

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



Corso di Laurea Magistrale in

**INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO**

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

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E**  
**AMBIENTALE**

ABSTRACT

**PROGETTO PROBABILISTICO DI TAMPONI DI FONDO DI**  
**JET GROUTING PER SCAVI A CIELO APERTO SOTTO FALDA**

RELATORE

Prof. Ing. Alessandro Flora

CANDIDATO

Giovanni Megaro M67/025

Anno accademico 2011/2012

## **PROGETTO PROBABILISTICO DI TAMPONI DI FONDO DI JET GROUTING PER SCAVI A CIELO APERTO SOTTO FALDA.**

In questo studio di tesi ci si occupa del progetto di un tampone di fondo per scavi a cielo aperto sotto falda, eseguito mediante la tecnica del jet grouting.

Il jet grouting è una tecnica di consolidamento consistente nell'iniezione ad alta velocità di una o più miscele fluide che rimaneggiano e cementano il terreno in sede attraverso la formazione di volumi di terreno trattato approssimativamente cilindrici.

Il trattamento si articola in due fasi successive di perforazione e di iniezione dei fluidi con formazione della colonna consolidata in risalita.

Il trattamento può avvenire principalmente con tre diversi tipi di tecnologia: sistema monofluido, in cui il fluido assolve sia la funzione di rimaneggiamento che di cementazione del terreno trattato; sistema bifluido che permette l'iniezione contemporanea di miscela cementizia ed aria compressa in modo da limitare la dispersione del getto incrementando l'efficienza idrodinamica e quindi il raggio d'azione; sistema trifluido per il quale il trattamento avviene separando le funzioni di disgregazione del terreno in sede (affidata ad un getto di acqua circondato da aria) da quella di cementazione, svolta dalla miscela cementizia iniettata dall'ugello inferiore.

Gli aspetti più critici che caratterizzano un intervento di jet grouting, qualora si debba garantire la compenetrazione tra gli elementi consolidati, riguardano:

- ❖ la variabilità del diametro
- ❖ la deviazione della colonna dalla verticale

La stima del diametro viene effettuata con una legge di tipo normale con una dispersione dei dati rappresentata da un coefficiente di variazione del diametro ( $CV(D)$ ). Per quanto riguarda la stima dell'inclinazione della colonna, questa viene definita mediante due angoli: l'angolo di inclinazione calcolato con una distribuzione normale avente valore medio nullo e deviazione standard ( $SD(\alpha)$ ) correlabile alla lunghezza di perforazione e l'azimut che, invece, viene stimato con una legge di tipo casuale.

Per il progetto del tampone di fondo (*Figura 1*) si ipotizza uno schema con una configurazione a maglie triangolari (*Figura 2*) che risulta avere un duplice vantaggio sia in termini di minore sovrapposizione delle colonne che in termini di miglior fattore di riempimento inteso come il rapporto tra l'area trattata dal jet e l'area della cella.

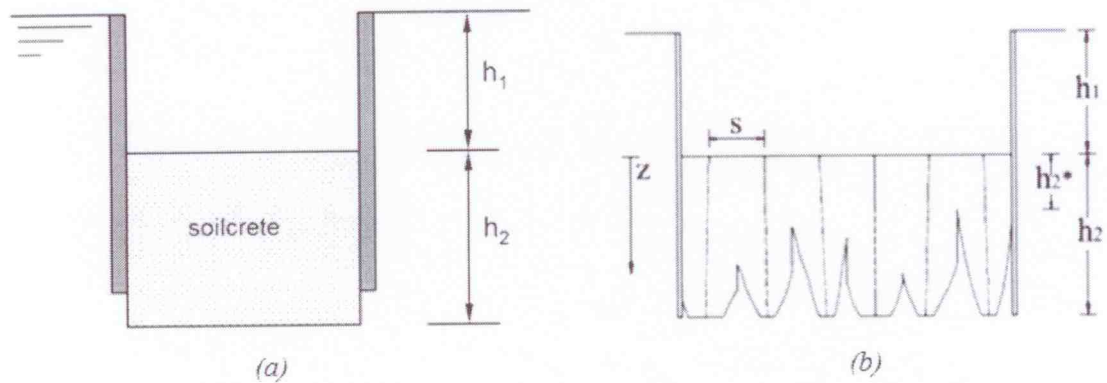


Figura 1. Schema di un tampone di fondo ideale privo di difetti (a) e di un tampone di fondo con difetti di compenetrazione (b).

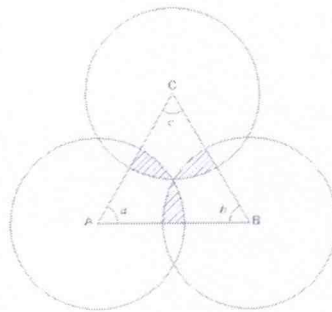


Figura 2. Schema tipo di una maglia triangolare.

L'approccio usato nel progettare il tampone di fondo è di tipo probabilistico.

Al fine di stimare l'area effettivamente trattata dall'intervento di consolidamento, si procede all'implementazione del codice di calcolo, denominato "Megajet". Esso si basa su un'analisi statistica di tipo Monte Carlo, la quale, una volta definite le variabili casuali (diametro medio, inclinazione) e i parametri statistici (coefficiente di variazione del diametro, deviazione standard, frattile di riferimento), genera in maniera random un sistema di colonne calcolando  $N$  volte un valore dell'area dei vuoti. Dalle  $N$  valutazioni vengono estratti i valori dell'area dei vuoti corrispondenti ad un frattile di riferimento inteso come il valore della variabile aleatoria cui corrisponde una fissata probabilità di essere superato.

Il codice di calcolo consente, anche, di stimare l'eventuale volume di materiale non trattato e un coefficiente di sicurezza che tenga conto dell'effetto della sottospinta dell'acqua al di sotto del tampone di fondo.

Gli input da fornire al codice di calcolo sono di tre tipologie:

