Università Degli Studi Di Napoli Federico II

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Corso di Laurea Magistrale in

Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio

(Classe delle Lauree magistrali in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, Classe LM-35)

ABSTRACT

ANALISI SPERIMENTALE DEL COMPORTAMENTO MECCANICO DI UN ROCKFILL

RELATORI
Ch.mo Prof. Ing. Alessandro Flora
Ch.mo Prof.ssa Ing. Stefania Lirer

CANDIDATA
Francesca Di Meo M67/245

ANNO ACCADEMICO 2015/2016

La ricerca sviluppata nel corso della presente tesi, ha cercato di approfondire alcuni aspetti importanti per la comprensione e l'interpretazione del comportamento meccanico di terreni a grana grossa costipati. In particolare è stata stipulata una convenzione con l'Ente Irriguo Umbro Toscano ed il Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale per studiare le caratteristiche del materiale estratto da cava situata in provincia di Perugia, all'interno dell'alveo del fiume Chiascio. Questo materiale deve essere adoperato per la realizzazione di un rilevato soffolto, necessario per la messa in sicurezza del versante destro dell'invaso e del manufatto di presa della diga di Casanuava sul fiume Chiascio.

A differenza dei terreni a grana fine o medio-fine, per i materiali in questione è importante il fenomeno di rottura dei grani, che va ad influenzare il comportamento meccanico ed idraulico del materiale. Per questo motivo oltre alla determinazione dei parametri di resistenza del terreno, ricavati con prove triassiali, scopo della tesi è anche quello di verificare il fenomeno di rottura dei grani, attraverso analisi granulometriche svolte al seguito delle prove eseguite.

Una maggiore comprensione delle caratteristiche di frantumazione dei terreni migliora la conoscenza del comportamento meccanico, fondamentale per una corretta progettazione delle opere in rockfill.

La curva granulometrica del materiale da caratterizzare meccanicamente, presenta un diametro massimo, d_{max}=120mm e un coefficiente di uniformità, U_c, pari a 100.8.

Per rispettare il limite imposto del rapporto tra il diametro del provino e il massimo diametro dei grani, $R = \frac{D}{d_{max}} = 4 \div 6$, bisogna modificare la curva granulometrica da testare. In particolare è stato realizzato il taglio della curva granulometrica garantendo un d_{max}=30mm. Entrambe le curve, originaria e tagliata, sono riportate in figura 1.

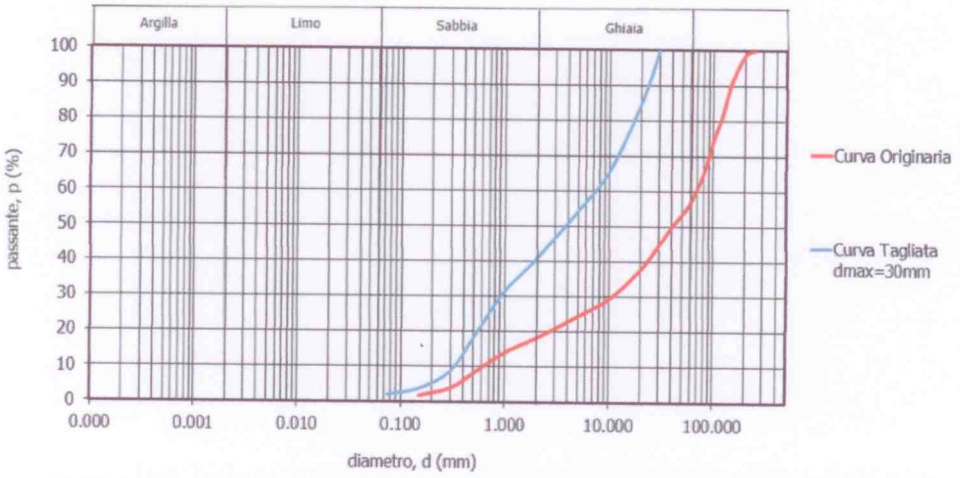

Figura 1 Confronto curva granulometrica originale e curva granulometrica tagliata con dmax=30mm.

La sperimentazione eseguita sul rockfill consiste in una serie di prove triassiali consolidate isotropicamente e con fase di rottura drenata, condotta a tensione di confinamento costante. I provini

di grandi dimensioni, con altezza pari a 410 mm e diametro 200 mm, sono stati prima soggetti ad un processo di saturazione. L'apparecchiatura di prova utilizzata è stata la macchina triassiale HPSP, presente nel laboratorio di geotecnica dell'Università di Napoli Federico II, che è in grado di svolgere prove monotoniche e cicliche, in compressione ed estensione, a percorso di carico o deformazione controllata, in modo del tutto automatico (figura 2).

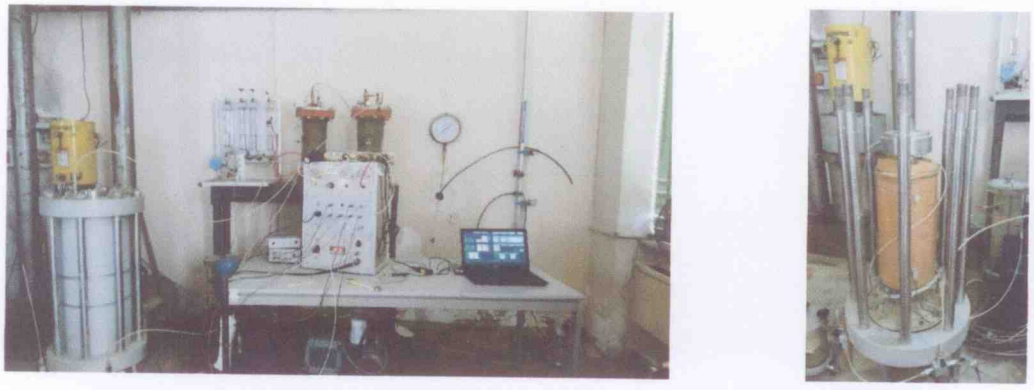

Figura 2 Apparecchiatura completa cella HPSP e provino montato con inserimento degli LVDT locali assiali.

Il programma di prove triassiali ha permesso di valutare le principali caratteristiche del materiale in termini di resistenza e deformazione. Come sempre avviene in prove di buona qualità su mezzi a grana grossa, si è verificato un comportamento dilatante più evidente per la prova effettuata a tensione di confinamento più bassa, ed ad esso non si associa ad un picco di resistenza ben definito. Noti quindi, i rapporti tra gli invarianti di tensione (q/p') in condizioni di rottura, è possibile valutare una inviluppo di rottura.

	e_{in}	σ'_3	v
Nome	[-]	[kPa]	[%/h]
TX-CID1	0.394	50	3
TX-CID2	0.460	210	3
TX-CID3	0.389	50	1
TX-CID4	0.389	100	1
TX-CID5	0.389	200	1
TX-CID6	0.389	100	0.3

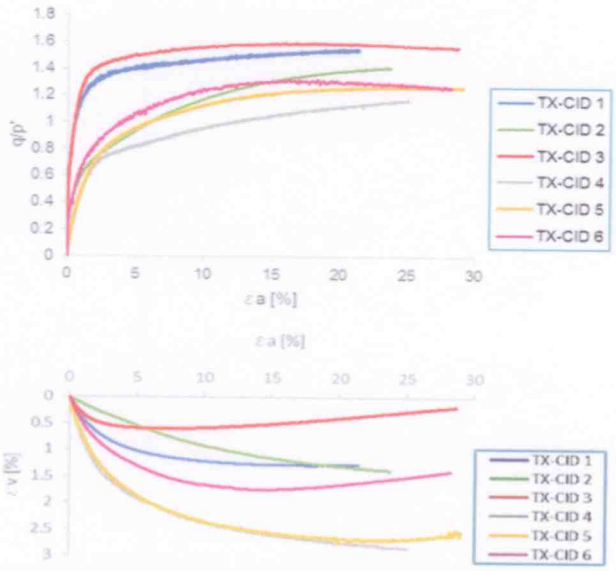

Figura 3 Tabella riassuntiva del programma di prove sperimentali e sintesi dei risultati ottenuti.

L'analisi granulometrica post prova (figura 4) ha evidenziato il comportamento frantumabile del materiale, si è misurata una riduzione del materiale granulare a partire dal diametro massimo che compone il provino.

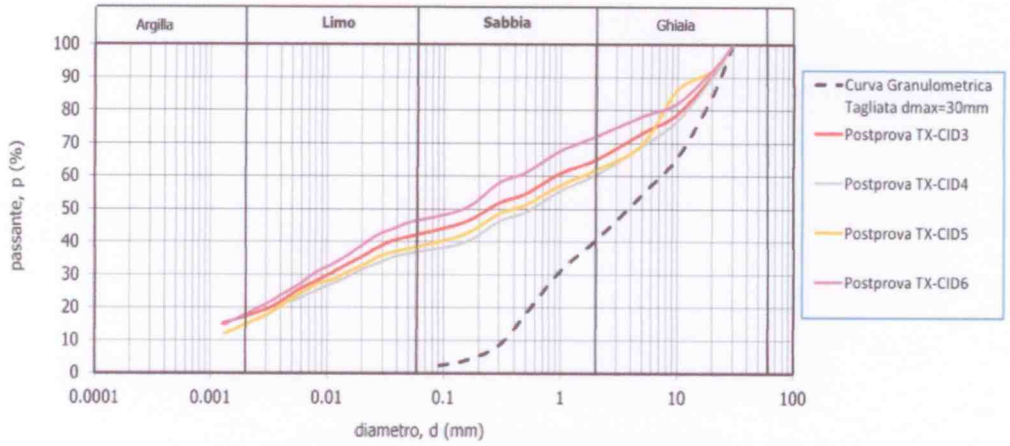

Figura 4 Curve granulometriche dopo le prove triassiali.

I dati relativi a queste prove granulometriche post prova sono stati utilizzati per calibrare un possibile modello che riesca a descrivere la frantumazione del materiale, in funzione della tensione di confinamento e della mineralogia del materiale.

Il modello considera che il materiale essendo composto da differenti litologie presenterà un comportamento differente per ognuna di esse (Figura 5). In particolare sono state identificate macroscopicamente tre macro-categorie di materiale e per ognuna di esse sono stata utilizzate tre differenti leggi di rottura.

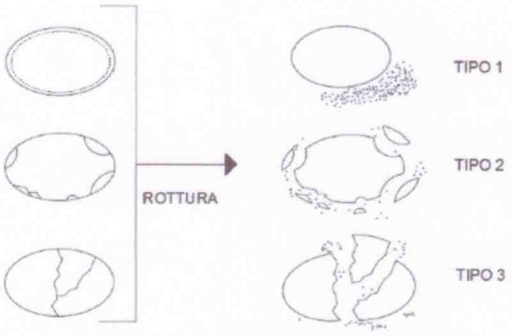

Figura 5 Differenti tipologie di rottura dei grani.

Il modello è stato calibrato sulle prove eseguite, in particolare calibrando un singolo parametro per ogni legge, si riesce a descrivere con buona approssimazione la curva granulometrica delle diverse prove eseguite a diversi valori di tensione di confinamento (figura 6).

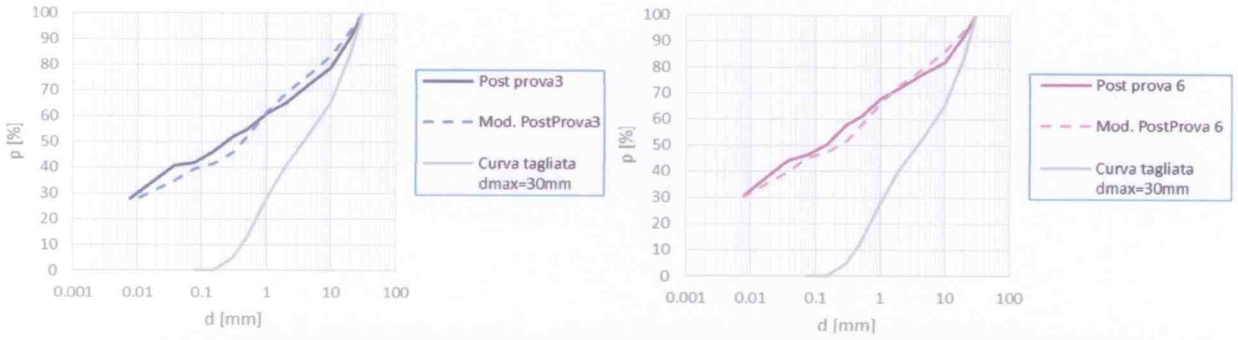

Figura 6 Confronto delle distribuzioni granulometriche sperimentali (linea continua) e ricavate dal modello proposto (linea tratteggiata) per due delle quattro prove esaminate.

In conclusione le prove triassiali dimostrano che il materiale non ha una resistenza a taglio elevata e che decresce con l'incremento della tensione di confinamento.

Descrivere il fenomeno di rottura dei grani con un modello numerico calibrato sui dati sperimentali ha mostrato risultati incoraggianti, in quanto il modello riesce a descrivere con buona approssimazione le curve granulometriche delle diverse prove eseguite.

Sulla base del modello sviluppato, calibrato sulle prove di laboratorio eseguite, è stato possibile simulare alcune curve granulometriche post-rottura al variare delle percentuali iniziali delle diverse litologie presenti. Questo permette di individuare una percentuale critica di grani maggiormente frantumabili per evitare di influenzare eccessivamente la permeabilità del terreno e la sua risposta meccanica.