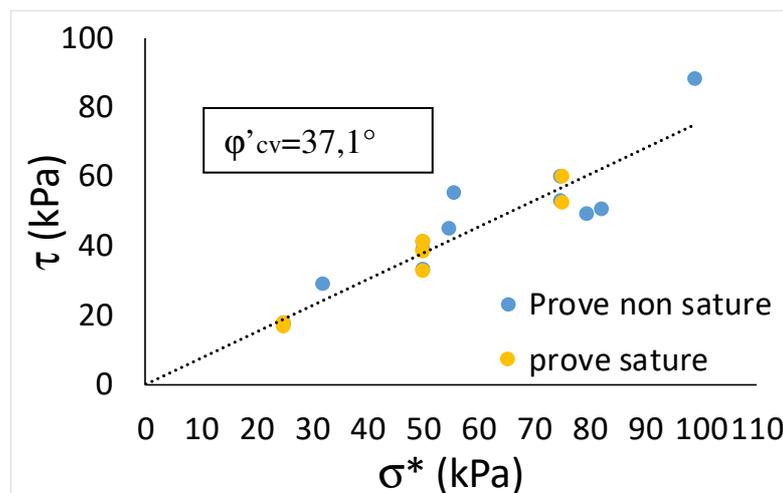


Fig. 5-Rappresentazione dei dati nel piano σ^* - τ .

CONCLUSIONI

La sperimentazione svolta nel presente lavoro ha consentito di determinare le caratteristiche meccaniche delle piroclastiti non sature provenienti dal campo prove del Monte Faito (NA).

L'insieme dei risultati ottenuti nel lavoro di tesi (solo in parte riportati in questo sommario) consente di affermare che:

- le prove eseguite in condizione di completa saturazione sul terreno A1 hanno messo in evidenza l'influenza della struttura del terreno. La struttura influisce anche sulla resistenza del materiale fornendo angoli d'attrito più alti rispetto al terreno C1b.
- per entrambi i terreni, i risultati ottenuti dalle prove condotte con più cicli di deformazione (per indagare il comportamento a grandi deformazioni) mostrano che alla fine del primo ciclo spesso il terreno non raggiunge la condizione di stato critico e che le deformazioni sono lontane dalla condizione stazionaria. Osservando i cicli successivi al primo si vede come il materiale continua a deformarsi mostrando una tendenza a dilatare. La resistenza misurata nei secondi cicli è risultata sempre maggiore rispetto a quella registrata nei primi cicli; ciò conferma la necessità di considerare livelli alti di deformazione per attingere la condizione di resistenza ultima del materiale.
- le prove eseguite in condizioni di parziale saturazione sul terreno C1b hanno evidenziato la maggiore resistenza rispetto alle prove eseguite in condizioni di completa saturazione. Questo comportamento è stato descritto attraverso variabili tensionali adeguate, che tengono conto dell'accoppiamento idraulico-meccanico. Per rappresentare i risultati sono state utilizzate le *tensioni alla Bishop, note come average soil skeleton stress*.
- Attraverso le “tensioni alla Bishop” la resistenza del materiale può essere ricondotta a quella del materiale saturo con notevole semplificazione delle attività sperimentali di laboratorio. A conferma di ciò, il valore dell'angolo di attrito così determinato risulta coerente con i valori tipici delle piroclastiti della Campania e può essere utilizzato nello studio dei fenomeni di colata rapida, ai fini dell'analisi di stabilità.

