

INDAGINI GEOTECNICHE

prove geotecniche di laboratorio

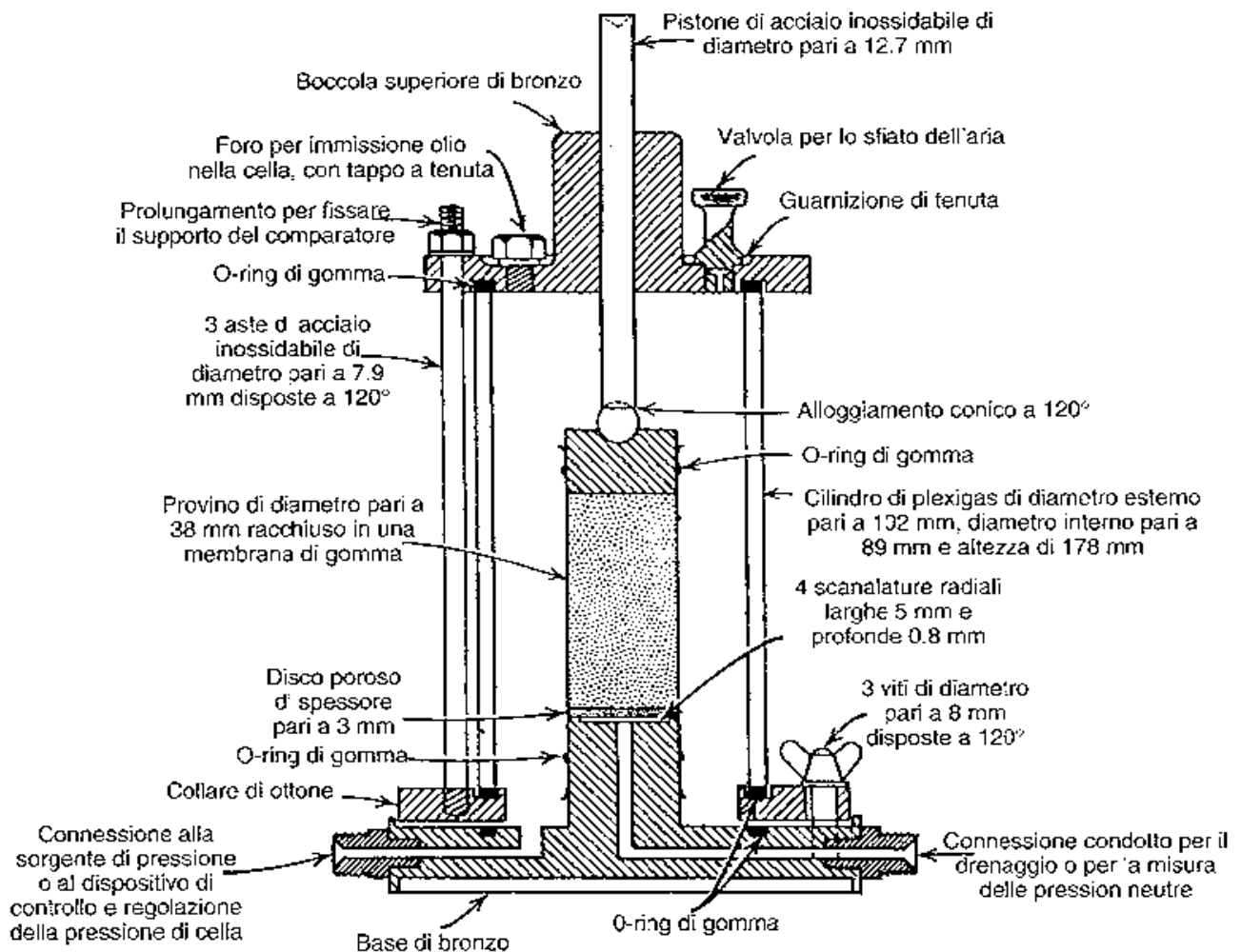
CONCLUSA L'ANALISI DELLA COMPRESSIBILITÀ EDOMETRICA DELLE TERRE AFFRONTIAMO IL CAPITOLO DEDICATO A DEFORMABILITÀ E RESISTENZA A ROTTURA

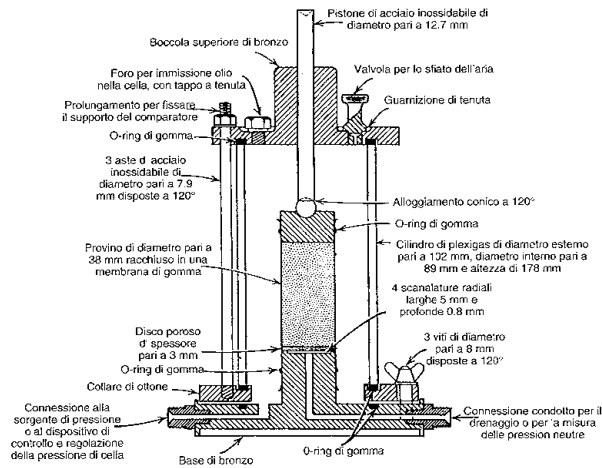
Con il termine **deformabilità** si intende il **comportamento tensio-deformativo** esibito da un terreno quando è sollecitato **in condizioni tali da far prevalere le deformazioni di forma su quelle volumetriche**, situazione in cui l'elemento di volume si deforma **fino a raggiungere la condizione di rottura**



LE APPARECCHIATURE PER ESAMINARE IL COMPORTAMENTO MECCANICO DEI TERRENI IN TERMINI DI DEFORMABILITÀ E RESISTENZA SONO DI VARIO TIPO. QUELLA MAGGIORMENTE USATA È LA:

CELLA TRIASSIALE

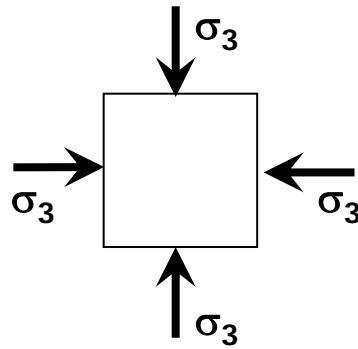




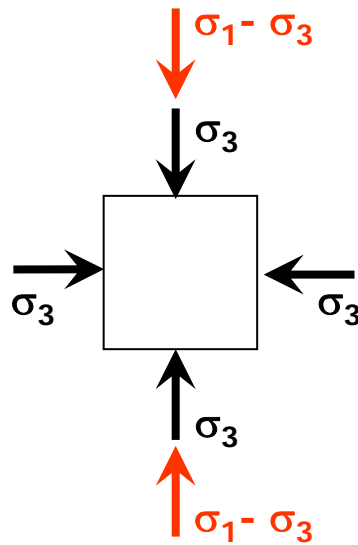
In genere, le prove triassiali si realizzano in

DUE FASI:

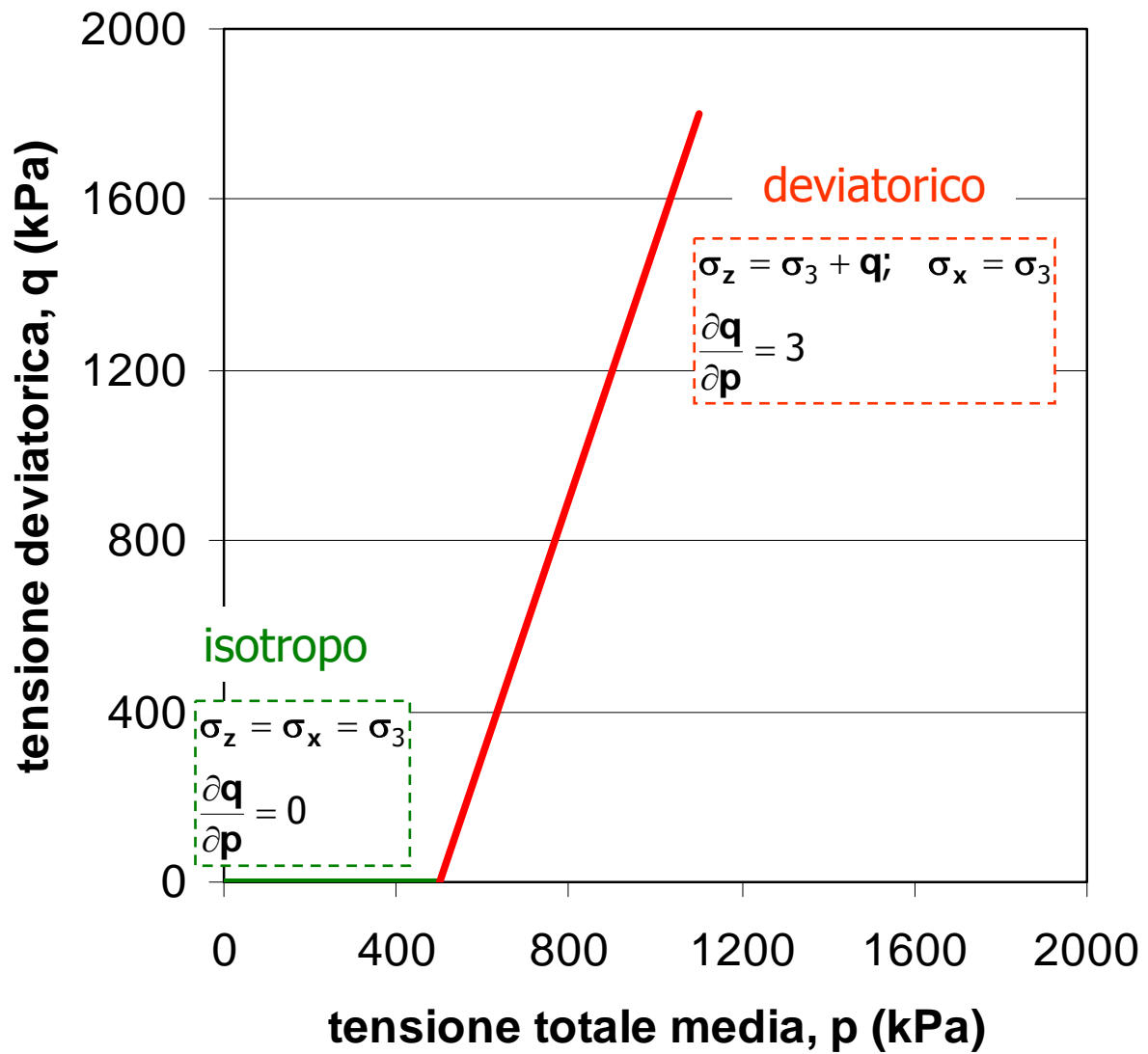
Fase di compressione isotropa

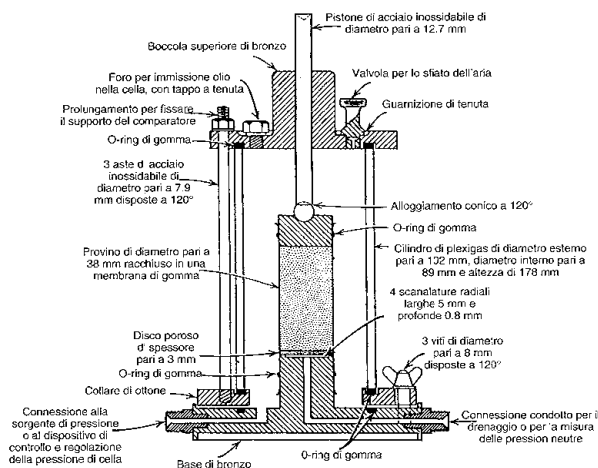


Fase deviatorica



PERCORSI DI SOLLECITAZIONE NELLE PROVE

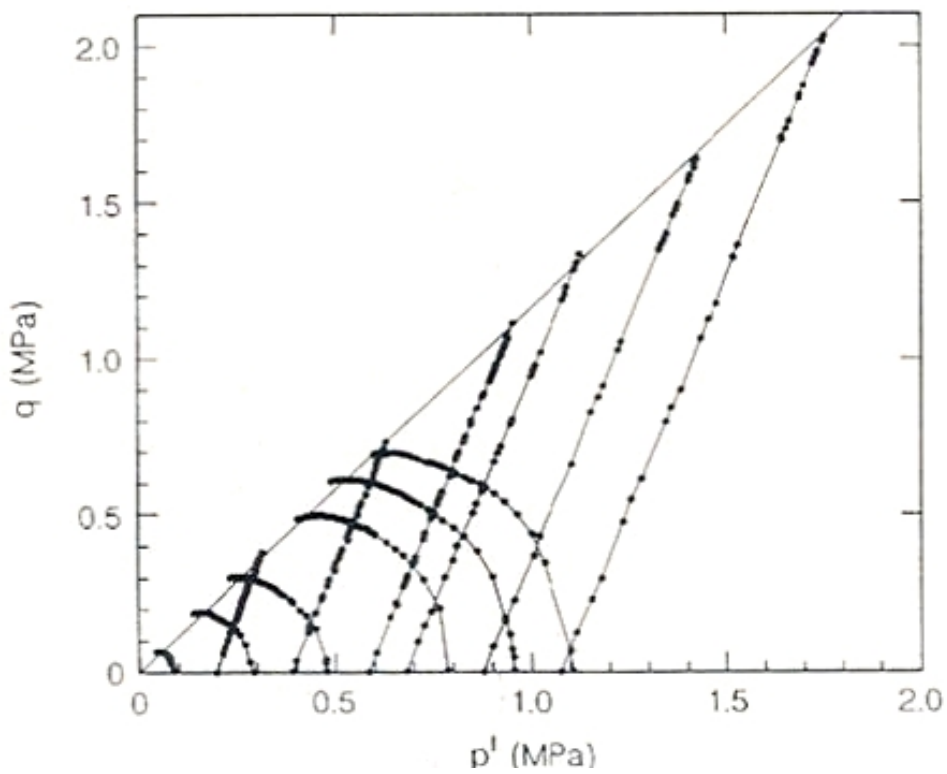
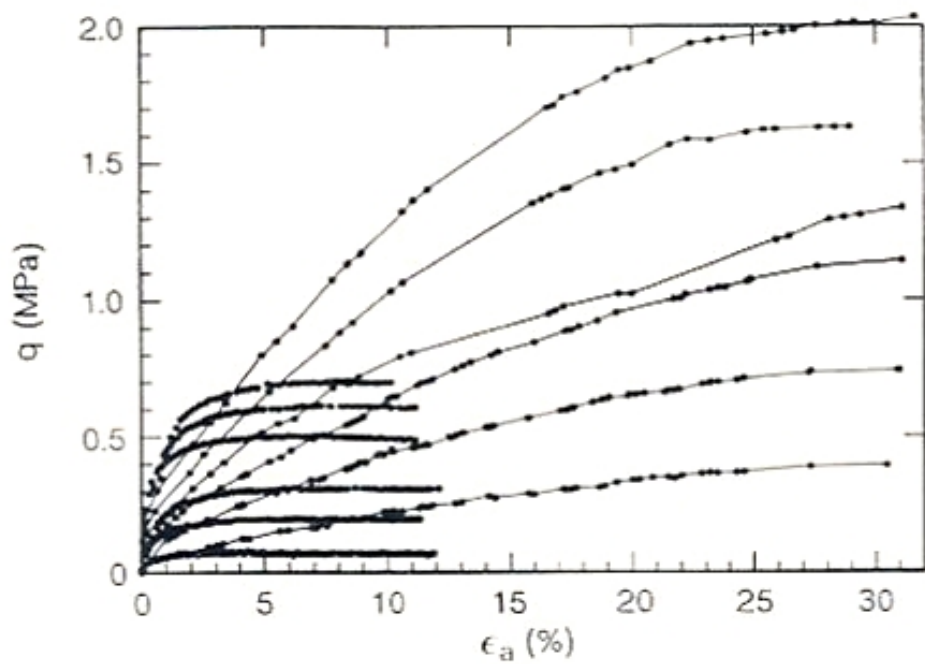




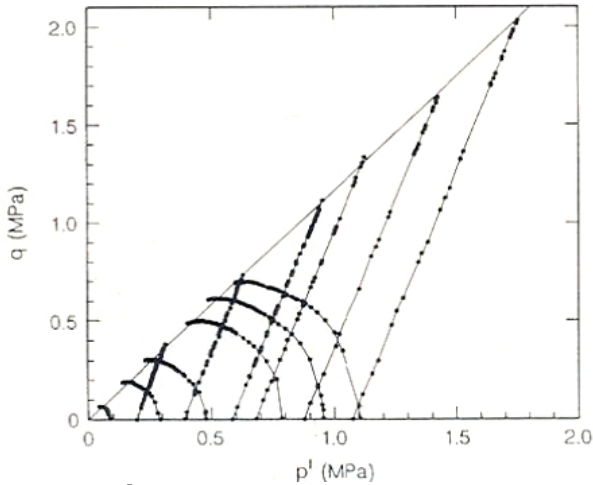
LE DUE FASI POSSONO ESSERE REALIZZATE IMPONENDO VARIE MODALITÀ DI DRENAGGIO:

TIPO di PROVA		Fase isotropa	Fase deviatorica
S (CID)	LIBERO	<p>alla fine: $\Delta u = 0$ $\sigma = \sigma'$</p>	<p>sempre: $\Delta u = 0$ $\Delta \sigma = \Delta \sigma'$</p>
Qc (CIU)	LIBERO	<p>alla fine: $\Delta u = 0$ $\sigma = \sigma'$</p>	IMPEDITO
Q (UU)	IMPEDITO	IMPEDITO	

RISULTATI TIPICI IN PROVE DI COMPRESSIONE TRIASSIALE



Argilla n.c. del Fucino (AGI, 1991) - $I_p=60\%$, $\phi'=29^\circ\div 31^\circ$, $c'=0$



Si noti che, indipendentemente dalle condizioni di drenaggio realizzate nel corso delle prove, con ottima approssimazione i punti di rottura risultano allineati lungo una retta di equazione:

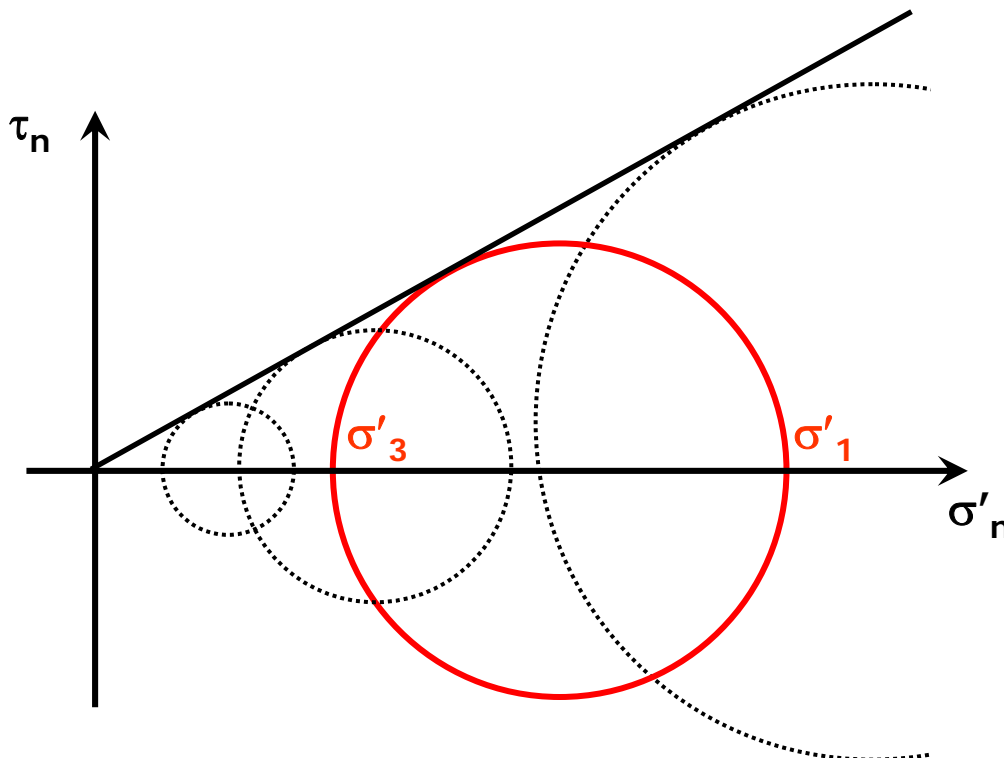
$$q = M \cdot p'$$

È evidente che, essendo noti i valori di q e p' a rottura:

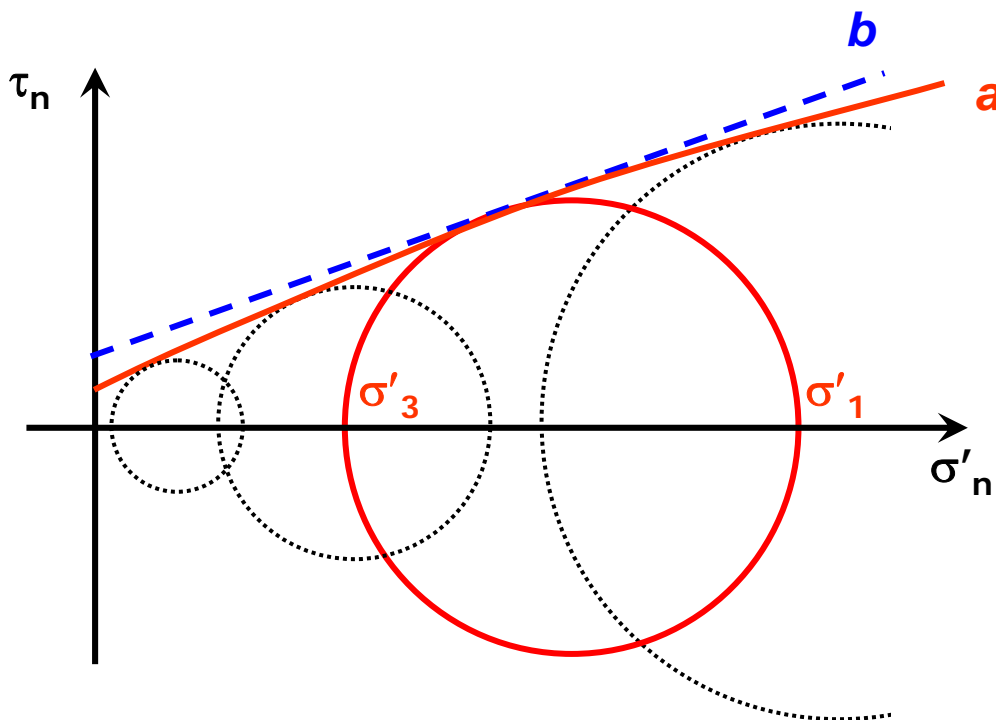
$$p' = \frac{1}{3} (\sigma'_1 + 2 \cdot \sigma'_3)$$

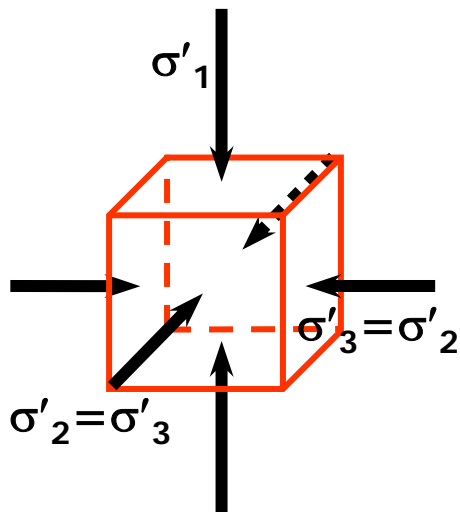
$$q = (\sigma_1 - \sigma_3) = (\sigma'_1 - \sigma'_3)$$

è possibile risalire ai valori delle tensioni principali (**efficaci**) a rottura e rappresentare i risultati indicati nel piano di Mohr. In tal modo si ottiene quanto indicato schematicamente in figura:



In condizioni più generali (ad esempio, volendo prescindere dalla condizione di normal consolidazione) si può affermare che il criterio di rottura di un terreno, ossia la curva che nel piano $\sigma':\tau$ involupa i cerchi di Mohr a rottura, è leggermente curvilineo. Nella figura ciò è enfatizzato, per evidenziare la differenza tra la **curva di involuppo *a* (in rosso)** e la **retta tangente *b* (in blu)** aventi lo stesso punto di tangenza con il cerchio di Mohr in rosso.



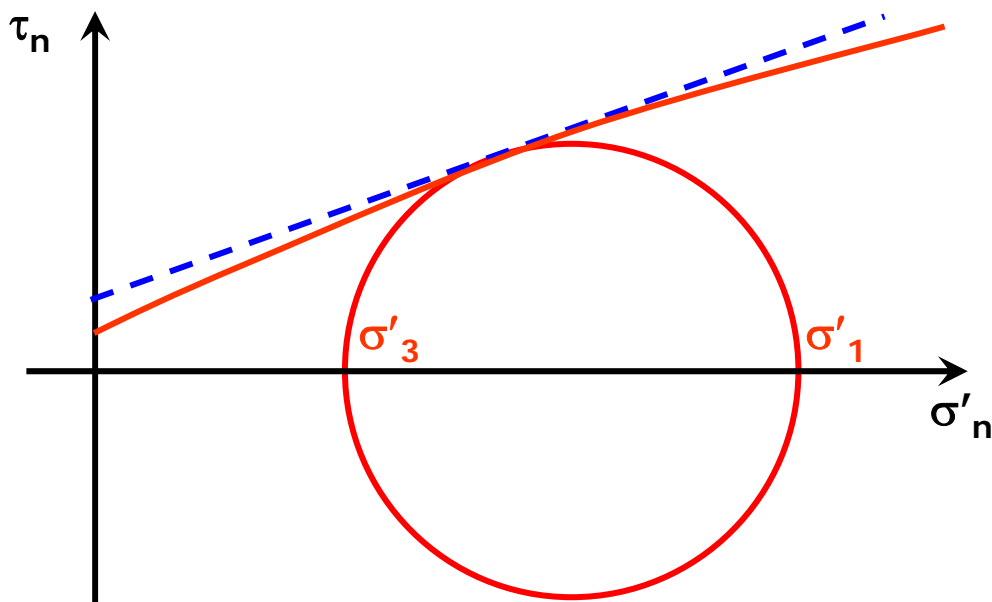


Nelle condizioni della prova triassiale risulta che:

- il cerchio di Mohr rappresentativo degli stati tensionali lungo giaciture che si appoggiano all'asse 3 è quello tracciato tra i punti $(\sigma'_2 = \sigma'_3, 0)$ e $(\sigma'_1, 0)$;
- idem per gli stati tensionali lungo giaciture che si appoggiano all'asse 2;
- il cerchio di Mohr per le giaciture che si appoggiano all'asse 1 degenera invece nel punto di coordinate $(\sigma'_3, 0)$.

PERTANTO

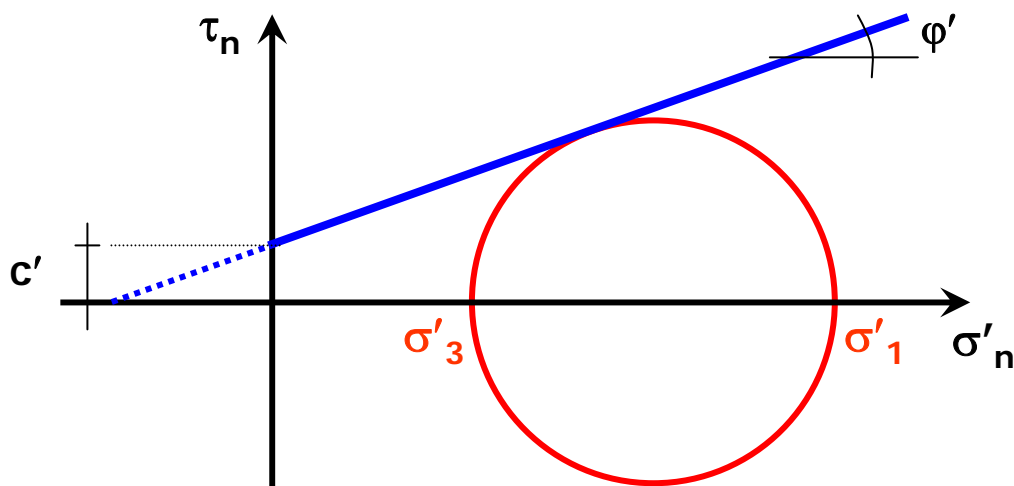
nelle condizioni caratteristiche delle prove triassiali è sufficiente rappresentare il cerchio tra i punti $(\sigma'_3, 0)$ e $(\sigma'_1, 0)$: lo stato tensionale lungo qualunque giacitura è descritto da un punto di tale cerchio.



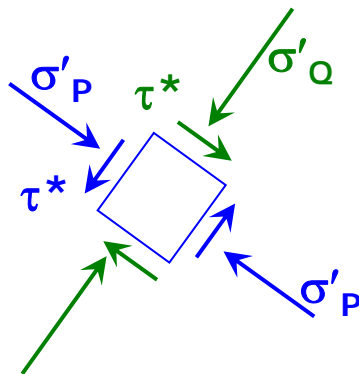
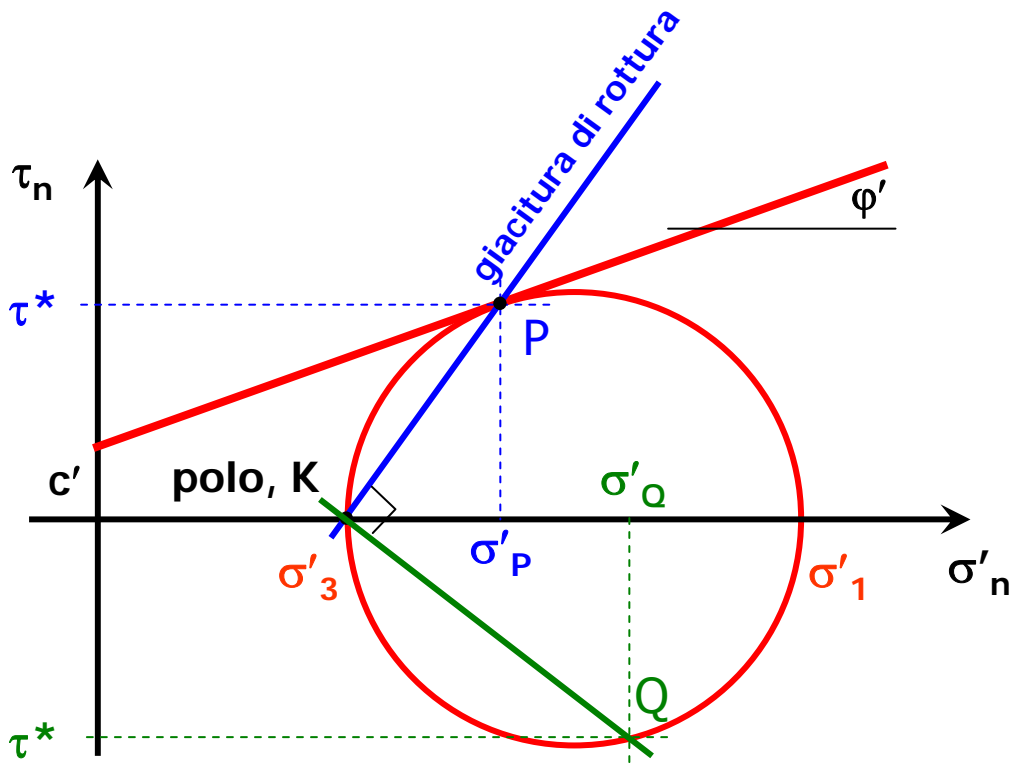
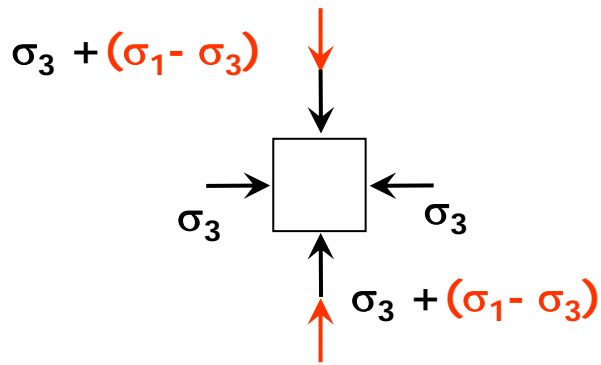
In genere nella meccanica dei terreni si assume che l'involuppo di rottura, nella realtà lievemente curvo, possa essere confuso con un involucro rettilineo caratterizzato da due parametri:

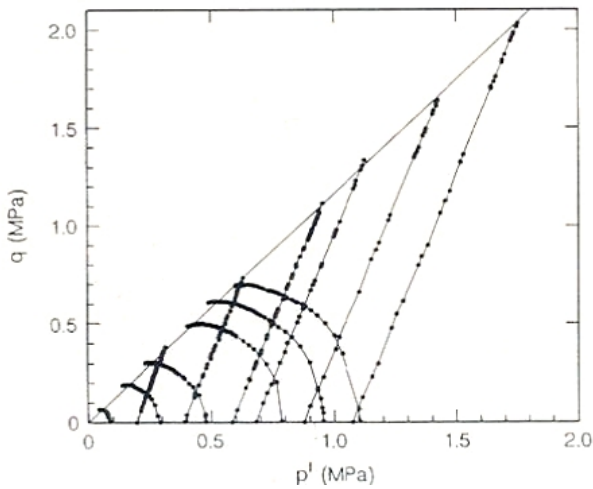
φ' = angolo di attrito (efficace)

c' = coesione efficace.



In alcuni casi, tale assunzione può costringere ad adeguare il valore di φ' e c' al particolare campo tensionale d'interesse per l'applicazione presa in considerazione.





Si può dimostrare che la scrittura del criterio di resistenza mediante gli invarianti di tensione, nella forma:

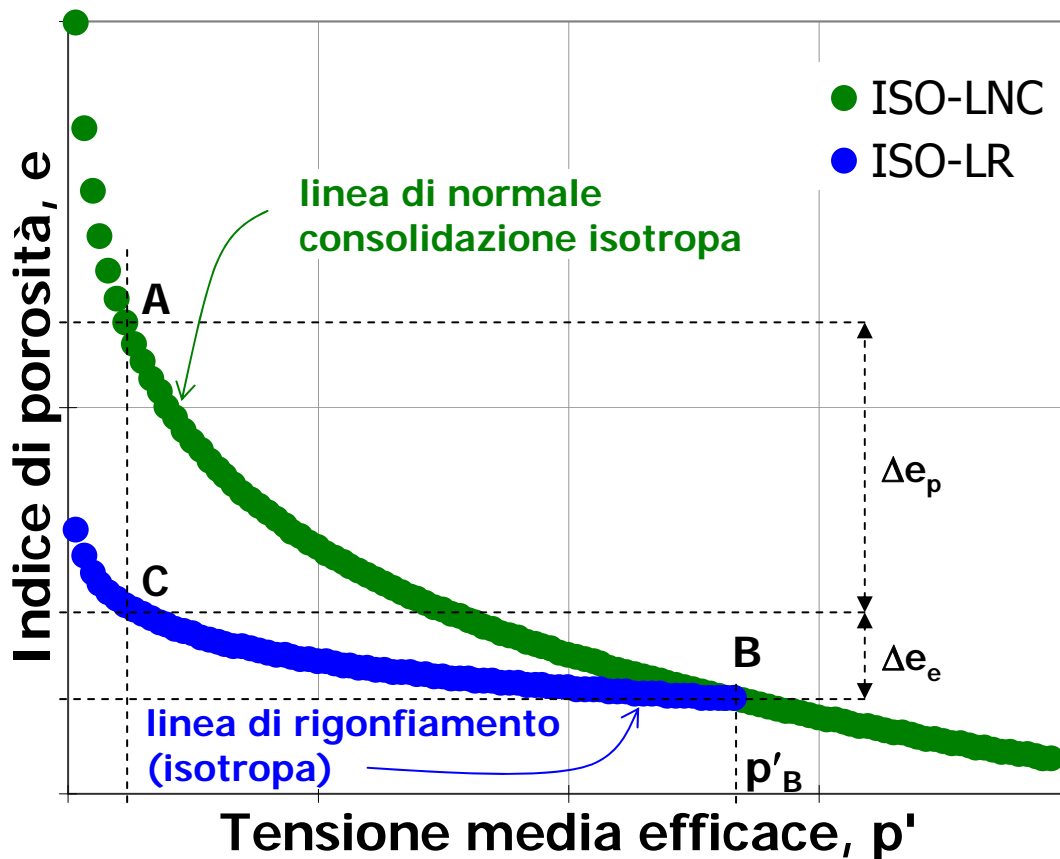
$$q = Mp'$$

- è un modo alternativo di esprimere lo stesso criterio di resistenza tramite una retta nel piano $\sigma':\tau$
- equivale ad affermare l'assenza di coesione efficace c' .

Dato che in condizioni di rottura esiste un legame tra (p', q) e (σ'_1, σ'_3) , si può dimostrare che in assenza di coesione risulta:

$$\frac{q}{p'} = M = \frac{6 \cdot \text{sen}(\varphi')}{3 - \text{sen}(\varphi')}$$

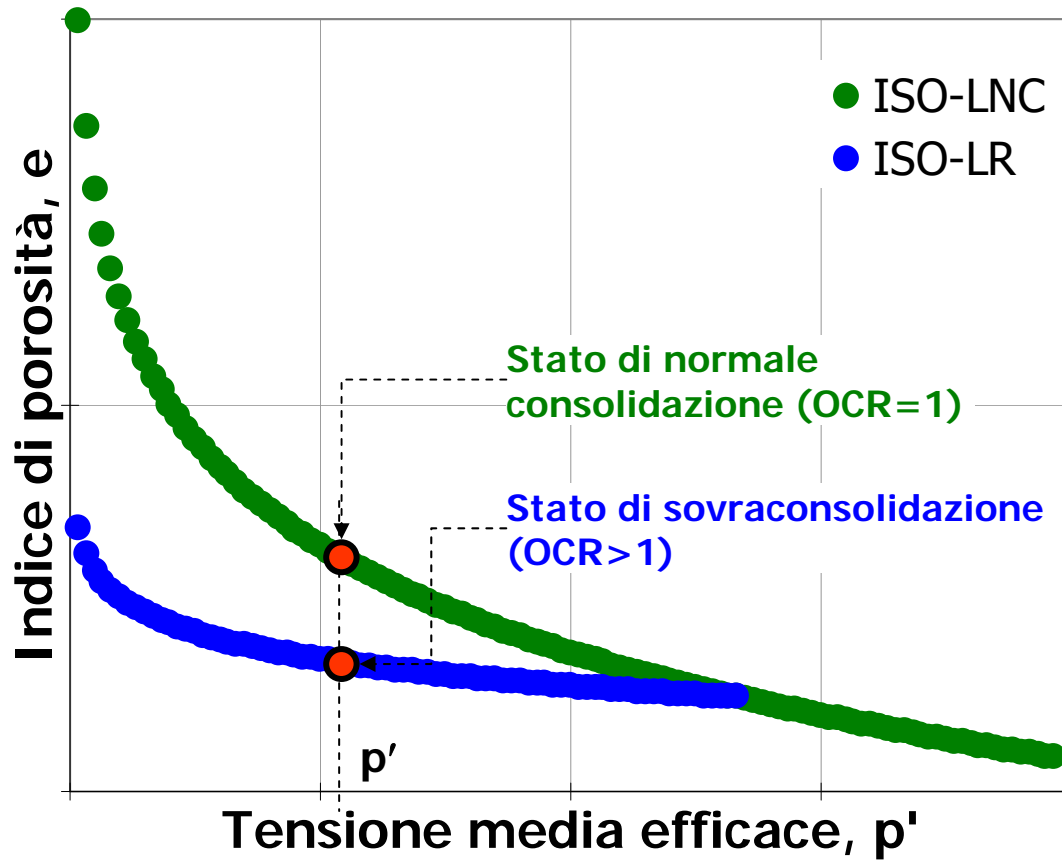
È POSSIBILE ANCHE ESEGUIRE PROVE IN CUI VIENE FATTA VARIARE SOLO LA PRESSIONE DI CELLA, AL FINE DI ANALIZZARE (IN CONDIZIONI DRENATE) IL LEGAME TENSIONE: DEFORMAZIONE IN CONDIZIONI ISOTROPE



In perfetta analogia con quanto rilevato nelle prove edometriche, si osserva che:

- IL COMPORTAMENTO MECCANICO È ELASTO-PLASTICO (vedi ramo A-B-C);
- NELLE FASI DI SCARICO-RICARICO IL MASSIMO p' SUBITO IN FASE DI PRIMO CARICO (p'_{max}) ASSUME IL RUOLO DI TENSIONE DI SNERVAMENTO; IL TERRENO CONSERVA MEMORIA DELLA STORIA TENSIONALE PREGRESSA

$$OCR_{p'} = p'_{max} / p' \geq 1$$



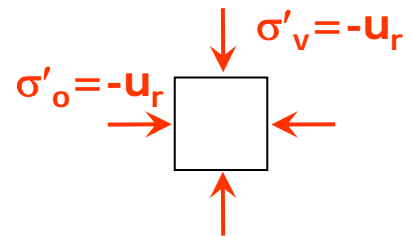
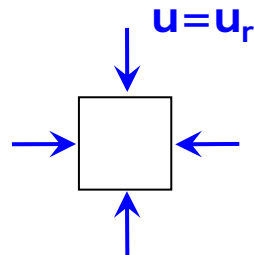
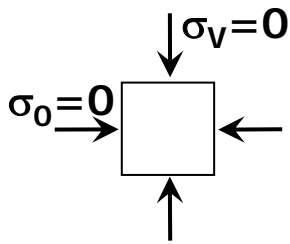
A PARITÀ DI p' UNO STESSO TERRENO PUÒ TROVARSI IN UNO STATO DI **NORMALE CONSOLIDAZIONE (OCR=1)** O DI **SOVRACONSOLIDAZIONE (OCR>1)**

ANALIZZIAMO DAPPRIMA IL COMPORTAMENTO MECCANICO DEI

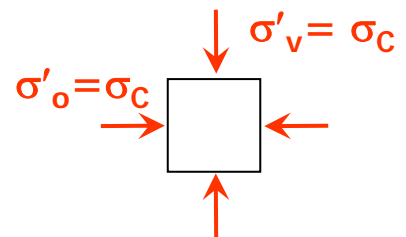
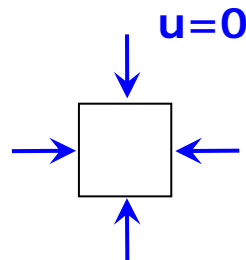
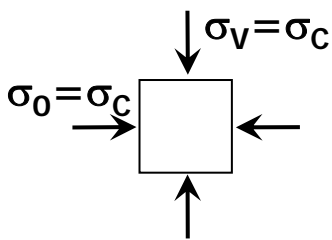
TERRENI A GRANA FINE
NORMALMENTE CONSOLIDATI

EVOLUZIONE DELLO STATO DI TENSIONE IN PROVE TRIASSIALI CID (S)

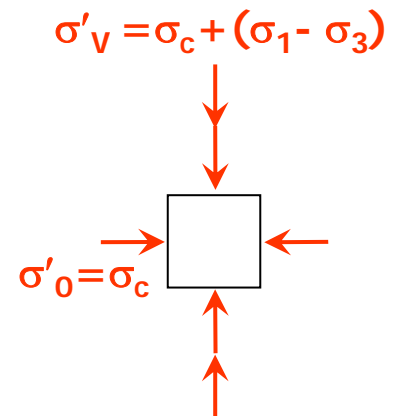
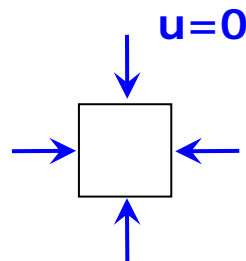
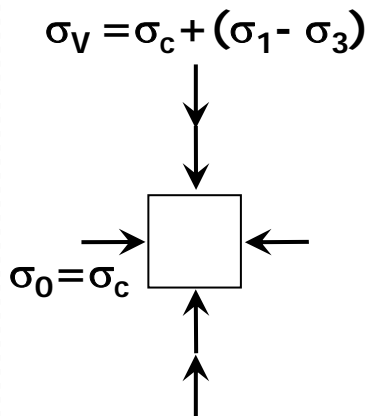
MONTAGGIO DEL PROVINO



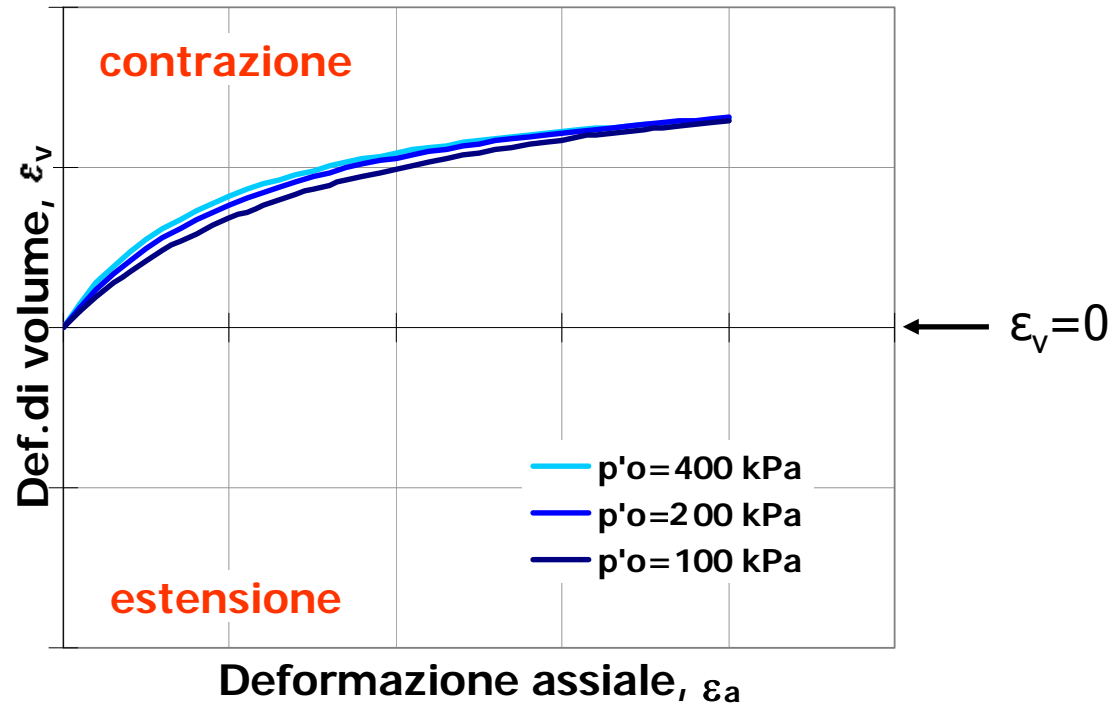
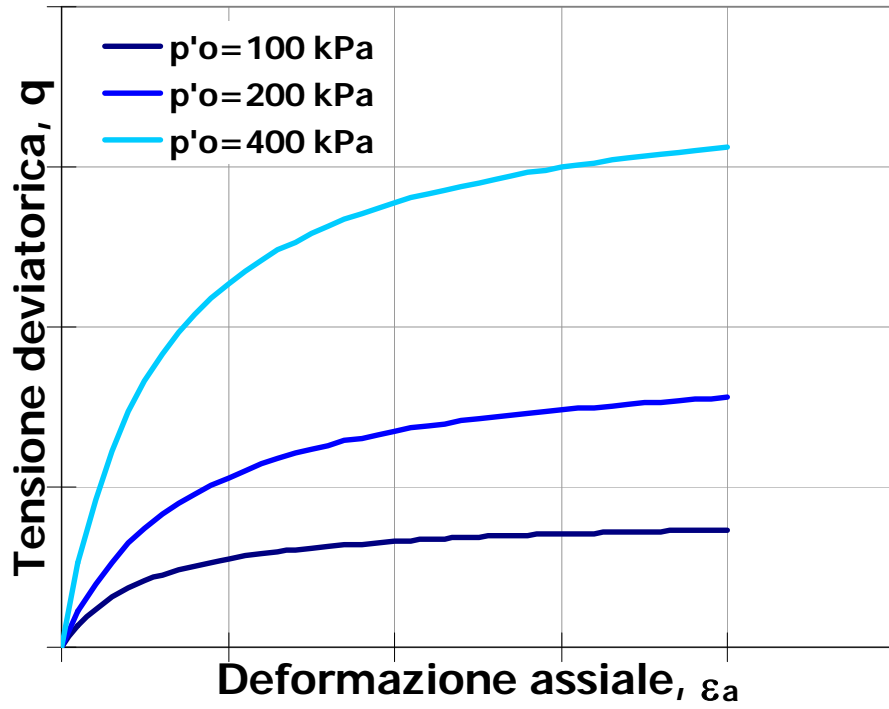
COMPRESIONE ISOTROPA



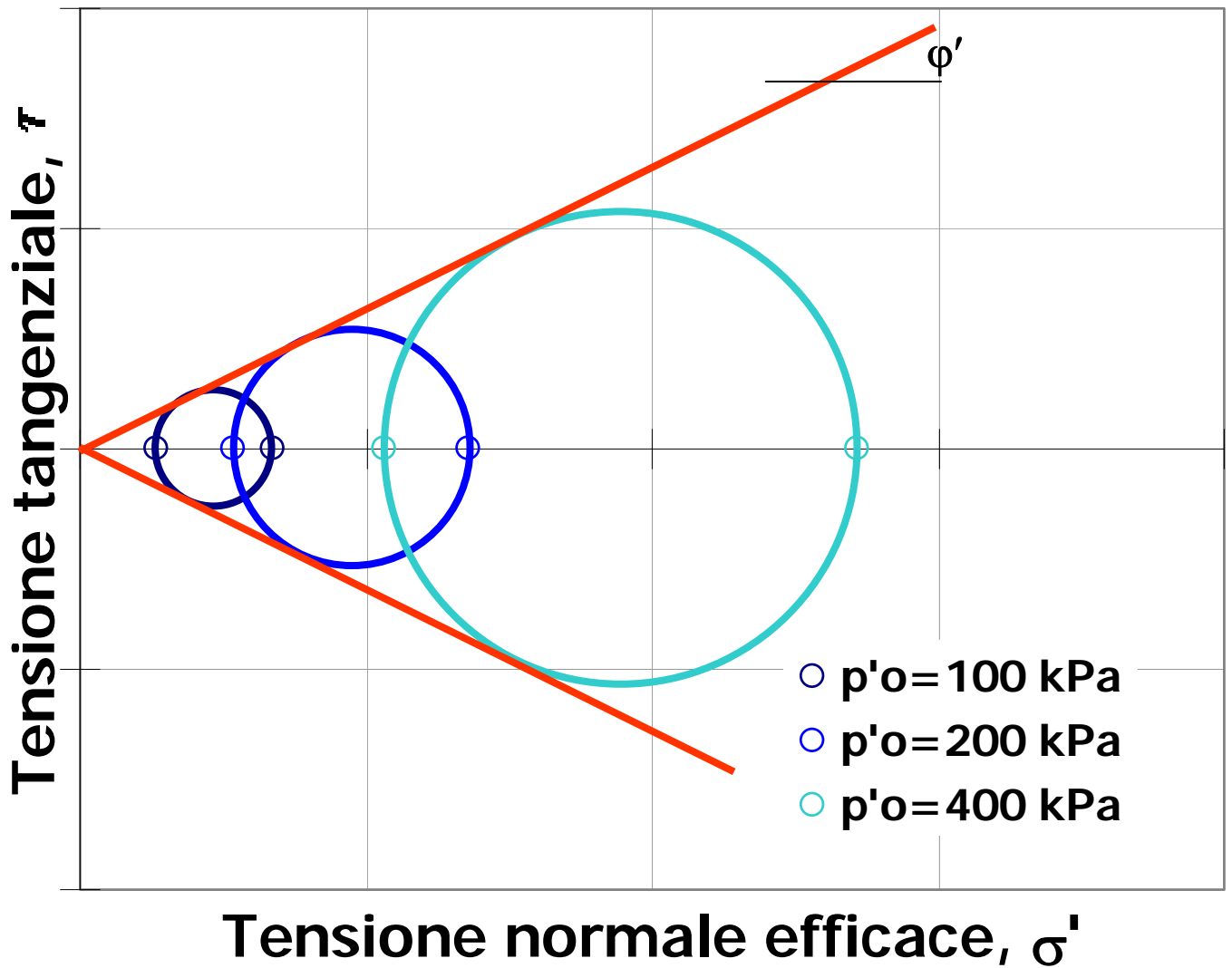
FASE DEVIATORICA



RISULTATI TIPICI
PROVE TRIASSIALI CID (S) IN TERRENI A GRANA FINE
NORMALMENTE CONSOLIDATI (OCR=1)

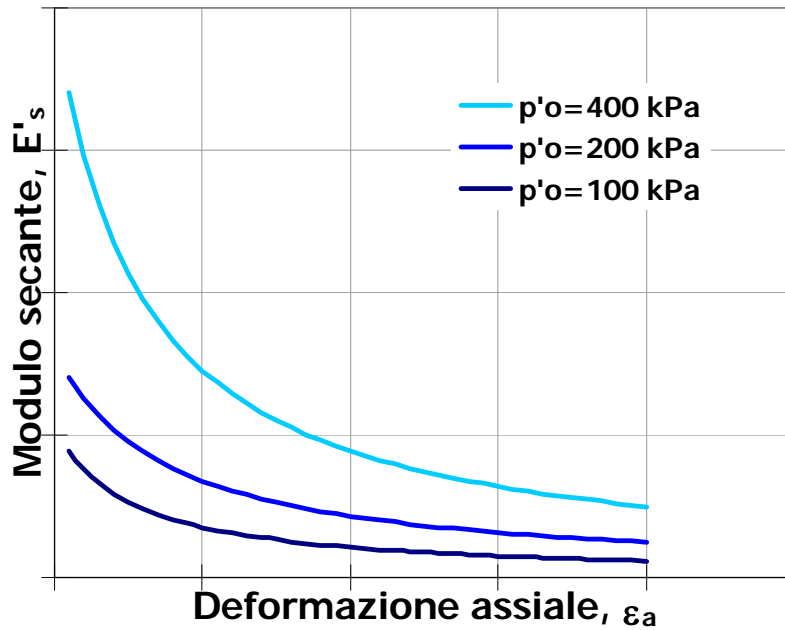


RISULTATI TIPICI
PROVE TRIASSIALI CID (S) IN TERRENI A GRANA FINE
NORMALMENTE CONSOLIDATI (OCR=1)



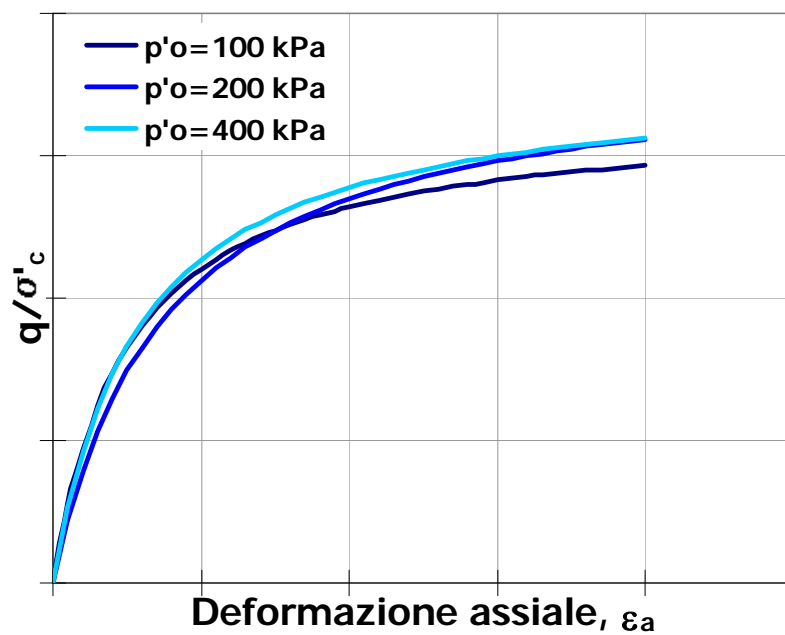
RIGIDEZZA

PROVE TRIASSIALI CID (S) IN TERRENI A GRANA FINE
NORMALMENTE CONSOLIDATI (OCR=1)

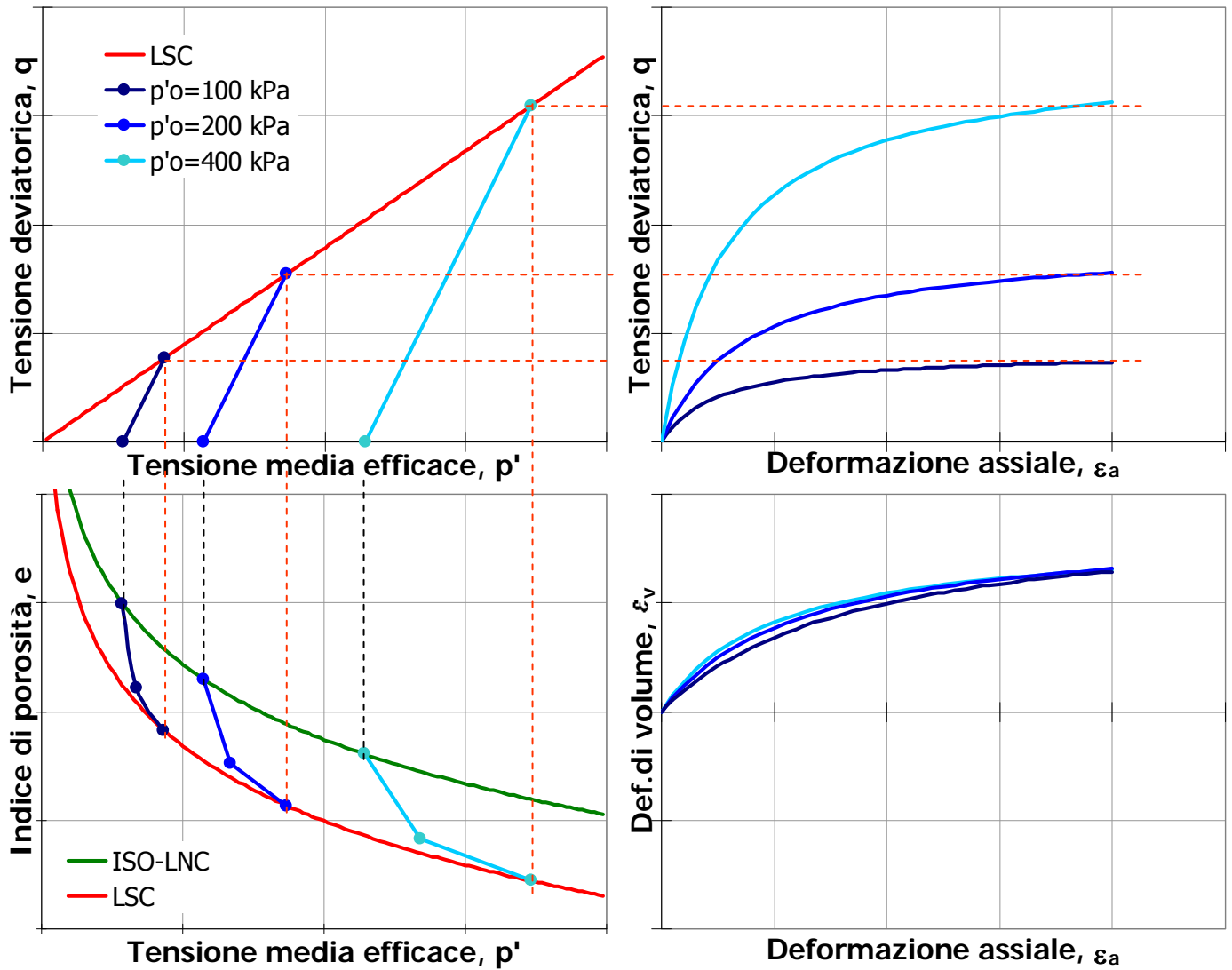


CURVE $q:\epsilon_a$ NORMALIZZATE

PROVE TRIASSIALI CID (S) IN TERRENI A GRANA FINE
NORMALMENTE CONSOLIDATI (OCR=1)

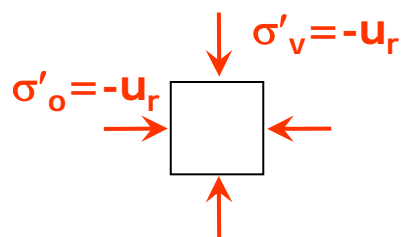
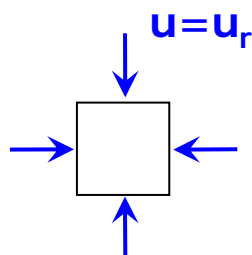
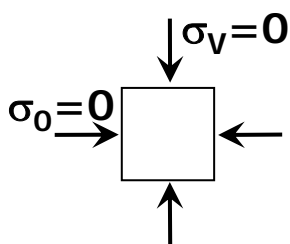


PERCORSI DI TENSIONE E DEFORMAZIONE PROVE TRIASSIALI CID (S) IN TERRENI A GRANA FINE NORMALMENTE CONSOLIDATI (OCR=1)

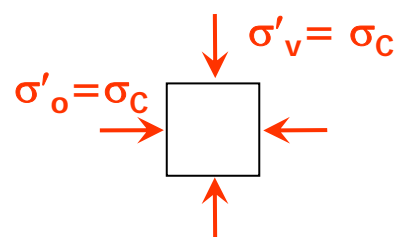
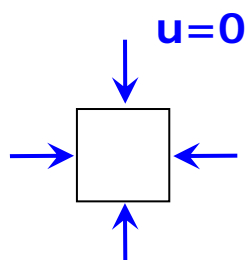
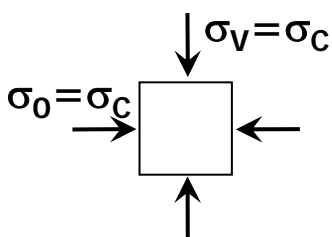


EVOLUZIONE DELLO STATO DI TENSIONE IN PROVE TRIASSIALI CIU (Qc)

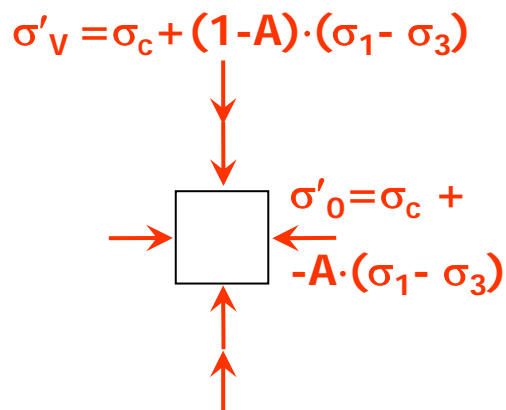
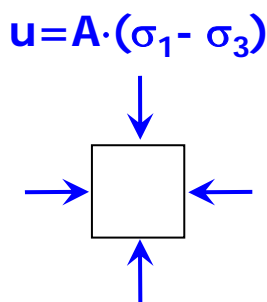
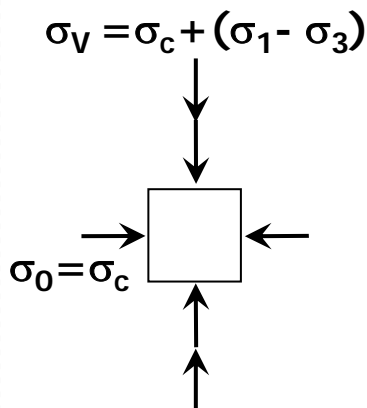
MONTAGGIO DEL PROVINO



COMPRESIONE ISOTROPA

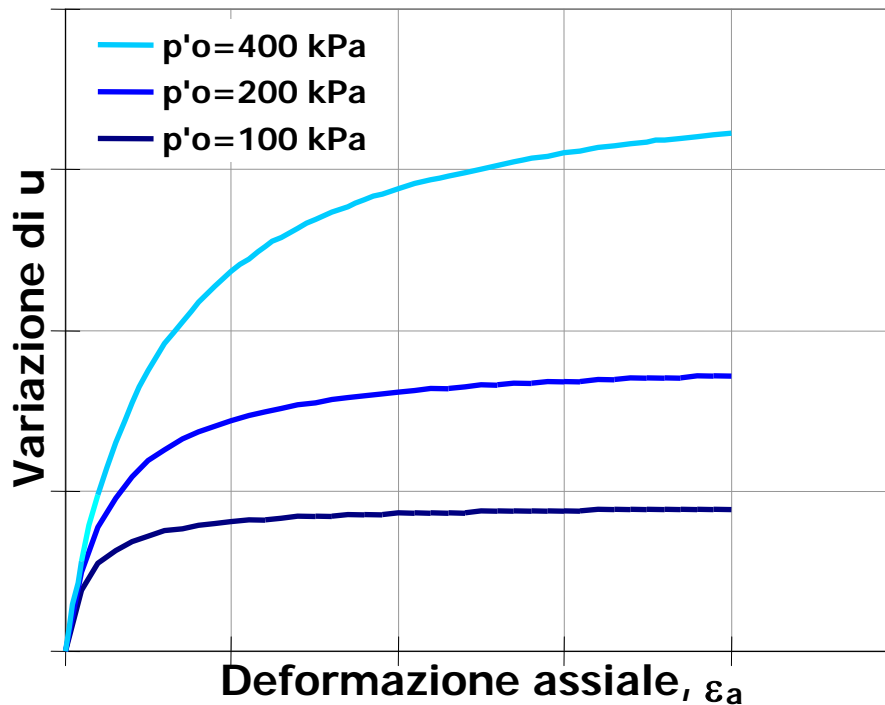
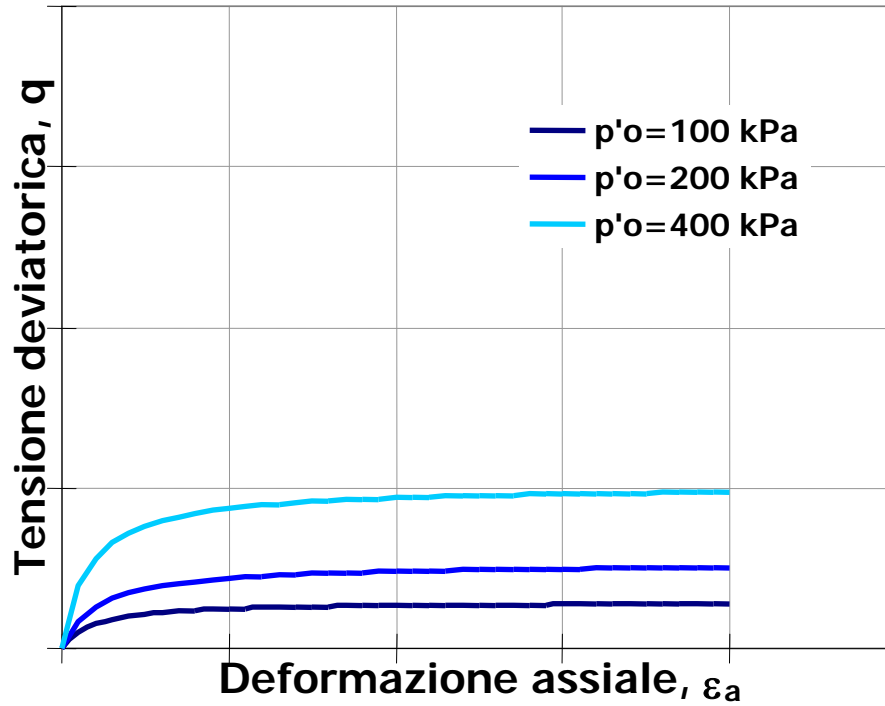


FASE DEVIATORICA

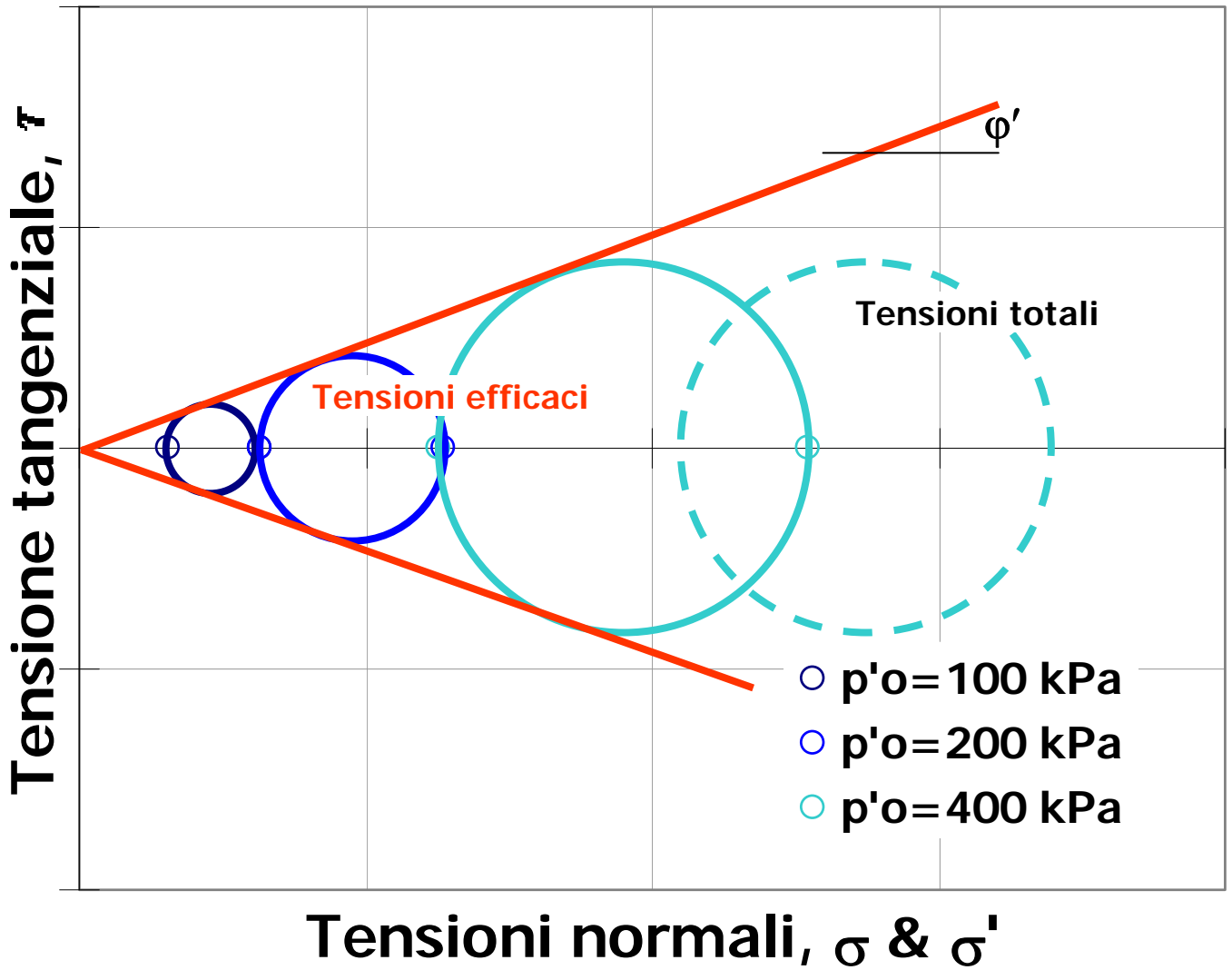


RISULTATI TIPICI

PROVE TRIASSIALI CIU (Q_c) IN TERRENI A GRANA FINE NORMALMENTE CONSOLIDATI ($OCR=1$)

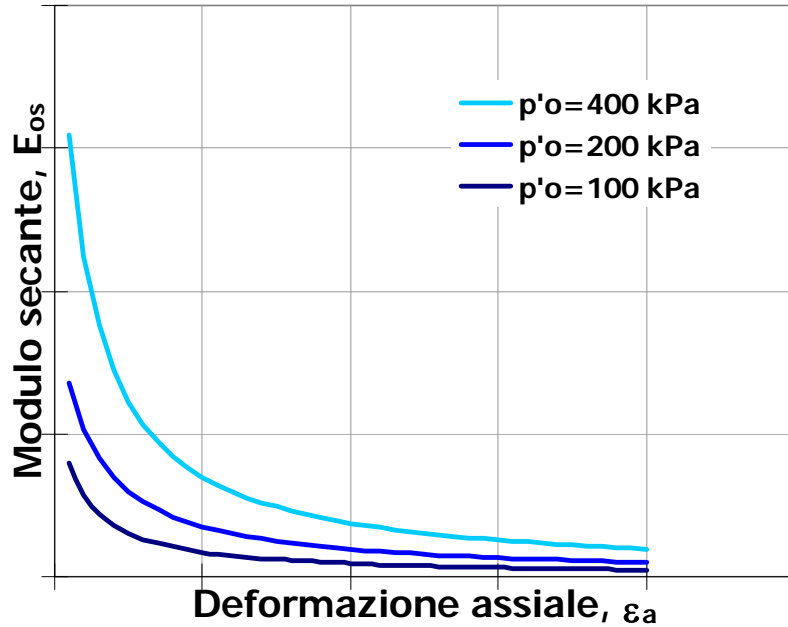


RISULTATI TIPICI
PROVE TRIASSIALI CIU (Qc) IN TERRENI A GRANA FINE
NORMALMENTE CONSOLIDATI (OCR=1)



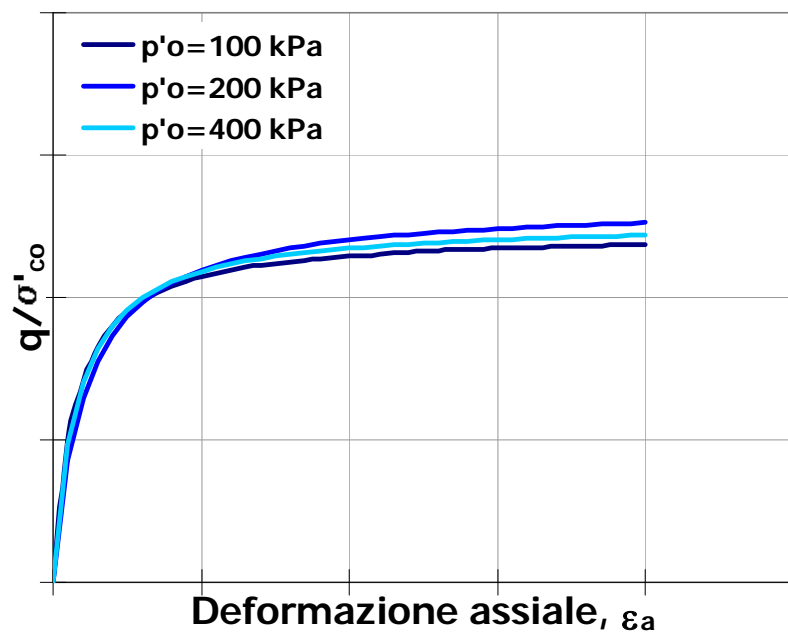
RIGIDEZZA

PROVE TRIASSIALI CIU (Qc) IN TERRENI A GRANA FINE
NORMALMENTE CONSOLIDATI (OCR=1)



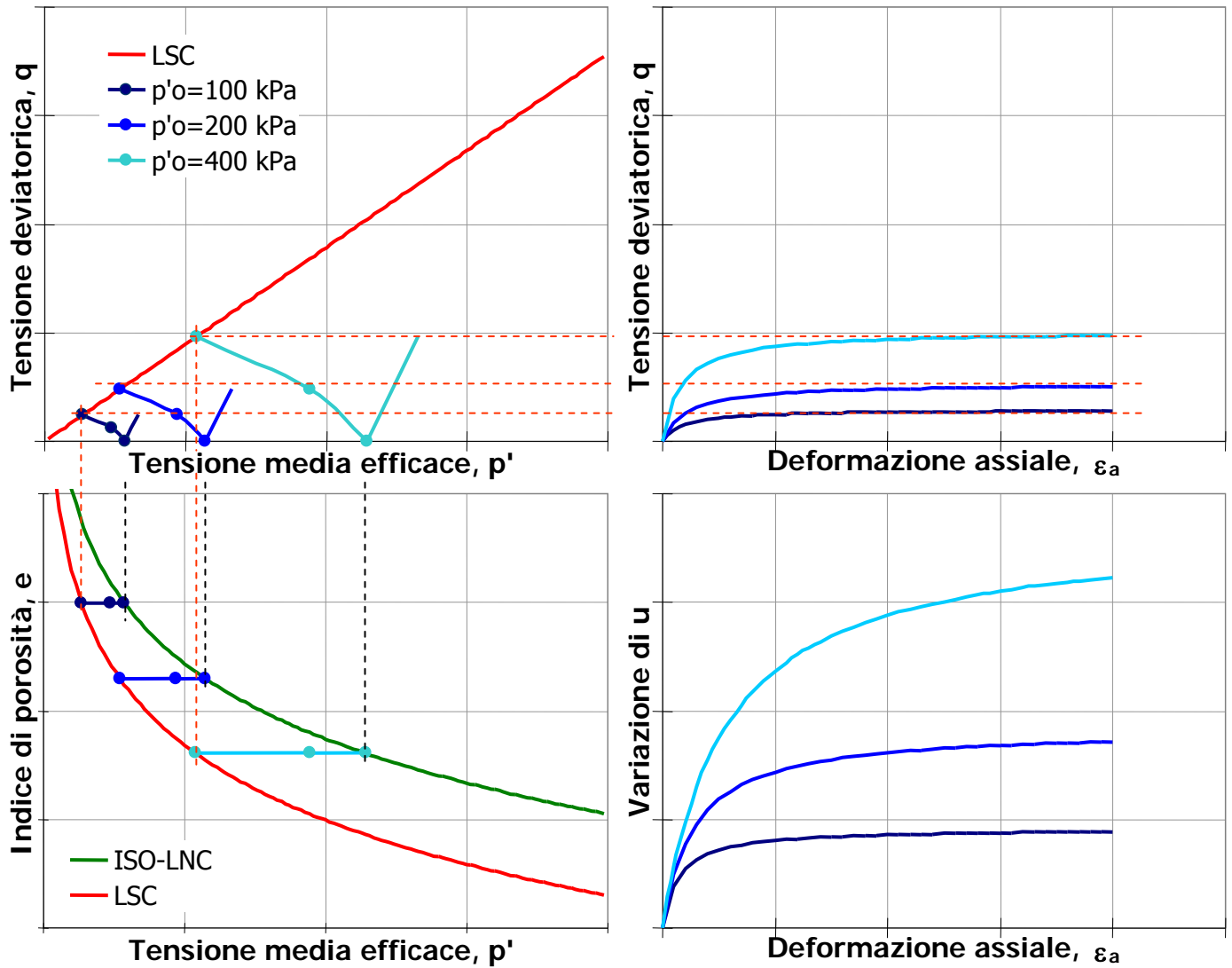
CURVE $q:\varepsilon_a$ NORMALIZZATE

PROVE TRIASSIALI CIU (Qc) IN TERRENI A GRANA FINE
NORMALMENTE CONSOLIDATI (OCR=1)

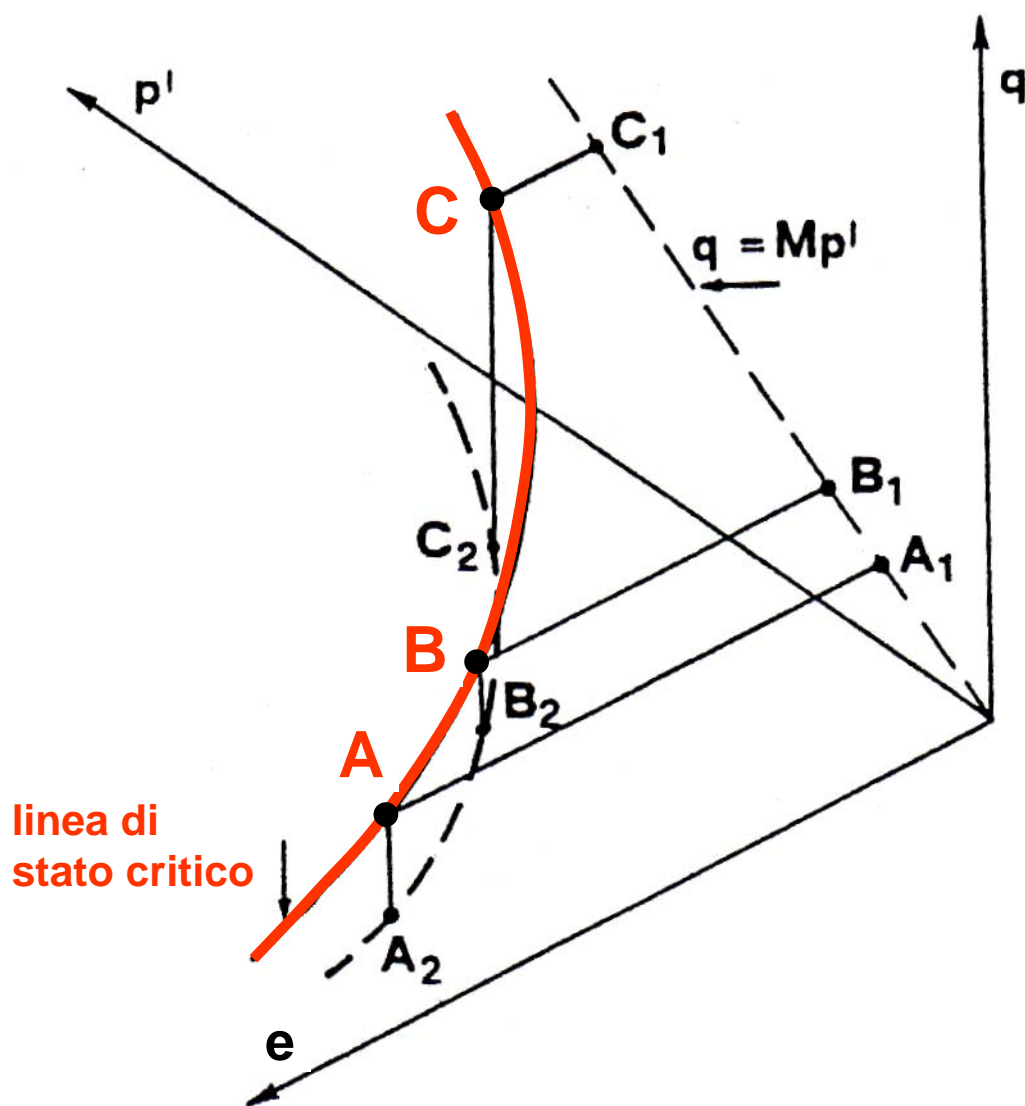


PERCORSI DI TENSIONE E DEFORMAZIONE

PROVE TRIASSIALI CIU (Q_c) IN TERRENI A GRANA FINE NORMALMENTE CONSOLIDATI (OCR=1)

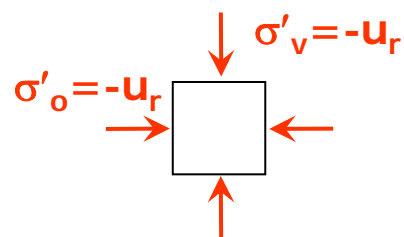
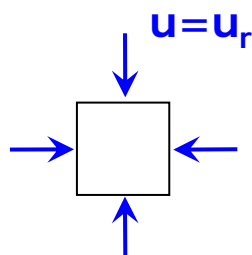
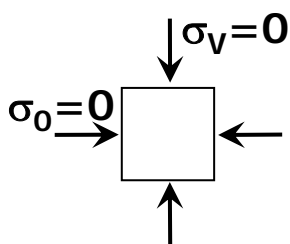


LINEA DI STATO CRITICO NELLO SPAZIO (p', q, e) E SUE PROIEZIONI NEI PIANI (p', q) E (p', e)

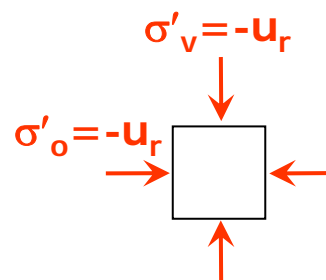
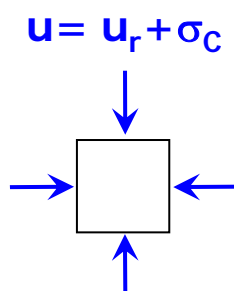
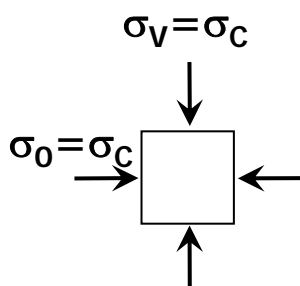


EVOLUZIONE DELLO STATO DI TENSIONE IN PROVE TRIASSIALI UU (Q)

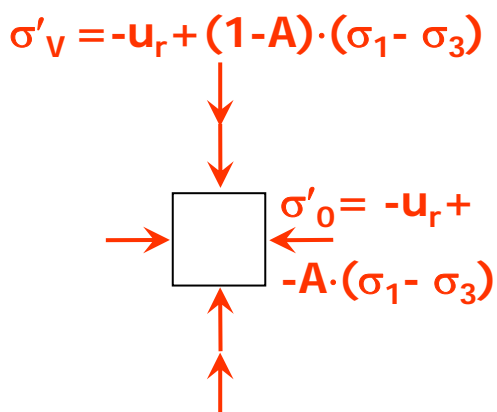
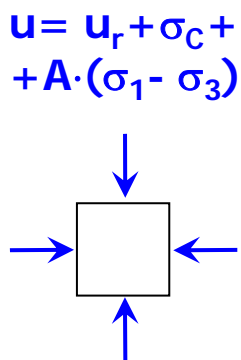
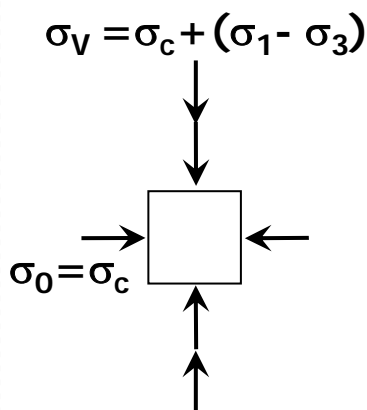
MONTAGGIO DEL PROVINO



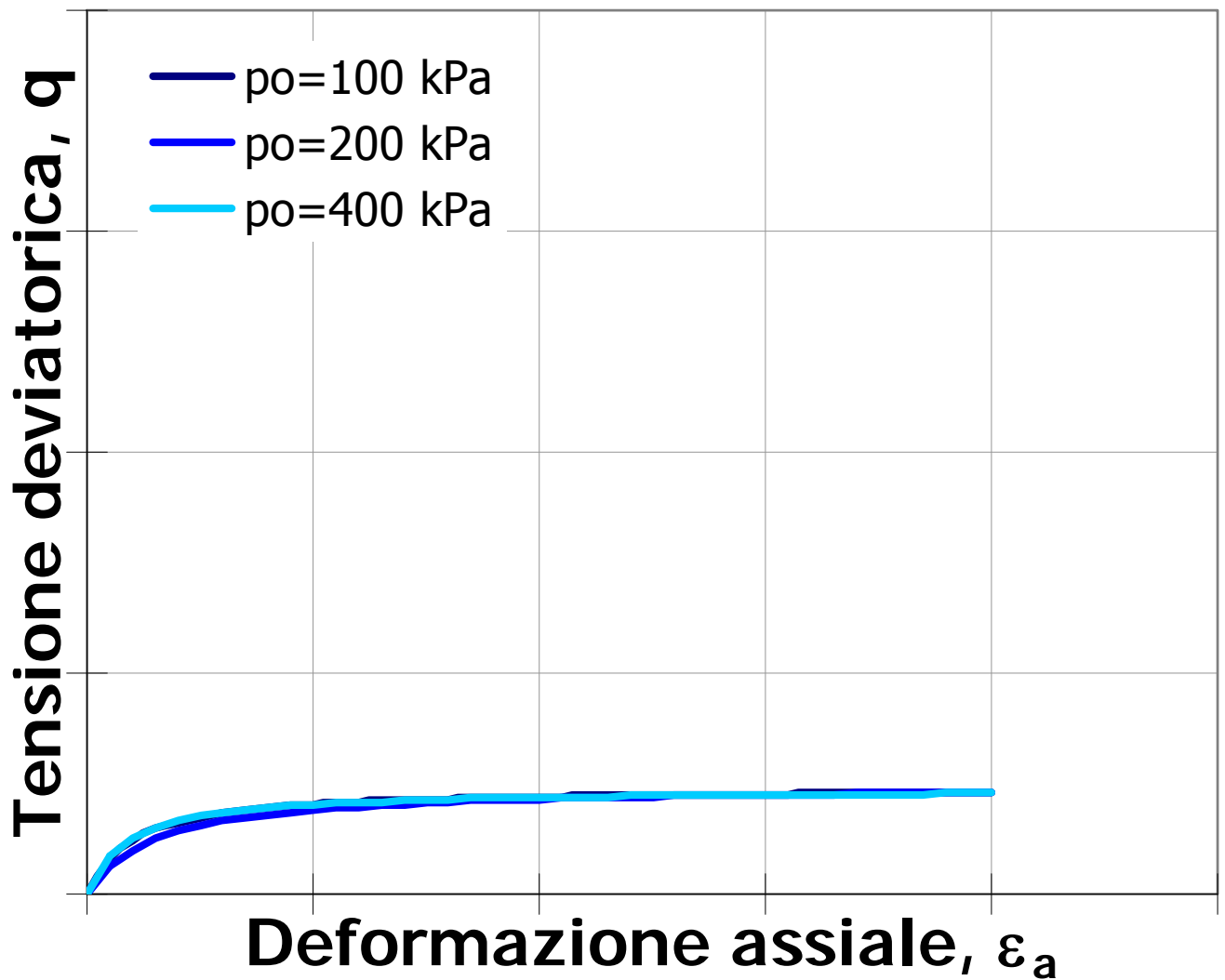
COMPRESIONE ISOTROPA



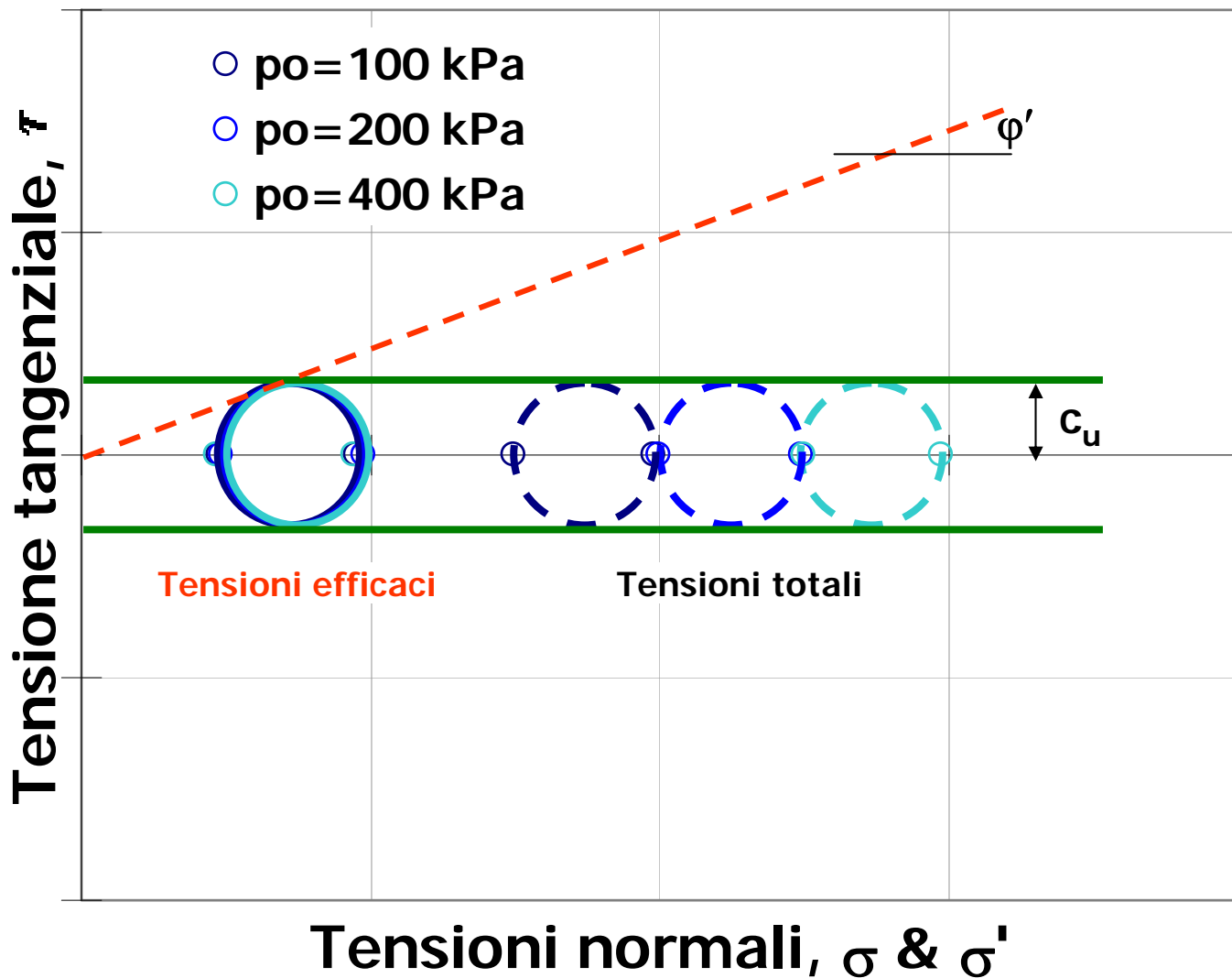
FASE DEVIATORICA



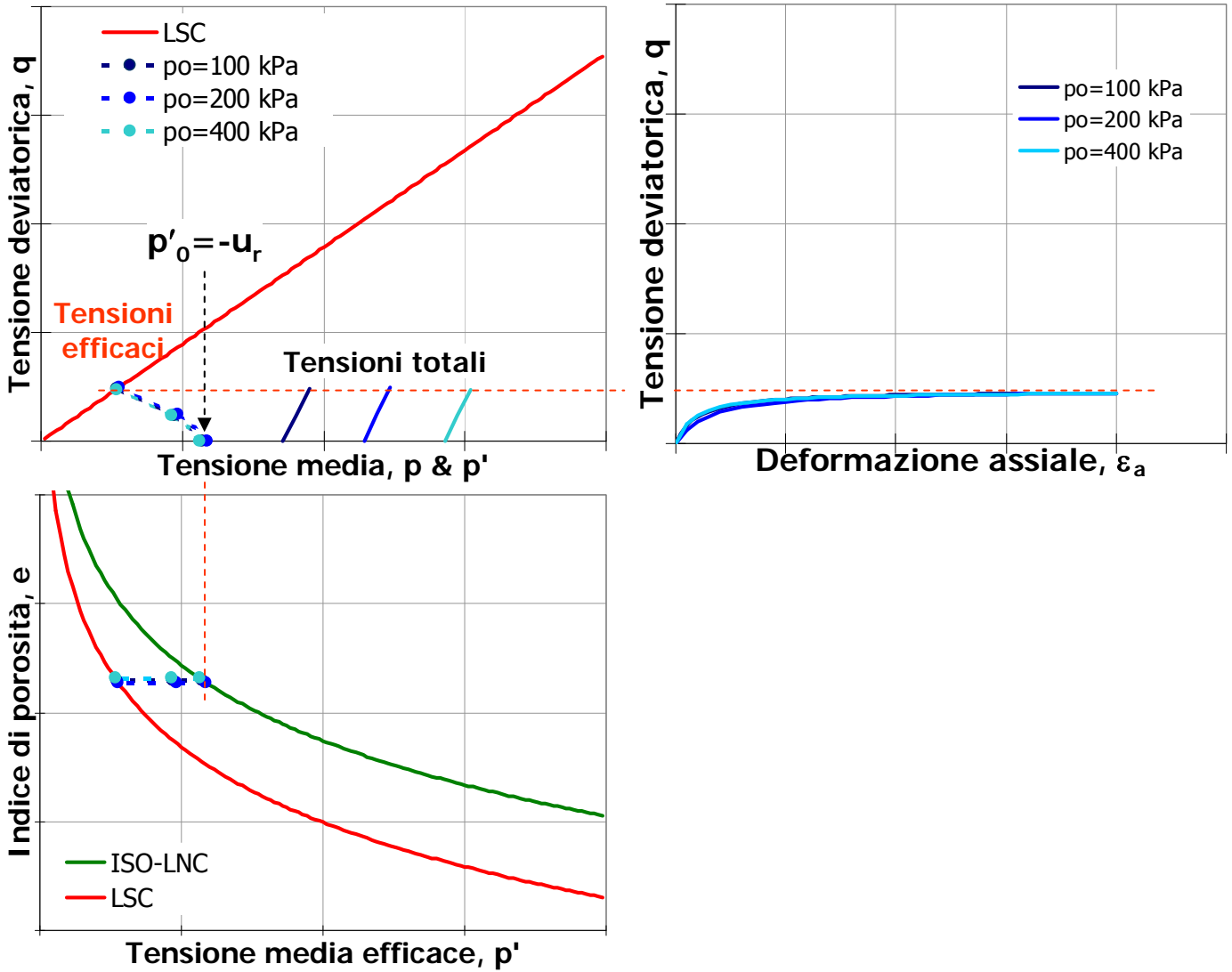
RISULTATI TIPICI
PROVE TRIASSIALI UU (Q) IN TERRENI A GRANA FINE
NORMALMENTE CONSOLIDATI (OCR=1)

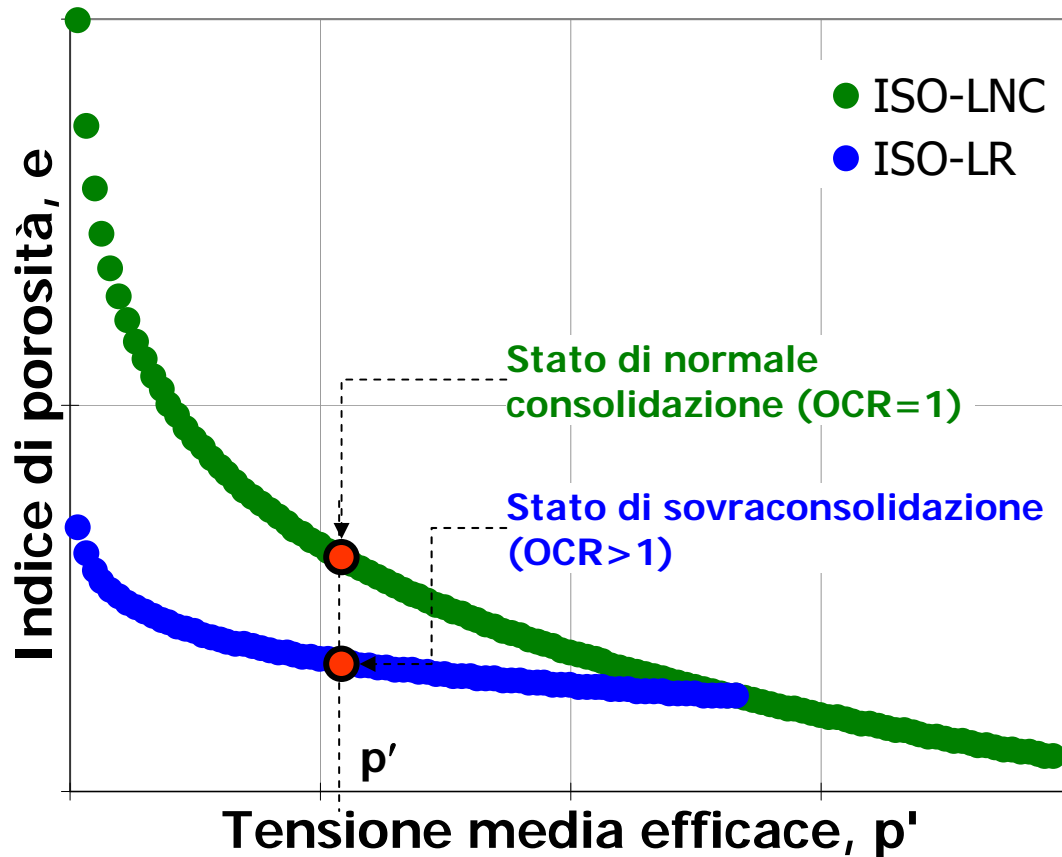


RISULTATI TIPICI
PROVE TRIASSIALI UU (Q) IN TERRENI A GRANA FINE
NORMALMENTE CONSOLIDATI (OCR=1)



PERCORSI DI TENSIONE E DEFORMAZIONE PROVE TRIASSIALI UU (Q) IN TERRENI A GRANA FINE NORMALMENTE CONSOLIDATI (OCR=1)



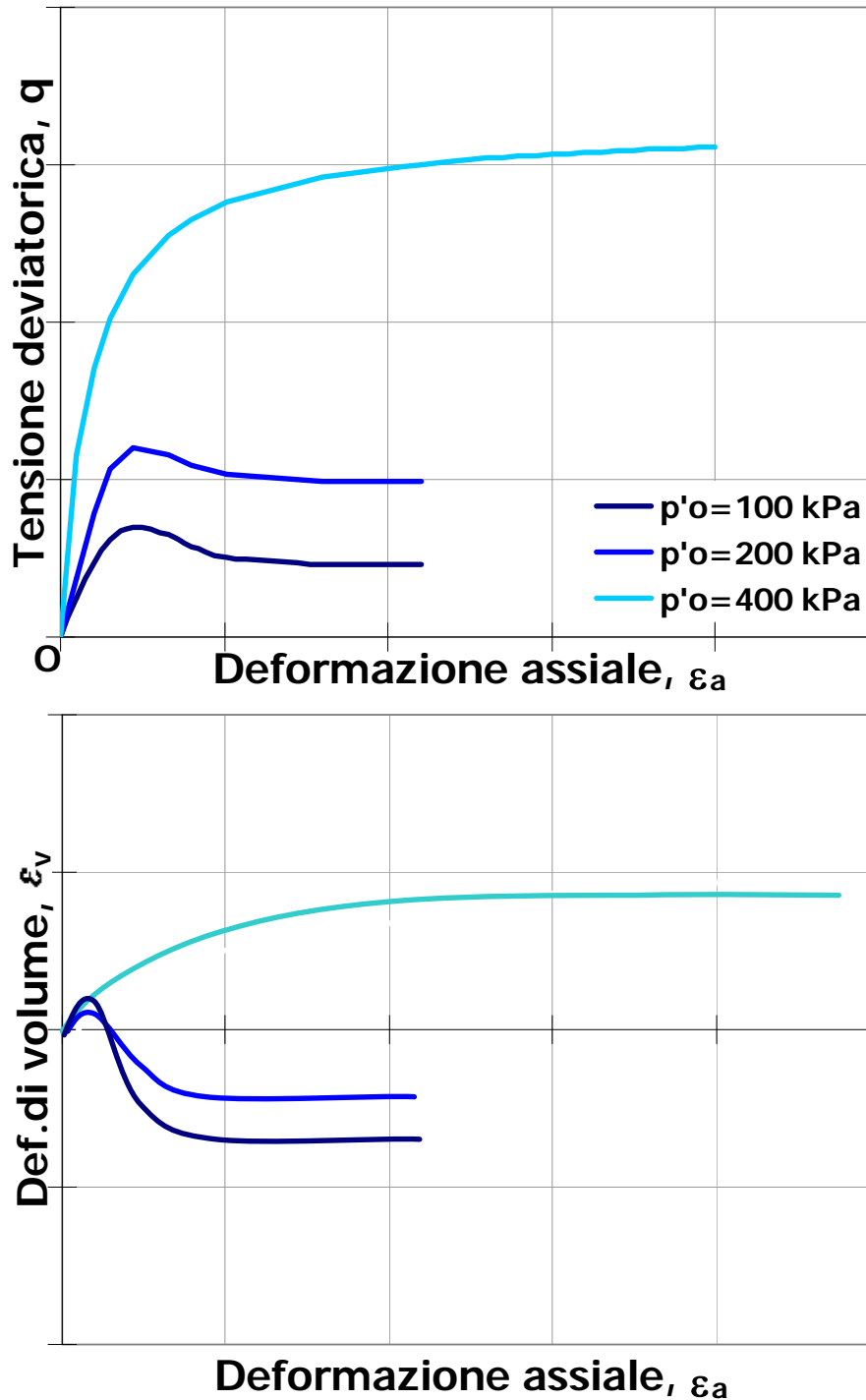


RICORDIAMO CHE A PARITÀ DI p' UNA STESSA "ARGILLA" PUÒ TROVARSI IN UNO STATO DI **NORMALE CONSOLIDAZIONE** ($OCR=1$) O DI **SOVRACONSOLIDAZIONE** ($OCR>1$)

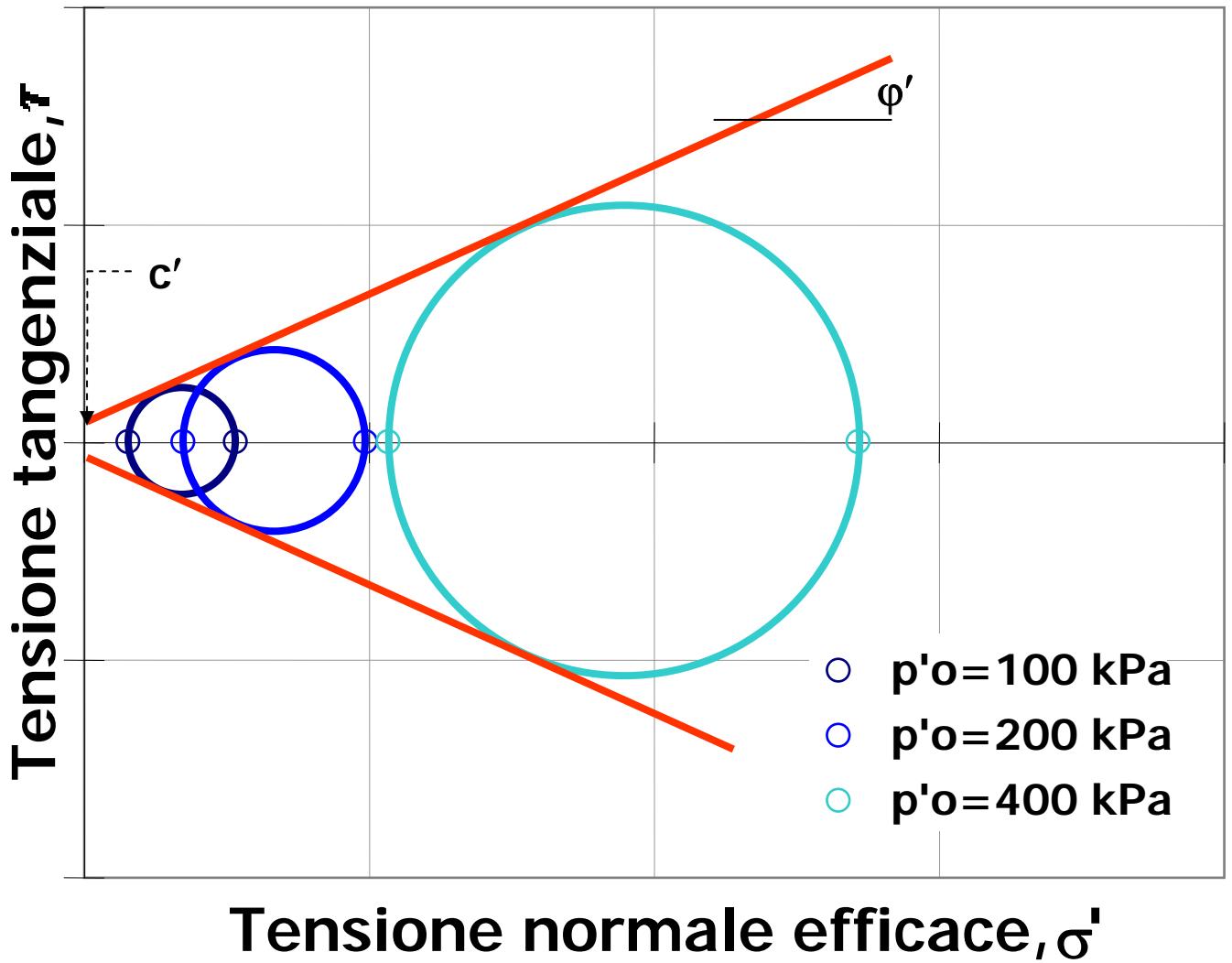
ORA ANALIZZIAMO IL COMPORTAMENTO
MECCANICO DEI

TERRENI A GRANA FINE
SOVRACONSOLIDATI

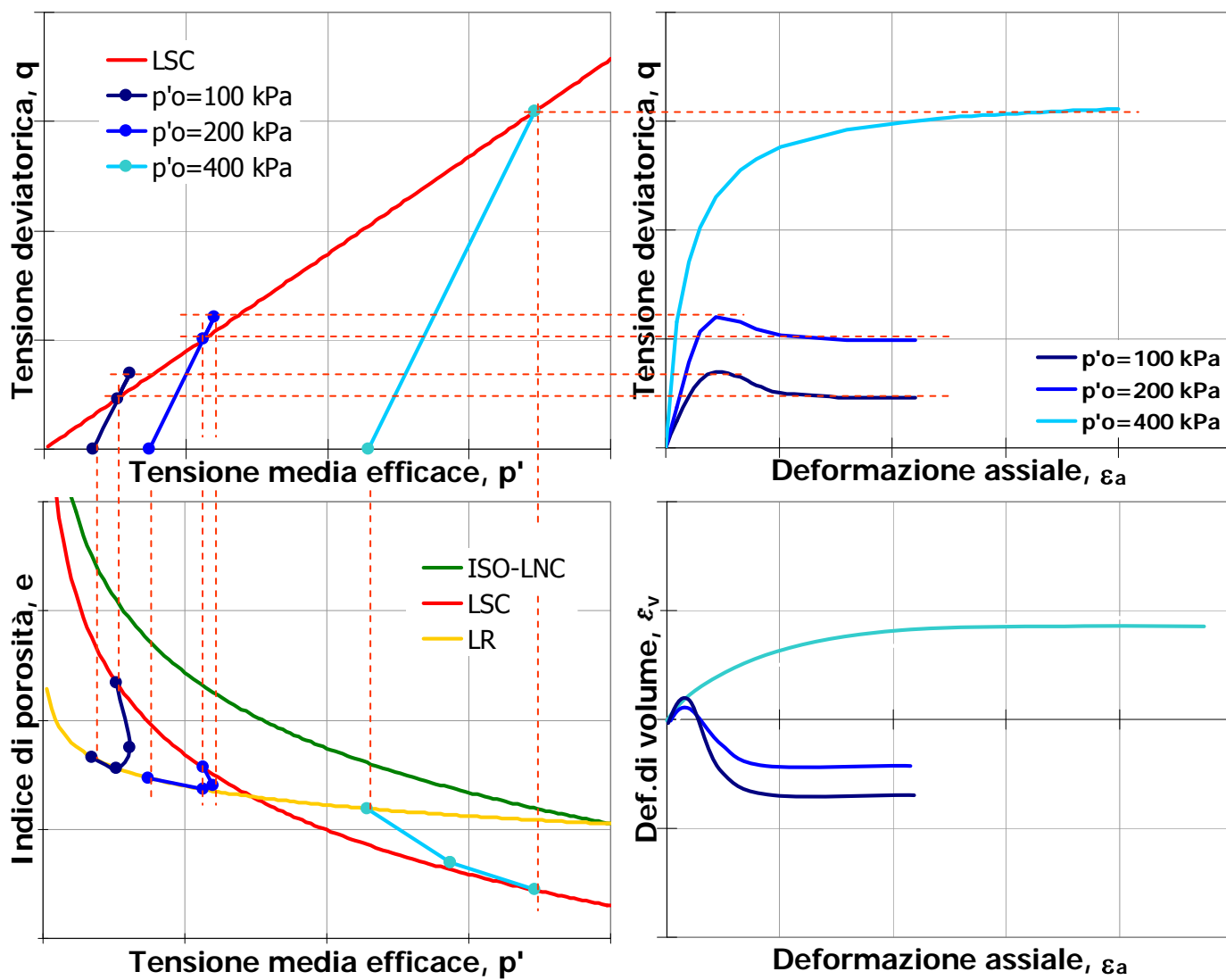
RISULTATI TIPICI
PROVE TRIASSIALI CID (S) IN TERRENI A GRANA FINE
SOVRACONSOLIDATI ($OCR > 1$)



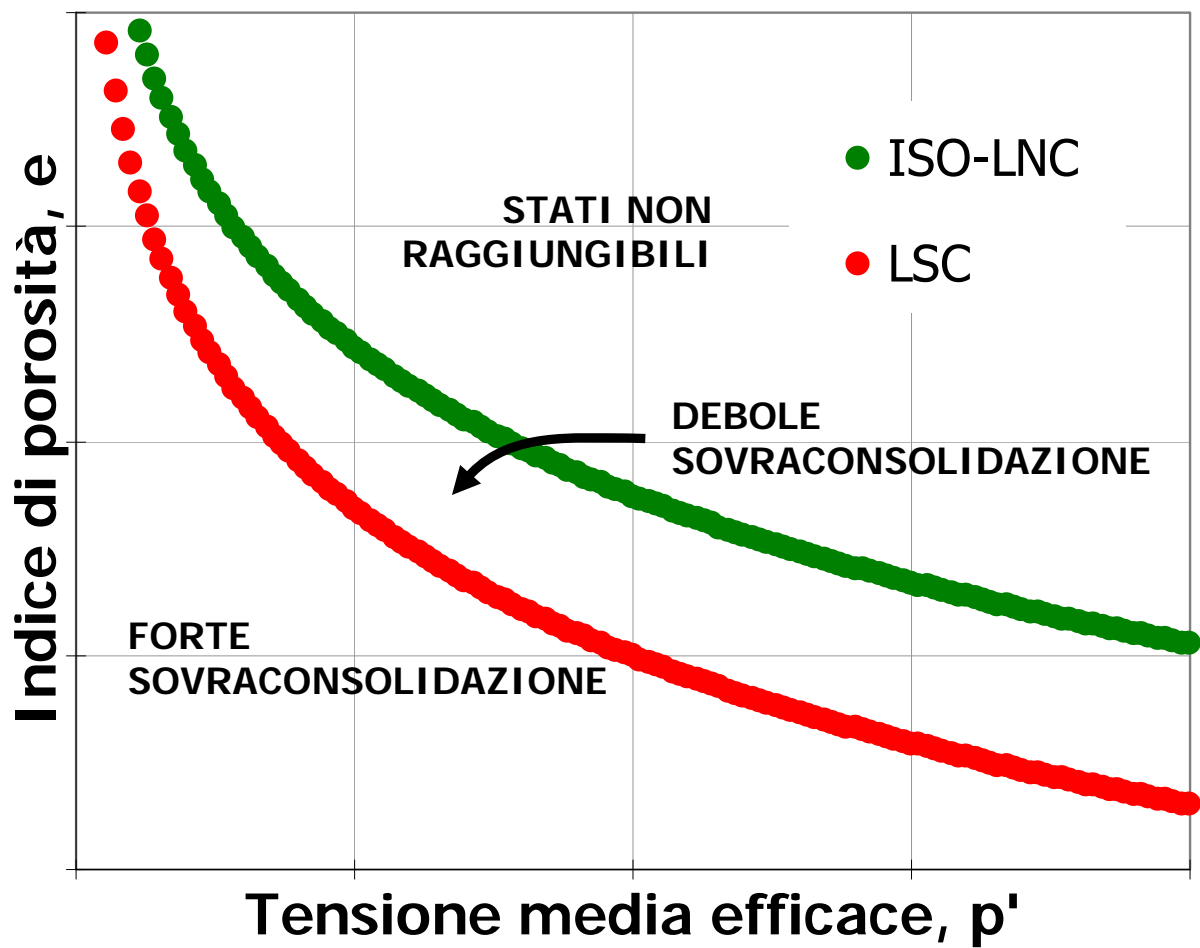
RISULTATI TIPICI
PROVE TRIASSIALI CID (S) IN TERRENI A GRANA FINE
SOVRACONSOLIDATI ($OCR > 1$)



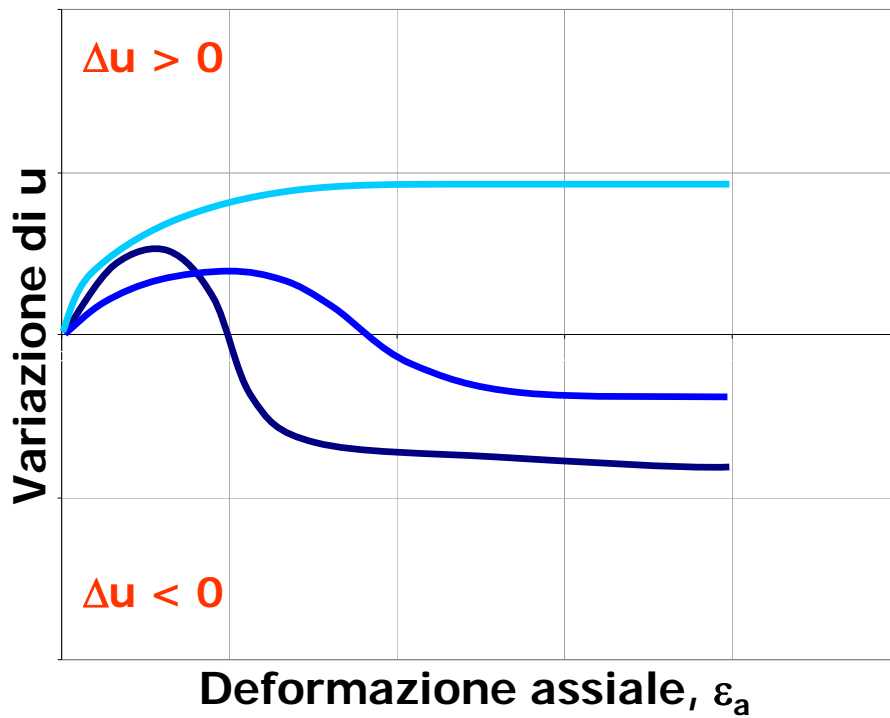
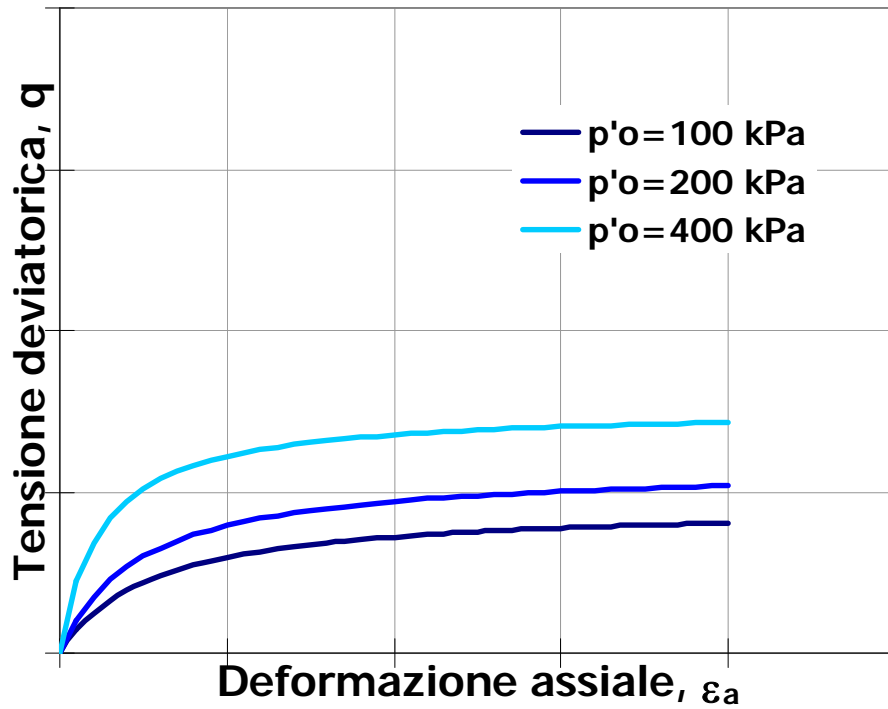
PERCORSI DI TENSIONE E DEFORMAZIONE PROVE TRIASSIALI CID (S) IN TERRENI A GRANA FINE SOVRACONSOLIDATI ($OCR > 1$)



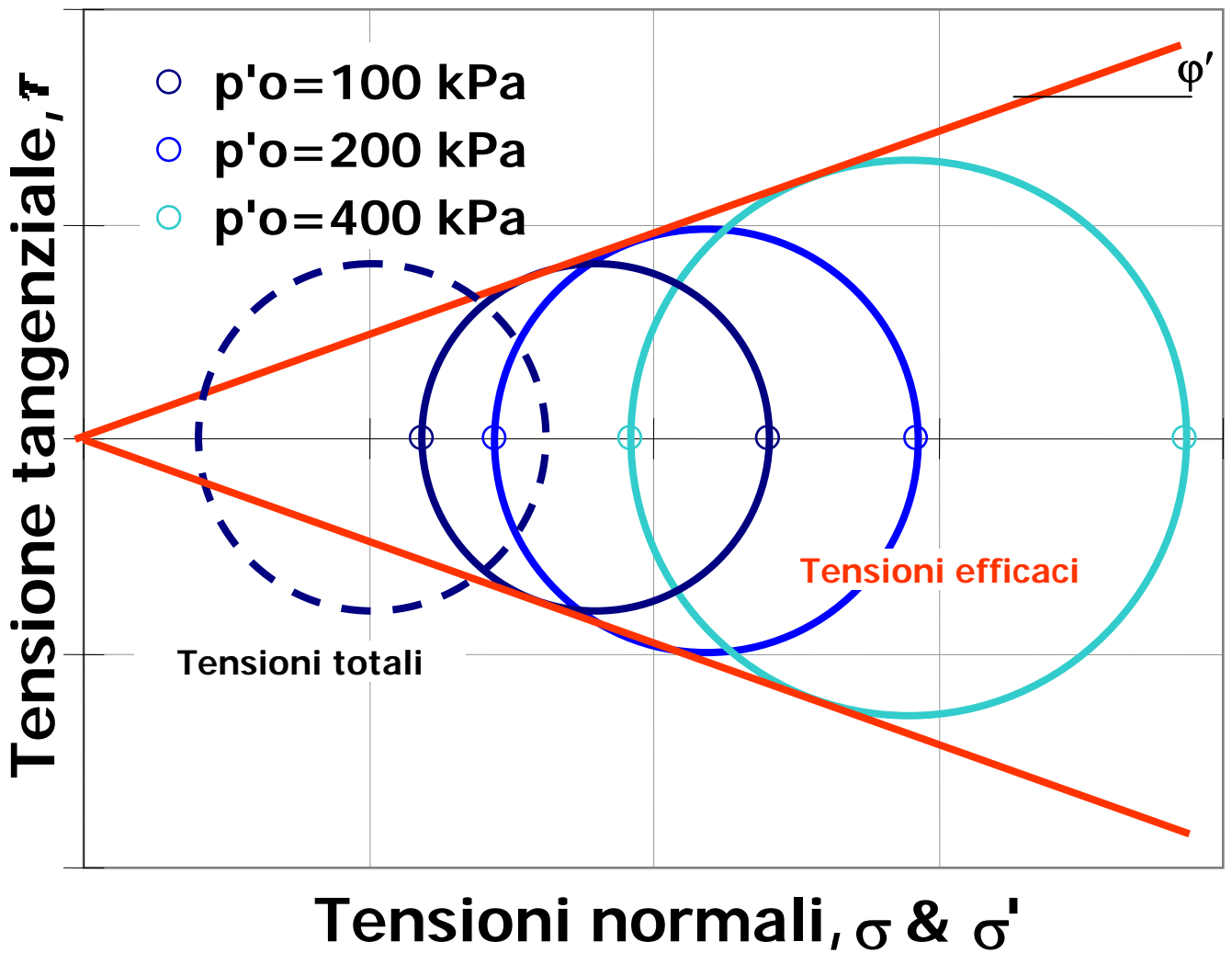
STATO DI DEBOLE E
FORTE SOVRACONSOLIDAZIONE



RISULTATI TIPICI
PROVE TRIASSIALI CIU (Q_c) IN TERRENI A GRANA FINE
SOVRACONSOLIDATI ($OCR > 1$)

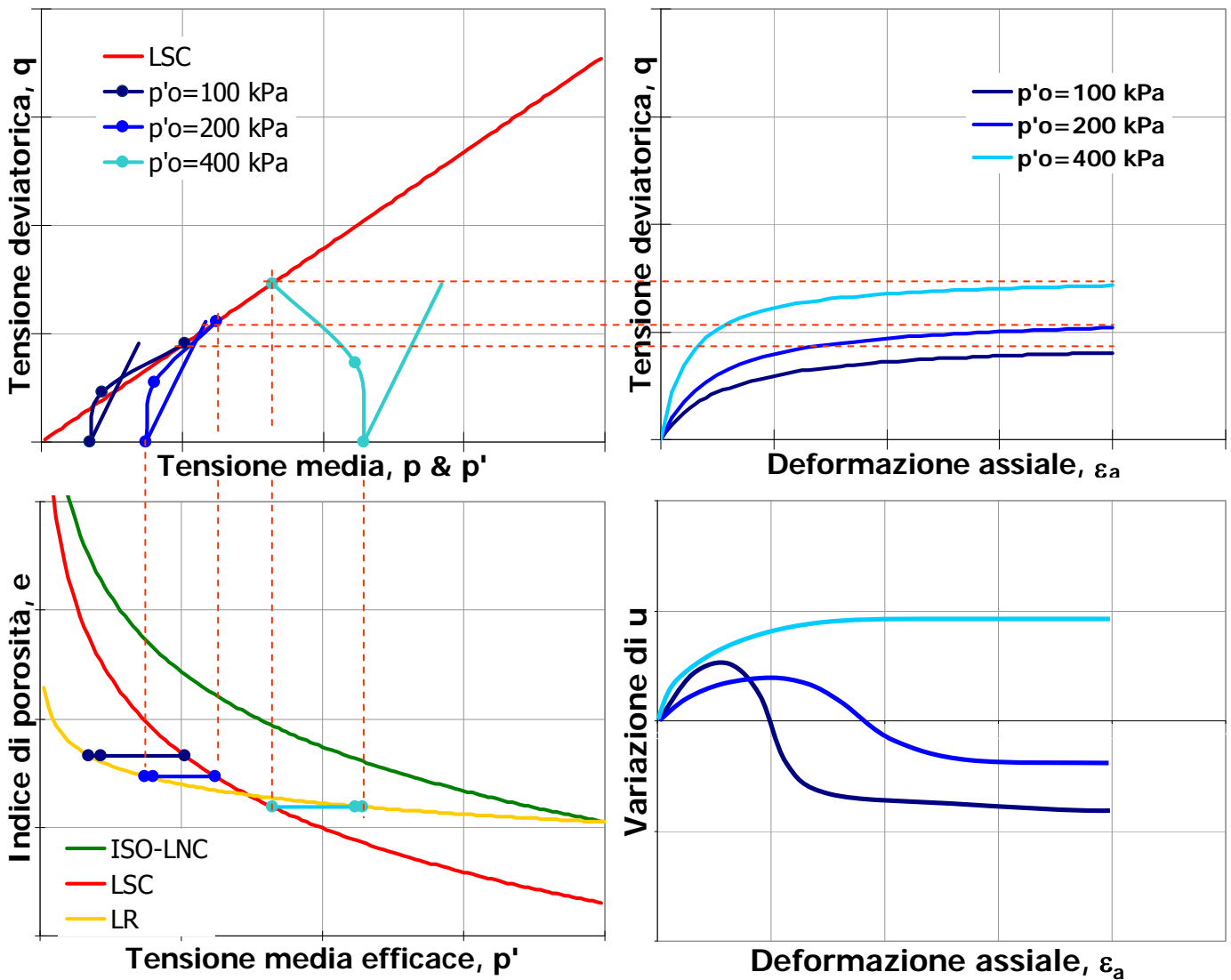


RISULTATI TIPICI
PROVE TRIASSIALI CIU (Q_c) IN TERRENI A GRANA FINE
SOVRACONSOLIDATI ($OCR > 1$)

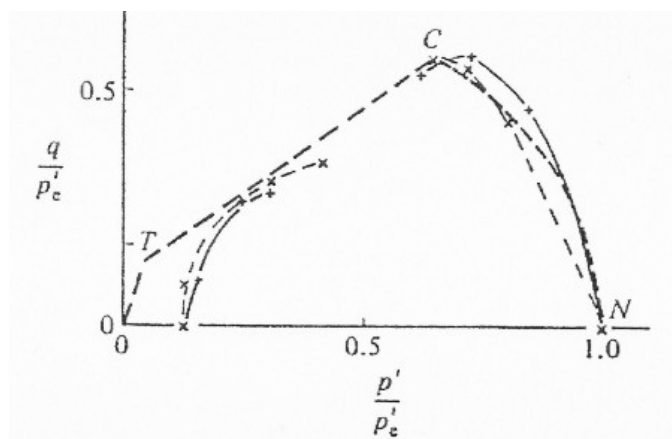
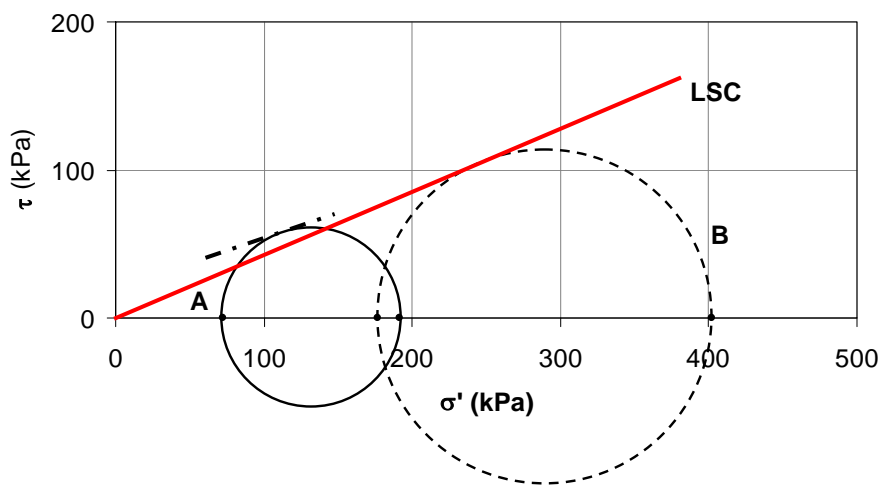
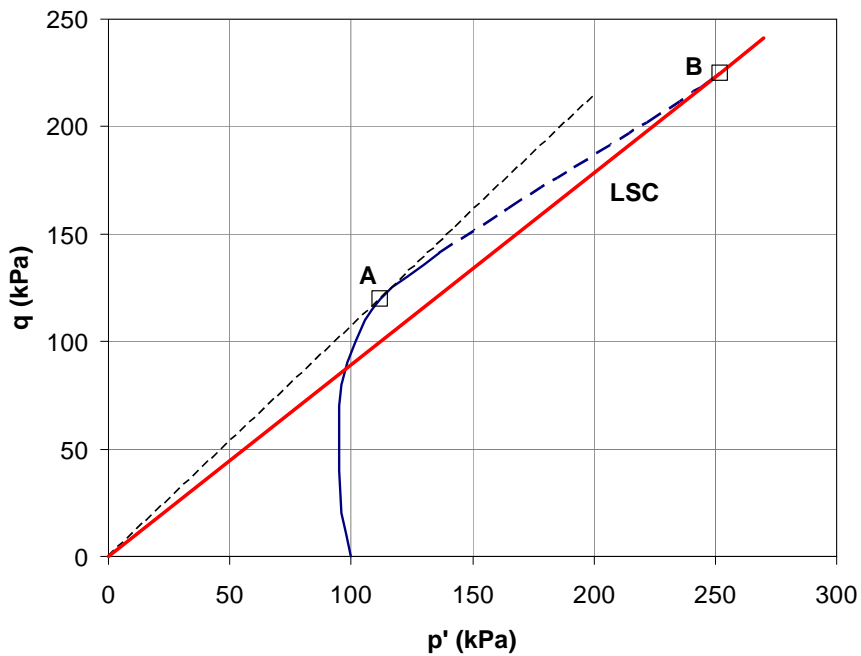


PERCORSI DI TENSIONE E DEFORMAZIONE

PROVE TRIASSIALI CIU (Qc) IN TERRENI A GRANA FINE SOVRACONSOLIDATI (OCR>1)

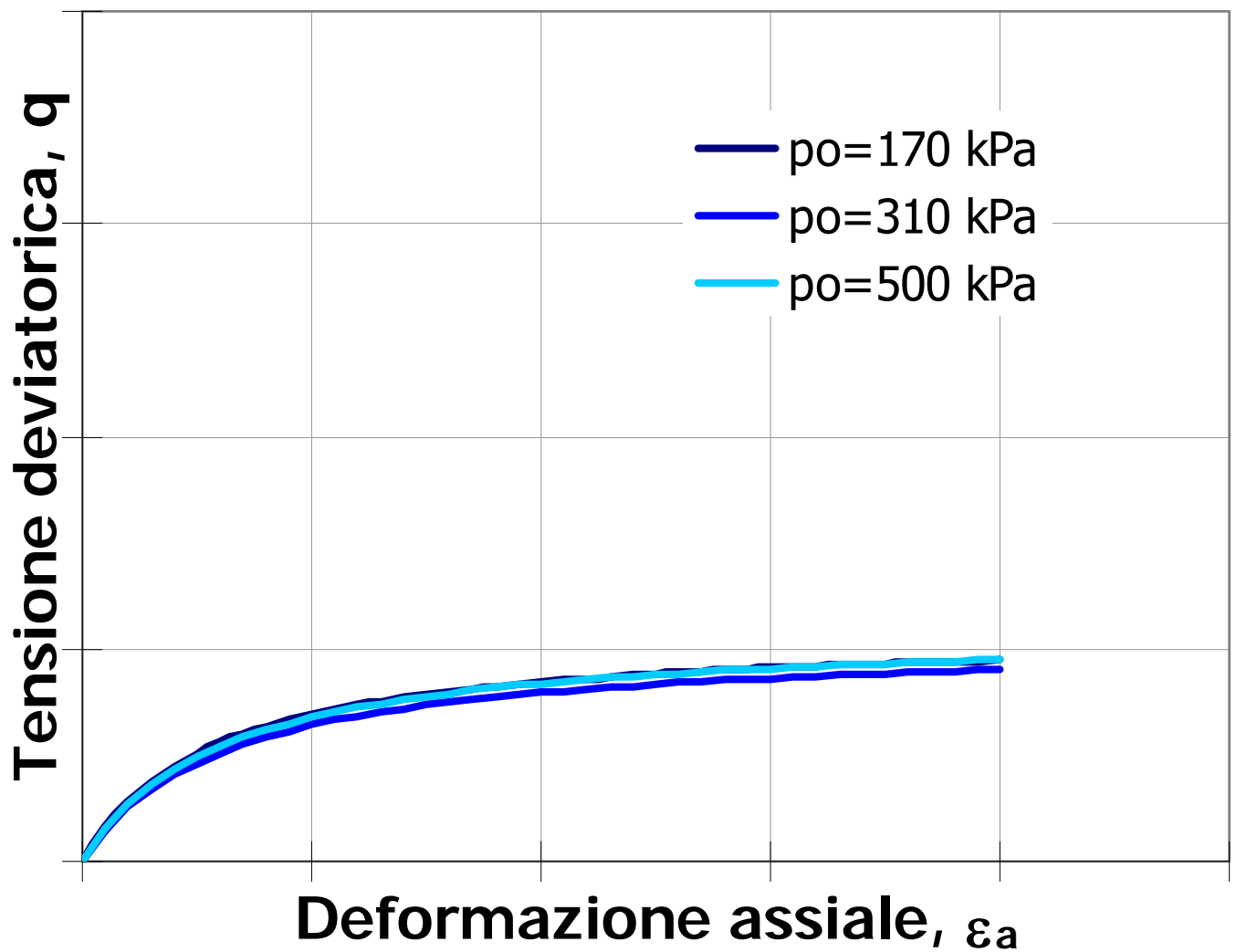


PERCORSI DI TENSIONE E DEFORMAZIONE PROVE TRIASSIALI CIU (Qc) IN TERRENI A GRANA FINE SOVRACONSOLIDATI (OCR>1)

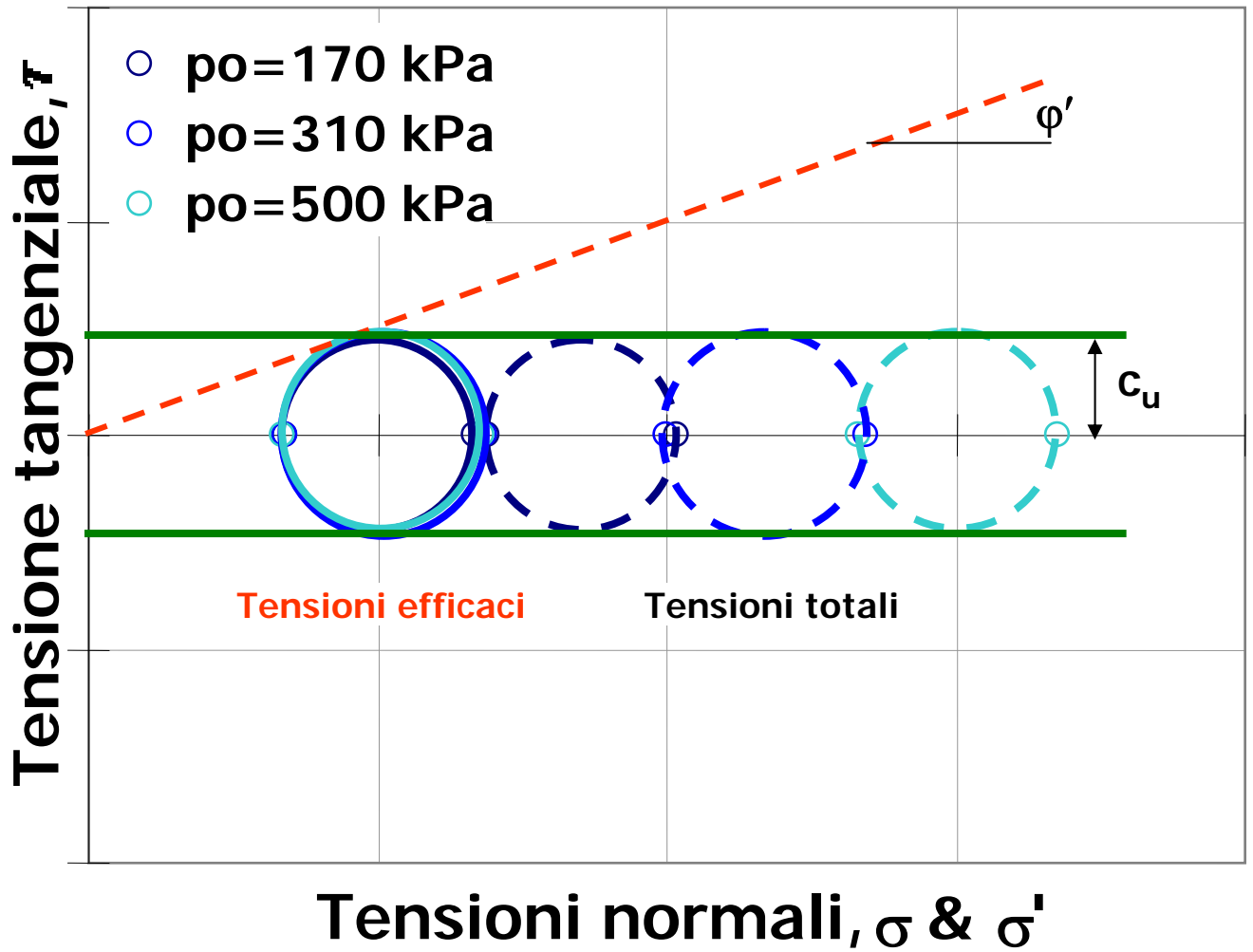


Bishop & Henkel
1957

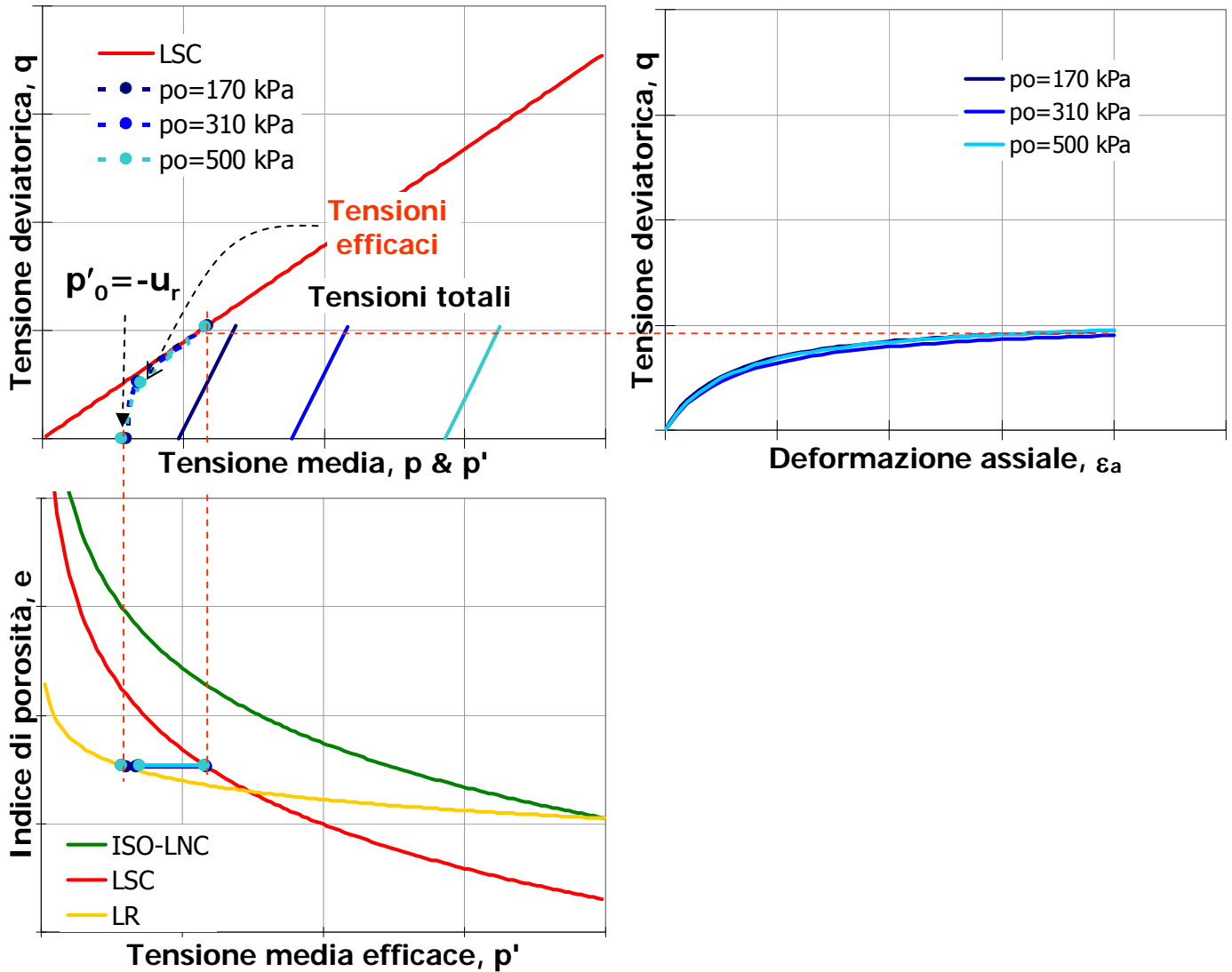
RISULTATI TIPICI
PROVE TRIASSIALI UU (Q) IN TERRENI A GRANA FINE
SOVRACONSOLIDATI (OCR>1)



RISULTATI TIPICI
PROVE TRIASSIALI UU (Q) IN TERRENI A GRANA FINE
SOVRACONSOLIDATI ($OCR > 1$)

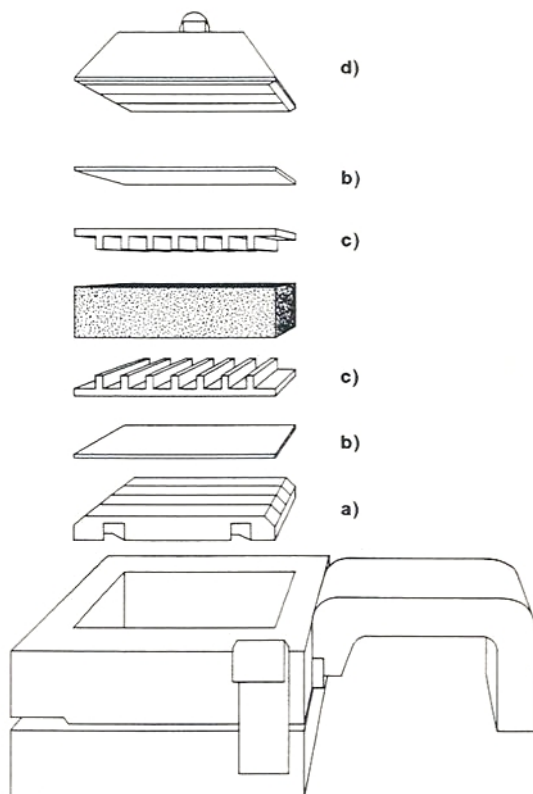


PERCORSI DI TENSIONE E DEFORMAZIONE PROVE TRIASSIALI UU (Q) IN TERRENI A GRANA FINE SOVRACONSOLIDATI ($OCR > 1$)



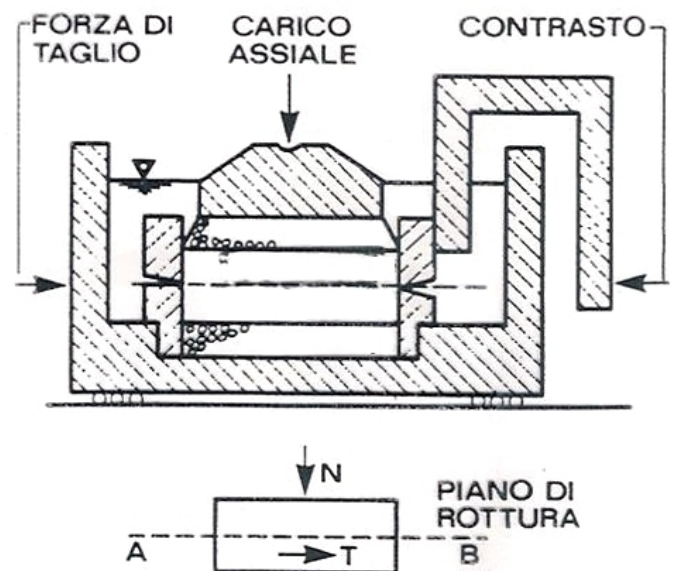
APPARECCHIO DI TAGLIO DIRETTO

Componenti della scatola

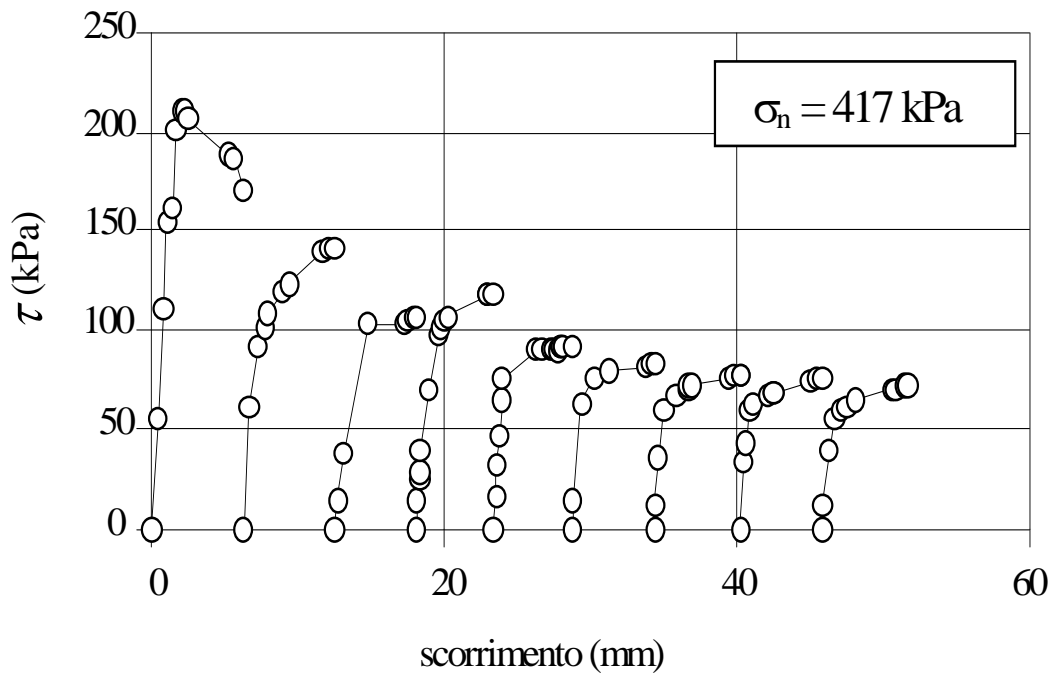


- a) piastra di base, b) piastre porose
c) piastre nervate, d) testa di carico

Schema di applicazione dei carichi e meccanismi di rottura



Dimensioni dei provini:
 $H \geq 12.5 \text{ mm}$; $L \geq 50 \text{ mm}$;
 $L/H \geq 2$ (AGI, 1990)



Argilla di Grassano, materiale indisturbato

