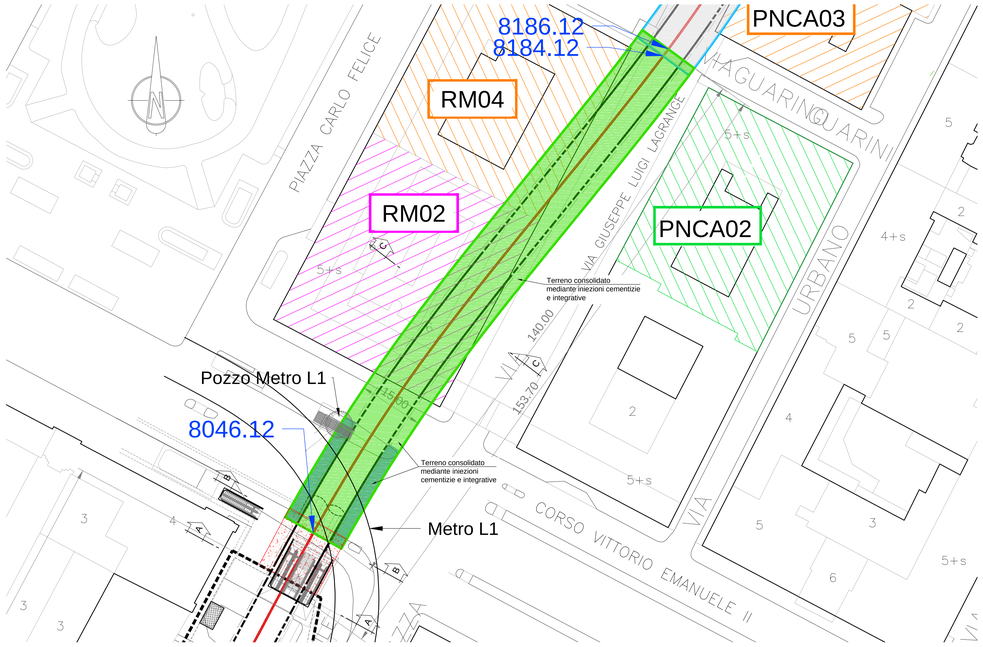
PLANIMETRIA - SCHEMA DEI CONSOLIDAMENTI
Scala 1:500



LEGENDA EDIFICI

	CATEGORIE DI DANNO TRASCURABILE (0)
	CATEGORIE DI DANNO MOLTO LIEVE (1)
	CATEGORIE DI DANNO LIEVE (2)
	CATEGORIE DI DANNO MODERATO (3)
	CATEGORIE DI DANNO GRAVE A MOLTO GRAVE (4)

LEGENDA CONSOLIDAMENTI

- Consolidamento tipo C13 - Trattamento di calotta, eseguito da stazione, mediante iniezioni IRS attraverso TAM installati tramite perforazioni T.O.C. curvilinee, integrato con trattamento di iniezioni IRS sui piedritti attraverso TAM installati tramite perforazioni convenzionali disposte su raggiere inclinate a ventaglio".
- Tampone IN/OUT o manutenzione TBM EPB.
- Rv = raggio di curvatura nel piano verticale.
  Rc = raggio di curvatura combinato quando vi sono simultaneamente una curvatura nel piano verticale e una curvatura planimetrica.
- Livello piezometrico di riferimento della falda freatica come riportata nei profili geotecnici Doc. 01-06_MTL2T1A0DGEOGENTO003

Trattamento calotta

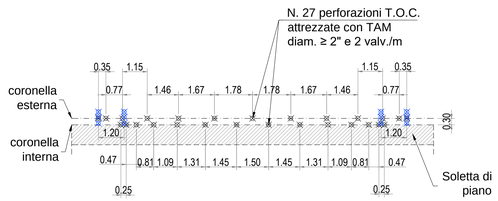
Progressive da	Progressive a	L tratta (m)	Numero TAM	Lunghezza media TAM (m)	Lunghezza Totale TAM (m)	Terreno consolidato: Lunghezza tratto (m)	Terreno consolidato: Area trasversale media (m²)	Terreno consolidato: Volume Totale (m³)
8.046,12	8.186,12	140,00	27	154,71	4.177,17	A 44,36	47,27	2.096,90
						B 95,64	59,73	5.712,58
								7.809,47

Trattamento piedritti

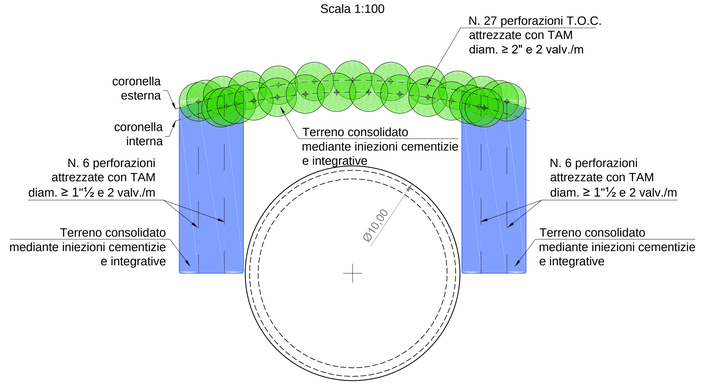
ZONA	Numero raggiere	Lunghezze TAM: L/raggiera (m)	Lunghezze TAM: L Totale (m)	Terreno consolidato: Area longitudinale (m²)	Terreno consolidato: Spessore medio (m)	Terreno consolidato: Volume Totale (m³)
LATO METRO L1	4	87,75	351,00	87,12	3,00	522,72
			351,00			522,72

KEY PLAN

SEZIONE A-A - tracciamento perforazioni
Scala 1:100



SEZIONE B-B
Scala 1:100



NOTE DI CARATTERE GENERALE

1. Relazione di riferimento per la definizione delle tipologie di consolidamento: 75_MTL2T1A2DPRCGTGR004.

NOTE IN MERITO ALLE PERFORAZIONI

1. Tutte le perforazioni previste per la tipologia di consolidamento C13 dovranno essere eseguite dal solaio di stazione più profondo disponibile sopra falda; tale solaio è dimensionato per sopportare il peso di attrezzature fino a 25 t.
2. Le perforazioni dovranno attraversare il diaframma perimetrale, la cui stabilità dovrà risultare comunque sempre garantita; si dovranno pertanto adottare preliminarmente tutti gli accorgimenti, fin dalla fase della progettazione esecutiva delle gabbie d'armatura, per evitare il taglio di barre di armatura con il conseguente indebolimento della sezione resistente del diaframma. In sede di PE, le gabbie di armatura dovranno essere progettate in modo tale che, alle profondità in cui sono previste le perforazioni di consolidamento, siano verificate le seguenti condizioni: (a) l'interspazio tra le barre di armatura sia tale da consentire il passaggio delle previste perforazioni; (b) gli interspazi previsti lato terreno siano speculari rispetto a quelli previsti lato scavo. In fase esecutiva, prima di procedere con il carotaggio del diaframma si eseguirà localmente la scarifica del copriferro, in modo da posizionare le perforazioni negli spazi liberi dalle armature.
3. La maggior parte delle perforazioni per la tipologia di consolidamento C13 è prevista ad andamento parzialmente curvilineo; esse dovranno essere telequidate, mediante tecnica T.O.C. (Trivellazione Orizzontale Controllata). Esse dovranno essere "filoguidate", con l'assistenza di un ingegnere di guida e di un sistema di guida di tipo magnetico MGS di ultima generazione, fino alla massima profondità di progetto.
4. La rimanente parte delle perforazioni sarà ad andamento rettilineo; esse saranno eseguite con metodo convenzionale e avranno inclinazione variabile rispetto alla verticale.
5. Le perforazioni per il consolidamento di calotta dovranno essere eseguite per prime; le perforazioni per il consolidamento dei piedritti potranno avere luogo solo al completamento del consolidamento (perforazioni + iniezioni) di calotta.
6. Per le perforazioni T.O.C., il campo magnetico di riferimento potrà essere generato o tramite stendimenti in superficie, quando praticabili, o mediante appositi fori sacrificali realizzati con metodologia convenzionale e monitorati in termini di traiettoria reale. Il metodo più appropriato per la realizzazione del campo magnetico di riferimento dovrà essere individuato, progettato e messo a punto dall'Appaltatore.
7. La sonda di misura, che tramite filo invia i dati necessari all'ingegnere di guida, verrà alloggiata all'interno delle aste di perforazione amagnetiche, che appositamente private del magnetismo, allontanano per quanto possibile le interferenze di natura magnetica, proprie dei materiali metallici di cui sono composte le aste di perforazione.
8. Tutte le perforazioni dovranno essere eseguite con gli utensili più appropriati alle caratteristiche dei terreni da attraversare (si dovrà considerare anche la probabile diffusa presenza di "puddinga"). Nel caso dei fori pilota con tecnica T.O.C.; la guida dovrà essere assicurata mediante punta asimmetrica, o asta a gomito e appropriato utensile di perforazione a rotazione o roto-percussione, o motore a fango (mud motor).
9. Man mano che il foro pilota avanzerà, si procederà contestualmente all'installazione del rivestimento provvisorio, con tubi camicia o wash pipe, guidati dalle aste di perforazione; il diametro interno dovrà essere tale da consentire correttamente, e senza incastri, la manovra di estrazione della batteria di perforazione del foro pilota.
10. Le perforazioni dei tratti curvilinei nel piano verticale dovranno avere un raggio di curvatura verticale Rv ≥ 120 m. Nei casi in cui vi sia simultaneamente una curvatura nel piano verticale e una curvatura planimetrica, il raggio combinato Rc dovrà essere ≥ 105 m.

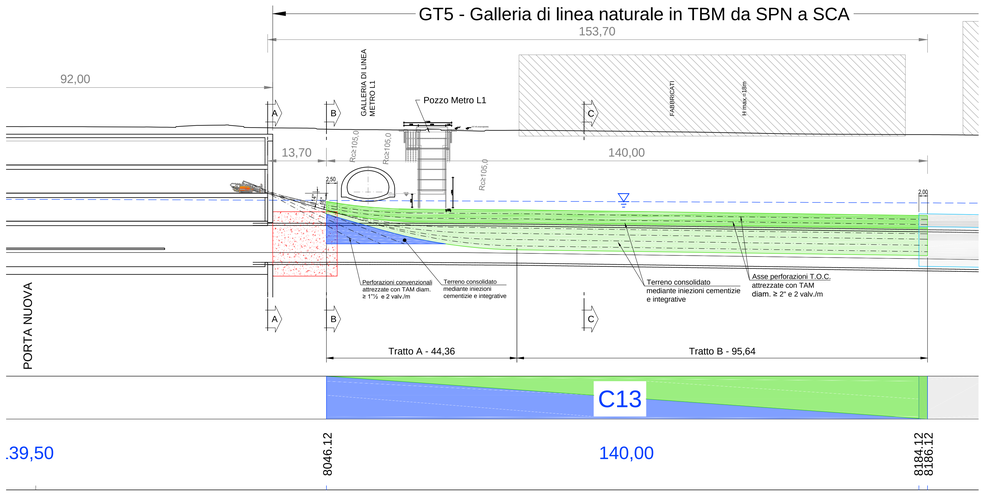
NOTE IN MERITO ALLA INSTALLAZIONE DEI TAM

1. Completata la perforazione del foro pilota, il rivestimento provvisorio sarà spinto fino alla massima profondità raggiunta.
2. A seguire, dovranno essere estratte le aste di perforazione interne al rivestimento provvisorio.
3. Dopodiché si procederà all'installazione del TAM all'interno del rivestimento provvisorio e alla formazione della guaina mediante opportuna miscela cementizia.
4. Infine, sarà estratto il rivestimento provvisorio e rabboccata la guaina con ulteriore miscela cementizia.

NOTE IN MERITO ALLE INIEZIONI

1. Il progetto esecutivo delle iniezioni dovrà essere garantito e referenziato per quanto concerne sia i requisiti di iniettabilità ed efficacia del trattamento, sia la durabilità e stabilità nel tempo, sia la compatibilità con le vigenti norme di tutela ambientale.
2. Le iniezioni dovranno essere realizzate con il procedimento selettivo e ripetuto: doppio packer da posizionare su ciascuna valvola à manchettes e fasi (passate) di iniezioni multiple successive.
3. È prevista l'iniezione, in sequenza, di miscele a base cementizia e di miscele integrative a base silicatica.
4. L'intervento di consolidamento prevede la realizzazione di un trattamento di calotta a protezione della costruenda galleria TBM, integrato con due piedritti verticali per tutta la zona in cui i TAM installati per il trattamento di calotta non garantiscono la copertura fino all'asse della galleria.
5. Il consolidamento di calotta dovrà essere eseguito per primo; il consolidamento dei due piedritti potrà avere luogo solo al completamento del consolidamento di calotta.
6. I tubi à manchettes per il trattamento di calotta sono previsti posizionati su due coronelle concentriche. I TAM di ciascuna coronella saranno distinti in primari e secondari. Un TAM secondario non potrà essere perforato se non sarà stata completata l'iniezione di tutti i TAM primari adiacenti. In linea generale, la coronella esterna dovrà essere iniettata per prima; i TAM di quella interna potranno essere perforati e iniettati soltanto al completamento dell'iniezione della coronella esterna.
7. I tubi à manchettes per il trattamento dei due piedritti sono previsti posizionati su due allineamenti verticali paralleli per ciascun piedritto. I TAM di ciascun allineamento saranno distinti in primari e secondari. Un TAM secondario non potrà essere perforato se non sarà stata completata l'iniezione di tutti i TAM primari adiacenti. In linea generale, gli allineamenti esterni dovranno essere iniettati per primi; i TAM degli allineamenti interni potranno essere perforati e iniettati soltanto al completamento dell'iniezione della coronella esterna.
8. L'obiettivo minimo delle iniezioni dovrà essere saturare la porosità del terreno con un volume unitario di miscele pari ad almeno il 15% del volume teorico del terreno da consolidare (somma tra cementizia e integrativa).
9. Il criterio da adottare per la gestione dell'iniezione di ciascuna valvola dovrà essere "a volume massimo predeterminato, con pressione di rifiuto e soglia di pressione minima da raggiungere". Tali parametri dovranno essere definiti preliminarmente tramite specifici campi prova.
10. Il criterio di gestione dell'iniezione che dovrà essere adottato sarà il seguente:
    - l'iniezione cementizia di ciascuna valvola dovrà essere arrestata quando si raggiunga il primo in ordine cronologico tra il volume massimo e la pressione di rifiuto;
    - se l'arresto avviene per raggiungimento della pressione di rifiuto, l'iniezione della valvola con questa miscela sarà considerata completata;
    - se l'arresto avviene per raggiungimento del volume massimo, l'iniezione della valvola con questa miscela sarà considerata completata solo se è stata raggiunta la soglia minima di pressione;
    - viceversa, la valvola dovrà essere ripresa con una passata successiva della stessa miscela, dopo almeno 24 ore;
    - una volta completata l'iniezione cementizia di tutte le valvole del TAM, si procederà all'iniezione della miscela integrativa, adottando lo stesso criterio già descritto per l'iniezione cementizia, ma, in linea generale, con diversi valori dei parametri di iniezione;
    - anche in questo caso, quando l'iniezione si arresta per raggiungimento del volume massimo senza che sia stata raggiunta la soglia minima di pressione prestabilita, la valvola dovrà essere ripresa con una passata successiva della stessa miscela, dopo almeno 24 ore.

PROFILO LONGITUDINALE - SCHEMA DEI CONSOLIDAMENTI
Scala 1:500



SEZIONE TIPO C-C
Scala 1:100

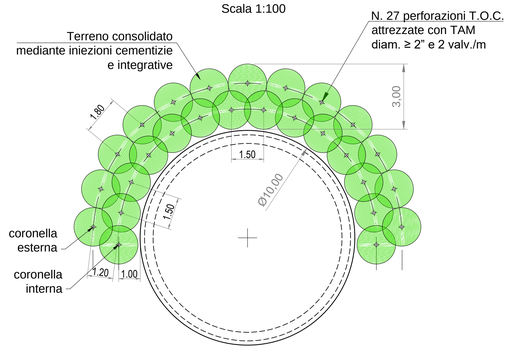


TABELLA DEI MATERIALI

Tubi à manchettes da installare in perforazioni T.O.C. curvilinee per il trattamento di calotta	
materiale	PVC;
diametro nominale	≥ 2";
spessore	≥ 12,5 mm o, comunque, tale da sopportare gli sforzi che si generano durante tutte le fasi del processo, dato l'andamento parzialmente curvilineo e l'eccezionalità della loro lunghezza;
tipo di valvole à manchettes	esterne al tubo, con coppia di anelli di ritegno;
interasse valvole à manchettes	50 cm.
Tubi à manchettes da installare in perforazioni convenzionali rettilinee per il trattamento dei piedritti	
materiale	PVC;
diametro nominale	≥ 1" ½;
spessore	≥ 7.5 mm;
tipo di valvole à manchettes	esterne al tubo, con coppia di anelli di ritegno;
interasse valvole à manchettes	50 cm.
Miscela di guaina	
cemento	qualsiasi CEM che soddisfa la UNI EN 197-1;
bentonite	limite liquido 300-400 e adeguata alla miscelazione con cemento;
rapporto Cemento/Acqua	0.4 ÷ 0.5 (A/C = 2.5 ÷ 2.0);
rapporto Bentonite/Acqua	4 ÷ 5%;
densità	teorica + 2% / -1%;
viscosità Marsh	≥ 40 s;
resa volumetrica	≥ 99%;
Miscele di iniezione a base cementizia ad elevata penetrabilità	
cemento	CEM I, classe 52.5 (ad elevata finezza di macinazione);
bentonite	limite liquido 300-400 e adeguata alla miscelazione con cemento;
additivi	disperdente/antiflocculante con funzione fluidificante e stabilizzante; eventuali ulteriori additivi potranno essere usati come complemento al primo, qualora necessari per conferire alla miscela i requisiti di progetto;
rapporto Cemento/Acqua	0.33 ÷ 0.67 (A/C = 3.0 ÷ 1.5);
rapporto Bentonite/Acqua	3 ÷ 6%;
rapporto Additivo/Acqua	0.3 ÷ 0.6%;
densità	teorica + 2% / -1%;
viscosità Marsh	≤ 38 s;
resa volumetrica	≥ 99%;
resistenza a compressione 28gg	≥ 0.8 MPa.

Le composizioni delle miscele a base cementizia sono da intendersi indicative e dovranno essere meglio definite dall'Appaltatore mediante specifici campi prova.

Miscela di iniezione integrativa a base silicatica	
tipo di miscela	composta da liquore di silice, reagente sodico alcalino e reagente inorganico minerale a base di calcio; essa, nella reazione tra i componenti, deve produrre idrosilicati di calcio aventi struttura cristallina, stabile nel tempo, analoga a quella che si ottiene nella fase di idratazione e presa dei leganti idraulici;
viscosità	≤ 10 cP (mPaxs);
densità	≥ 1.30 kg/l;
tempo di presa	45÷90 min;
resistenza a compressione	≥ 0.5 MPa.

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILI
STRUTTURA TECNICA DI MISSIONE

Mims

COMUNE DI TORINO

CITTÀ DI TORINO

METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO
LINEA 2 - TRATTA POLITECNICO - REBAUDENGO
PROGETTAZIONE DEFINITIVA
Lotto Costruttivo 2: Bologna - Politecnico

PROGETTO DEFINITIVO			
DIRETTORE PROGETTAZIONE (Responsabile integrazione discipline specialistiche)	IL PROGETTISTA	INFRA.TO infrastrutture per la mobilità	INFRATRASPORTI.TO S.r.l.
Ing. R. Crova (Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 6038S)	Ing. F. Rizzo (Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 933S)	**SUBSIDENZE, PRESIDIO E MONITORAGGI** CONSOLIDAMENTI PROPEDEUTICI ALLO SCAVO DELLA GALLERIA CON TBM INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO TIPO C6 DA SPN - GALLERIA GT5	

BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi	ELABORATO	REV. int.	REV. est.	SCALA	DATA
	MTL2T1A2DPRCGT0T 016	0	1	VARIE	25/11/2022

Fg. 1 di 1

AGGIORNAMENTI

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.	VISTO
0	PRIMA EMISSIONE	15/04/22	VMa	PDm	FRi	RCr
1	Emissione finale a seguito di verifica preventiva	25/11/22	VMa	PDm	FRi	RCr
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

LOTTO 2	CARTELLA	10	65	MTL2T1A2D	PRCGT0T016

STAZIONE APPALTANTE

DIRETTORE DI DIVISIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ
Ing. R. Bertasio

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. A. Strozziero