



**LE MISCELE DA  
INIEZIONE**

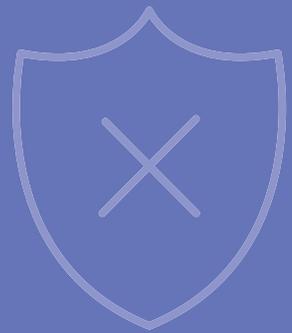
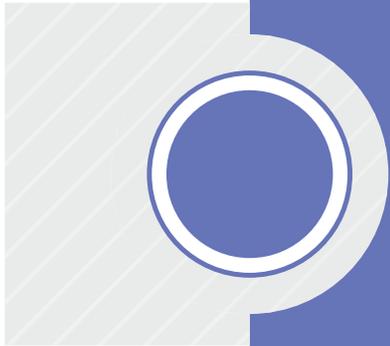


**COLABETON** 



Gli interventi di **consolidamento dei terreni e delle rocce** in ambito geotecnico che prevedono l'applicazione di **tiranti in acciaio**, ma anche la realizzazione di **micropali**, il **riempimento delle guaine dei cavi di post-tensione** e il **fissaggio di nuove armature in strutture in calcestruzzo armato esistenti sottoposti ad intervento di restauro e/o di adeguamento sismico** sono i principali campi di applicazione delle **miscele da iniezione**. Queste miscele ottenute **mescolando il legante con sola acqua o ricorrendo anche all'impiego di filler inerti**, debbono possedere **caratteristiche spiccate di fluidità e di assenza di segregazione** per consentire un idoneo e completo riempimento dei fori - realizzati per alloggiare i tiranti (nel caso dei consolidamenti delle rocce), le armature dei micropali o i ferri di ripresa (negli interventi di consolidamento) – o delle guaine (nelle strutture post-tese). La fluidità di questi sistemi deve essere modulata in relazione alla difficoltà di riempimento dei vuoti e degli interstizi che debbono essere iniettati.

A riempimento avvenuto, le miscele debbono evidenziare una **eccellente resistenza alla segregazione e assenza di acqua essudata** per evitare, appunto, che **l'acqua di bleeding possa rifluire verso le zone sommitali inficiando il corretto riempimento e pregiudicando sia le prestazioni che la durabilità degli interventi nel loro complesso**. Si pensi, ad esempio, al riempimento delle guaine dei cavi post-tesi, se a seguito dell'iniezione della miscela, la stessa dovesse evidenziare un fenomeno di segregazione e bleeding, i cavi potrebbero trovarsi solo parzialmente immersi nel sistema iniettante, con il risultato che le zone non annegate nella matrice legante si troverebbero esposte all'aria e, quindi, fortemente esposte al rischio di corrosione. Ancor più grave potrebbe risultare la situazione se lo stesso fenomeno



si dovesse presentare nei fori effettuati per alloggiare i tiranti nell'ambito di un intervento di consolidamento di un costone roccioso. In questo caso, infatti, la segregazione della miscela iniettante, oltre a lasciare parzialmente emersi i tiranti stessi esponendoli – come nel caso dei cavi post-tesi – al rischio di corrosione, finirebbe per ridurre l'efficienza del tirante che è strettamente legata alla superficie di attrito tra la miscela iniettante e le pareti del foro. Si tenga anche presente che questo rischio di segregazione delle miscele iniettanti non è solo ipotetico, ma reale, in quanto la necessità di avere delle boiacche da iniezione di fluidità molto spinta per assicurare il completo riempimento di spazi molto angusti, esaspera – se non vengono adottati opportuni accorgimenti di cui si discuterà più avanti sia in termini di ingredienti che di proporzionamento degli stessi – il fenomeno della segregazione e del bleeding. Occorre anche tener presente che il riempimento dei fori nella roccia avviene senza poter procedere alla bagnatura degli stessi; pertanto, se l'iniezione avviene in un terreno asciutto, esiste il rischio che parte dell'acqua di impasto possa essere assorbita dalle pareti del foro determinando una riduzione del grado di idratazione del legante e, quindi, una diminuzione indesiderata dell'aderenza della miscela iniettante alla roccia. Anche in questa evenienza l'efficienza del tirante viene, di fatto, ridotta. Si tenga, infine, presente che, anche in presenza di un perfetto riempimento dei fori o delle guaine, avvenuto, quindi, con una miscela priva di segregazione tanto da garantire una perfetta aderenza della miscela iniettante alle pareti del cavo o della guaina, l'efficienza del tirante e la protezione dei cavi post-tesi potrebbero essere compromessi se, nel tempo, per effetto del ritiro idraulico della matrice legante la boiaccia indurita dovesse staccarsi dalle pareti del foro o della guaina stessa.



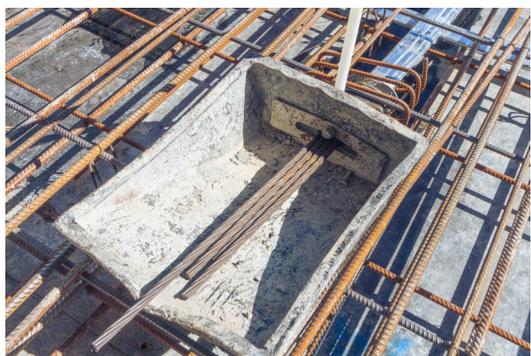
Da quanto sopra evidenziato, si intuisce come la progettazione e la produzione di una miscela di iniezione non può avvenire mescolando il legante con sola acqua, ma si debba far ricorso ad ingredienti speciali che, senza ridurre la fluidità del sistema, siano in grado di prevenire sia i fenomeni di essudazione dell'acqua di bleeding e la segregazione che il ritiro idraulico della matrice legante. In sostanza, la progettazione e la produzione di una miscela iniettante debbono essere finalizzate a conseguire i seguenti obiettivi prestazionali:



- **eccellente fluidità** determinata mediante prova di svuotamento al cono di Marsh modificato: **15-25 secondi**;
- eccellente **mantenimento della fluidità iniziale** nel tempo determinata mediante prova di svuotamento al cono di Marsh **dopo 30 minuti dal confezionamento della miscela: 25-30 secondi**;
- **bleeding** valutato mediante la metodologia di prova prevista dalla **UNI 445: assente**;
- **espansione in fase plastica: > 0.3%**;
- **espansione contrastata ad 1 giorno valutata in ambiente con U.R. = 60%: > 300 µm/m**;
- **resistenza caratteristica a compressione a 28 gg:  $\geq 40$  MPa**;
- **resistenza allo sfilamento di barre di acciaio in accordo alla Rilem RC6 78  $\geq 15$  MPa.**

Al fine di conseguire questi obiettivi le miscele iniettanti debbono essere confezionate ricorrendo all'impiego di:

- **additivi riduttori di acqua ad alta efficacia** che consentano di ottenere lo svuotamento al cono di Marsh richiesto con il minor quantitativo di acqua, in modo da poter conseguire anche l'obiettivo di bleeding nullo;



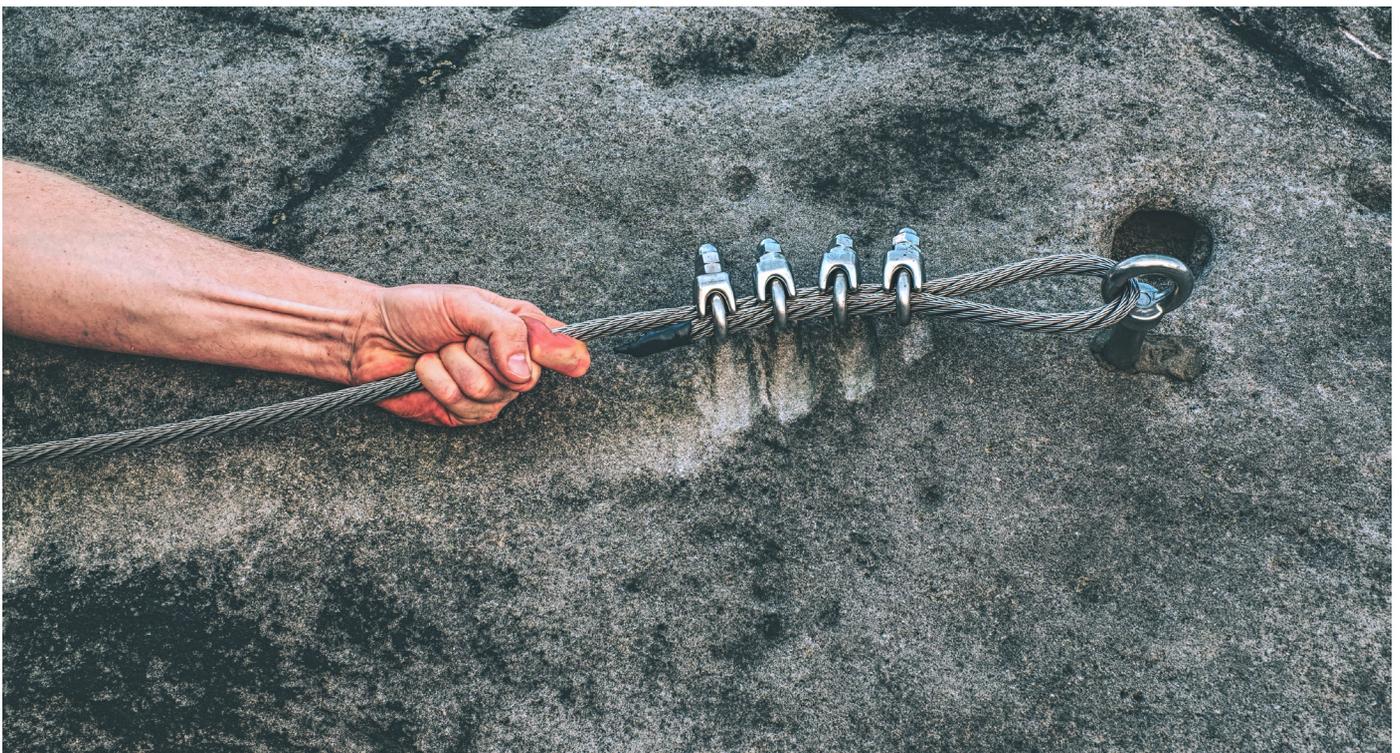
- **additivi modificatori della viscosità** per aumentare ulteriormente la resistenza alla segregazione della miscela e ridurre la perdita di acqua per sottrazione determinata da pareti del foro asciutte. Si tratta generalmente di polimeri ad alto peso molecolare appartenenti alla categoria delle cellulose;

- **agenti espansivi in fase plastica** per compensare anche lievissimi fenomeni di assestamento plastico della miscela assicurando, quindi, una perfetta aderenza del sistema iniettante alle pareti dei fori o delle guaine. Si tratta di additivi capaci di espandere in volume, quando la miscela non ha ancora attivato i processi di presa, grazie alla basicità dell'ambiente garantita dalla presenza di calce apportata dal legante utilizzato nel confezionamento di questi sistemi;

- **agenti espansivi di natura inorganica (non metallici) a base di ossido di calcio (CaO) oppure di solfoalluminato tetracalcico ( $C_4A_3\bar{S}$ )** che a contatto con l'acqua producono con aumento di volume il corrispondente idrossido e l'ettringite, rispettivamente. L'espansione di volume impedita dal contrasto esercitato proprio dalle pareti del foro o della guaina induce uno stato di coazione interna (**compressione**) che compensa l'effetto del ritiro idraulico. Il dosaggio di agente espansivo viene modulato in modo che il rilassamento dello sforzo indotto dal ritiro impedito risulti comunque inferiore alla coazione iniziale impressa garantendo, quindi, che la miscela iniettante rimanga perfettamente aderente alle pareti del foro assicurando, quindi, sia l'efficienza del tirante che la protezione dello stesso e dei cavi post-tesi dalla corrosione;



- **adottando un rapporto acqua/legante** sufficiente a garantire una porosità capillare ridotta in modo da proteggere i ferri dall'ingresso delle sostanze aggressive e, quindi, dalla corrosione. Il rapporto a/c prescelto, inoltre, deve garantire una resistenza a compressione medio-alta che assicuri anche un'aderenza all'acciaio eccellente in modo da superare la specifica relativa alla prova di sfilamento delle barre secondo la procedura RILEM.



**COLABETON**

**DIREZIONE GENERALE**  
via della Vittorina, 60  
06024 Gubbio (PG) - Italy  
T +39 075 92401

[www.colabeton.it](http://www.colabeton.it)  
[stc@colabeton.it](mailto:stc@colabeton.it)  
[commerciale@colabeton.it](mailto:commerciale@colabeton.it)  
**Numero Verde: 800 102102**





via della Vittorina, 60  
06024 Gubbio (PG) - Italy  
T +39 075 92401  
F +39 075 9273965

[www.colabeton.it](http://www.colabeton.it)  
[info@colabeton.it](mailto:info@colabeton.it)

