0	11/2017	PRIMA EMISSIONE	SPIGARELLI	GATTI	CASSANI
Revisione	**Data**	**Oggetto revisione**	**Redatto**	**Verificato**	**Approvato**

REGIONE LIGURIA

#ItaliaSicura Presidenza del Consiglio dei Ministri

COMUNE DI GENOVA

PIANO STRALCIO PER LE AREE METROPOLITANE E LE AREE URBANE CON ALTO LIVELLO DI POPOLAZIONE ESPOSTA AL RISCHIO DI ALLUVIONI

Presidenza del Consiglio dei Ministri

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
COMMISSARIO STRAORDINARIO
delegato per l'attuazione degli interventi inseriti nell'A.d.P. del 16.09.2010 e ss.ii.
(ex art. 10 del D.L. n. 91 del 24.06.2014)

Commissario straordinario

Dott. Giovanni TOTI

PROGETTISTI

CAPOGRUPPO MANDATARIA:

ROCKSOIL S.p.A.
CONSULENZA E ASSISTENZA TECNICA
nel campo della GEOINGEGNERIA

MANDANTI:

art ambiente risorse territorio

HYDRODATA INGEGNERIA DELLE RISORSE IDRICHE

Ing. Mario CANGIANO

Ing. Paolo GALLO

Ing. Francesco DE SANCTIS

Dott.ssa Francesca GIOMI

RESPONSABILE STRUTTURA COMMISSARIALE: **Ing. Luca BERRUTI**

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO: **Ing. Stefano PINASCO**

Progettista responsabile integrazioni prestazioni specialistiche e Direttore Tecnico della mandataria.
Rocksoil S.p.A.
Ing. Giovanna Cassani
Ord. Ingg. Milano N° 20997



Progettista/Progettisti responsabili elaborato
Rocksoil S.p.A.
Ing. Giovanna Cassani
Ord. Ingg. Milano N° 20997



Intervento/Opera

SECONDO LOTTO DEI LAVORI RELATIVI ALLA REALIZZAZIONE DELLA GALLERIA SCOLMATRICE DEL TORRENTE BISAGNO IN COMUNE DI GENOVA

PROGETTO ESECUTIVO

N° Progr.: ----

Codice elaborato: BIS2E - R - OST00 -RE07- 0

Oggetto della tavola

OPERE IN SOTTERRANEO

GENERALI

Consolidamenti dalla superficie - Relazione tecnico-descrittiva

Scala: -

Data: NOVEMBRE 2017

Codice FILE: BIS2E-R-OST00-RE07-0.DWG

I DISEGNI E LE INFORMAZIONI IN ESSI CONTENUTE SONO PROPRIETA' ESCLUSIVA DELLA STRUTTURA COMMISSARIALE E NON POSSONO ESSERE MODIFICATI, RIPRODOTTI, RESI PUBBLICI O UTILIZZATI PER USI DIFFERENTI DA QUELLI PER CUI SONO STATI REDATTI, SALVO AUTORIZZAZIONE SCRITTA.

Sommario

1 INTRODUZIONE 2
2 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI 3
2.1 Tampone in jet-grouting all'innesto con la futura opera di presa 3
2.2 Consolidamento della coltre detritica all'imbocco della Finestra di Servizio 5
3 PARAMETRI OPERATIVI 7
3.1 Tampone in jet-grouting all'innesto con la futura opera di presa 7
3.2 Consolidamento della coltre detritica all'imbocco della Finestra di Servizio 8

1 INTRODUZIONE

La relazione in oggetto fa parte dei documenti previsti nell'ambito del Progetto Esecutivo del 2° Lotto dei lavori per la realizzazione della galleria Scolmatrice del torrente Bisagno, in comune di Genova.

L'intervento oggetto dell'affidamento di progettazione esecutiva comprende nello specifico il complesso delle opere di presa e sistemazione dell'alveo Bisagno, la galleria Scolmatrice con sviluppo complessivo di 6500 m circa da scavarsi parte con sistema meccanizzato e parte in tradizionale e gli interventi connessi allo sbocco a mare presso la spiaggia di San Giuliano, con il completamento del manufatto di convergenza della galleria Bisagno sulla galleria Scolmatrice del torrente Fereggiano, i cui lavori sono in corso di completamento.

In particolare oggetto della presente relazione sono gli interventi di consolidamento da piano campagna previsti in corrispondenza dell'area dell'ex canile municipale, nell'ambito dei lavori propedeutici alla realizzazione della paratia di imbocco e all'esecuzione dello scavo della Finestra di Servizio, e in corrispondenza dell'attacco con la futura opera di presa sul torrente Bisagno.

Nel seguito, dopo una descrizione generale degli interventi previsti si riporta un'indicazione dei parametri operativi da adottare nel corso delle lavorazioni. Tali parametri dovranno comunque essere tarati in corso d'opera, anche alla luce dei risultati ottenuti dall'esecuzione di specifici campi prova.

2 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

2.1 Tampone in jet-grouting all'innesto con la futura opera di presa

L'intervento di consolidamento da realizzarsi in corrispondenza del futuro innesto della Galleria Scolmatrice con l'opera di presa sul torrente Bisagno, prevede l'esecuzione di 69 trattamenti colonnari in jet-grouting bifluido, che verranno realizzati di piano campagna con una lunghezza pari a 15,0 m.

Scopo dell'intervento è la realizzazione di un tampone che garantisca l'impermeabilità della galleria Scolmatrice fino all'ultimazione delle lavorazioni (evitando così qualsiasi tipo di rischio alluvione per il cantiere in sotterraneo) e allo stesso tempo funga da elemento di base per il muro spondale presente lungo via Adamoli, la cui zattera di fondazione (insieme a parte del paramento frontale) verrà demolita nell'ambito degli scavi per l'abbattimento dell'ultimo diaframma della tratta di monte della galleria.

Come illustrato nella seguente Figura 1, il trattamento verrà eseguito a partire dall'alveo prevedendo l'esecuzione di 6 allineamenti, ciascuno costituito da 11÷12 colonne, con inclinazione variabile, così da garantire uno spessore di materiale consolidato variabile tra un minimo di 1,50 m sotto la fondazione del muro spondale ed un massimo di circa 6,50 m alla quota di base della galleria (8,50 m all'arrivo degli interventi).

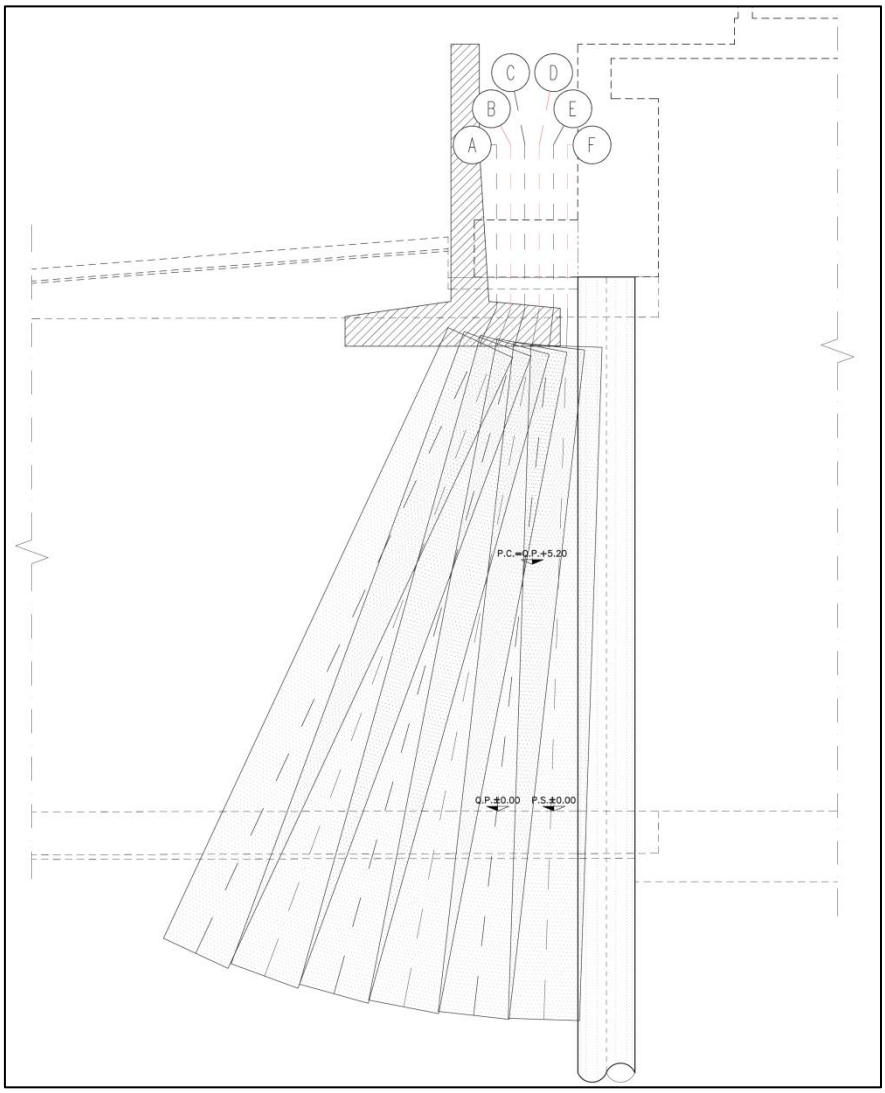


Figura 1 – Tampone in jet-grouting

Le perforazioni verranno eseguite a vuoto per i primo 80,0 cm, fino a raggiungere la quota di base del muro, con un tratto iniettato di 14,20 m.

Le colonne dovranno avere un diametro pari a 1,50 m e come detto avranno una maglia variabile con la profondità che ne garantirà comunque la compenetrazione anche alla base, come illustrato nella seguente Figura 2.

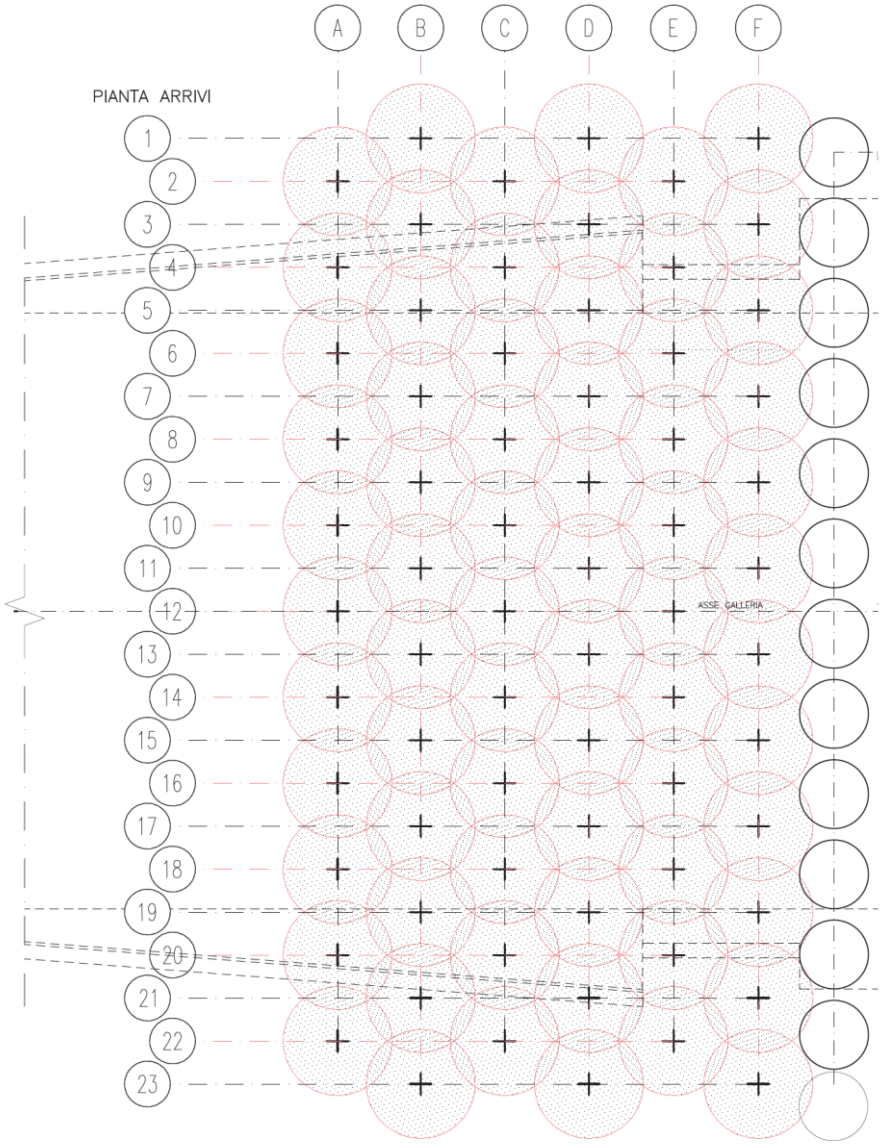


Figura 2 – Tampone in jet-grouting – Pianta arrivi

2.2 Consolidamento della coltre detritica all'imbocco della Finestra di Servizio

Preliminarmente all'attacco dello scavo della finestra sarà portato a termine uno specifico intervento di consolidamento della coltre detritica (caratterizzata da composizione da granulare grossolana – più superficiale - ad argillo-sabbiosa nella parte basale sino alla profondità di ca 8-9 m da p.c.), realizzato da piano campagna sull'impronta dello scavo, ovvero nell'area compresa fra la paratia di testa e la base del muraglione di sostegno del terrapieno (laddove si estende fisicamente il concio di attacco dello scavo), con funzione di consolidamento del futuro fronte di scavo e quale ulteriore elemento di presidio alla base del muro di sostegno del rilevato su cui è fondata la scuola di via Terpi 24.

Una porzione dell'intervento si estenderà inoltre sul lato di sinistra della paratia di imbocco, garantendo il consolidamento del materiale (e la conseguente riduzione della spinta agente sui pali in c.a.) laddove la configurazione della struttura non avrebbe consentito la posa in opera di tiranti di ancoraggio, vista la vicinanza dell'adiacente edificio delle Poste Italiane.

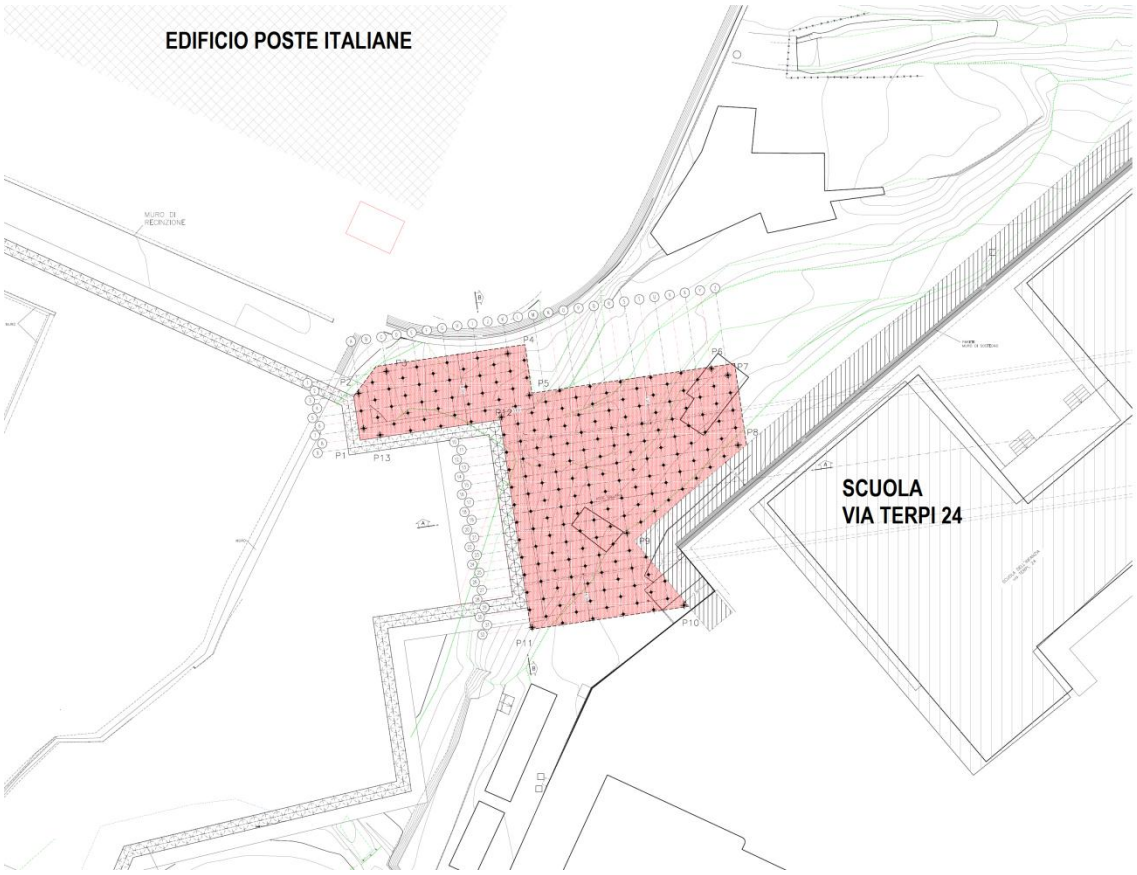


Figura 3 – Inquadramento dell'area

Come riportato nelle seguenti Figura 4 e Figura 5, l'intervento sarà costituito da 213 trattamenti circolari con iniezioni di miscela cementizia con profondità variabile tra 10,0 m e 14,0 m per un'area di intervento di circa 20,0 m x 30,0 m.

Le perforazioni verranno eseguite a partire dal piano campagna, prevedendo di eseguire l'iniezione per tutta la lunghezza di perforazione (non sono proevisti tratti di perforazione a vuoto)

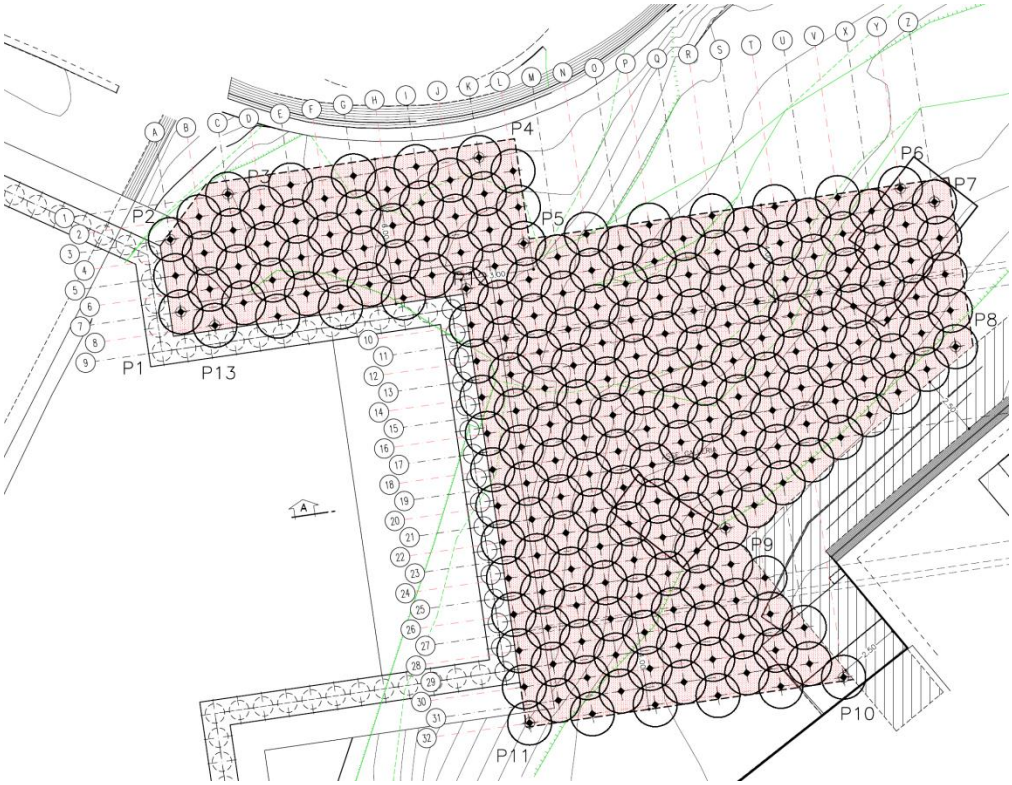


Figura 4 – Intervento di consolidamento – Planimetria

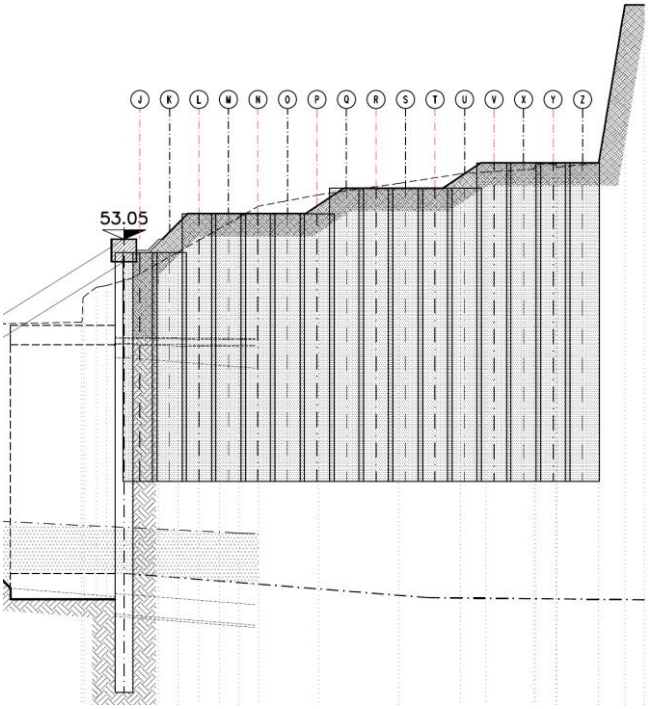


Figura 5 – Intervento di consolidamento - Profilo

Le colonne dovranno essere eseguite verticalmente, con maglia 130,0 x 130,0 cm in modo tale che, prevedendo un raggio di trattamento di circa 75,0 cm, sia garantita la compenetrazione dei trattamenti per tutto lo sviluppo dell'intervento.

3 PARAMETRI OPERATIVI

3.1 Tampone in jet-grouting all'innesto con la futura opera di presa

Come già anticipato il trattamento verrà eseguito impiegando il «sistema bifluido», che prevede l'utilizzo di un fluido disgregante ad altissima pressione, costituito da una sospensione a base di cemento, guidato da un anulo d'aria compressa che ne limita la dispersione aumentandone di conseguenza il potere penetrante.

Si opera una perforazione non rivestita, a rotazione o rotopercussione, con l'elemento terminale della batteria di perforazione munito sia di ugelli per il getto che di utensili taglianti; raggiunta la profondità stabilita la batteria di aste viene estratta con velocità di risalita e rotazione programmata, mentre si effettua l'iniezione della miscela attraverso gli ugelli.

Come già detto in precedenza, si prevede la realizzazione di colonne di terreno consolidato di diametro nominale pari a 1,50 m, disposte a maglia 75,0x30,0 cm (in partenza, crescente fino a 75,0x145,0 cm in virtù dell'inclinazione variabile dei trattamenti).

Al fine di garantire i volumi di trattamento ed i requisiti di resistenza richiesti da progetto, occorrerà definire in dettaglio i parametri operativi di iniezione, quali la composizione della miscela stabilizzante, i volumi e la portata di fluido introdotto, il numero ed il diametro degli ugelli, la pressione applicata e la velocità di risalita e di rotazione delle aste. Nel seguito si indicano i valori di progetto dei suddetti parametri, che potranno comunque essere tarati in corso d'opera alla luce di quanto riscontrato nell'esecuzione dei primi trattamenti.

- Pressione di iniezione miscela cementizia: 400 bar
- Velocità di risalita utensile: 30÷40 cm/min
- Velocità di rotazione: 9÷11 giri/min
- Numero ugelli: 1
- Diametro ugelli: 5,0÷5,5 mm
- Portata aria: 8000 l/min
- Rapporto acqua cemento A/C 1,0

I trattamenti dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni previste, con le seguenti tolleranze ammissibili:

- coordinate planimetriche del centro del trattamento: ± 5 cm
- scostamento dall'asse teorico: ± 1%
- lunghezza: ± 15 cm
- quota testa: ± 5 cm
- diametro medio reso ± 10%

3.2 Consolidamento della coltre detritica all'imbocco della Finestra di Servizio

Il trattamento verrà effettuato applicando la tecnologia dell'iniezione di miscele cementizie con la tecnica "dei volumi e delle pressioni controllate", finalizzata ad ottenere tamponi di materiale consolidato attraverso la compenetrazione di trattamenti circolari ottenuti mediante iniezioni da tubi in PVC attrezzati con valvole tipo manchette.

Come già detto in precedenza, si prevede la realizzazione di una maglia di intervento 130,0x130,0 cm da eseguirsi per file alterne in modo tale da garantire il confinamento della miscela iniettata ed un progressivo intasamento capillare del terreno.

Le iniezioni di consolidamento saranno eseguite attraverso tubi valvolati posti in opera in fori predisposti secondo le geometrie di progetto. La perforazione (Ø 80,0 mm) sarà eseguita a rotazione o rotopercussione, senza impegno di carotaggio, con l'impiego di fluidi e con l'eventuale sostegno del terreno per mezzo di tubi provvisori in acciaio. Il tubo previsto per le iniezioni sarà di materiale plastico con diametro interno minimo pari a 26,0 mm (diametro esterno minimo pari a 34,0 mm) e dovrà garantire una resistenza di almeno 60 bar per consentire l'apertura delle valvole in fase di iniezione.

In corrispondenza del tratto da iniettare il tubo sarà attrezzato con valvole a manchette per iniezione ripetuta in pressione, con una frequenza di tre valvole per metro. Alla posa del tubo entro il foro, farà immediatamente seguito la formazione della guaina con miscela cementizia plastica, con caratteristiche tali da consentire l'apertura delle valvole d'iniezione anche a distanza di qualche settimana. Quando la perforazione sarà eseguita con l'ausilio di tubo di rivestimento, quest'ultimo sarà riempito con miscela di guaina prima ancora della posa in opera del tubo valvolato nel foro, e si procederà al rabbocco, durante la fase di estrazione del tubo di rivestimento, per garantire l'omogeneo rivestimento del tubo con la miscela di guaina. Nel caso invece la perforazione avvenga a foro scoperto, sarà necessario eseguire l'iniezione di guaina, per volumi controllati anche attraverso alcune valvole, per assicurare l'omogeneo rivestimento lungo tutto il tubo. Le iniezioni saranno eseguite iniettando separatamente ogni singola valvola in più passate mediante pistoncini doppi (packer) in grado di sezionare singolarmente ogni valvola d'iniezione.

Le iniezioni saranno realizzate per volumi prestabiliti e con pressioni inferiori ad un valore massimo di rifiuto che è quella pressione superata la quale il, terreno si rompe e di conseguenza la miscela non permea più nei pori del terreno (*volumi e pressioni controllate*), ma si disperde in zone non interessanti. I quantitativi da iniettare per ogni singola valvola saranno determinati in funzione del volume di terreno interessato dalla valvola.

Le miscele che si prevede di utilizzare saranno di due tipi:

- Miscele cementizie morbide (per la formazione della guaina)
- Miscele cementizie consolidanti

La miscela di guaina sarà costituita da una sospensione in acqua di cemento R325 e bentonite con un rapporto c/b compreso tra 4 e 12. E' caratterizzata da:

- elevata stabilità (99% circa)
- viscosità medio-alta (> 50 s al cono Marsh), per evitare un'eccessiva dispersione nel terreno, con possibile effetti limitativi del successivo intervento di consolidamento
- modesta resistenza (< 20 N/cm²) per consentire l'apertura delle valvole anche in più fasi a distanza di molti giorni dall'avvenuta messa in opera.

La miscela cementizia morbida verrà impiegata per lo riempimento dell'intercapedine tra foro e tubo valvolato (guaina) nei quantitativi necessari ad ottenere il perfetto inghisaggio del tubo al terreno ed il completo riempimento del foro.

La miscela consolidante sarà invece costituita da sospensioni di leganti idraulici ad alta resistenza ed elevata finezza di macinazione miscelati con componenti inorganici a base di bentonite e/o microcarbonato a elevata finezza. La miscela cementizia da utilizzare sarà costituita da:

- acqua 800 – 900 l/mc
- cemento Portland 425 320 – 380 kg/mc
- bentonite 20 – 40 kg/mc
- eventuale additivo disperdente inorganico 3 – 4 l/mc
- massa volumica 1200 – 1300 kg/mc
- viscosità al cono Marsh 30 – 45 s
- stabilità >96%

Le iniezioni verranno eseguite in più passate. Si ritiene necessario raggiungere un valore di assorbimento di miscela complessiva pari al 25% del volume del terreno trattato, ovvero almeno 250 lt di miscela per metro cubo di terreno trattato (localmente tale valore può salire, in funzione delle locali caratteristiche geotecniche al 27-28% massimo).

Le portate di iniezione dovranno essere mantenute nel range 6-8 lt/min (valore max. 10 lt/min). a seguito di verifiche in corso d'opera, potranno essere utilizzati valori leggermente superiori con un massimo di 10-12 lt/min in prima passata.

La pressione di iniezione viene usualmente contenuta nel range 12-16 bar (massimo 18 bar), da regolare comunque in corso d'opera. Si evidenzia che la pressione di iniezione dovrà rimanere al di sotto di determinati valori di pressione limite, raggiunta la quale si determina la rottura del terreno ed il rifluimento della miscela.

Quale pressione di rifiuto si considererà un valore pari a 5÷8 bar. Quando si raggiungerà la pressione di rifiuto, a portata costante, l'iniezione della valvola sarà sospesa, e si passerà alla valvola successiva. Qualora al termine della seconda passata d'iniezione vi siano valvole, a eccezione di quelle al confine del trattamento, per le quali la pressione di rifiuto finale sia inferiore a 5 bar, si procederà con una terza fase d'iniezione cementizia, per assicurare il raggiungimento di una minima pressione di rifiuto.