

# UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



FACOLTA' DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN

INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE,

EDILE ED AMBIENTALE

SINTESI DELL'ELABORATO DI LAUREA

OSSERVAZIONE AL MISCROSCOPIO E.S.E.M.  
DI PIROCLASTITI NON SATURE

**Relatore**

Ch.mo Prof. Gianfranco Urciuoli

**Candidato**

Gentile Salvatore

**Correlatore**

Dott. Ing. Raffaele Papa

**Matricola**

518/699

ANNO ACCADEMICO  
2012/2013

## ***Premessa***

Il presente lavoro riguarda alcune prove eseguite presso il laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II" e presso il centro C.I.S.M.E. (Centro Interdipartimentale di Servizio per la Microscopia Elettronica) su campioni di terreno piroclastico non saturo prelevati dal campo sperimentale di Monteforte Irpino. L'obiettivo è di osservare come si dispongono i menischi d'acqua sia in fase di essiccamento che di umidificazione mediante l'ausilio di un microscopio a scansione ambientale E.S.E.M. e di relazionare questa caratteristica al comportamento meccanico ed idraulico del terreno.

## ***Strumenti di analisi***

### **Strumentazione laboratorio geotecnica**

Nel laboratorio di Ingegneria Idraulica Civile Edile ed Ambientale dell'Università di Napoli "Federico II" sono stati selezionati i campioni di terreno da sottoporre alla sperimentazione; è stato necessario quindi ricavare dai campioni indisturbati i provini da sottoporre a prova. Per far ciò è stato utilizzato:

- Un estrattore costituito da un banchetto a cui si fissa il campione e un pistone azionato a mano che lentamente lo estrae dal contenitore (Fig. 1.1);
- Una fustella in grado di penetrare nel campione mediante pressione esercitata manualmente in modo tale da ricavare il provino ricercato senza alterare le condizioni del terreno (Fig. 1.2);



*Figura 1.1 Estrattore provino*



*Figura 1.2 Fustella*

### **Strumentazione utilizzata presso il centro C.I.S.M.E.**

Il C.I.S.M.E (Centro Interdipartimentale di Servizio per la Microscopia Elettronica) ha messo a disposizione il Microscopio elettronico a scansione ambientale (E.S.E.M.) FEI QUANTA 200ESEM-SEM, grazie al quale è stata possibile l'osservazione dei provini selezionati.

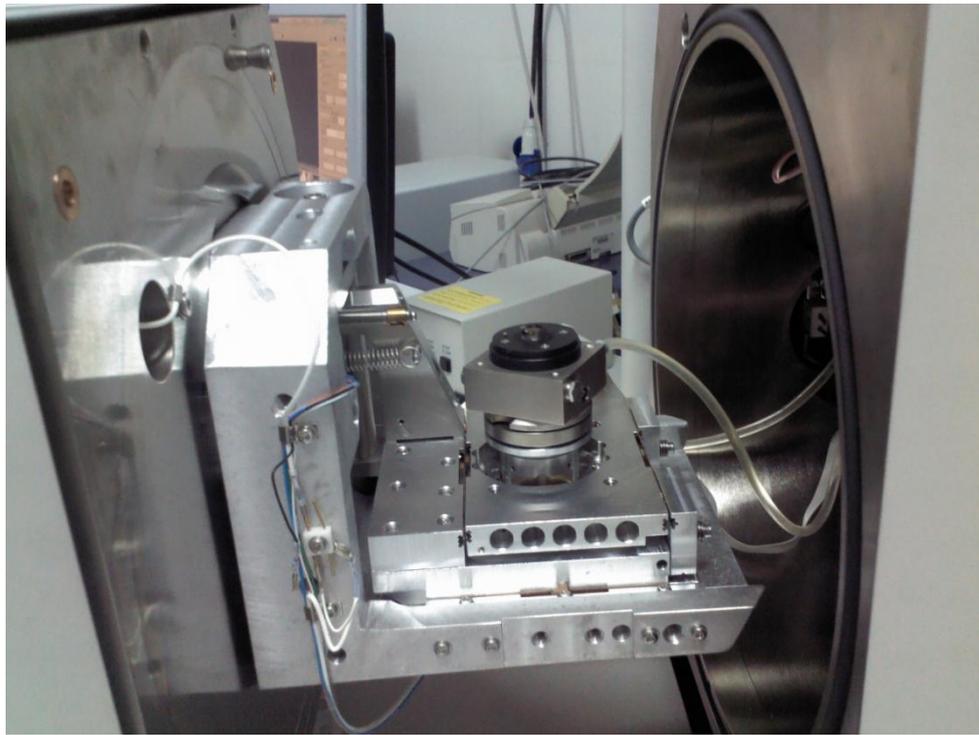
Il microscopio utilizzato (Fig. 1.3) è un apparecchio di ultima generazione che viene adoperato per l'osservazione di campioni biologici e non, così come prelevati, anche senza la preparazione solitamente necessaria per campioni idratati, incompatibili con la rarefazione dell'aria che si impone nella microscopia elettronica convenzionale.



*Figura 1.3 Microscopio elettronico a scansione ambientale (E.S.E.M.) FEI QUANTA 200ESEM-SEM*

### ***Risultati delle prove sperimentali***

Il microscopio E.S.E.M è stato messo a disposizione dal centro C.I.S.M.E. . La prima osservazione è servita per lo più per tarare la procedura e soprattutto per cercare di capire le potenzialità di tale strumento rispetto ai risultati ricercati (Fig. 1.4).



*Figura 1.5 Visione laterale del microscopio E.S.E.M. prima dell'inizio della prova*

Per poter iniziare l'osservazione il software di controllo dell'apparecchiatura chiedeva che fossero impostate sia la temperatura che la tensione di vapore all'interno della camera.

Si è pertanto deciso di impostare una temperatura di 3 °C e una tensione di vapore di partenza pari a 760 Pa. In tali condizioni tramite valori tabellati forniti dal produttore del microscopio si è indirettamente imposta un'umidità relativa all'interno della camera di osservazione pari al 100%. Il campione sottoposto all'osservazione si trovava in condizioni di completa saturazione (Fig 1.5).

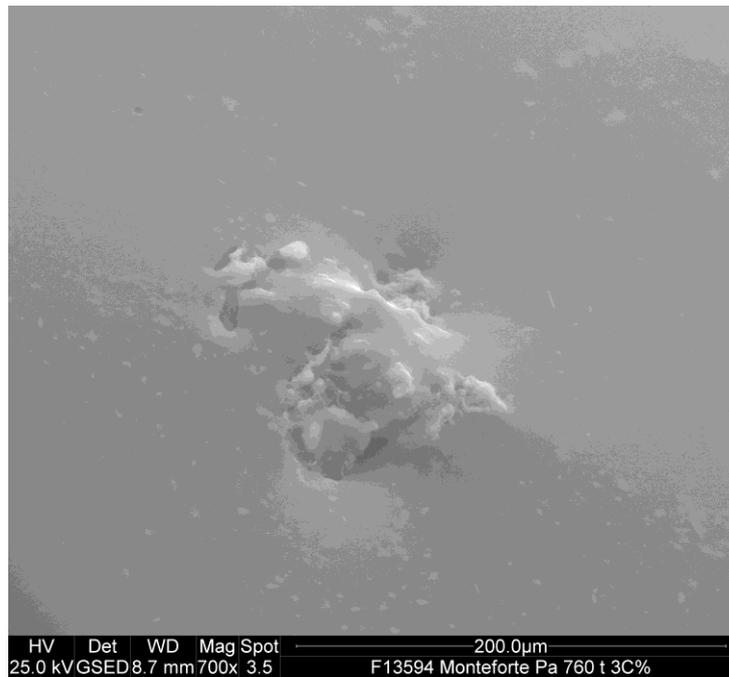


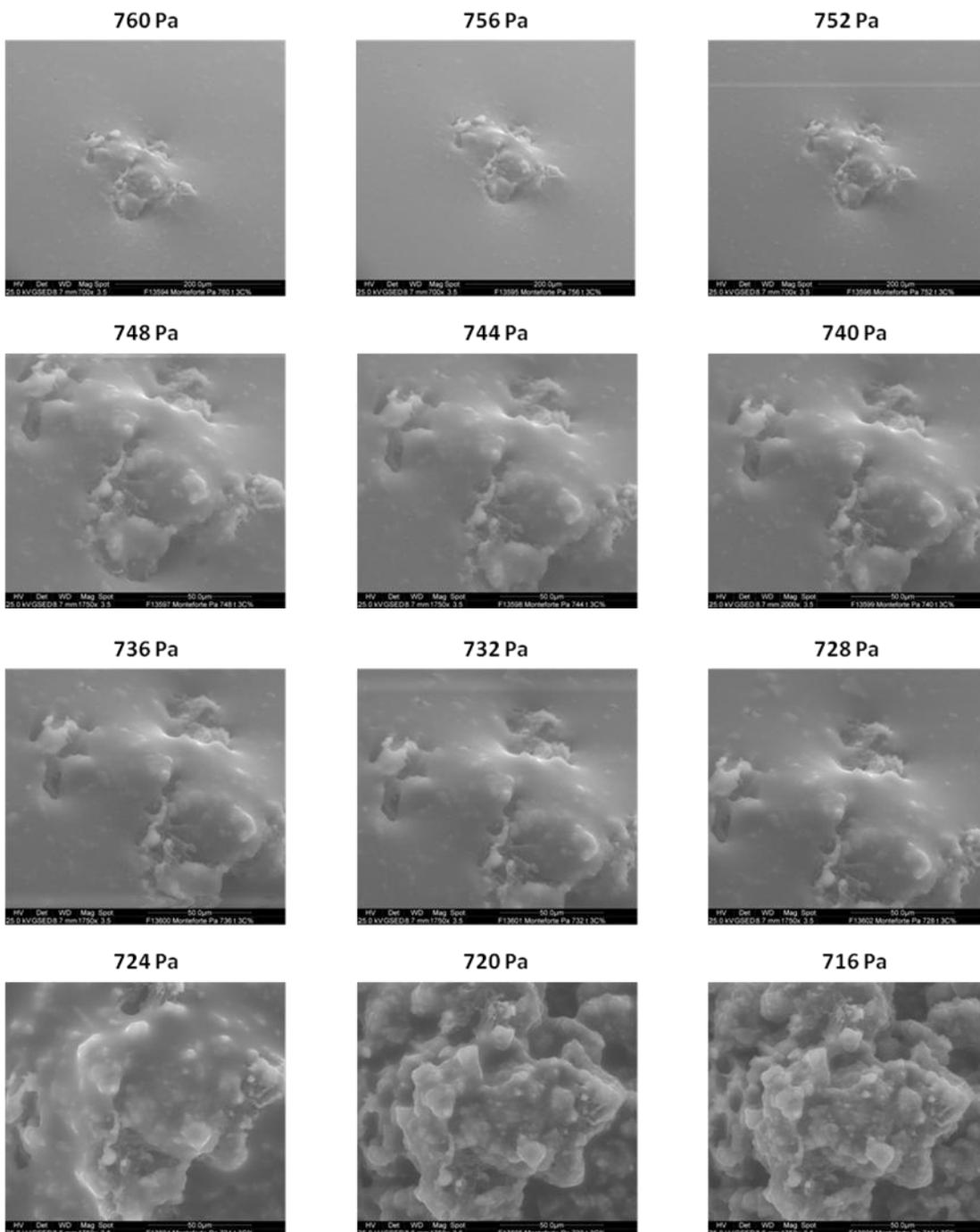
Figura 3.3 Foto a  $T=3^{\circ}\text{C}$ ; Tensione di vapore =760 Pa;  $U_r=100\%$

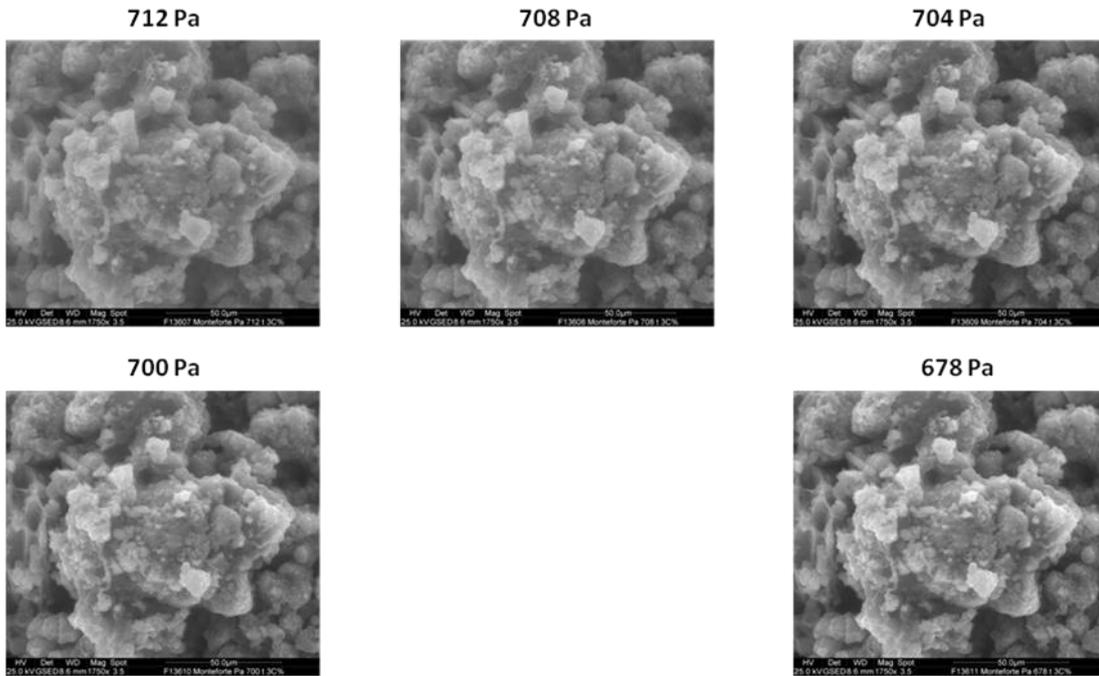
Partendo da un campione completamente saturo si è voluto osservare come variano i menischi d'acqua in fase di graduale essiccamento. Per far ciò si è pensato di agire sulla tensione di vapore e quindi sull'umidità relativa. Infatti dalla relazione:

$$\Psi = - \frac{RT}{v_{w0} \omega_v} \times \ln \left( \frac{u_v}{u_{v0}} \right)$$

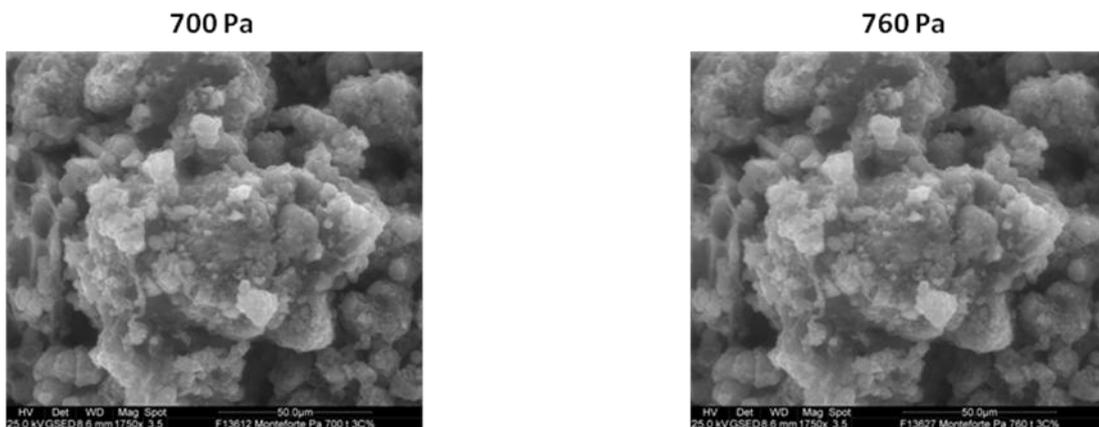
sappiamo che dall'umidità relativa è possibile ricavare la suzione presente nel provino. Partendo da una temperatura imposta pari a  $3^{\circ}\text{C}$  e lasciandola fissa per tutta la durata dell'osservazione si è fatta variare la tensione di vapore da 760 Pa a 700 Pa attraverso passi di decremento di 4 Pa, vale a dire cioè che si è passati da un'umidità relativa del 100% ad una del 92%. Per ogni passo è stata poi scattata una fotografia dopo però aver atteso un tempo di circa 5 minuti in modo da far raggiungere l'equilibrio all'interno della camera di osservazione. Man mano che l'umidità diminuiva si è potuto apprezzare dalle immagini una sempre maggior riduzione della curvatura dei menischi nel campione. La variazione più importante si è avuta intorno al valore di

pressione di 724 Pa dove è avvenuta una sorta di collasso della struttura dei menischi probabilmente perché si è raggiunto il valore di suzione per il quale vi è ingresso dell'aria. Una volta raggiunto il valore di 724 Pa man mano che la pressione diminuiva non si notavano dalle diverse foto variazioni rilevanti. Raggiunto il valore di 700 Pa si è pensato poi di impostare direttamente una pressione pari a 678 Pa ovvero un'umidità relativa del 90%. Il campione oramai secco, raggiunta questa percentuale di umidità, non ha manifestato variazioni rilevanti.





Finita in questo modo la fase di essiccazione si è riportata la pressione e quindi l'umidità relativa della camera ai valori iniziali, sempre con passi di variazione della pressione di 4 Pa, per osservare la riformazione dei menischi oramai scomparsi. Partendo questa volta da un valore di 700 Pa si è arrivati fino a 760 Pa ma le condizioni del provino non sono variate in modo rilevante.



## *Conclusioni*

Dalle osservazioni effettuate mediante il microscopio E.S.E.M. è stato possibile verificare come i menischi variassero soprattutto nella fase di

essiccamento. Infatti dalle immagini è chiaro che riducendo la tensione di vapore a temperatura costante e quindi abbassando l'umidità relativa nella camera di osservazione il campione riduce la sua umidità e quindi il contenuto d'acqua.

Man mano che ciò accade si osserva un incremento di suzione dovuto all'azione dei menischi.

Per quanto riguarda la fase di umidificazione, aumentando la tensione di vapore non si riscontra un aumento sensibile dell'umidità nel campione e quindi non si assiste alla formazione dei menischi partendo da un campione praticamente secco.