

# Programmazione e controllo delle indagini geotecniche negli studi di microzonazione sismica a scala regionale: il caso della Garfagnana

di T. Crespellani,  
J. Facciorusso, C. Madiati,  
G. Vannucchi

Discussione di Diego Lo Presti

Lo scrivente esprime nel seguito alcune osservazioni relative al lavoro di CRESPELLANI *et al.* (indicati nel seguito come autori):

Gli autori utilizzano nel loro lavoro i risultati di una prova triassiale ciclica non drenata (CLTX), realizzata presso il laboratorio geotecnico del Politecnico di Torino, su incarico della Regione Toscana e già pubblicati nel lavoro di CALOSI *et al.* [2001]. Gli autori sostengono che CALOSI *et al.* [2001] hanno rappresentato in modo poco accurato i risultati della prova; sostengono inoltre che secondo la loro analisi è possibile concludere che le prove CLTX, quelle di colonna risonante (RC) e quelle torsionali cicliche (CLTS) forniscono la medesima curva di decadimento.

In Fig. 1 sono riportati i valori del modulo equivalente (modulo di scarico-ricarico), ottenuto nel corso della prova CLTX citata in funzione del logaritmo della deformazione assiale. La Fig. 2 è invece tratta da CALOSI *et al.* [2001] e mostra i valori di rigi-

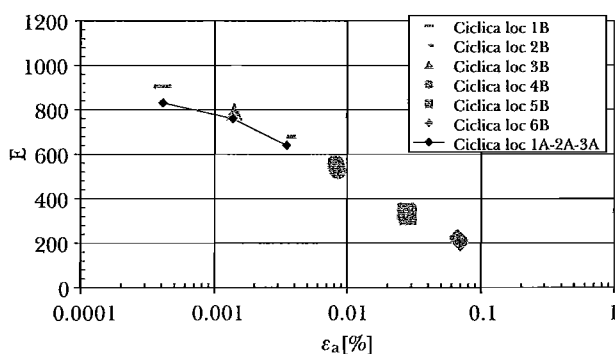


Fig. 1 - Modulo elastico  $E_{eq}$  (misure locali) in funzione della deformazione assiale.

dezza normalizzati, ricavati dalle prove CLTX, RC e CLTS eseguite su provini provenienti dal medesimo campione e consolidati in laboratorio in condizioni simili. Nella Fig. 1 i dati contraddistinti con la sigla 1A, 2A, 3A si riferiscono ad una prima sequenza di cicli di sollecitazione. Quelli contraddistinti con la lettera B sono relativi ad una successiva serie di cicli. L'effetto di prestraining è assolutamente trascurabile; inoltre è possibile osservare che per la prova CLTX la rigidezza decresce repentinamente sin dai più piccoli livelli deformativi, mentre per le prove RC e CLTS si ha inizialmente una riduzione molto contenuta. Pertanto la rappresentazione fornita dagli autori nella Fig. 13 sia della prova triassiale ciclica che di quella monotona (eseguita sul medesimo campione dopo la fase ciclica ed un periodo di attesa a drenaggio aperto di 24 ore) non è pertinente. Incidentalmente, la prova CLTS è stata eseguita sul medesimo campione precedentemente utilizzato per la prova RC e pertanto ha ugualmente sperimentato effetti di prestraining.

Il confronto tra i risultati ottenuti da differenti prove richiede l'assunzione di un modello. Solitamente, si fa riferimento a quello elastico e isotropo assumendo un opportuno valore del coefficiente di Poisson in modo da poter calcolare  $G$  da  $E$  (o viceversa) ed il corrispondente livello di deformazione. Per rimuovere l'ipotesi dell'isotropia, RAMPOLLO e PANE [1988] hanno proposto di fare riferimento alle deformazioni di taglio nel piano ottaedrico. I valori di rigidezza normalizzata e di deformazione a taglio di Fig. 2 [CALOSI *et al.*, 2001] sono stati calcolati facendo riferimento ad un modello elastico e isotropo ma derivando i valori del coefficiente di Poisson sperimentalmente dalle misure di deformazione assiale e radiale ciclica in semplice ampiezza. Non sono chiare le ipotesi adottate dagli Autori per interpretare i dati citati, tuttavia, qualsiasi ipotesi si assuma, non è possibile ottenere le curve di decadimento riportate nella Fig. 13 dell'articolo di CRESPELLANI *et al.* e non è pertanto plausibile concludere

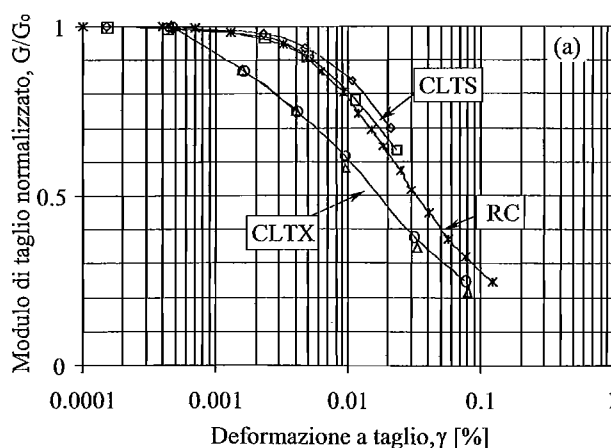


Fig. 2 - CALOSI *et al.* [2001].

che le prove CLTX, RC e CLTS forniscono la medesima curva di decadimento.

ROVA [2002], analizzando decine di prove eseguite su campioni indisturbati di diversa natura e provenienza, ha riscontrato che la non linearità (riduzione della rigidità con il livello deformativo) è più marcata nel caso di prove triassiali cicliche eseguite su provini consolidati in condizioni  $K_0$ , che in prove RC o CLTS eseguite su provini consolidati in condizioni simili. Ciò è probabilmente spiegabile con la considerazione che il grado di non linearità in prove triassiali aumenta al decrescere del rapporto delle tensioni di consolidazione  $K_c = \sigma'_{hc}/\sigma'_{vc}$ , mentre tale parametro è irrilevante nelle prove RC e CLTS [LO PRESTI *et al.*, 1995a; 1995b; PALLARA 1995].

In letteratura sono stati pubblicati risultati sperimentali che forniscono indicazioni differenti da quelle sopra descritte, tuttavia i dati utilizzati da CRESPPELLANI *et al.* consentono unicamente di concludere che la legge di decadimento, ottenuta dalle prove triassiali cicliche eseguite su provini con consolidazione  $K_0$ , mostra un maggior grado di non linearità in confronto a quella ricavabile da prove RC e CLTS.

Nell'elencare le prove ritenute necessarie ai fini degli studi di microzonazione sismica, gli autori includono le prove penetrometriche, alcuni tipi di indagini geofisiche, le prove edometriche, triassiali convenzionali e di taglio diretto e "le prove dinamiche di laboratorio in condizioni di carico monotono e ciclico (prove di colonna risonante e di taglio torsionale ciclico e, in rapporto agli scenari sismici attesi, prove triassiali cicliche e/o di taglio semplice ciclico)" (tra virgolette è stata riportata la frase utilizzata dagli autori). Lo scrivente ritiene che bisogna fare distinzione tra prove cicliche e prove dinamiche. Le prove citate tra parentesi sono tutte prove cicliche ad eccezione della prova RC, che si deve considerare una prova dinamica.

Sempre in relazione alle indagini di laboratorio, lo scrivente esprime i suoi dubbi circa l'utilità di confrontare le curve sforzi-deformazioni e la resistenza al taglio in condizioni drenate e non drenate. Questo tipo di confronto, viene invece indicato dagli autori come uno degli obiettivi della campagna di indagini. Ulteriori dubbi vengono espressi dallo

scrivente sull'utilità di eseguire analisi di scenario unicamente finalizzate alla programmazione delle indagini di laboratorio, come si evince dalla lettura dell'articolo.

Infine, tra le prove geofisiche non sono state citate le indagini a rifrazione (onde P ed SH) che consentendo di stimare la geometria sepolta ed offrendo vantaggi di economicità possono risultare particolarmente utili negli studi di microzonazione sismica su scala regionale.

## Bibliografia

- CALOSI E., FERRINI M., CANCELLI A., FOTI S., LO PRESTI D., PALLARA O., D'AMATO AVANZI G., POCHINI A., PUCCMINELLI A., LUZI L., RAINONE M. e SIGNANINI P. (2001) – *Geological and Geotechnical investigations for the seismic response analysis at Castelnuovo Garfagnana in Central Italy*. XV ICSMGE, Istanbul 27-31 August 2001, Special Volume of TC4, Lessons Learned from Recent Strong Earthquakes, pp. 141-148.
- LO PRESTI D.C.F., JAMIOLKOWSKI M., PALLARA O., PISCIOTTA V. e TURE S. (1995a) – *Stress Dependence of Sand Stiffness*. 3rd International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamic. vol. I, pp. 71-76.
- LO PRESTI D.C.F., PALLARA O. e PUCI I. (1995b) – *A Modified Commercial Triaxial Testing System for Small Strain Measurements: Preliminary Results on Pisa Clay*. Geotechnical Testing Journal, vol. XVIII, n. 1, pp. 15-31.
- PALLARA O. (1995) – *Comportamento sforzi-deformazioni di due sabbie soggette a sollecitazioni monotone e cicliche*. Tesi di dottorato, Politecnico di Torino.
- RAMPELLO S. e PANE V. (1988) – *Deformabilità non drenata statica e dinamica di un'argilla fortemente sovraconsolidata*. CNR, Monselice, Padova, 5-6 ottobre 1988.
- ROVA M. (2002) – *Potenzialità delle indagini di laboratorio per la caratterizzazione dei terreni in campo dinamico*. Tesi di laurea, Politecnico di Torino, II Facoltà di Ingegneria con sede in Vercelli.