

## Miscele terra-calce per rilevati stradali: effetto del tempo di maturazione sulle caratteristiche meccaniche

ORAZI MICHELE (\*) & ORAZI UGO SERGIO (\*)

### ABSTRACT

#### Lime-soil mixtures: effect of curing time on mechanical properties

This paper presents main results of laboratory tests on lime stabilized soils. Lime stabilization is often applied in road construction. Lime improves the strength and the stiffness of clayey soils. The stabilization process using lime takes place through short-term and long-term reactions. The experimental results show the effect of curing time on mechanical properties of lime-soil mixtures.

KEY WORDS: *Curing time, Laboratory tests, Lime-soil mixtures, Shear strength, Stiffness.*

### INTRODUZIONE

La tecnica della stabilizzazione con calce dei terreni argillosi costituisce una valida alternativa all'impiego di inerti nella costruzione di rilevati stradali (CANZIANI *et al.*, 2002). Si limitano così i problemi relativi al reperimento di materiali "pregiati" ed allo smaltimento dei terreni non idonei ad essere utilizzati in ambito stradale. Tali problemi risultano particolarmente rilevanti nel caso di grandi opere viarie.

Il trattamento con calce incrementa in maniera significativa la resistenza e la rigidezza dei terreni argillosi (THOMPSON, 1966). L'entità di tali incrementi dipende dalla natura del terreno ed è funzione, a parità di altre condizioni, del tempo di stagionatura.

In questo articolo vengono presentati i risultati più significativi di numerose esperienze di laboratorio finalizzate a valutare qualitativamente l'effetto del tempo di maturazione sulle caratteristiche meccaniche di diverse miscele terra-calce.

### RISULTATI SPERIMENTALI

I risultati esposti si riferiscono a prove edometriche IL (ASTM D 2435), prove triassiali CIU (ASTM D 4767) e prove di taglio diretto (ASTM D 3080) eseguite, dopo 7 e 28 giorni di stagionatura, su limi argillosi (appartenenti ai gruppi A6 e A7 della classificazione UNI 10006) stabilizzati con calce (dal 2 al 4% in peso di CaO).

I provini sono stati confezionati mediante compattazione (ASTM D 1557) al contenuto in acqua ottimale e conservati in ambiente a temperatura (20°C) ed umidità (superiore al 95%) controllata durante tutta la fase di stagionatura.

### PROVE EDOMETRICHE

I punti sperimentali di Fig. 1 si riferiscono a deformazioni misurate a 24 ore dall'incremento di carico, in quanto non è stato possibile distinguere con chiarezza la consolidazione primaria da quella secondaria.

L'effetto del tempo di stagionatura sulla deformabilità risulta essere funzione del livello di sollecitazione. Infatti con il procedere della fase di carico il sensibile incremento nel tempo del modulo edometrico (M), osservato a bassi valori dello sforzo normale, diventa trascurabile.

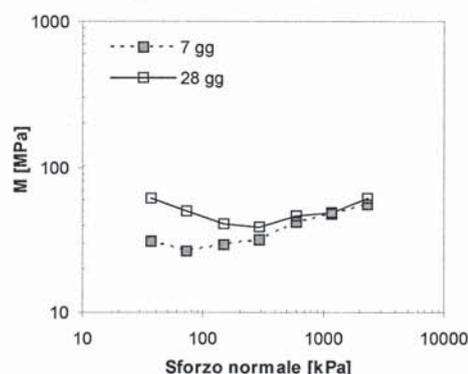


Fig. 1 - Prove edometriche su A6 trattato con il 2% di calce.

### PROVE DI TAGLIO DIRETTO

Le curve sforzo di taglio-spostamento orizzontale (Fig. 2a) sono caratterizzate da un picco ben definito, raggiunto il quale lo sforzo si riduce drasticamente con l'aumentare dello scorrimento, fino ad arrivare ad un valore stazionario che non sembra dipendere dal tempo di stagionatura.

Durante la fase di taglio i provini manifestano un comportamento marcatamente dilatante, che risulta generalmente più pronunciato, a parità di sforzo normale, nei provini stagionati 28 giorni (Fig. 2b). Al termine della prova

(\*) Laboratorio Geomeccanico di Ugo Sergio Orazi, via Cairo snc - 61024 Mombarcoccio (Pesaro e Urbino), labgeomeccanico@libero.it.

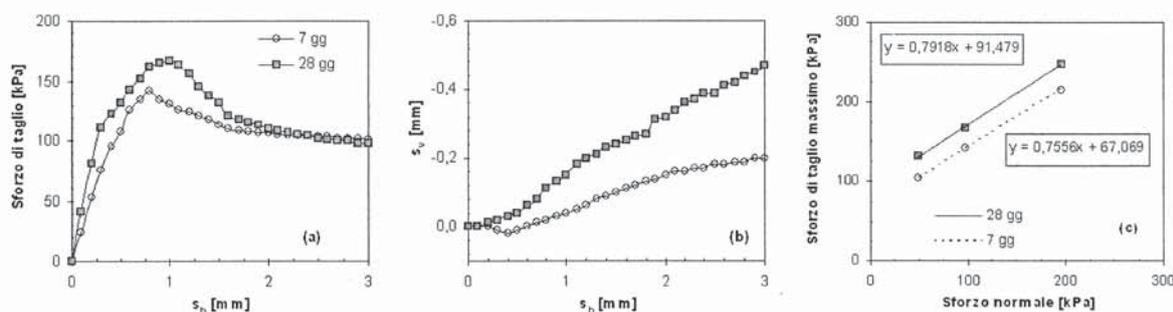


Fig. 2 – Prove di taglio diretto su A7-6 trattato con il 3% di calce: (a, b) fase di taglio con carico verticale pari a 98 kPa, (c) involucro di rottura

le superfici di taglio si presentano, analogamente a quanto osservato da LO PRESTI & FROIO (2004), scabre.

Di fatto il materiale esibisce nel tempo un significativo incremento di resistenza al taglio. Sembra che, per lo stato tensionale indagato, il tempo di stagionatura influenzi principalmente la coesione intercetta e che abbia un effetto minore sull'angolo di resistenza al taglio (Fig. 2c).

#### PROVE TRIASSIALI CIU

I risultati di Fig. 3 mostrano il significativo incremento nel tempo della rigidità e della resistenza sia in termini di sforzo deviatorico ( $q$ ) che in termini di rapporto di carico ( $q/p'$ ).

Per gli stati tensionali che generalmente vengono presi in considerazione nei problemi applicativi, i percorsi degli sforzi efficaci risultano assimilabili a quelli delle argille naturali sovraconsolidate (Fig. 3a).

Le curve sforzo-deformazione presentano una chiara situazione di instabilità meccanica entro livelli deformativi relativamente piccoli (Fig. 3b). Successivamente si osserva una rapida caduta dello sforzo al crescere della deformazione fino a livelli di carico che non sembrano condizionati dal tempo di stagionatura. Il punto di collasso risulta più evidente se il legame sforzo-deformazione viene rappresentato in termini di  $q/p'$ , il quale raggiunge il suo valore massimo prima dello sforzo deviatorico.

#### CONCLUSIONI

Nei casi illustrati i terreni stabilizzati presentano ottime caratteristiche meccaniche che testimoniano l'efficacia del trattamento con calce.

All'aumentare del tempo di stagionatura si osserva un significativo incremento di resistenza e di rigidità delle miscele studiate. Tale incremento diventa trascurabile ad elevati livelli di sforzo e di deformazione.

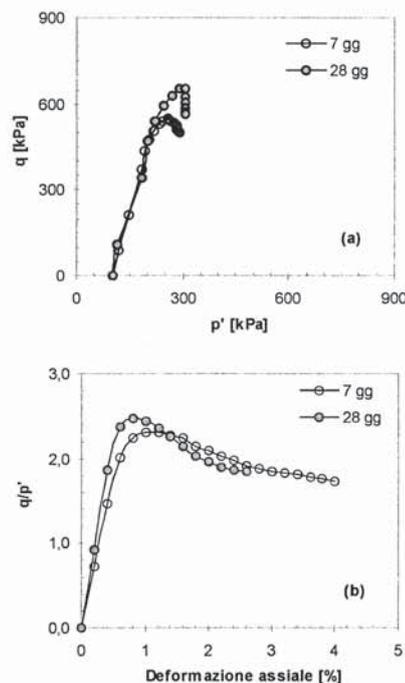


Fig. 3 – Prove triassiali CIU su A7-6 trattato con il 4% di calce.

#### BIBLIOGRAFIA

- CANZIANI A., CARIBONI L. & PRESSATO U. (2002) - *Terre limo-argillose trattate con calce per rilevati stradali*. Le Strade, 4, 94-99.
- LO PRESTI D. & FROIO F. (2004) - *Resistenza al taglio residua di rocce tenere e terreni a grana fine*. Rivista Italiana di Geotecnica, 3, 48-84.
- THOMPSON M.R. (1966) - *Shear strength and elastic properties of lime-soil mixtures*. Highway Research Board, Washington.