



lunedì 2 settembre, ore 14-18.

- Prof. Paolo Croce: "Obiettivi e tecniche di consolidamento dei terreni"
- Prof. Giuseppe Modoni: "Progettazione degli interventi colonnari basata su evidenze sperimentali"
- Dott. Erminio Salvatore: "Sperimentazione di laboratorio per lo sviluppo e l'ottimizzazione delle tecniche di consolidamento"

martedì 3 settembre, ore 14-18.

- Prof. Anna Maria Ferrero: "Caratterizzazione di ammassi rocciosi e consolidamento di pendii in roccia."
- Prof. Gessica Umili: "Dimensionamento di interventi di consolidamento e difesa in pendii in roccia"

martedì 3 settembre, ore 9-13.

- Prof. Claudia Vitone: L'ingegneria geotecnica e i sedimenti marini: tra caratterizzazione, consolidamento e gestione sostenibile
- Dott. Rossella Petti: Trattamenti chemo-meccanici dei sedimenti di dragaggio: dalle tecniche tradizionali ad alcune soluzioni innovative
- Prof. Manuela Cecconi: Il contributo della vegetazione nel rinforzo meccanico di coltri superficiali di versante

mercoledì 4 settembre, ore 9-13.

- Prof. Mariarita Migliazza: "Aspetti teorici e sperimentali per la progettazione di scavi sotterranei"
- Prof. Andrea Segalini: "Dimensionamento di interventi di consolidamento in scavi sotterranei"



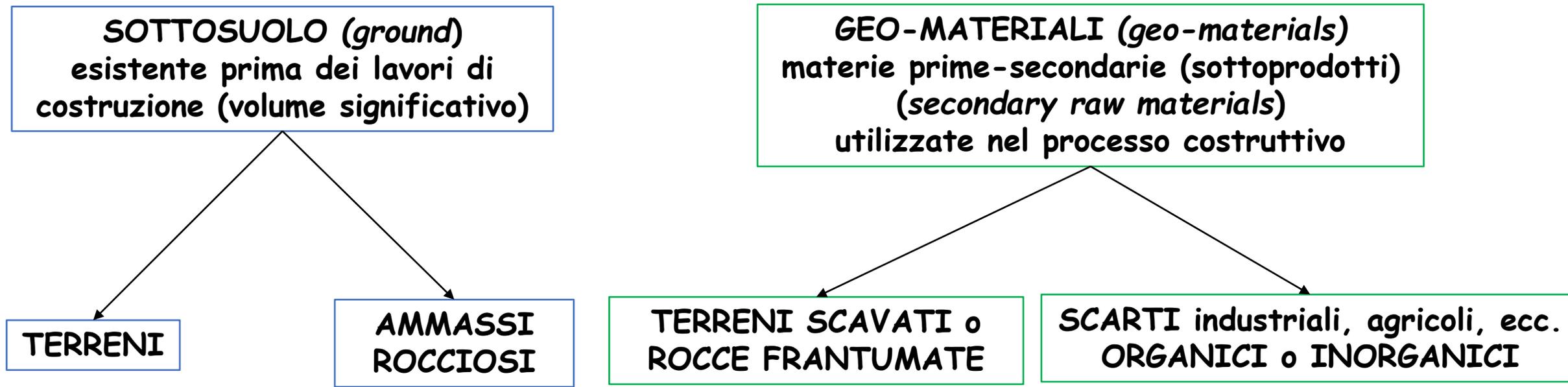
CONSOLIDAMENTO DEI TERRENI E DELLE ROCCE  
GAETA 2-4 SETTEMBRE 2024

Consolidamento o Miglioramento?

*Improvement, modification, reinforcement, etc.*

«The alteration of site foundation or project earth structures to provide better performance under design and/or operating loading conditions» (Evans et al. 2021)



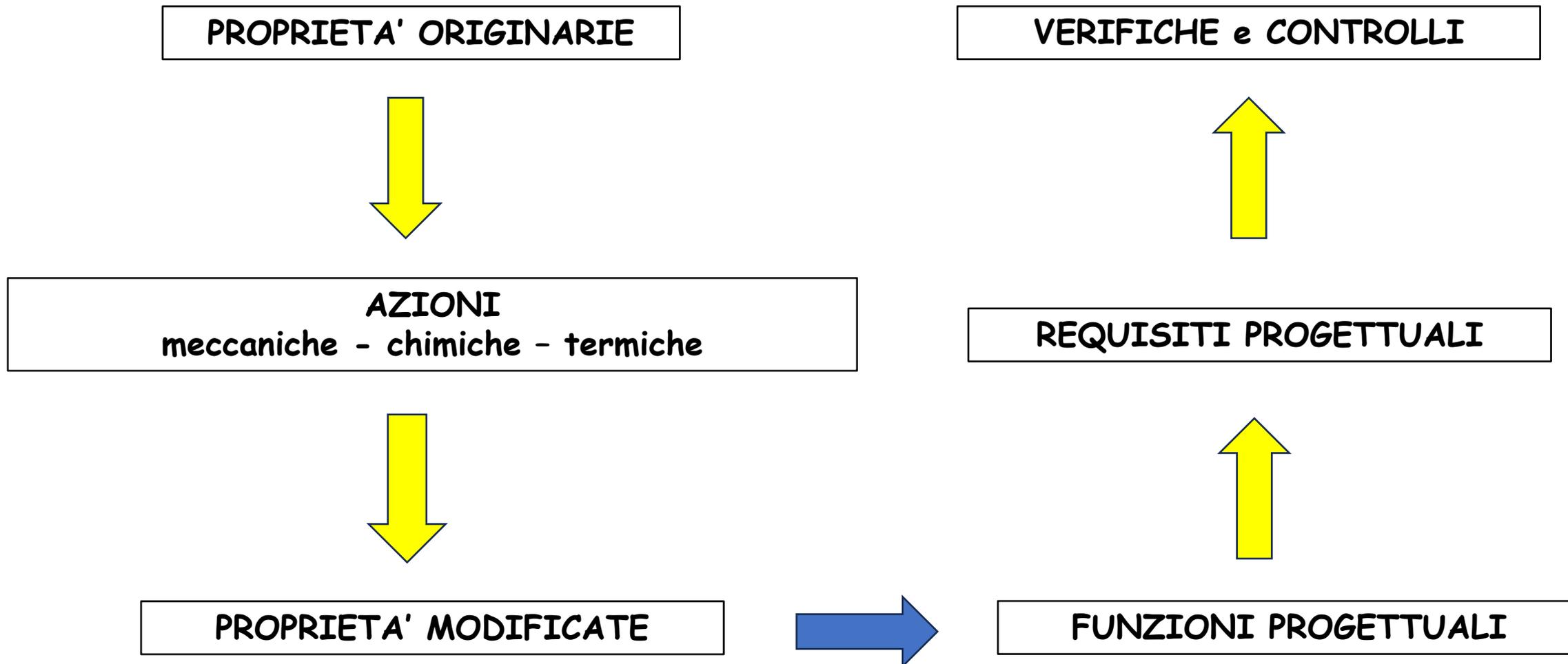


Trattamento dei terreni o degli ammassi rocciosi in posto (*ground improvement*) finalizzato alla realizzazione di fondazioni, opere di sostegno, stabilizzazione dei pendii, realizzazione di gallerie, ecc.

Trattamento dei terreni e altri mezzi granulari utilizzati come materiale da costruzione (*improved geo-materials*) per la realizzazione di rilevati stradali o ferroviari, argini, colmate, ecc.

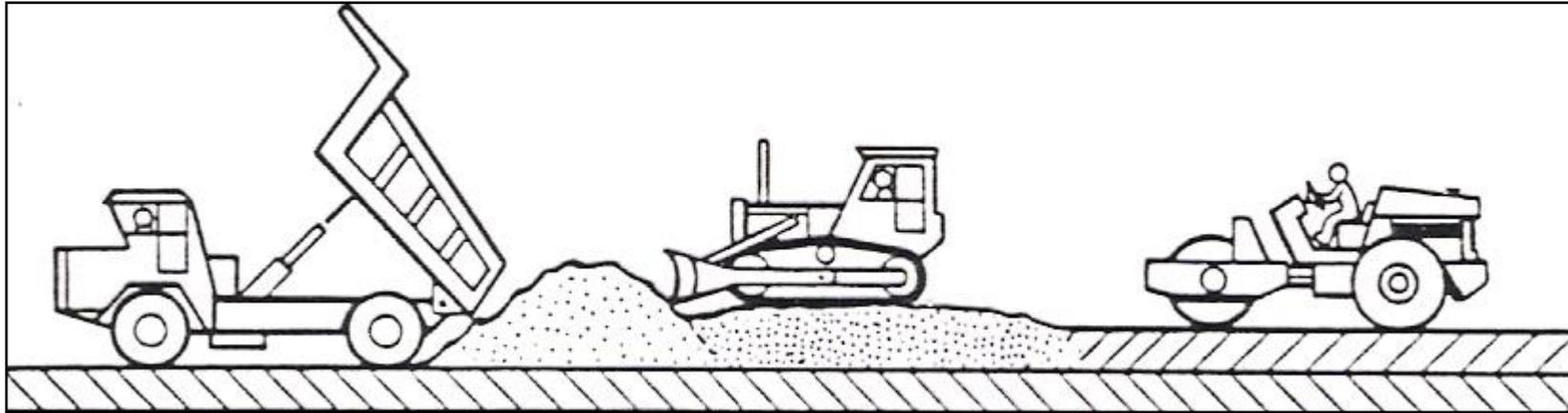
# METODI DI TRATTAMENTO DEI TERRENI IN SITO (*ground improvement*)

Compattamento, Miscelazione, Iniezione, Vibrazione, Sostituzione, Congelamento

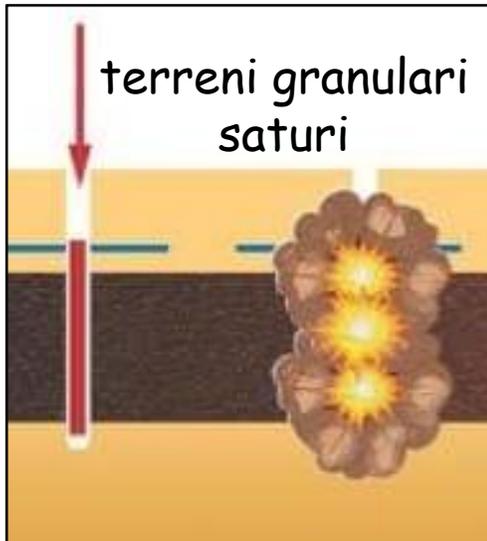


# AZIONI MECCANICHE: VIBRAZIONE

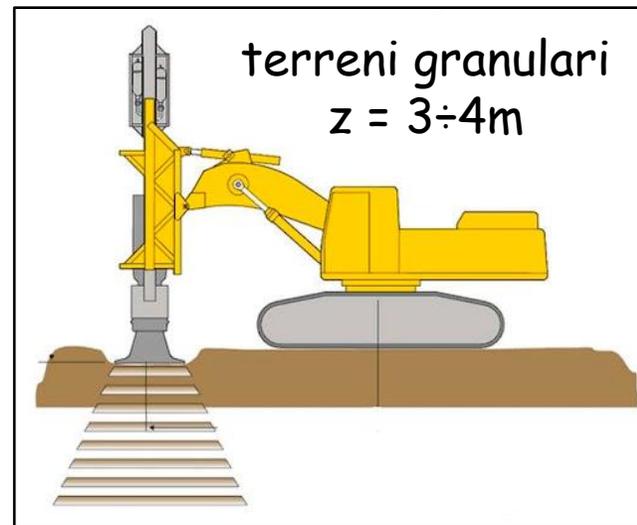
Effetti: addensamento, incremento di resistenza e rigidezza



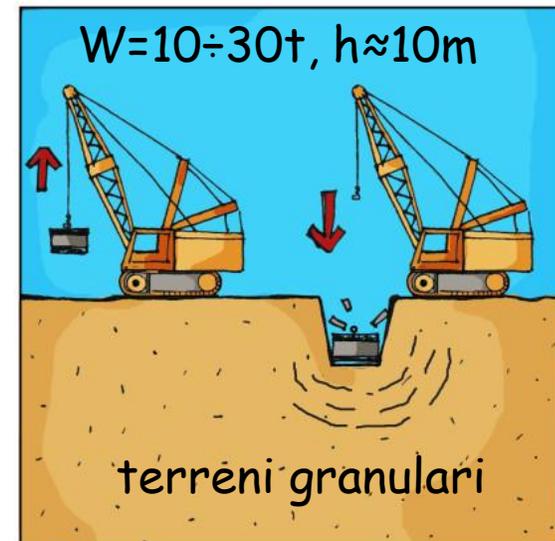
ROLLER COMPACTION  
(per la costruzione dei rilevati)



BLASTING  
COMPACTION



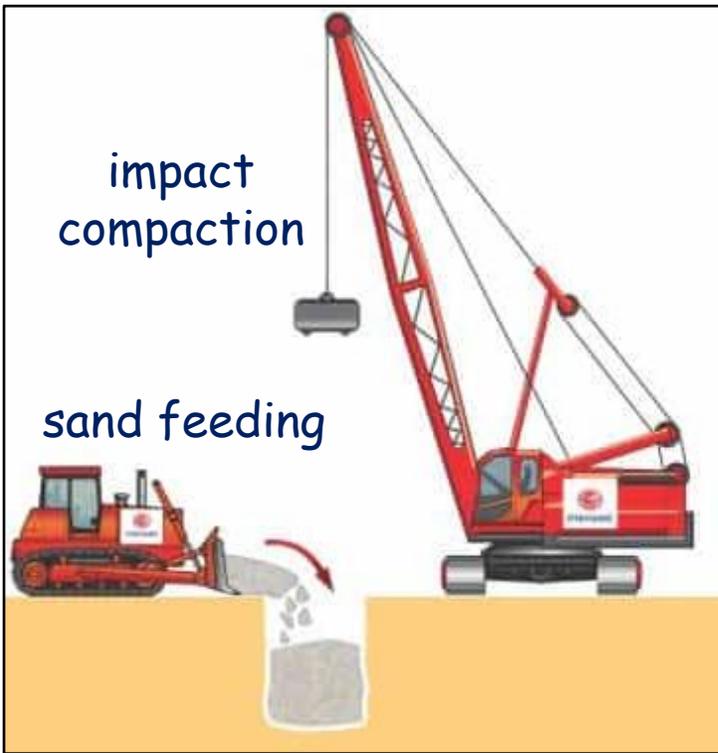
RAPID IMPACT  
COMPACTION



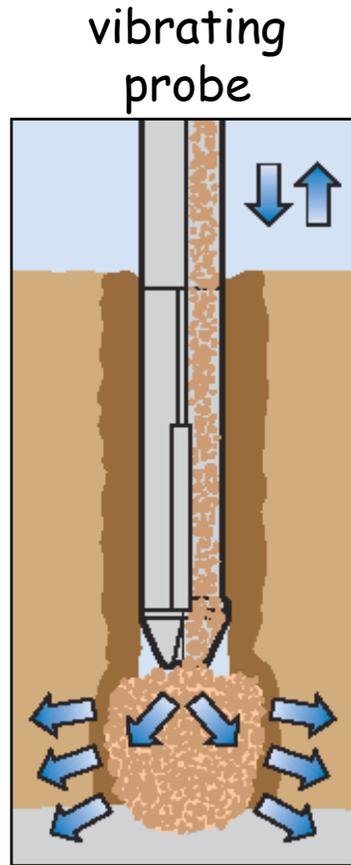
IMPACT  
COMPACTION

# AZIONI MECCANICHE: VIBRAZIONE/PENETRAZIONE + SOSTITUZIONE

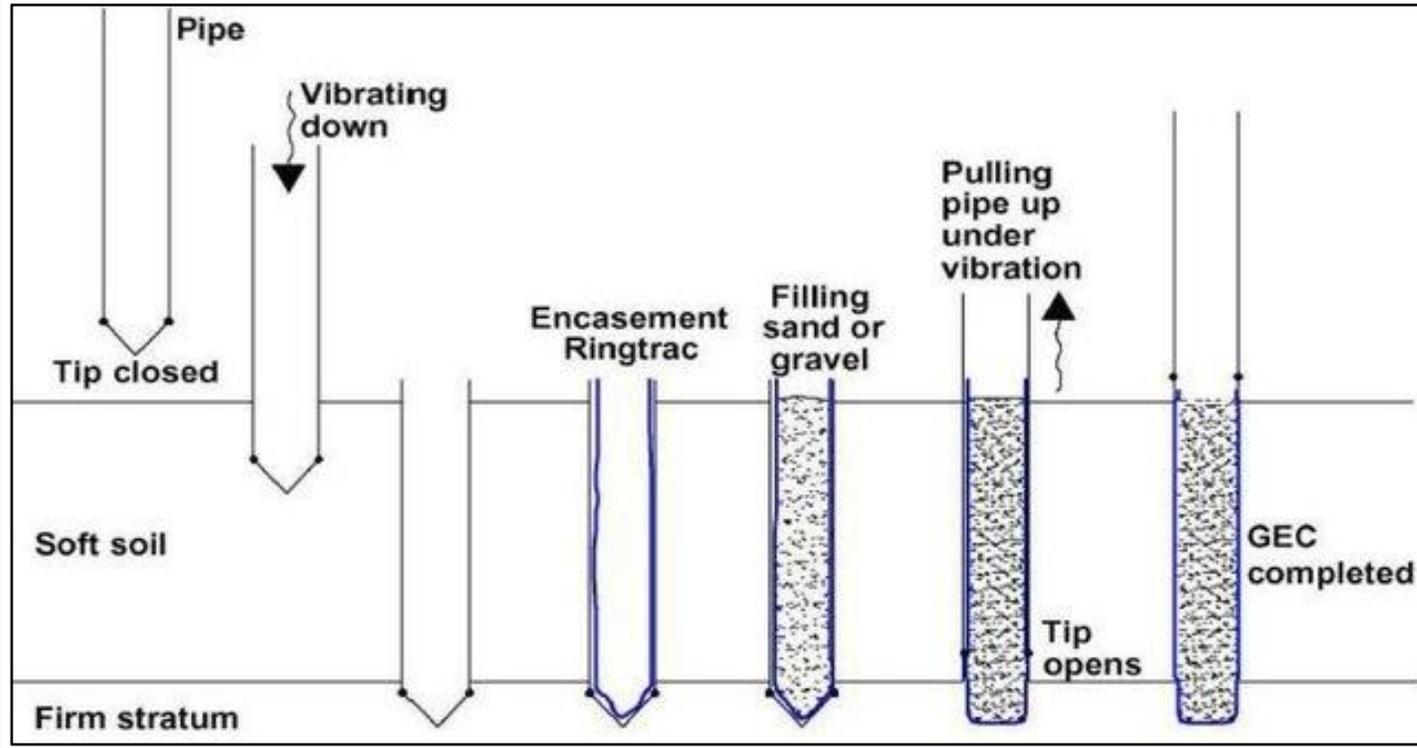
Effetti: addensamento, incremento resistenza e rigidità, incremento permeabilità



DYNAMIC REPLACEMENT



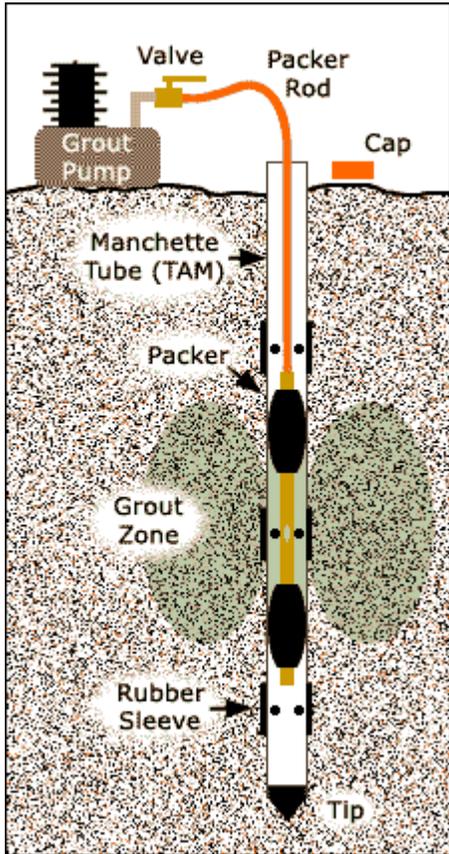
STONE COLUMNS



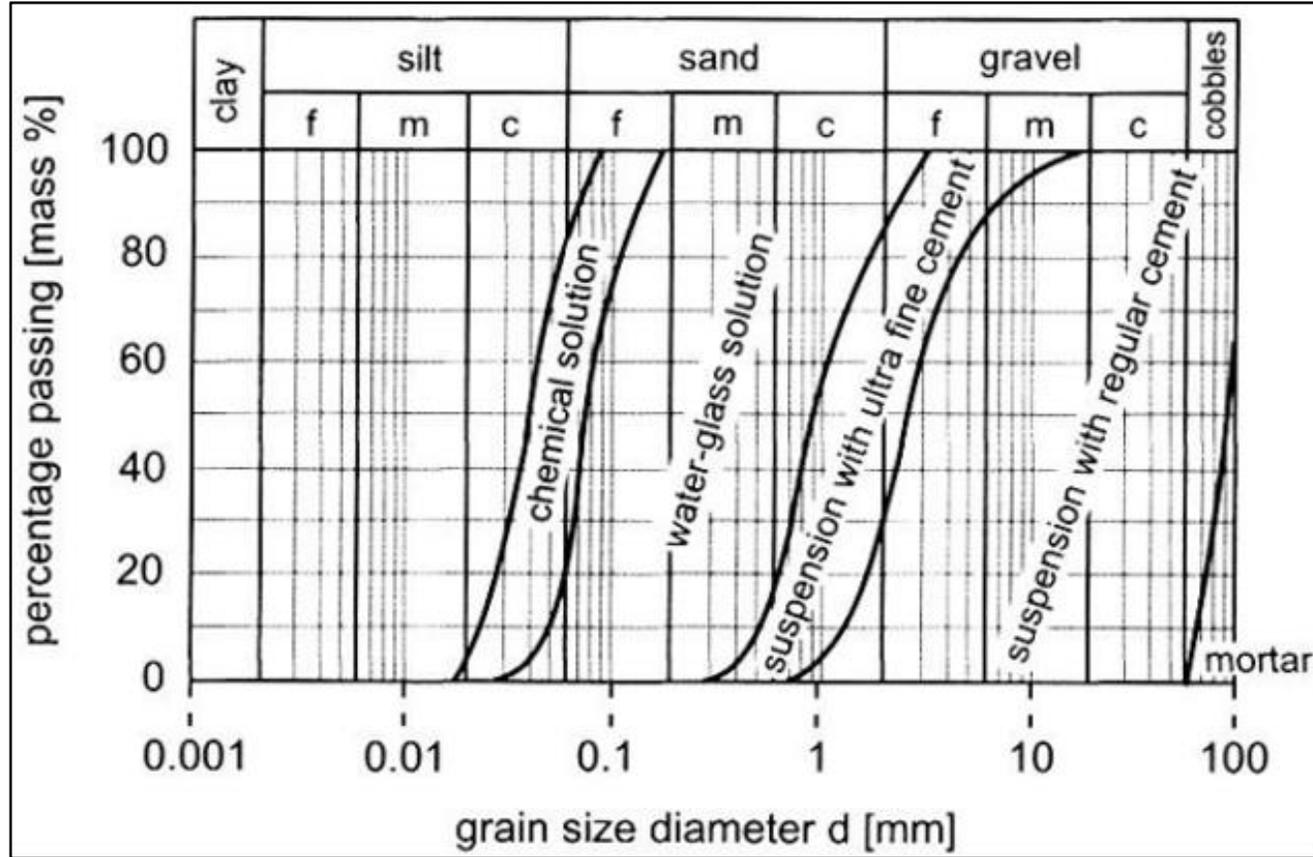
GEOSYNTHETIC-ENCASED COLUMNS

# AZIONI CHIMICHE: CEMENTAZIONE

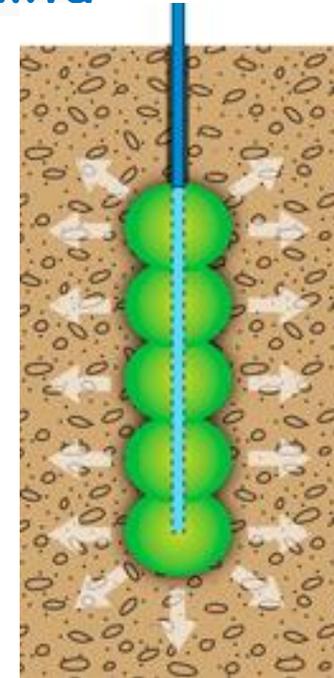
Effetti: incremento resistenza e rigidezza, riduzione permeabilità



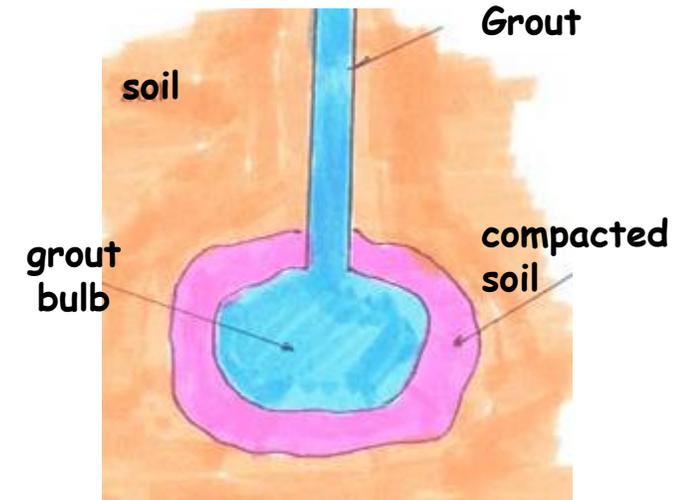
PERMEATION GROUTING



TERRENI INIETTABILI

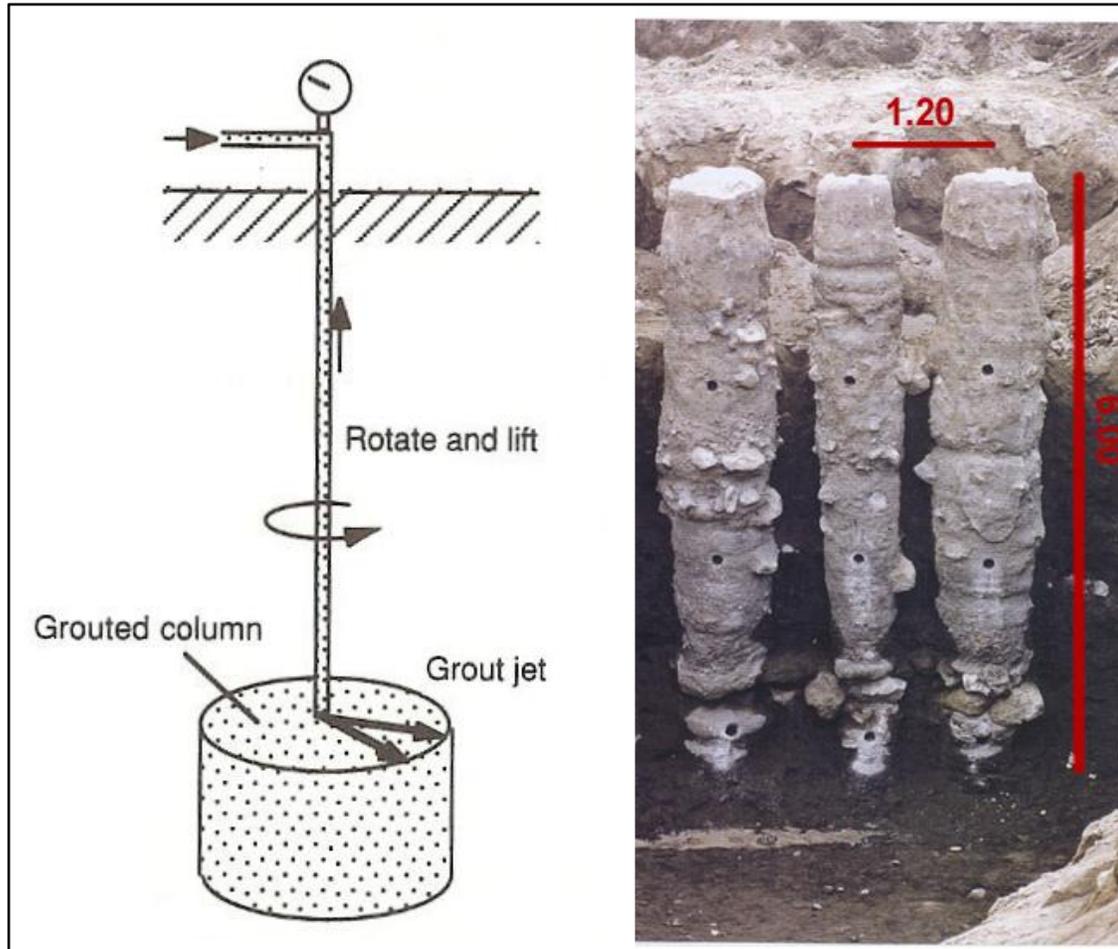


COMPACTION GROUTING



# AZIONI MECCANICHE + CHIMICHE: EROSIONE/MISCELAZIONE + CEMENTAZIONE

Effetti: incremento resistenza e rigidezza, riduzione permeabilità



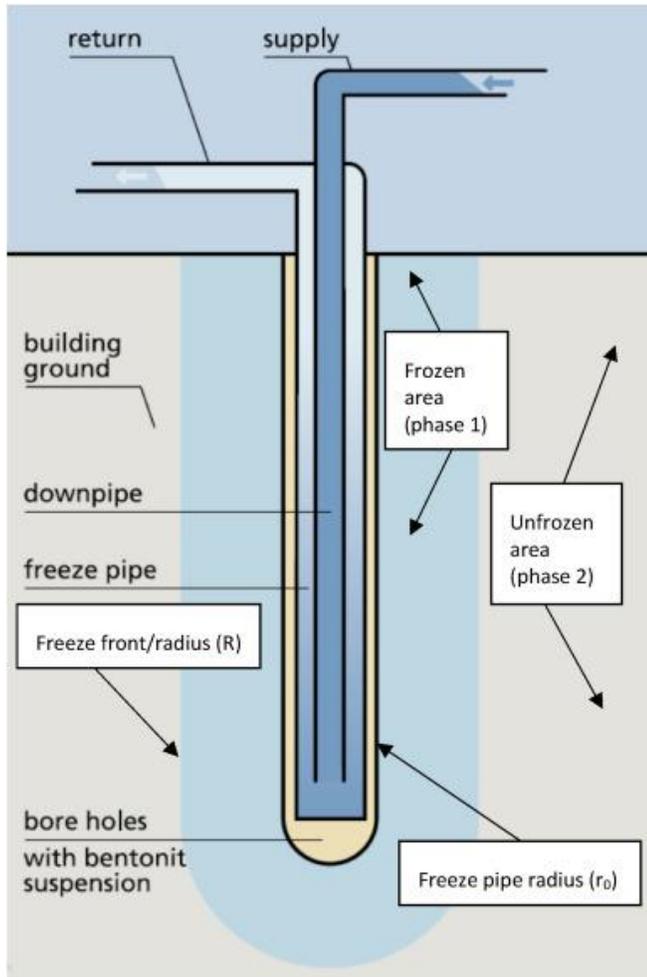
JET GROUTING



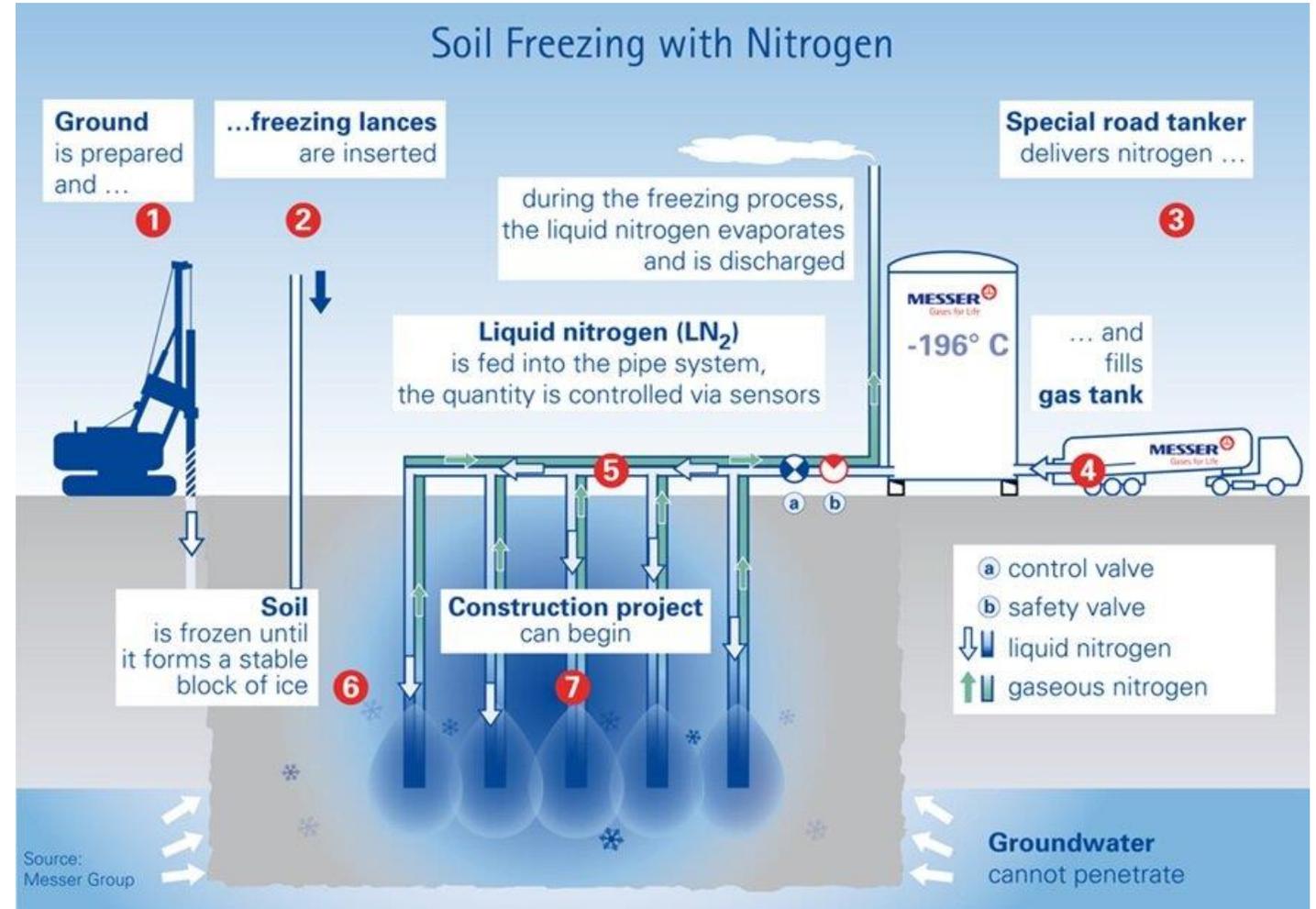
DEEP MIXING

# AZIONI TERMICHE (CONGELAMENTO)

Effetti: incremento resistenza e rigidezza, riduzione permeabilità



GROUND FREEZING

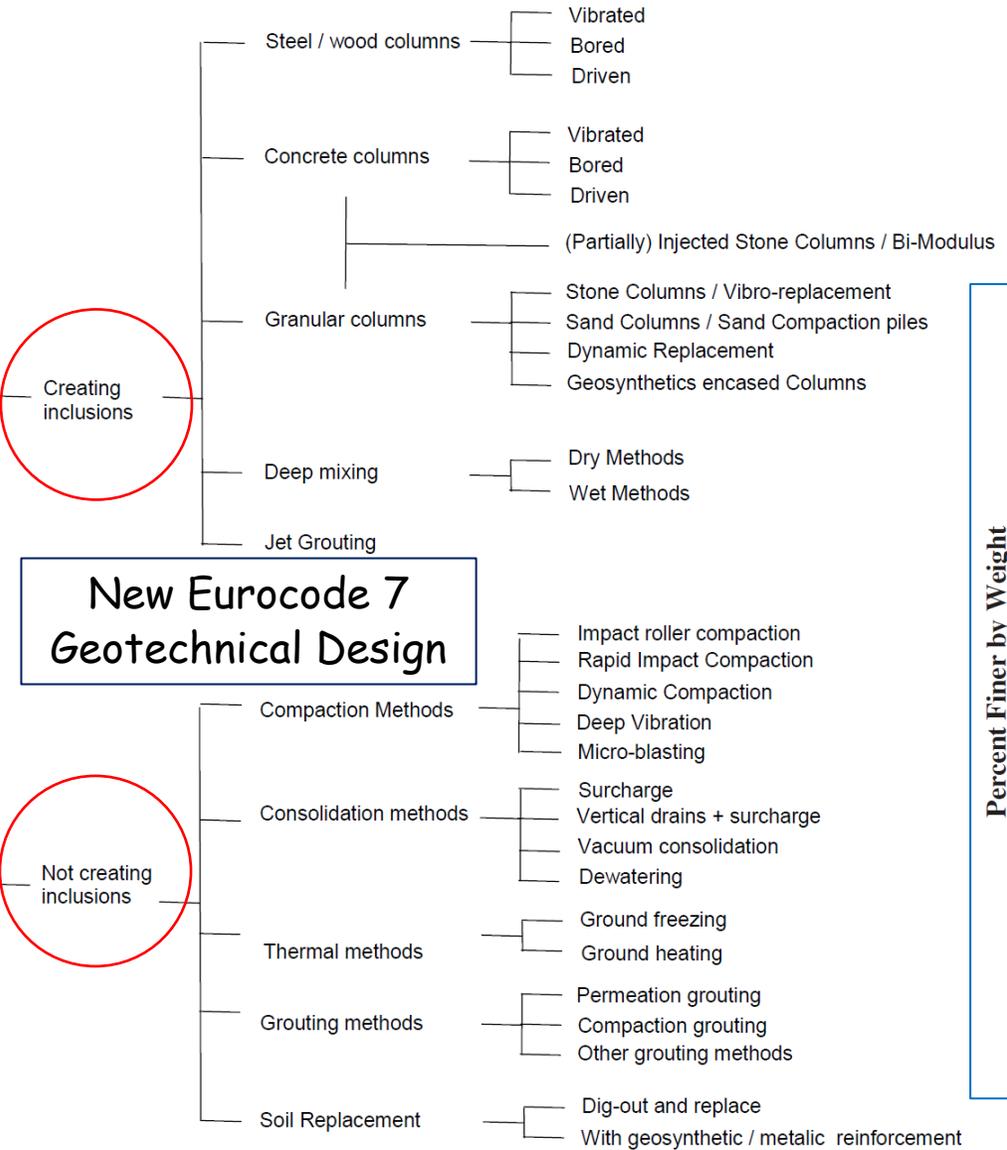


Metodi: Circuito Aperto (Azoto Liquido) Circuito Chiuso (Salamoia - cloruro di calcio)

## INCLUSIONS ...?



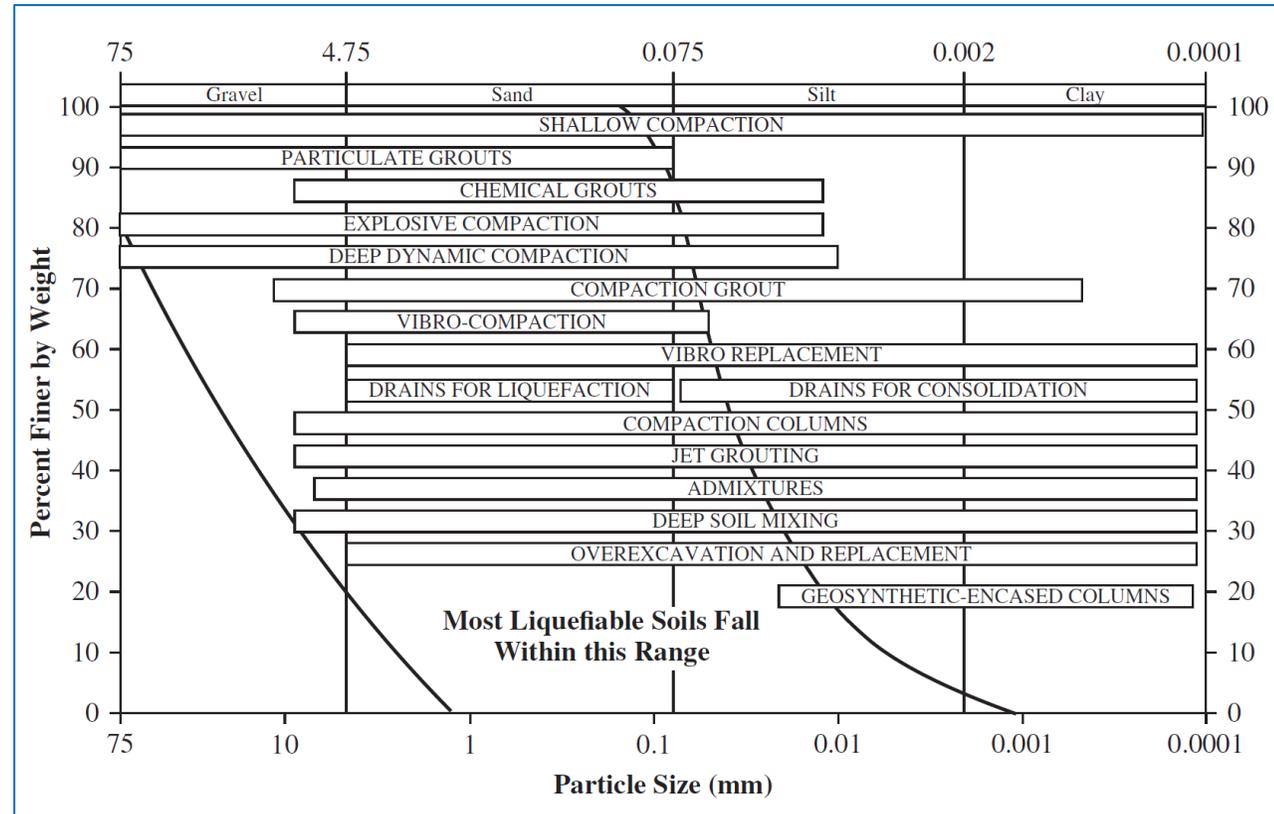
MUMBLE  
MUMBLE



**New Eurocode 7  
Geotechnical Design**

Creating inclusions

Not creating inclusions



Modified from Schaefer et al. 2012

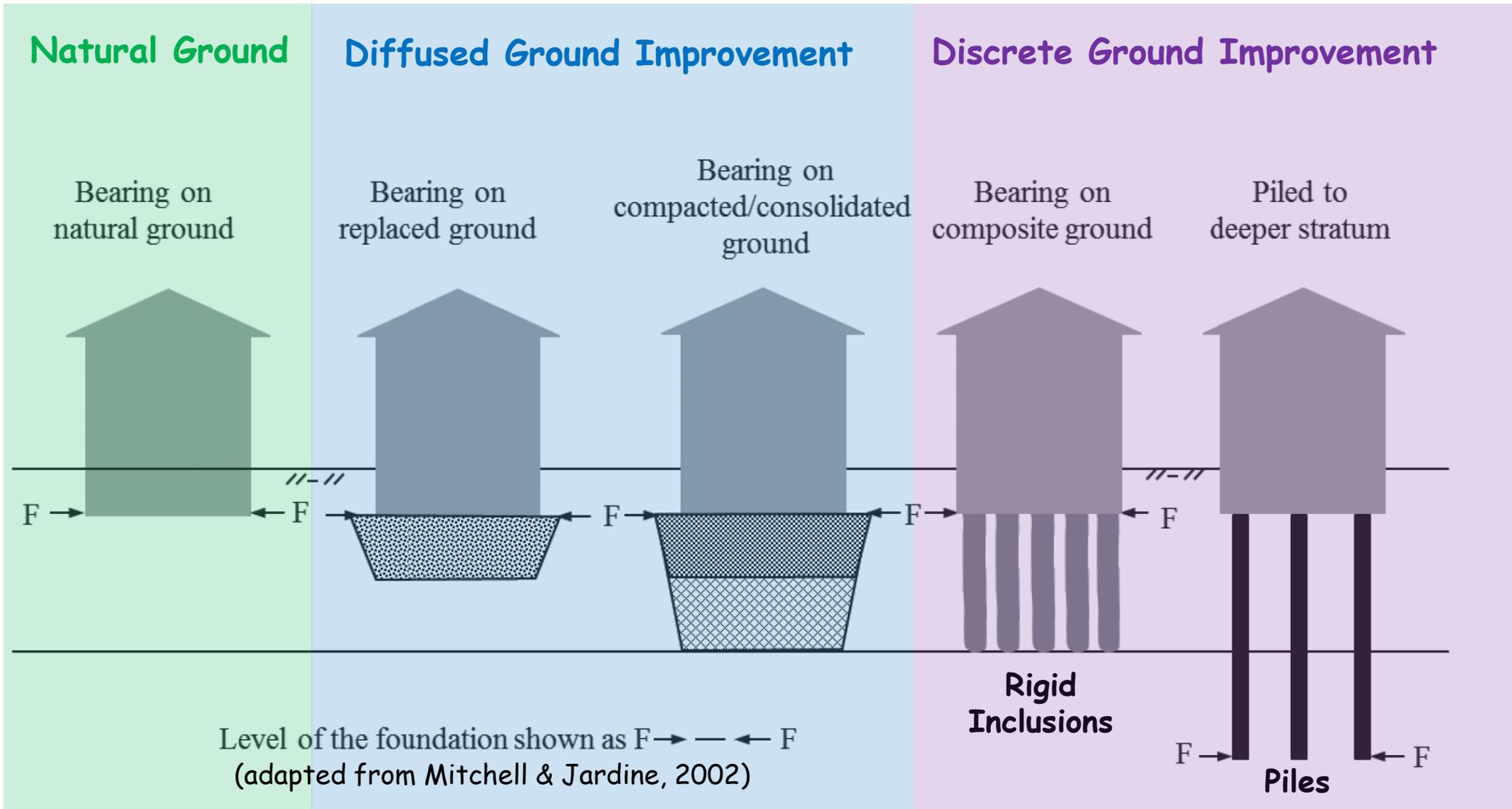
Eurocode 7: Second Generation (expected date of Publication 30/09/2027)

Geotechnical Design (Chapter 12: Ground Improvement)

Table 12.1 — Classification of ground improvement

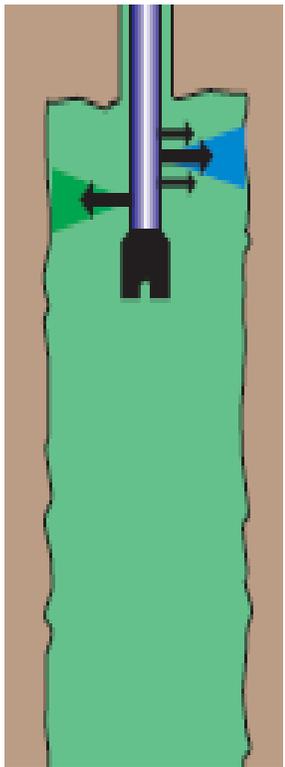
Class	A - Diffused	B - Discrete
I	<p><b>AI - Diffused with no measureable unconfined compressive strength</b></p> <p>The improved ground has an increased shear strength or stiffness higher than that of the original ground. The improved ground can be modelled as a ground with improved properties. <b>addensamento</b></p>	<p><b>BI - Discrete with non-rigid inclusions</b></p> <p>Inclusions, installed in the ground, with higher shear capacity and stiffness compared to the surrounding ground. The unconfined compressive strength of the inclusion is not measurable. <b>addensamento</b></p>
II	<p><b>AII - Ground improvement zone with measureable unconfined compressive strength</b></p> <p>The improved ground is modified from its original natural state, has a measurable unconfined compressive strength and is significantly stiffer than the surrounding ground. Usually, it comprises a composite of a binder and ground. <b>cementazione</b></p>	<p><b>BII - Discrete with rigid inclusions</b></p> <p>Rigid inclusions, installed in the ground, with unconfined compressive strength and significantly higher stiffness than the surrounding ground. The inclusions can be an engineered material such as timber, concrete/grout or steel or a composite of a binder and ground. <b>cementazione</b></p>



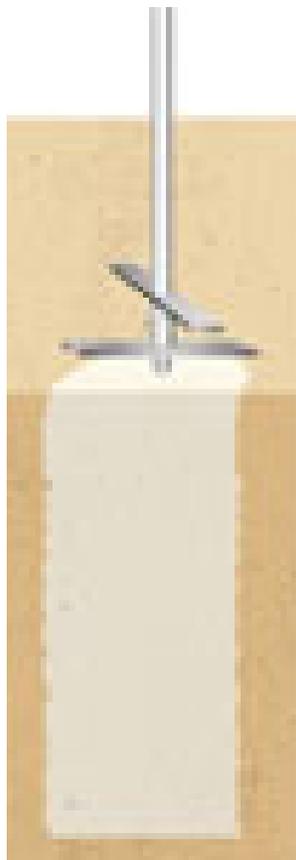


# PROGETTAZIONE: INCLUSIONI RIGIDE O PALI?

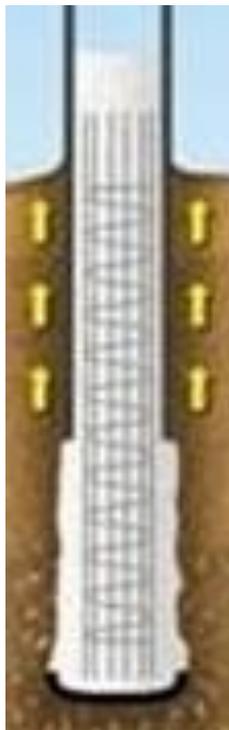
MUMBLE  
MUMBLE



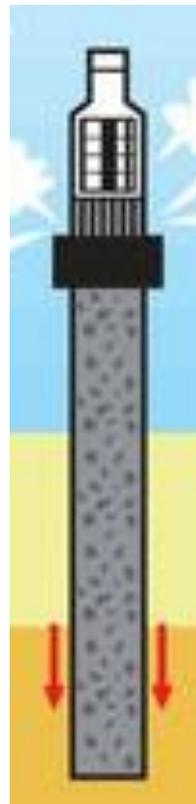
Colonne  
Jet Grouting



Colonne  
Deep Mixing



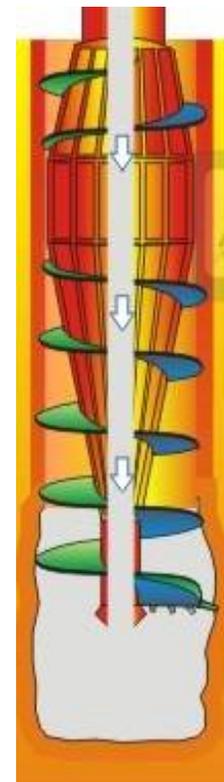
Pali Trivellati



Pali Battuti

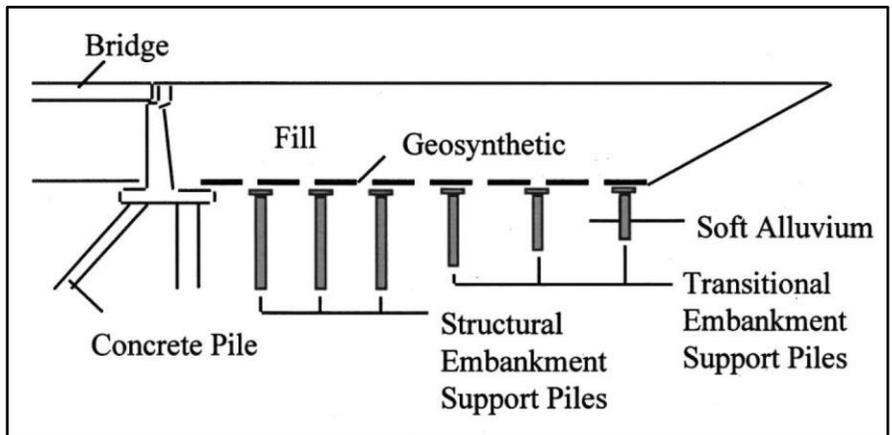


Pali a Elica  
(C.F.A.)

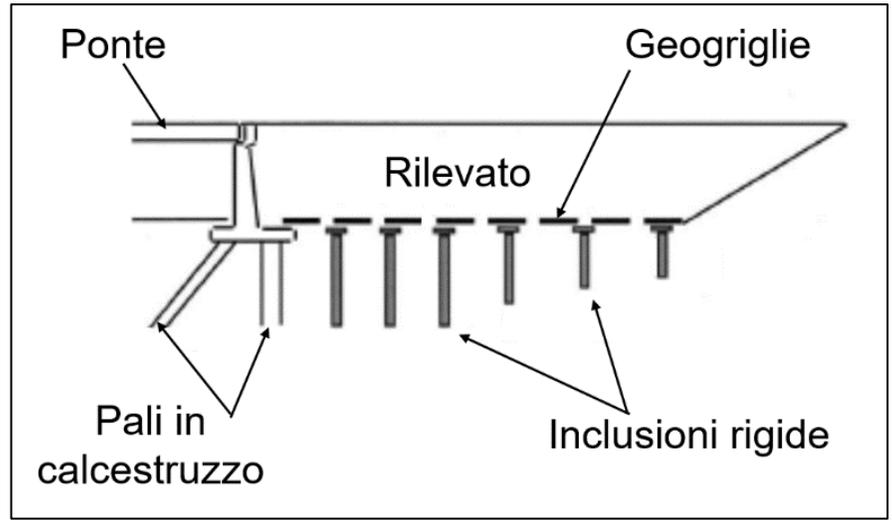


Full Displacement Piles  
(F.D.P.)

# PROGETTAZIONE: INCLUSIONI RIGIDE O PALI?



Han e Gabr, 2002



Croce, Spacagna e Salvatore, 2017

### New Eurocode 7: Geotechnical Design

<p><b>Key</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Rigid inclusions</li> <li>2 Optional caps</li> <li>3 Optional basal reinforcement</li> <li>4 Load transfer platform</li> <li>5 Embankment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>6 Load</li> <li>7 Working platform</li> <li>8 Weak soil</li> <li>9 Load bearing ground</li> <li>10 Slab or spread foundation</li> <li>11 No structural connection between 1 and 10 (Figure 11 c)</li> </ul>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

a Embankment  
 b Slab or spread foundation with a load transfer platform  
 c Slab or spread foundation **without** a load transfer platform

# TRATTAMENTO DEI GEO-MATERIALI (*geo-materials*) materie prime o sottoprodotti utilizzati nel processo costruttivo

- terreni scavati o rocce frantumate provenienti da scavi
- materiali provenienti da attività di dragaggio
- scarti minerari
- scarti industriali
- materiali provenienti da demolizioni
- .....

RICICLO



rilevati stradali/ferroviari,  
argini, colmate ecc.



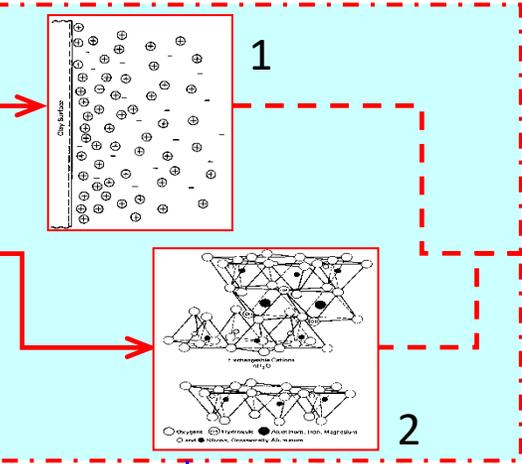
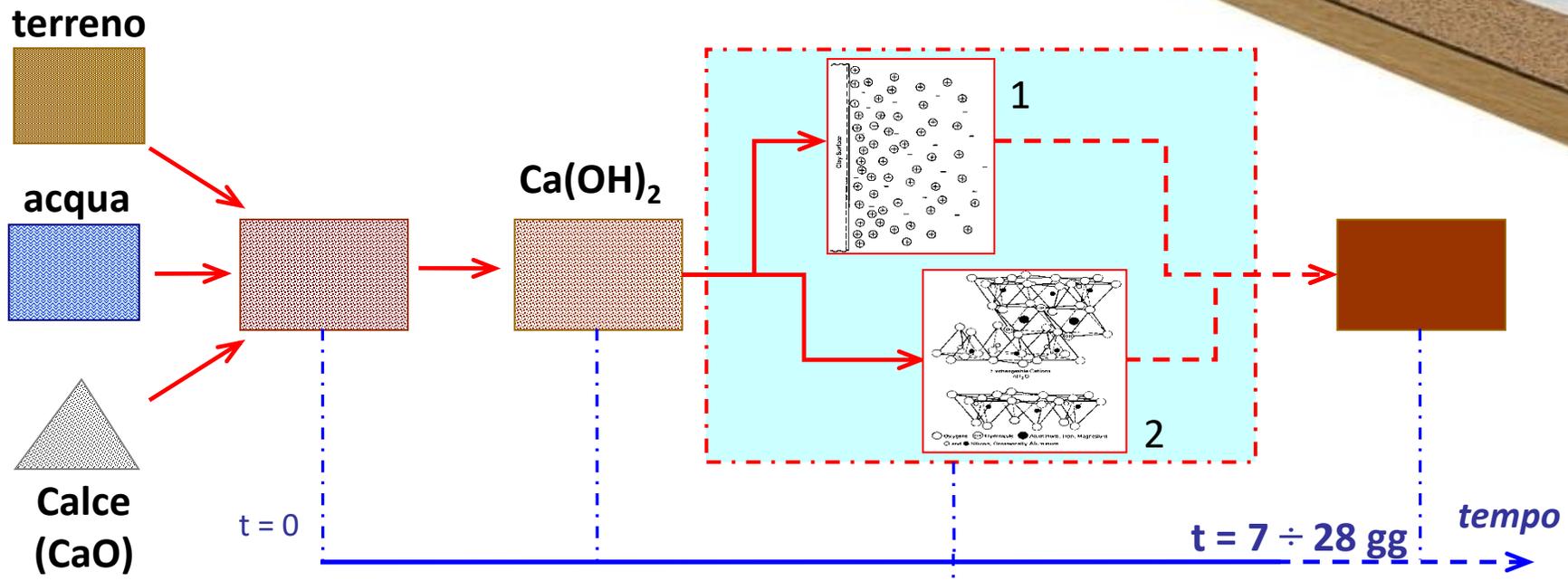
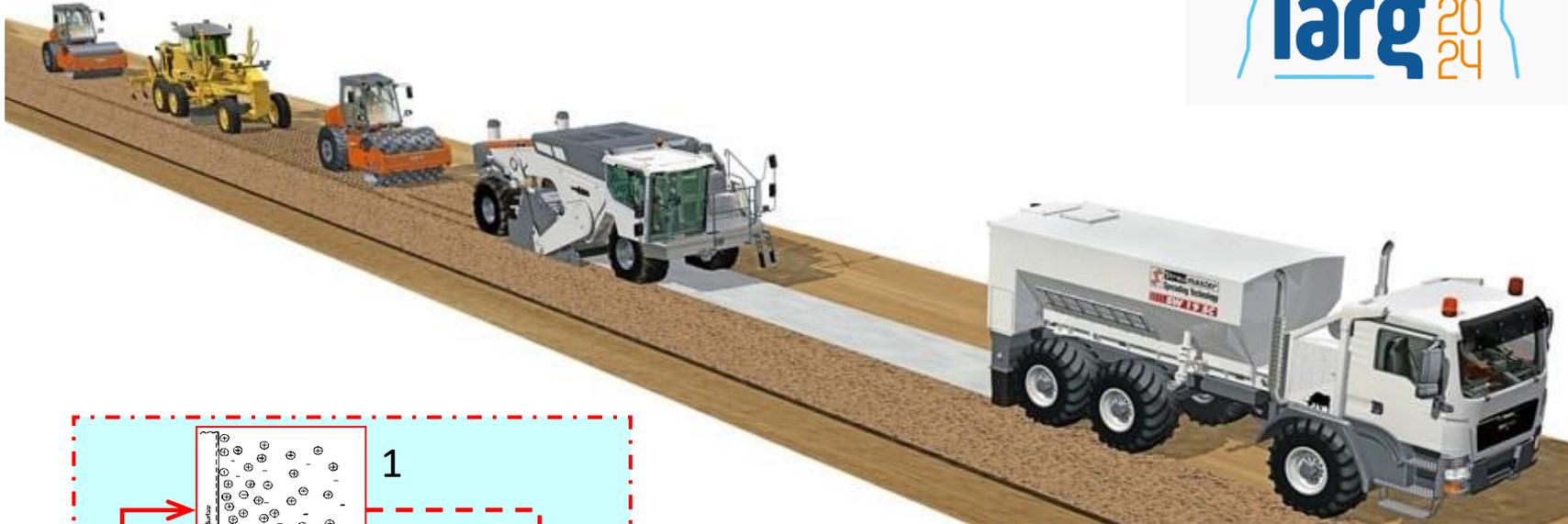
miscelazione



asciugatura o idratazione  
(eventuale)

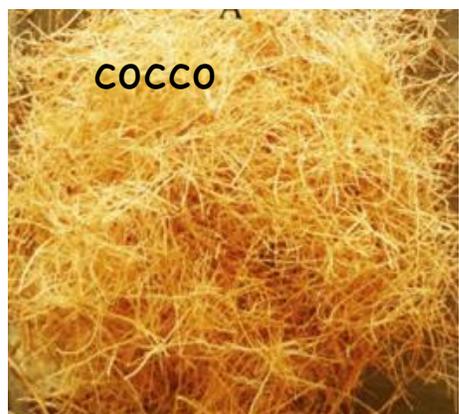


compattamento



- 1. scambio ionico, flocculazione
- 2. reazioni pozzolaniche

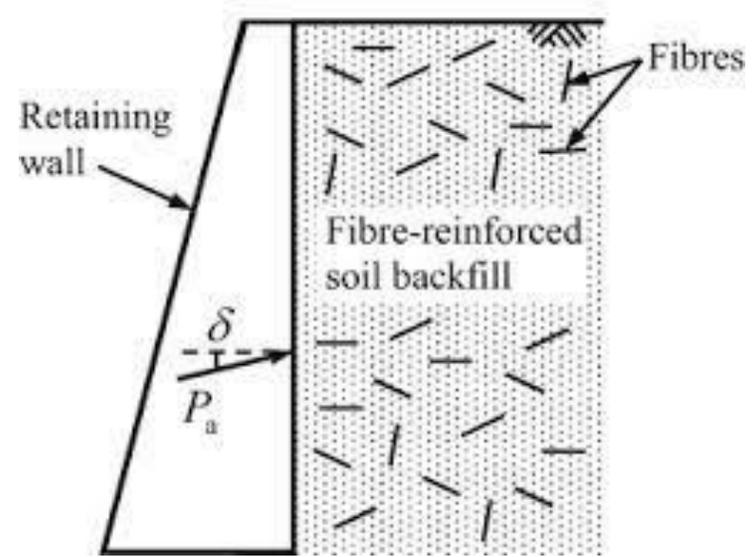
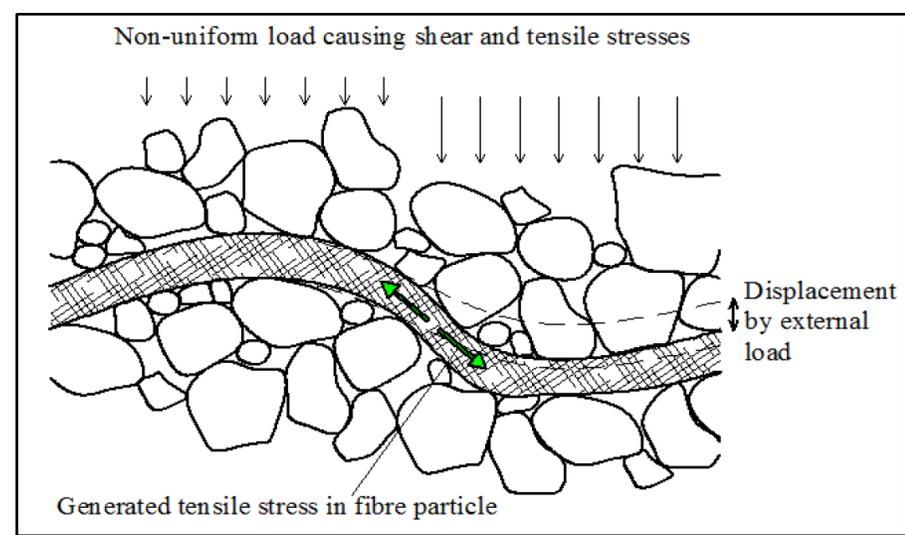
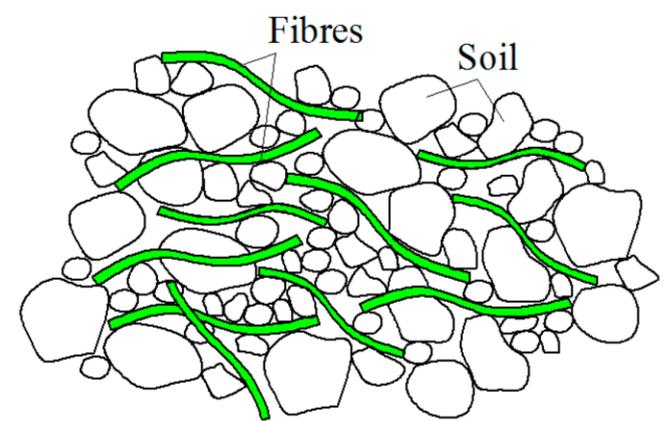
# TERRENO FIBRO-RINFORZATO



fibre sintetiche  
polipropilene, poliestere,  
polietilene, vetro...

fibre naturali  
iuta, cocco, papiro...

fibre di gomma  
da copertoni usati  
(*end of life tires*)



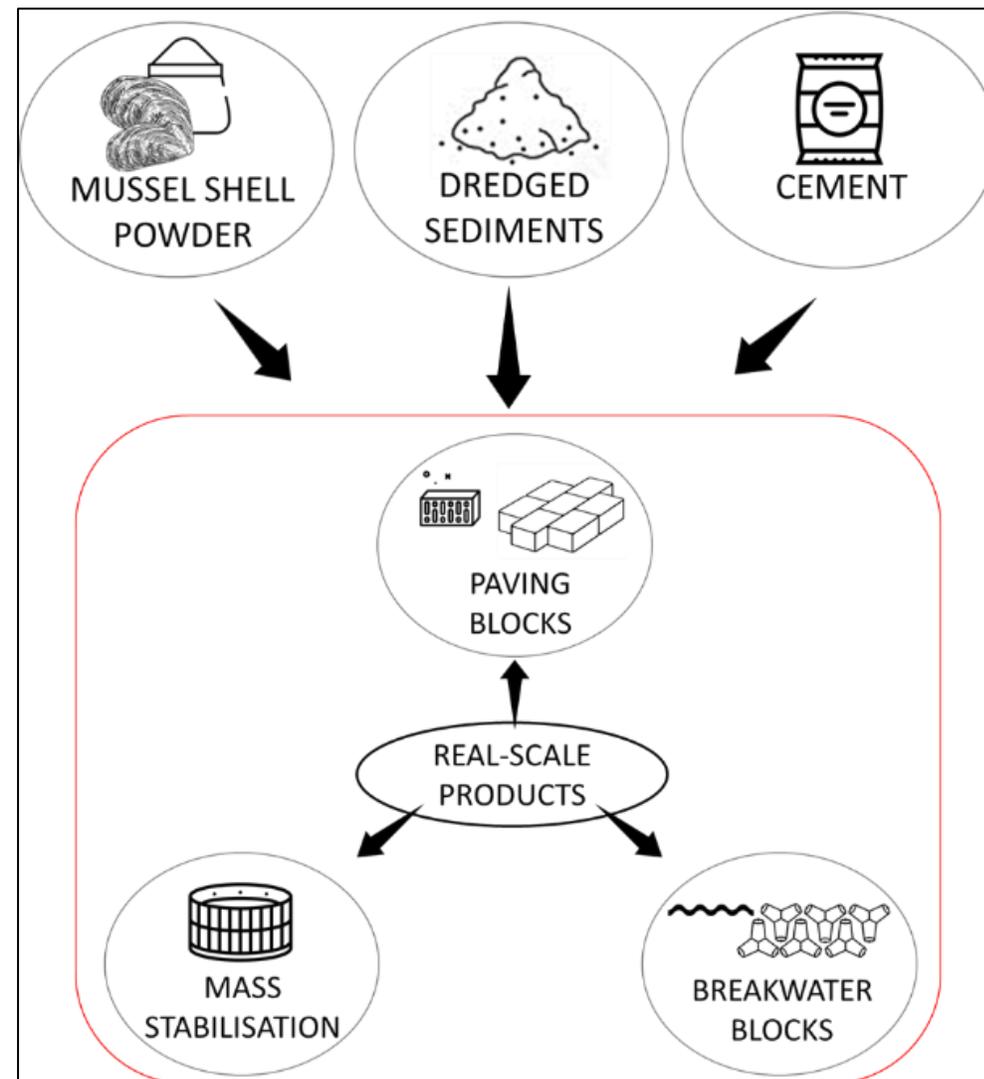
Gusci di Mitili



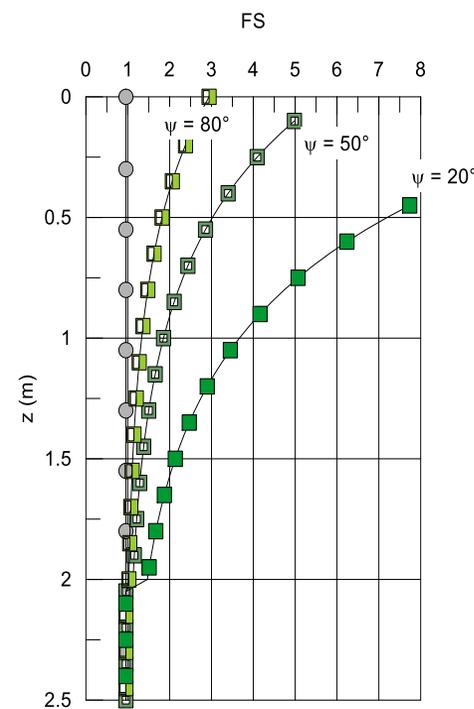
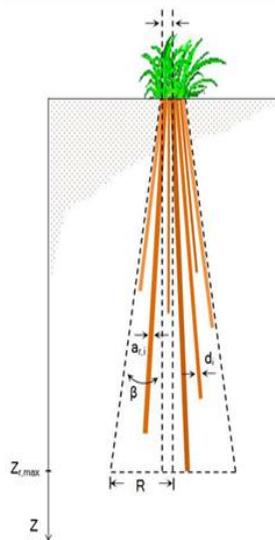
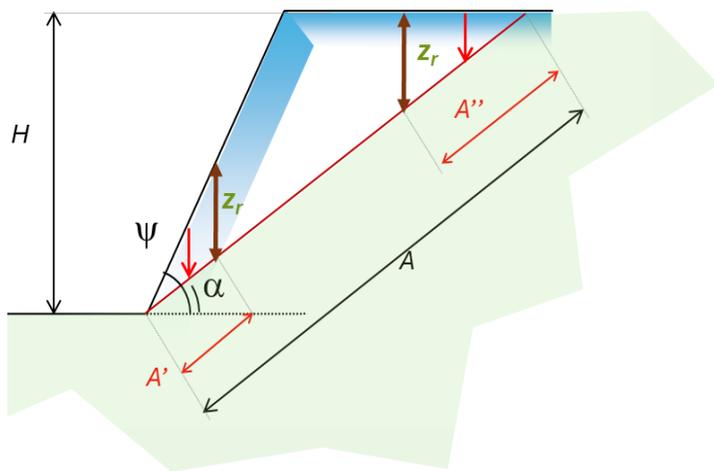
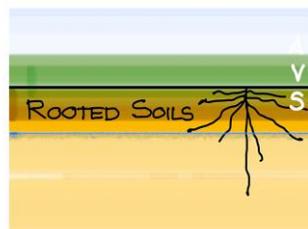
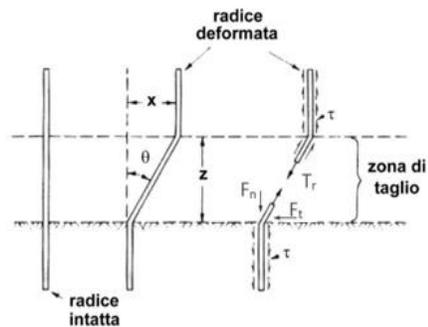
Foglie di Posidonia



Aghi di Posidonia



# RINFORZO DEI TERRENI MEDIANTE VEGETAZIONE (Prof. Cecconi)



STUDIO DEI MECCANISMI DI DEFORMAZIONE E  
ROTTURA DEI TERRENI CEMENTATI E ALLEGGERITI  
MEDIANTE MICRO-TOMOGRFIA A RAGGI X  
Perrotta, Vitale, Russo, Roubin, Tengattini, Viggiani

EFFETTI DELLA VELOCITA' DI DEFORMAZIONE  
SUL COMPORTAMENTO DI UNA SABBIA CONGELATA  
IN CONDIZIONI TRIASSIALI  
Viglianti, Guida, Casini

MECHANICAL BEHAVIOUR OF  
WELL-GRADED GRAVEL-RUBBER MIXTURES  
IN STATIC AND CYCLIC FIELDS  
Abate, Chiaro, Fiamingo, Massimino

EVOLUZIONE DELLA MICROSTRUTTURA  
DI MISCELE DI SABBIA E ARGILLA  
DURANTE IL FENOMENO DEL CRIO-SOLLEVAMENTO  
Guida, Anselmucci

CARATTERIZZAZIONE DI SABBIE  
FIBRO-RINFORZATE SOTTO CARICO CICLICO:  
COLONNA RISONANTE E TAGLIO TORSIONALE  
Arciero, Salvatore, Modoni

ANALISI SPERIMENTALE  
DELLE PROPRIETA, TERMICHE  
DEI TERRENI TRATTATI  
Salvatore, Arciero, Tadesse, Modoni