



COMMISSARIO DELEGATO PER L'EMERGENZA
DETERMINATASI NEL SETTORE DEL TRAFFICO E DELLA MOBILITÀ NEL
TERRITORIO DELLE PROVINCE DI TREVISO E VICENZA

SUPERSTRADA A PEDAGGIO PEDEMONTANA VENETA

CONCESSIONARIO



SPV srl
Via Inverio, 24/A
10146 Torino

Società di progetto ai sensi dell'art. 156 D.LGS 163/06
subentrato all'ATI



PROGETTISTA



SIPAL S.p.A.
Via Inverio, 24/A
10146 Torino

SIPAL S.p.A. S.p.A.
SOCIETÀ DI INGEGNERIA
PER ASSISTENZA LOGISTICA
VIA INVERIO N. 24/A
10146 TORINO

RESPONSABILE PROGETTAZIONE



**ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CUNEO**
1211 *Dott. Ing. Claudio Dogliani*

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE



SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE DELL'INFRASTRUTTURA E DELLE OPERE CIVILI



COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE



GEOLOGO



N. Progr. _____
Cartella N. _____

PROGETTO DEFINITIVO
(C.U.P. H51B03000050009)

LOTTO 3 - TRATTA "C"
dal Km. 74+075 al Km 75+625

TITOLO ELABORATO:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA

**OPERE D'ARTE MINORI: OPERE DI ATTRAVERSAMENTO
MONOLITE A SPINTA MS.3.11A - RFI - TREVISO - CALALZO**
Relazione tecnico illustrativa - Generale

P V D S R V S M S 3 C 0 1 1 A 0 0 1 0 0 0 4 R A 0

SCALA: -

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
0	PRIMA EMISSIONE	SIPAL	24/03/2014	SIPAL	26/03/2014	SIS	28/03/2014

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Giuseppe FASIOL

IL COMMISSARIO:

Ing. Silvano VERNIZZI

VALIDAZIONE:

PROTOCOLLO : _____

DEL: _____

1.	PREMESSA	2
2.	GEOMETRIA DELL'OPERA	3
3.	LA METODOLOGIA UCS	4
3.1	LO SCUDO UCS	4
3.2	IL SISTEMA ANTITRASCINAMENTO	5
3.2.1	Altezze di ricoprimento	6
3.3	LA SPINTA	7
3.4	IL MONITORAGGIO	8
3.5	L'INTERFACCIA CON L'ESERCIZIO	10
3.6	SICUREZZA DURANTE IL VARO	10
3.6.1	Mantenimento della geometria di binario.	10
3.6.2	Connessione dello scudo al manufatto.	10
3.6.3	Modalità di esecuzione delle opere in c.a.	11
3.6.4	Il sistema di spinta	11
3.6.5	Procedure di avanzamento particolari.....	12
3.6.6	Interruzione della spinta durante l'attraversamento del binario.	13
4.	FASI ESECUTIVE	14
5.	CONSIDERAZIONI IDRAULICHE E GEOTECNICHE	16
5.1	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE ED OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIALI	16
5.2	REGIME IDRAULICO SUPERFICIALE ED IMPERMEABILIZZAZIONE DELL'OPERA	17
5.3	ASSENZA DI ALTERAZIONE DEL REGIME DI FALDA	17

1. PREMESSA

La "Superstrada a pedaggio Pedemontana Veneta" si sviluppa nel contesto del Corridoio europeo n. 5, ove la rete autostradale nazionale mostra maggiori problemi a causa della forte saturazione delle arterie esistenti.

L'infrastruttura in oggetto, consentendo la chiusura di un ideale anello che racchiude l'intera area centrale veneta, congiunge l'area vicentina a quella trevigiana, interessando in particolare l'ambito territoriale della valle dell'Agno, tra Montecchio Maggiore e Castelgomberto, e della zona pedemontana veneta, tra Malo e Bassano del Grappa in provincia di Vicenza e tra S. Zenone degli Ezzelini, Montebelluna e Spresiano in provincia di Treviso.

Il progetto della Pedemontana Veneta ha l'obiettivo di riordinare e riorganizzazione l'intero sistema viario del territorio di riferimento per migliorare i livelli complessivi di qualità e di sicurezza in funzione delle esigenze della mobilità e dello sviluppo a livello locale, consentendo modifiche sostanziali all'assetto della mobilità stessa sull'intero Nord-Est.

All'interno di tale progetto, in corrispondenza della tratta interessante il comune di Montebelluna, l'asse 3 della viabilità secondaria della SPV si trova a dover sottopassare la linea ferroviaria Treviso-Calalzo, di competenza del compartimento RFI di Venezia. Per la realizzazione di tale sottoattraversamento si è previsto e progettato un "monolite a spinta".

2. GEOMETRIA DELL'OPERA

L'intersezione fra l'infrastruttura ferroviaria e il ramo 3 della viabilità secondaria della Superstrada a pedaggio "Pedemontana Veneta" avviene in un tratto in cui l'asse della viabilità secondaria è in curva ed ha una pendenza trasversale pari al 2.5%.

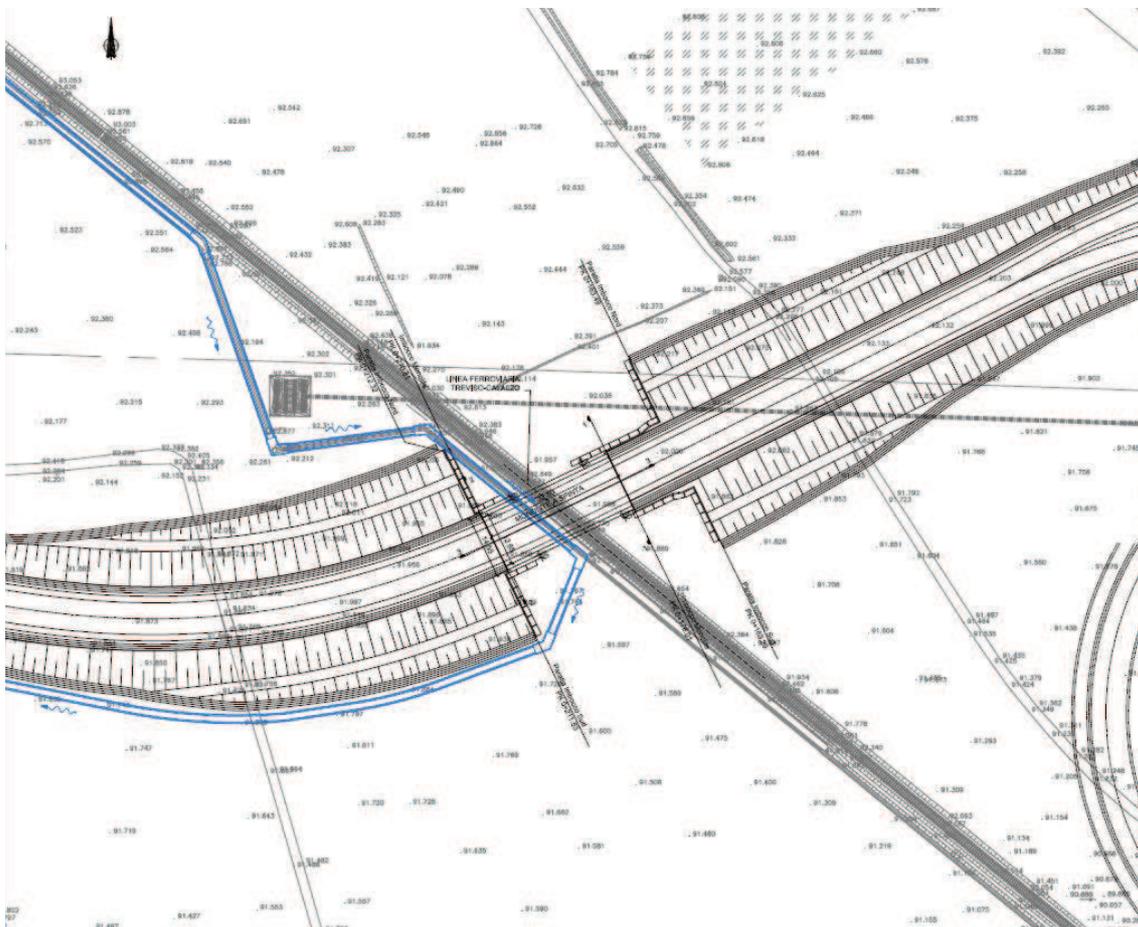


Figura 1: Planimetria generale

Il monolite ha una lunghezza complessiva pari a 32.8m (incluso il rostro per l'attacco dello scudo UCS) e dimensioni esterne di 14.55m x 9.25m, soletta di fondazione di spessore 130cm, soletta superiore di spessore 120cm e piedritti di spessore 95cm.

Una volta completata la spinta, si provvederà al completamento della sezione del rostro di testata con il getto in opera della fondazione e della parte inferiore dei piedritti.

3. LA METODOLOGIA UCS

Dal punto di vista esecutivo, per l'infissione dei monoliti, si è scelto di adottare il sistema denominato "Metodologia UCS", che consente la messa in opera, per avanzamento in "foro cieco", di sottoattraversamenti ferroviari in presenza di esercizio. Tale metodologia è già stata adottata in condizioni di notevole difficoltà, quali attraversamenti di stazioni, attraversamenti di binari con elevati spessori di ricoprimento, ma anche con bassissimi spessori di ricoprimento, attraversamenti di deviatori di ogni tipo, ecc.

Il sistema è fortemente innovativo e riduce sensibilmente le interferenze con il normale esercizio delle sedi attraversate nonché i tempi di esecuzione, con il vantaggio di non necessitare di alcun intervento propedeutico sui binari.

La metodologia UCS utilizza uno speciale "scudo" metallico montato frontalmente al "Rostro" del manufatto in c.a., che consente l'avanzamento in "foro cieco". Lo scudo, durante e per effetto dell'avanzamento, rilascia degli speciali "nastri antistrascinamento" che, ancorati a terra, trattengono tutto quanto viene progressivamente a trovarsi superiormente ai nastri stessi; eventuali perturbazioni del suolo sono perciò limitate ad una piccola zona di interferenza situata sulla verticale della punta dello scudo.

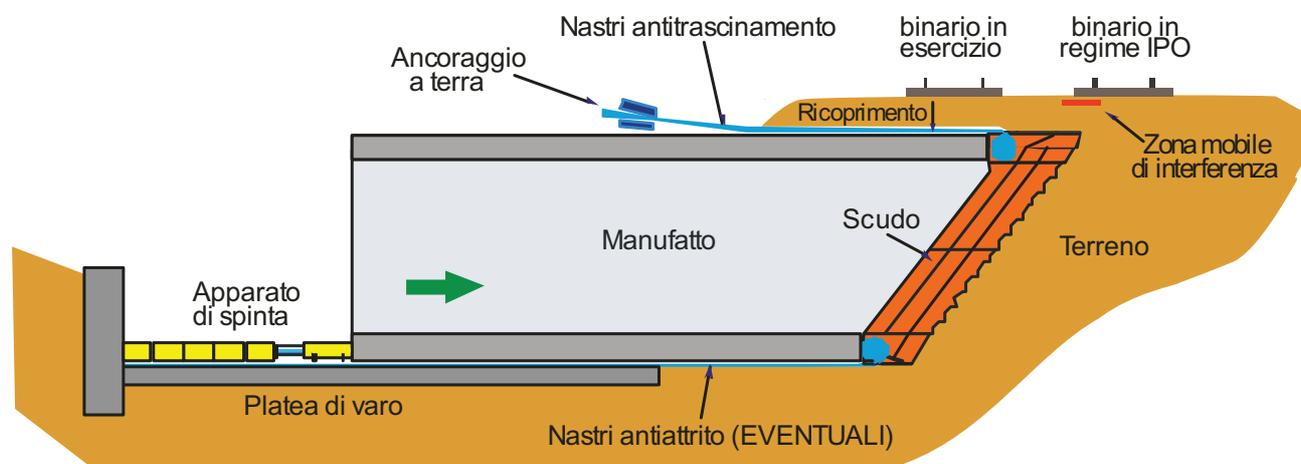


Figura 2: Funzionamento schematico della Metodologia UCS

3.1 LO SCUDO UCS

Lo scudo metallico, che ripete esattamente il perimetro frontale del manufatto su cui è installato, può essere montato sia prima sia dopo la costruzione dello stesso manufatto.

Esso è formato da quattro moduli angolari, due inferiori e due superiori, collegati da moduli di tipo lineare, inferiori, superiori e laterali, di lunghezza variabile, per poter

realizzare qualunque sezione trasversale; i moduli sono giuntati fra loro tramite flange bullonate. La connessione al manufatto è ottenuta mediante barre filettate; il tagliente superiore dello scudo, nella parte che rimane a contatto con il terreno, è conformato in modo da ridurre le azioni di attrito e contrastare l'instaurarsi di sovrappressioni nel terreno stesso; il tagliente inferiore può essere di tipo fisso o ad assetto variabile, il che consente di limitare eventuali variazioni altimetriche del monolite durante l'avanzamento.

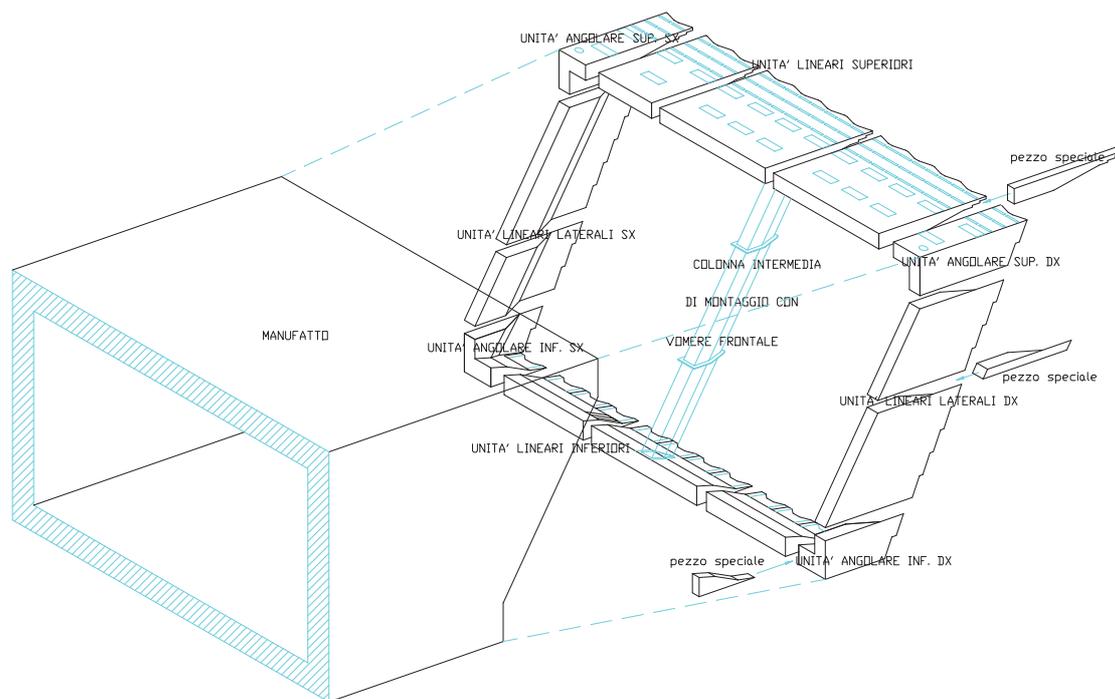


Figura 3: Composizione dello Scudo UCS

Per quanto riguarda i taglienti inferiori dello scudo, nel caso in cui il terreno da attraversare abbia caratteristiche scadenti, è consigliabile l'orientamento degli stessi verso l'alto. Infatti, in presenza di terreni inconsistenti e di natura plastica, si potrebbe verificare la saturazione dei vani di accesso allo scudo da parte del fango che rifluisce attraverso la fessura inferiore dello scudo stesso durante l'avanzamento. Inoltre, l'orientamento verso l'alto dei taglienti contribuisce a diminuire l'abbassamento in punta del monolite.

3.2 IL SISTEMA ANTITRASCINAMENTO

All'interno dei moduli superiori dello scudo sono ricavati i vani portanastro destinati a contenere i dispositivi antitrascinamento; questi sono costituiti da lamierini in acciaio ad

alta resistenza, di piccolo spessore (mm 0,19 - 0,25), avvolti in bobine posizionate all'interno di ciascun vano in numero variabile secondo le diverse esigenze.

Da ciascun vano fuoriesce quindi un fascio di n lamierini, detto anche “multi-nastro”, di caratteristiche statiche equivalenti ad un lamierino virtuale di spessore pari a n volte lo spessore elementare; inoltre gli n lamierini possono avere lunghezze diverse ed è quindi possibile progettare caso per caso uno specifico multi-nastro a spessore variabile.

In particolari condizioni di attrito elevato tra il monolite e il terreno sovrastante, si potrebbe generare un sovraccarico del sistema antitrascinamento, con conseguente danneggiamento dei nastri, che potrebbero essere protetti con feltro in TNT o guaina. Per ridurre il carico verticale sui nastri antitrascinamento, si può anche impostare il monolite alla quota più alta possibile, lasciando al di sopra dell'estradosso solo lo spessore di massicciata o poco più. Inoltre, in prossimità delle fessure di uscita, i nastri devono essere sempre coperti da una coltre di terreno, o comunque essere protetti contro azioni trasversali.

3.2.1 Altezze di ricoprimento

Sui nastri antitrascinamento grava lo spessore di terreno che si trova superiormente al monolite; esso costituisce il principale parametro per il dimensionamento del multi-nastro e dato che quest'ultimo può essere costituito da più elementi, in pratica non vi sono limiti all'altezza di ricoprimento sostenibile; peraltro un ricoprimento elevato risulta addirittura vantaggioso in quanto si riducono le eventuali ripercussioni in superficie in termini di deformazioni.

In caso di ricoprimento minimo, tipicamente di circa 75 cm ma fino a 1,5 m, è possibile adottare la “procedura di avanzamento veloce”, descritta nel par. 3.6.5.



Figura 4: Svolgimento dei nastri di trascinamento a inizio infissione

3.3 LA SPINTA

La Metodologia UCS utilizza un proprio sistema integrato di spinta, appositamente progettato e realizzato per ridurre al minimo i tempi morti; il sistema è in grado di produrre avanzamenti a vuoto di alcuni metri/ora e, a regime, consente l'azione pressoché ininterrotta dei mezzi di scavo e di smarino, trovandosi quasi costantemente in ombra alle altre lavorazioni; in condizioni ordinarie e in assenza di inconvenienti di natura geologica o di grandi corpi estranei la velocità di avanzamento è di 80-100 cm/ora.

In alcuni casi potrebbe verificarsi il fenomeno dello stick-slip (avanzamento a scatti), tipico dei sistemi meccanici nei quali si applicano ad una massa sottoposta ad azioni di attrito delle forze elastiche. In pratica, durante uno step di spinta, al crescere della pressione dei martinetti e a monolite ancora fermo, la colonna di spessori di avanzamento in acciaio si comprime progressivamente, costituendo di fatto una molla, fino a che non viene vinta la forza di attrito statico; poiché l'attrito dinamico è generalmente inferiore, il monolite, una volta avviato, avanza bruscamente fino a che l'azione elastica della colonna di spinta, in rapida diminuzione per effetto della distensione, non eguaglia di nuovo le azioni di attrito e il ciclo ricomincia.

Si tratta di un fenomeno normale, funzione del tipo di terreno attraversato, dell'entità della

spinta, della velocità di avanzamento ma soprattutto dell'elasticità della colonna di spinta; per limitare tale fenomeno occorre aumentare la rigidità della colonna, motivo per cui, superata una certa lunghezza, le prolunghie d'acciaio vengono normalmente sostituite da successivi getti in calcestruzzo. Ulteriori diminuzioni del fenomeno si possono avere alleggerendo il carico sovrastante il monolite, per mezzo dell'estensione del prescavo; utilizzano una lubrificazione supplementare dei nastri (grazie all'impiego di una pompa per l'alimentazione di grasso immediatamente alle spalle dello scudo) e, sia pure in misura minore, aumentando la velocità di spinta, ottenibile grazie all'impiego di un maggior numero di centraline e ad un diverso sistema di distribuzione dell'olio ai cilindri.

3.4 IL MONITORAGGIO

Durante la spinta viene effettuato il controllo in tempo reale dello stato deformativo di ciascun binario mediante apparecchiature inclinometriche montate su barre in alluminio; sono monitorati la quota assoluta ed il dislivello fra le rotaie in un numero indefinito di sezioni di binario, normalmente con il passo di 3m tipicamente utilizzato per la valutazione dello sghembo.

Un inclinometro di alta precisione (1/1000 di grado) controlla le eventuali variazioni di inclinazione longitudinale del monolite durante la spinta e, dove ritenuto necessario, possono essere installati dei dinamometri per il controllo della tensione nei lamierini antitrascinamento.

Tutti i dati confluiscono ad una o più centraline di raccolta e sono trasferiti via radio ad una postazione in ambito di cantiere, dalla quale un operatore può controllare in tempo reale e contemporaneamente tutti i parametri del procedimento di varo; tutti gli operatori coinvolti sono in costante collegamento via radio.

Il sistema è intrinsecamente sicuro per gli operatori, non richiedendo la presenza di nessuno sulla piattaforma ferroviaria se non per le fasi di montaggio e smontaggio della strumentazione.

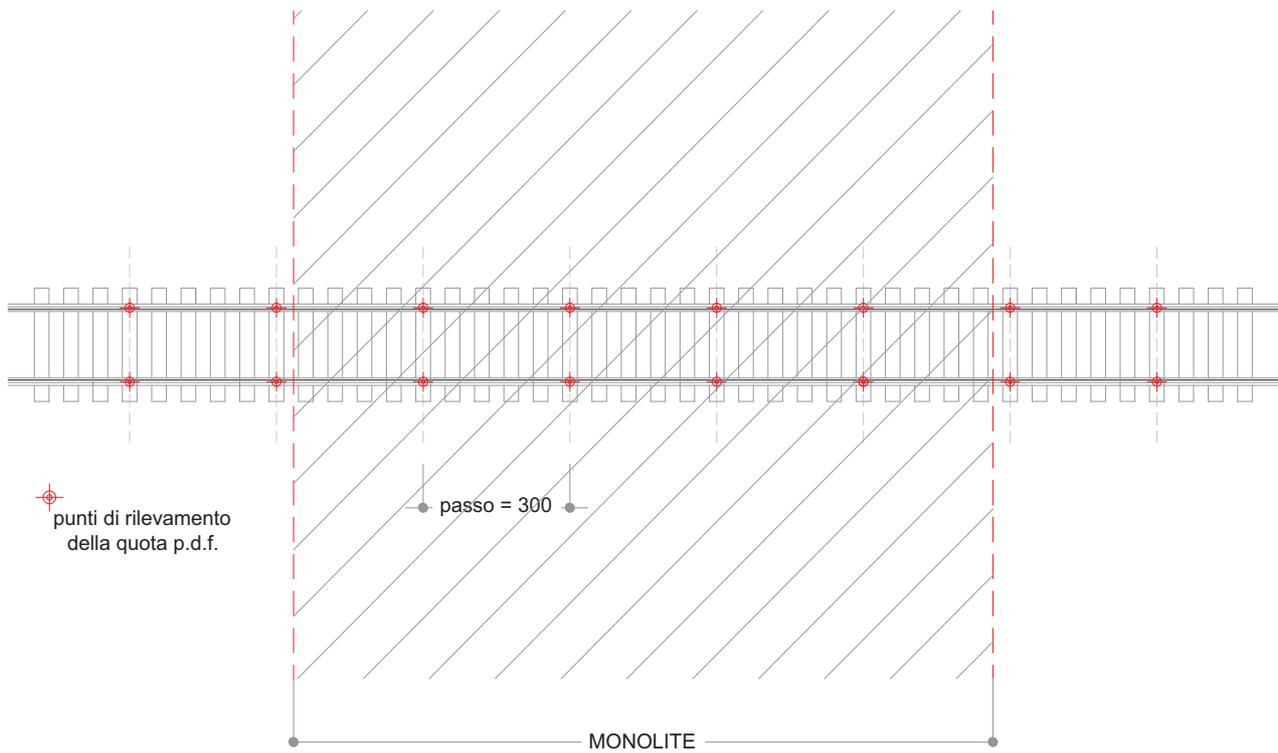


Figura 5: Schema di monitoraggio del binario



Figura 6: Binario attrezzato con l'apparecchiatura di monitoraggio

3.5 L'INTERFACCIA CON L'ESERCIZIO

Nell'attraversamento di ciascun binario si distinguono di norma tre fasi: la fase di avvicinamento, che avviene senza alcuna influenza sull'esercizio ferroviario e termina quando lo scudo raggiunge la zona di influenza del binario stesso; la fase di attraversamento, che avviene in regime di interruzione e che termina quando il tagliente superiore dello scudo esce dalla zona di influenza del binario; la fase di completamento, eseguita sotto normale esercizio con il binario monitorato ed interrompendo l'azione dei martinetti durante il transito dei treni; l'effettiva interferenza con l'esercizio è quindi limitata a poche ore ed all'unico binario al di sotto del quale sta concretamente transitando la punta dello scudo.

Negli attraversamenti di più binari la fase di completamento di un binario può coincidere con quella di avvicinamento del successivo.

Riguardo al valore massimo di velocità di transito consentita durante il varo non vi sono particolari limitazioni, tant'è che più volte il varo, pur eseguito con i vecchi rostri Istrice, è avvenuto mantenendo la velocità di linea; questo perché non sussiste alcun effettivo impedimento al transito di treni a qualunque velocità, sui binari già oltrepassati e monitorati, quando il carico insiste sullo scudo o sul manufatto.

3.6 SICUREZZA DURANTE IL VARO

3.6.1 Manutenimento della geometria di binario.

Premesso che durante la spinta i tratti di binario interessati sono adeguatamente strumentati e tenuti sotto controllo per prevenire deformazioni del binario oltre le tolleranze ammissibili, è sistematicamente prescritta dalle procedure proprie della Metodologia UCS la disponibilità, durante le operazioni di spinta, di un cantiere meccanizzato in grado di intervenire in ogni evenienza per garantire il mantenimento della corretta geometria di binario.

3.6.2 Connessione dello scudo al manufatto.

La struttura dei moduli componenti lo scudo è calcolata con adeguato coefficiente di sicurezza, tenuto conto del fatto che si tratta di materiale destinato ad essere riutilizzato molte volte ed in molte condizioni operative; anche la bullonatura di giunzione fra moduli e la connessione scudo manufatto è ridondante per lo stesso motivo e precise prescrizioni sono imposte dalle procedure della Metodologia UCS riguardo alle armature di cui debbono essere provviste le zone del manufatto a diretto contatto con lo scudo.



Figura 7: Montaggio dello scudo

3.6.3 Modalità di esecuzione delle opere in c.a.

L'assenza di qualunque sostegno provvisorio del binario e le ridotte tolleranze richieste dall'esercizio ferroviario comportano un livello di precisione dimensionale della platea di varo e del manufatto superiore a quello standard. Le Prescrizioni Esecutive proprie della Metodologia fissano tolleranze e grado di finitura; particolare attenzione deve essere posta alla platea di varo e all'estradosso del manufatto che debbono subire un trattamento di levigatura superficiale.

Nel caso in cui ci sia una differenza di quota tra i due lati dell'attraversamento, è possibile realizzare una platea di varo (e quindi anche il monolite) con assetto inclinato.

3.6.4 Il sistema di spinta

Il sistema di spinta è dimensionato tenendo conto della massima spinta raggiungibile (quella di ultimo spostamento) che si manifesta al termine della fase di completamento, quando l'attraversamento dei binari è ormai terminato. Questo comporta che per la quasi totalità del varo il sistema stesso risulti sovradimensionato e quindi poco sensibile ai guasti; eventuali rotture di valvole, tubi o guarnizioni dei martinetti non possono quindi produrre nessun inconveniente all'esercizio ferroviario. Ad ulteriore garanzia, il sistema di spinta viene sempre dimensionato in modo da disporre di una riserva di potenza non inferiore al 15% del valore massimo di progetto e dispone di un impianto fail-safe capace

di operare anche con una sola centralina; una officina mobile con ricambi è comunque sempre presente in cantiere.

3.6.5 Procedure di avanzamento particolari

In caso di difficoltà dovute a fattori geologici o alla presenza di trovanti che dovessero interferire con il tagliente superiore dello scudo, oppure nel caso di minimo spessore di copertura o ancora di IPO di durata ridotta, si può adottare la “procedura di avanzamento veloce”, modalità operativa tipica della Metodologia UCS, che consiste nelle seguenti operazioni:

- sbancamento del binario posto in regime di IPO, demolizione del trovante e del ballast,
- avanzamento veloce, scavando senza particolari precauzioni, fino ad oltrepassare il binario con i nastri antitrascinamento in vista,
- ricopertura dei nastri antitrascinamento svolti a vuoto mediante un feltro geosintetico per evitare danneggiamenti e improntature dei lamierini da parte del pietrisco,
- ripristino della massicciata e restituzione del binario al normale esercizio.

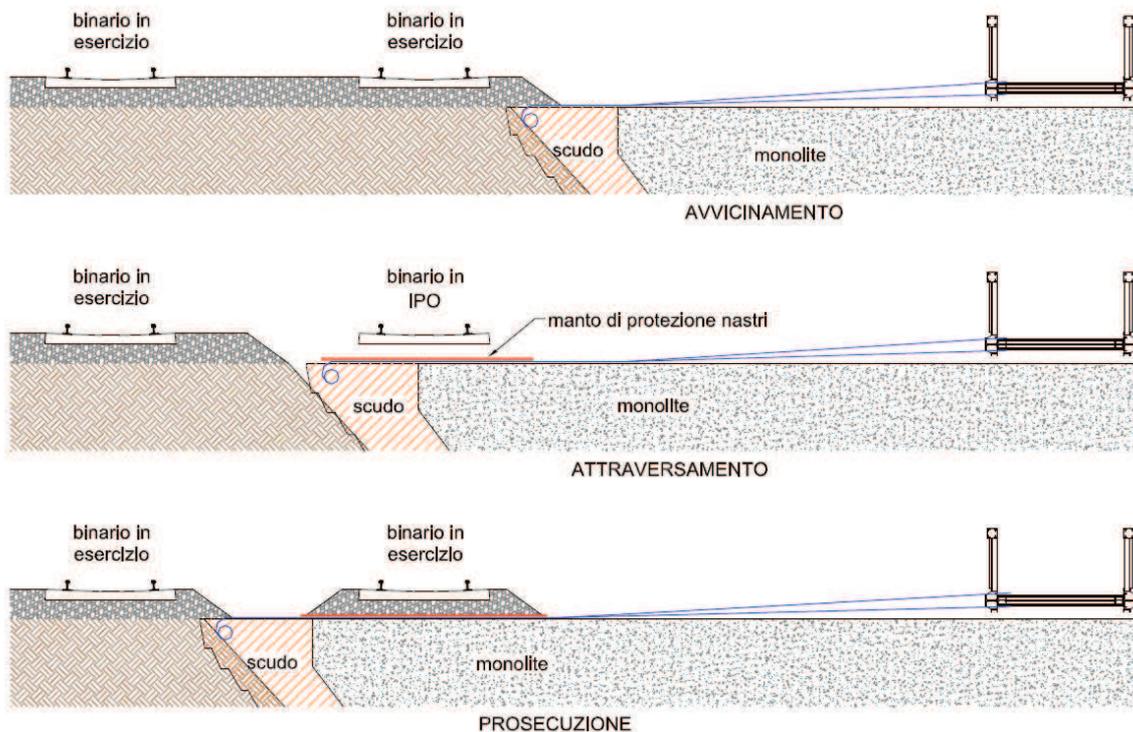


Figura 8: Procedura di avanzamento veloce

3.6.6 Interruzione della spinta durante l'attraversamento del binario.

Qualora, per motivi di eccezionale gravità (grossi trovanti non rilevati dalle indagini, calamità naturali, guasti disastrosi delle macchine di scavo), si rendesse necessario arrestare la spinta durante la fase di attraversamento di un binario, quindi con il tagliante superiore del monolite parzialmente nella zona di influenza del binario stesso, il binario verrà restituito all'esercizio dopo aver infisso profondamente i taglianti nel terreno e posto il fronte di scavo in condizioni di sicurezza rimodellandolo con pendenza adeguata e, in previsione di pausa prolungata, consolidando il fronte stesso con spritz-beton e rete elettrosaldata.



Figura 9: Messa in sicurezza e protezione del fronte di scavo per una pausa lunga

Il tagliante superiore dello scudo è calcolato infatti per resistere al carico ferroviario secondo un modello a mensola. Nel caso di soste molto prolungate è possibile porre in opera protezioni del fronte di scavo ancora più importanti come infilaggi in vetroresina o altro.

4. FASI ESECUTIVE

Il procedimento di realizzazione seguirà le seguenti fasi:

- realizzazione dei diaframmi di sostegno e scavo della vasca di spinta;
- realizzazione della struttura reggispinta al fondo della vasca di spinta;
- getto della platea di varo;
- esecuzione del monolite Asse Nord (sulla platea di varo) e successiva infissione;
- esecuzione del getto in cls di contrasto;
- esecuzione del monolite Asse Sud (sulla platea di varo) e successiva infissione;
- esecuzione delle opere di completamento e finitura.

Per ogni monolite, successivamente all'infissione, verrà smontato lo scudo di carpenteria metallica e realizzato un getto di completamento sotto all'avanbecco.

La spinta effettuata con il Metodo UCS prevede la successione di tre fasi specifiche:

- 1) Spinta di avvicinamento: il monolite viene portato dalla posizione di costruzione fino alla zona di influenza del binario senza alcuna influenza sul normale esercizio;
- 2) Spinta di attraversamento: istituito un regime di interruzione IPO, il monolite viene spinto fino ad oltrepassare completamente il binario; dopodiché viene ripristinato il normale esercizio;
- 3) Spinta di completamento: con il binario in normale esercizio, la spinta prosegue fino a che il monolite non abbia raggiunto la posizione finale.

Considerando che tale metodologia non richiede alcun sostegno propedeutico del binario, risulta che l'effettiva interferenza con la linea Ferroviaria sarà praticamente limitata al solo tempo occorrente alle tre spinte di attraversamento.

La durata delle fasi è individuata per entrambi i manufatti su Asse Nord e su Asse Sud. Dal cronoprogramma si evince come, per ognuno dei due assi stradali, la interferenza con la operatività della linea ferroviaria ha una durata di sole 4 ore in regime IPO e otto ore in regime di velocità ridotta. Durante la fase di completamento infatti non vi saranno interferenze con la linea in quanto, al passaggio dei treni, sarà bloccata l'azione dei martinetti.

CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI



N.B.:

Durante la fase di completamento, l'assetto dei binari verrà mantenuto costantemente sotto monitoraggio, con interruzione della spinta durante il transito dei treni.

Figura 10: Fasi previste della Metodologia UCS per la spinta del “monolite”

Tutte le fasi e la metodologia di varo dei monoliti sono descritte in modo completo e dettagliato negli elaborati grafici.

elettrosaldato. Su di essa si intesterà lo scudo di ciascun monolite all'inizio della relativa infissione e successivo scavo.

5.2 REGIME IDRAULICO SUPERFICIALE ED IMPERMEABILIZZAZIONE DELL'OPERA

L'attraversamento progettato non interferisce con corsi d'acqua esistenti ed il trattamento e smaltimento delle acque superficiali e di piattaforma rientrano nel più ampio studio effettuato per tutta la Superstrada a pedaggio Pedemontana Veneta, che, fra l'altro, garantisce un opportuno trattamento delle acque di prima pioggia.

Per l'impermeabilizzazione dell'opera, che si troverà comunque sempre al di sopra della falda, è stato previsto l'impiego di cemento osmotico.

5.3 ASSENZA DI ALTERAZIONE DEL REGIME DI FALDA

I monoliti, progettati per il sottopassaggio della linea ferroviaria Treviso-Calalzo, non interferiscono e non alterano il regime di falda della zona.