

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI**  
**“FEDERICO II”**



**Facoltà di Ingegneria**  
**Corso di Laurea in Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio**

**Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed  
Ambientale**

*Tesi di laurea*

***CONTRIBUTO ALLA MESSA A PUNTO DELLA CELLA  
TRIASSIALE “TXJ” PER LO STUDIO DEL  
COMPORTAMENTO MECCANICO DEI TERRENI: PRIMI  
RISULTATI SPERIMENTALI***

**RELATORE:**

**Prof. Ing. Gianfranco Urciuoli**

**CORRELATORE:**

**Ing. Augusto Penna**

**CANDIDATA:**

**Valentina Marescotti**

**Matr. 518/520**

Il presente lavoro di tesi, ha come obiettivo la messa a punto di una cella triassiale, per lo studio del comportamento meccanico dei terreni, in dotazione al Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, concepita e realizzata presso l'Università di Tokyo e denominata "TXJ".

Essa è ampiamente utilizzata in Giappone sia in ambito scientifico che professionale, per la sua caratteristica di analizzare il comportamento meccanico dei terreni in un campo molto esteso di deformazioni, dai bassi livelli deformativi fino alla rottura.

La cella è dotata di un apparato elettromeccanico per l'applicazione dei carichi. Con tale sistema è possibile modificare la velocità di deformazione durante l'esecuzione delle prove; in più si possono eseguire piccoli cicli di carico e scarico di ridotta ampiezza.

Su questa macchina è stato inoltre previsto l'uso di particolari dispositivi di misura locale delle deformazioni (LDT) che, disposti direttamente sul provino di terreno, consentono misure con accuratezza dell'ordine di 0,001% e restituiscono dati non influenzati dagli spostamenti relativi tra gli elementi del telaio meccanico, ovvero dalle deformazioni del sistema di applicazione dei carichi.

La gestione e la registrazione delle prove si effettua mediante due schede di acquisizione e comando A/D e D/A, in dotazione ad un pc, che sovrintende al funzionamento della macchina.

Il sistema di applicazione dei carichi è realizzato con un motore servo-analogico di precisione a corrente alternata che guida un dispositivo di spostamento del pistone assiale di tipo elettromeccanico.

L'apparato è progettato in maniera tale da poter controllare, automaticamente, sia la direzione d'avanzamento del pistone che l'accensione e lo spegnimento del motore, tramite la scheda di comando D/A. Un'altra importante possibilità che il sistema motore offre è quella di poter eseguire cicli di controllo computerizzato e imporre che la testa di carico avanzi in maniera tale da seguire le deformazioni del provino.

La gestione di una prova triassiale potrà effettuarsi sulla base dei dati forniti dai diversi trasduttori o tramite quelli imposti al motore per l'applicazione dei carichi, pertanto il sistema, sostanzialmente a deformazione controllata, consente l'esecuzione anche di fasi a carico deviatorico controllato.

Un altro degli aspetti d'interesse è il dispositivo elettromeccanico di trasmissione, il quale è in grado di invertire istantaneamente il verso di avanzamento del pistone di carico senza che il motore modifichi la sua rotazione.

L'elaborato si articola in una prima fase in cui sono state esposte le caratteristiche ed i limiti relativi ad una prova triassiale tradizionale; segue la descrizione di tutti gli elementi che compongono la cella triassiale "TXJ" e della tecnica con cui si effettuano le misure delle pressioni e delle deformazioni assiali.

Successivamente sono riportati alcuni richiami di meccanica delle terre riguardanti i vari aspetti della risposta delle terre alle sollecitazioni esterne, attraverso l'introduzione di parametri meccanici di significato fisico e determinazione sperimentale; viene brevemente richiamato il comportamento dei terreni in regime di compressione triassiale in condizioni drenate, in condizioni non drenate e in condizioni di stato critico.

Nella seconda parte è proposta una panoramica sulla situazione geologica del bacino dell'Aquila e precisamente della zona di Castelnuovo dove è stato prelevato il provino, oggetto dell'indagine. Successivamente è stata illustrata la prova triassiale CIU effettuata, le operazioni preliminari svolte sull'attrezzatura e le operazioni di montaggio del provino. Infine sono state esposte le fasi di compressione isotropa e deviatorica con allegati i diagrammi dei primi risultati sperimentali.

In seguito alla prova eseguita sul provino della zona di Castelnuovo, si è potuto constatare che in condizioni lontane dalla rottura la misura locale delle piccole deformazioni è più accurata rispetto ad una cella triassiale tradizionale e consente di ottenere parametri di rigidità del terreno più accurati, non essendo la misura affetta da errori dovuti alla limitata rigidità del sistema di carico.

Invece, in condizioni di rottura, la cella triassiale “TXJ” fornisce risultati confrontabili con quelli ottenuti su materiali simili mediante prove eseguite con apparecchiature di consolidato utilizzo.

Quindi, il lavoro svolto ed i successivi passi, necessari per la completa messa a punto della macchina, consentiranno di sviluppare l’ampio programma sperimentale relativo alla caratterizzazione meccanica dei terreni della conca Aquilana che il DIGA sta conducendo nell’ambito di vari Progetti di Ricerca.

Di seguito si riportano i grafici relativi ai risultati della prova svolta.

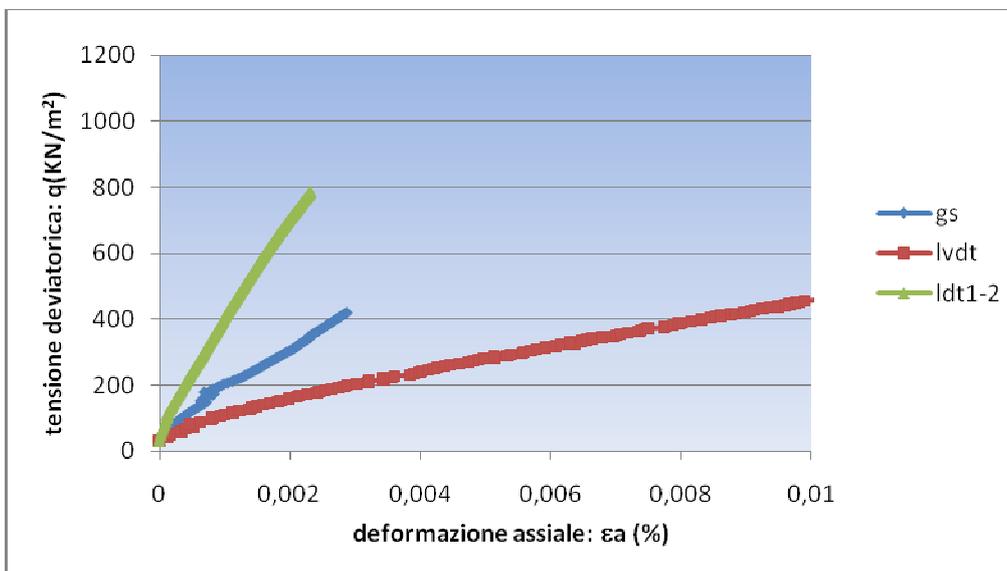


Figura 2 - Diagramma deformazione assiale ( $\epsilon_a$ ) -tensione deviatorica (q)

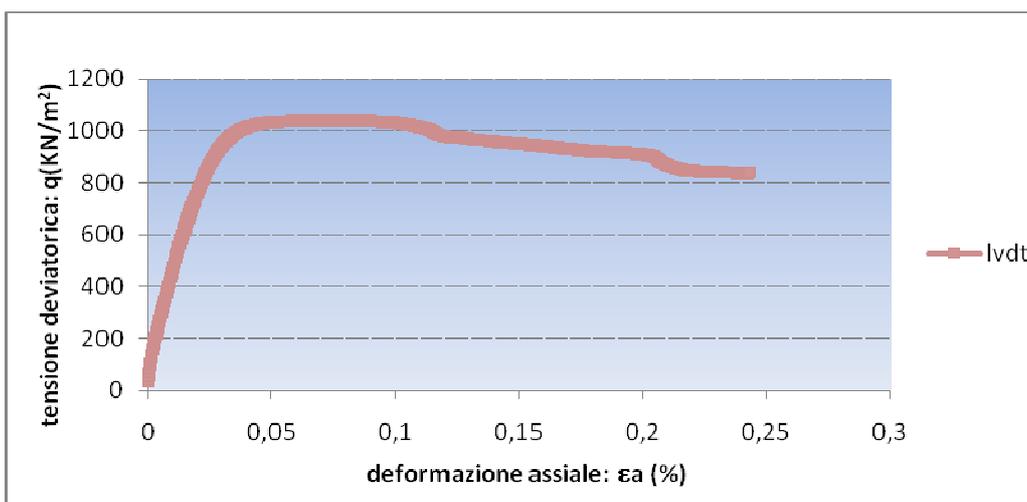
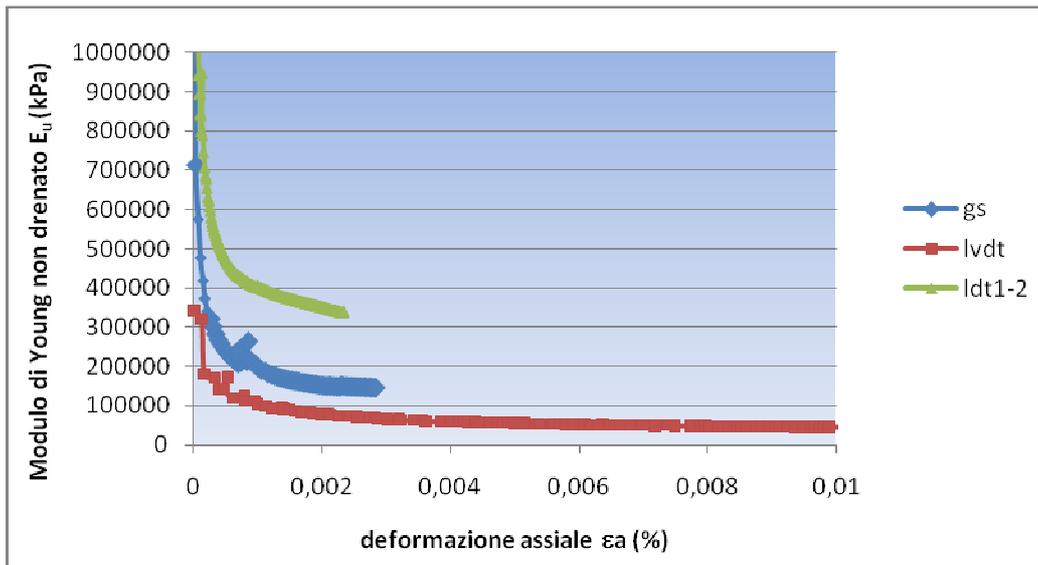
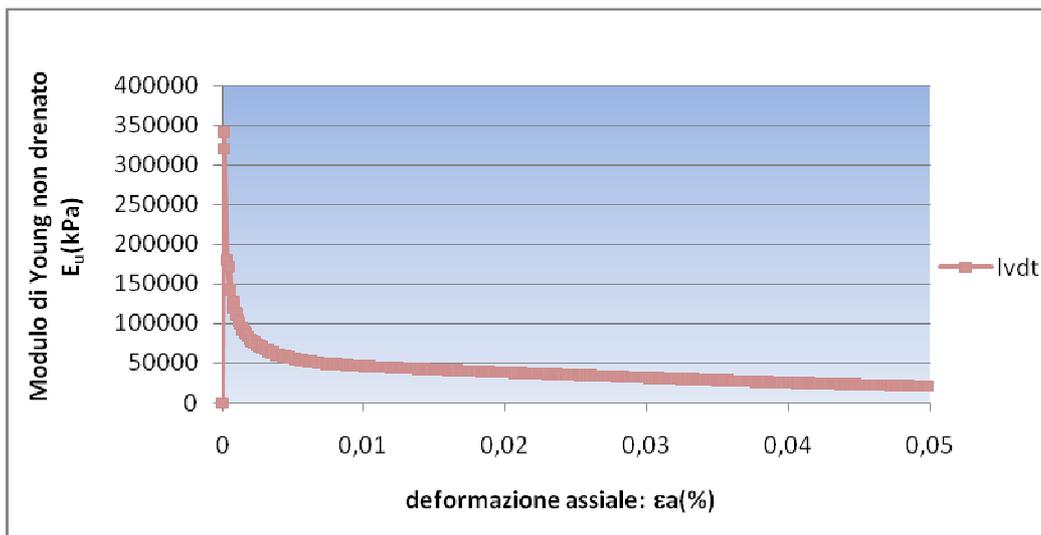


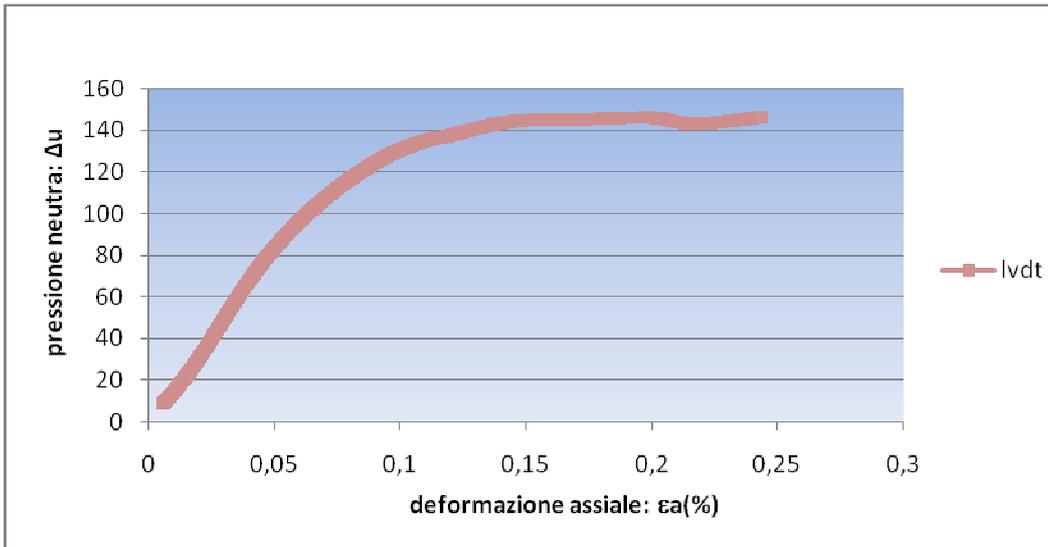
Figura 3 - Diagramma deformazione assiale ( $\epsilon_a$ ) - tensione deviatorica (q): solo LVDT



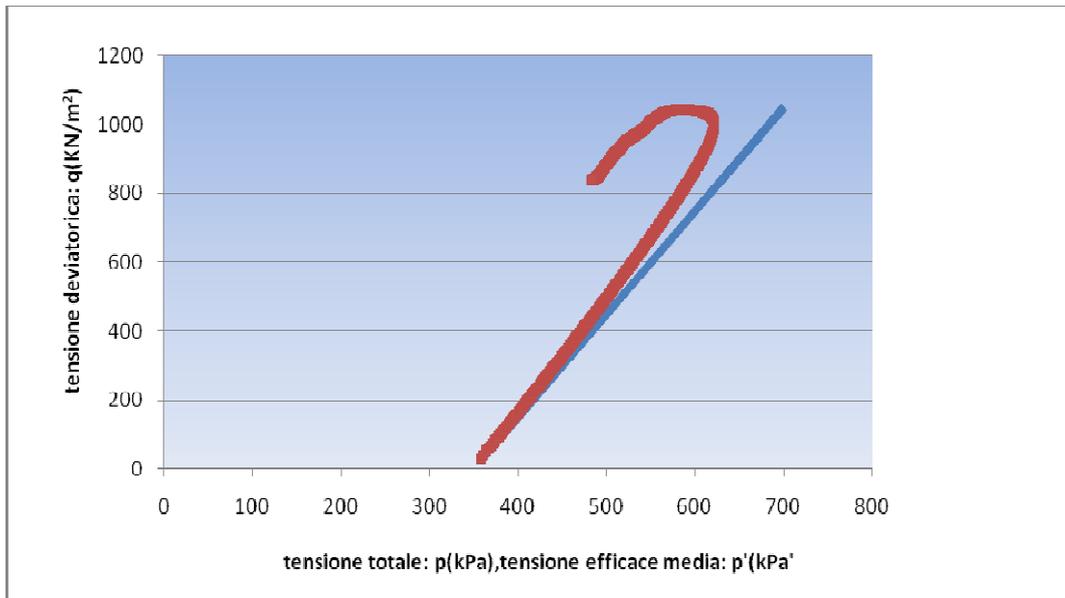
**Figura 4 - Diagramma deformazione assiale - modulo di Young non drenato**



**Figura 5 - Diagramma deformazione assiale - modulo di Young non drenato: solo Lvdt**



**Figura 6 - Diagramma deformazione assiale ( $\epsilon_a$ ) - pressione neutra ( $\Delta u$ ) : solo Lvdt**



**Figura 7 - Diagramma tensione totale ( $p$ ) , tensione efficace media ( $p'$ ) -tensione deviatorica ( $q$ )**

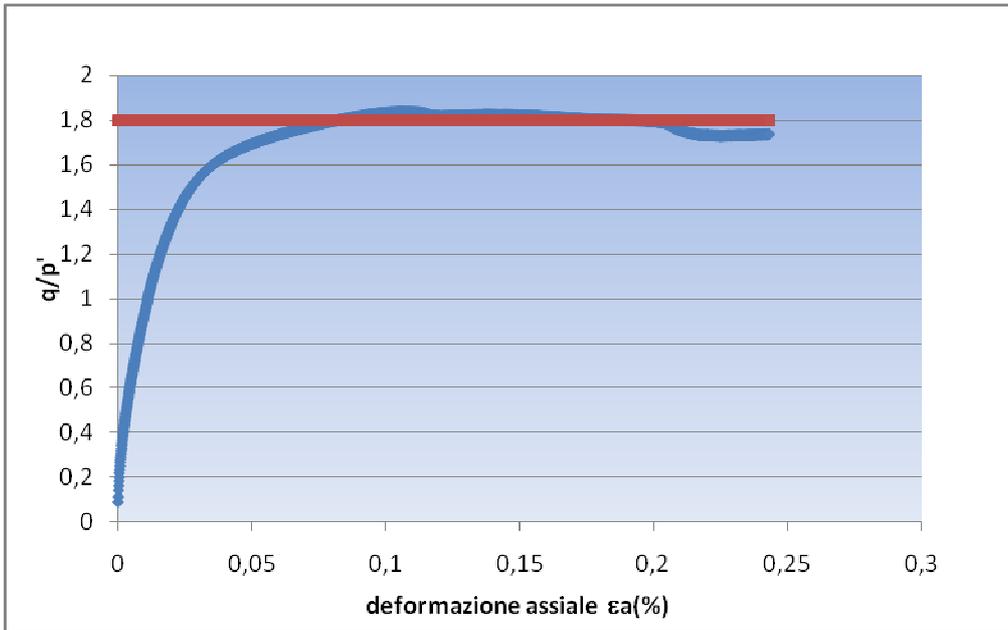


Figura 8 - Diagramma  $q/p'$ -deformazione assiale ( $\epsilon_a$ )

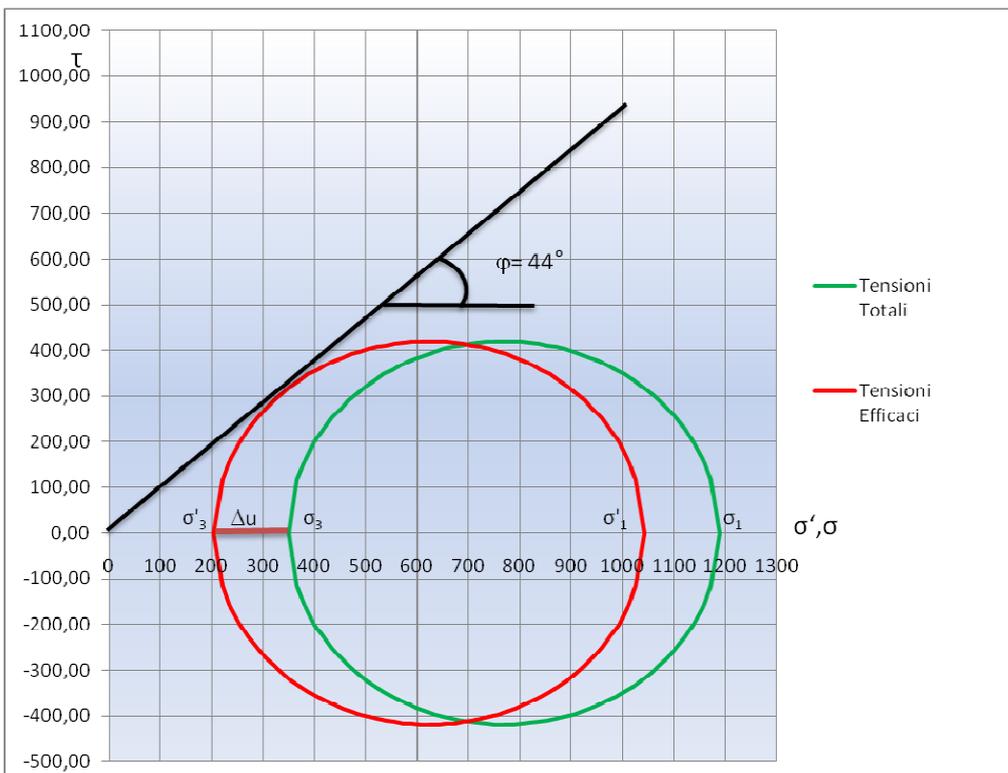


Fig. 9 - Diagramma  $\tau$ - $\sigma'$