

COMUNE DI PALERMO



COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



IMPRESA ESECUTRICE:



PROGETTO ESECUTIVO

PRIMO LOTTO FUNZIONALE CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA

PROGETTO INFRASTRUTTURA

Relazione tecnico illustrativa delle soluzioni
progettuali alternative per il tratto di galleria
artificiale lungo via Crispi

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
R S 7 2	0 1	E	Z Z	R G	G A 0 0 0 X	0 0 1	B

PROGETTAZIONE: ATI (Associazione Temporanea d'Imprese)



PROGIN SPA (Capogruppo Mandataria)

Sab (Mandante)

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato/Data
A	Emissione		24/10/11	Piccirillo	24/10/11	Esposito 24/10/11
B	Revisione		18/11/11	Piccirillo	18/11/11	Esposito 18/11/11

Nole del file: RS7201EZZRGA000X001B .doc

n: Elab.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 2 di 41

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	SOLUZIONE PROPOSTA IN PROGETTO CON “PARATIA DI PRIMO SALTO”	4
3	SOLUZIONE ALTERNATIVA CON “SOLETTONE APPESO”	8
4	SOLUZIONE ALTERNATIVA CON “MEZZO PALO”	17
5	RAFFRONTO ECONOMICO TRA LA SOLUZIONE BASE CON “PARATIA DI PRIMO SALTO” E LA SOLUZIONE CON “SOLETTONE APPESO”	17
6	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E SCELTA DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO.....	17

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 3 di 41

1 PREMESSA

Nella presente relazione sono descritte le possibili soluzioni alternative alla soluzione adottata in progetto per l'attraversamento in galleria artificiale della zona portuale, nell'ambito dei lavori di realizzazione dell'anello ferroviario di Palermo da Giachery a Notarbartolo.

In particolare si analizzano le possibili alternative alla soluzione adottata nel progetto esecutivo consegnato ad Italferr per l'approvazione, nel tratto tra le progressive Km 3+923,77 e Km 4+540,32.

Le alternative individuate peraltro suggerite dalla stessa Italferr nei rapporti di verifica del PE consegnato, sono ispirate al principio di trattare separatamente i primi quattro metri di terreno "inquinati" e di minimizzare quanto più possibile i volumi di terreno da sottoporre a bonifica ambientale. Le soluzioni analizzate e confrontate nel seguito lasciano inalterato l'abbassamento della livelletta, l'utilizzo della tecnologia di pali tubati ad elica continua (CSP) e la localizzazione a e quantità di jet-grouting per il tappo di fondo.

La relazione che segue illustra le soluzioni tecniche alternative, effettua un confronto tra esse e la soluzione adottata sia dal punto di vista tecnico che dal punto di vista economico, individua quindi i "costi" e i "benefici" derivanti dall'adozione della soluzione proposta in progetto e dichiara infine la scelta operata dal progettista sulla soluzione presentata.

Il tratto di galleria artificiale in questione è di lunghezza complessiva di circa 617 m, si sviluppa nell'area portuale lungo via Crispi e risale per un breve tratto lungo via Amari, fino all'incrocio con Via Bonomo.

Durante lo sviluppo del progetto, l'Appaltatore ha sottoposto ad Italferr varie soluzioni progettuali per realizzare la sezione della galleria per l'attraversamento della zona portuale che fossero in grado di affrontare le varie problematiche presenti e cioè l'interferenza con i vari sottoservizi, la protezione delle are portuali durante l'esecuzione dei lavori, l'interferenza con la falda, la minimizzazione dei quantitativi di materiale da portare a discarica. Tali soluzioni sono state già analizzate in passato e consegnate ad italferr. In particolare i documenti di progetto relativi sono:

- "Ipotesi di risoluzione interferenze collettori fognari in via Crispi Relazione illustrativa" (RS7201EZZRGXX0000001A) consegnata il 15/06/2010
- "Planimetria., profilo e sezione tipo – Soluzione 1 Via Crispi" (RS7201_R_ZZ_FX_XX0000_001_A) consegnata il 15/06/2010
- "Planimetria., profilo e sezione tipo – Soluzione 2 Via Crispi" (RS7201_R_ZZ_FX_XX0000_002_A) consegnata il 15/06/2010
- "Planimetria., profilo e sezione tipo – Soluzione 3 Via Crispi" (RS7201_R_ZZ_FX_XX0000_002_A) consegnata il 15/06/2010
- "Relazione tecnico illustrativa della soluzione progettuale adottata per il tratto di galleria artificiale lungo via Crispi " (RS7201EZZRGXX0000002A) consegnata il 24/09/2010

Nel paragrafo 2 che segue viene descritta la soluzione base adottata nel progetto e nei successivi paragrafi 3 e 4 le due possibili soluzioni alternative denominate sinteticamente "Solettone Appeso" e "Mezzo Palo".

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 4 di 41

Il paragrafo 5 riporta inoltre il confronto economico tra la soluzione base e la soluzione denominata "Solettone appeso".

Il paragrafo 6 infine riporta le considerazioni conclusive in ordine ai vantaggi e svantaggi che ciascuna delle soluzioni consente di ottenere e viene operata la scelta a vantaggio della soluzione proposta in progetto.

2 SOLUZIONE PROPOSTA IN PROGETTO CON "PARATIA DI PRIMO SALTO"

Nella fase iniziale di studio e indagine, in seguito all'esecuzione dei rilievi di dettaglio dello stato dei luoghi, del censimento dei servizi e della esecuzione della campagna di indagini geognostiche, sono emersi nuovi e significativi elementi e impreviste criticità che hanno imposto la modifica di alcuni dati di base del Progetto Definitivo.

In particolare, la campagna di rilievo ha evidenziato la presenza di alcuni importanti collettori, non censiti nel progetto definitivo, che presentano una quota di scorrimento interferente con la livelletta ferroviaria di progetto, tali collettori sono ubicati in corrispondenza dell'impianto di sollevamento "Ucciardone", ed in corrispondenza della "curva" della linea ferroviaria presente in via Crispi all'incrocio con via Amari.

Le indagini ambientali svolte, hanno inoltre comportato che il primo strato di terreno di spessore 4 metri, lungo via Crispi fosse classificato come un "rifiuto non pericoloso";

In virtù di tali circostanze nel tratto lungo via Crispi fino alla progressiva Km. 4+648,24, è stata individuata una soluzione tecnica basata sui seguenti principi:

- minimizzare le interferenze tra fognature esistenti e la galleria artificiale, senza alterare il complesso e vetusto schema fognario esistente;
- minimizzare l'interferenza della galleria ferroviaria con la falda consentendo il passaggio delle acque al disopra del solettone della galleria;
- limitare i cedimenti nelle aree limitrofe e quindi ridurre gli eventuali danni agli edifici adiacenti durante le operazioni di scavo;
- minimizzare le aree occupate durante l'esecuzione dei lavori;
- consentire di separare - durante le operazioni di scavo - la parte di terreno classificabile come "rifiuto" e la parte di terreno classificabile come "inerte da scavo", minimizzando così i costi connessi alla gestione delle materie;
- consentire l'attraversamento di nuovi sottoservizi da e verso la zona porto, senza interferire con le opere strutturali definitive della galleria ferroviaria;
- ottenere uno schema statico più certo ed efficiente;

La soluzione tecnica adottata nel tratto tra le prog. Km. 3+923,77 e prog. Km. 4+540,32, ispirata ai principi sopra elencati prevede la realizzazione di diaframmi continui di pali con tecnologia CSP (Cased Secant Piles), contrastati dai solettoni in c.a. di copertura e di base.

Lo scavo è eseguito in parte a cielo aperto (da piano campagna a quota intradosso solettone di copertura) e in parte sottocopertura (da intradosso solettone di copertura a estradosso solettone di

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 5 di 41

base).

Lo scavo della parte superiore di altezza pari a circa 4 metri è eseguito come scavo di sbancamento parzialmente in acqua. Si evidenzia che a causa della presenza di edifici, piazzali portuali e comunque della presenza dell'esercizio portuale, lo scavo non può essere realizzato con scarpe laterali, ma deve necessariamente essere protetto da un paratia di pali (*Figura 1*)

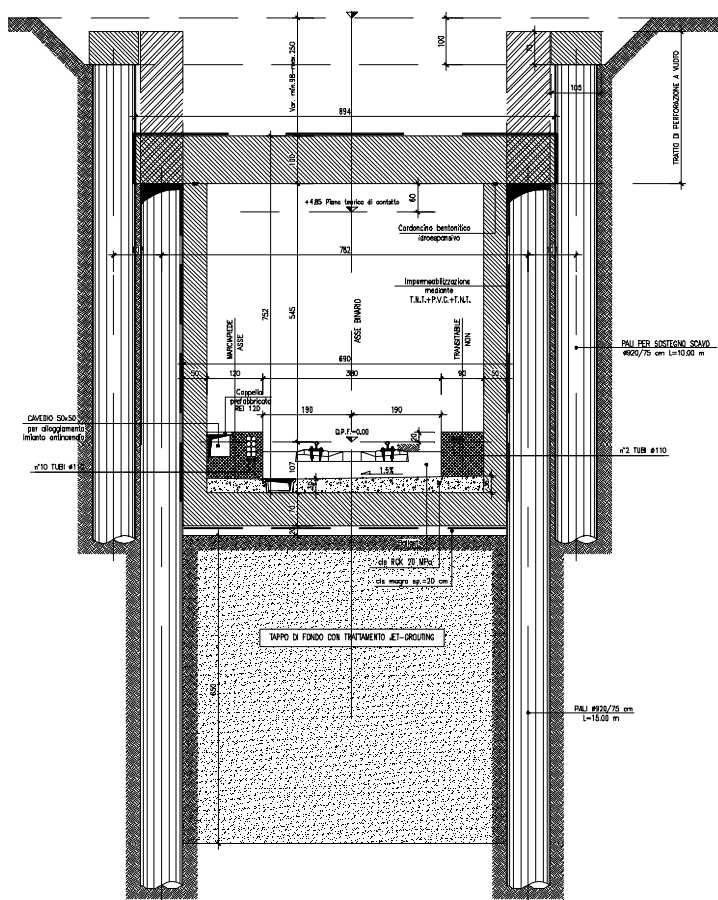


Figura 1 - Sezione tipo galleria artificiale Via Crispi

Tale paratia, denominata "di primo salto" e necessaria per tutta la lunghezza del tratto portuale ad esclusione del solo primo tratto di 120 metri e sino alla prog. Km. 4+540,32.

I pali di questa paratia sono posti, come mostrato in *Figura 1*, esternamente ai pali che sostengono la copertura e delimitano la galleria ferroviaria.

Tutti i pali adottati in questo tratto sono del tipo CSP (cased secant pile) e hanno diametro di perforazione di 920 mm (di cui 914 mm netti escludendo lo spessore del tubo forma) e sono posti ad interasse di 0,75 m.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 6 di 41

La lunghezza dei pali di primo salto è di 10 m, mentre la lunghezza dei pali definitivi della Galleria ferroviaria è di 15.00/16.50m.

Si fa notare che, la paratia di primo salto, oltre a consentire la “gestione separata” dei terreni “inquinati”, permette di:

- sostenere lo scavo in presenza di falda ;
- realizzare uno schema statico efficiente e certo, del complesso paratie interne solettone di copertura;
- ridurre l’impegno statico dei pali interni, grazie al contributo offerto dai pali di primo salto nei riguardi delle spinte del terreno. Tale interazione è stata studiata ed analizzata nella specifica relazione “RS7201EZZCLGA000X001_A”;
- riduce i cedimenti al suolo e quindi riduce gli eventuali danni agli edifici circostanti, durante le fasi di scavo, grazie anche al contributo offerto in termini di spinta passiva dai pali interni già realizzati;
- consente il libero deflusso della falda al di sopra del solettone, tra gli spazi lasciati liberi dai pali di primo salto (che al termine dell’esecuzione vanno demoliti dall’alto);
- consente che sottoservizi di futura realizzazione possano attraversare la nuova galleria, mediante semplice demolizione della paratia di primo salto senza intaccare le strutture definitive (pali interni, solettone e impermeabilizzazione);

La soluzione con “paratia di primo salto” è stata quindi prevista in tutti i casi in cui era presente la falda alta (mediamente 2 m. sotto il piano campagna), in prossimità degli edifici (edificio camera di commercio) e nell’attraversamento dei terreni fortemente spingenti (unità ALF), ovvero nel tratto tra le prog. Km. 3+923,77 e km. 4+540,32.

Si precisa che, nel tratto tra le progressive Km. 4+540,32 e Km. 4+468.240 (GA02 sezione tipo 4), la profondità della falda dal piano campagna, è mediamente pari a 2,50/3,00 m (cautelativamente nei calcoli della sezione tipo 4 è stata assunta una profondità di 2,50 m) ma subito risale lungo via Amari, sino a scomparire una volta incontrato il Flysch Numidico.

Si evidenzia che inizialmente durante lo sviluppo del progetto anche in tale tratto lungo via Amari era stata prevista la soluzione con “paratia di primo salto”, ma essendo disponibili spazi molto ridotti è stato necessario ricorrere ad una soluzione che conteneva l’ingombro delle opere.

Tale soluzione rappresentata in figura 2 prevede nel tratto sommatale un Mezzo palo secante che evita l’utilizzo della paratia di primo salto.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 7 di 41

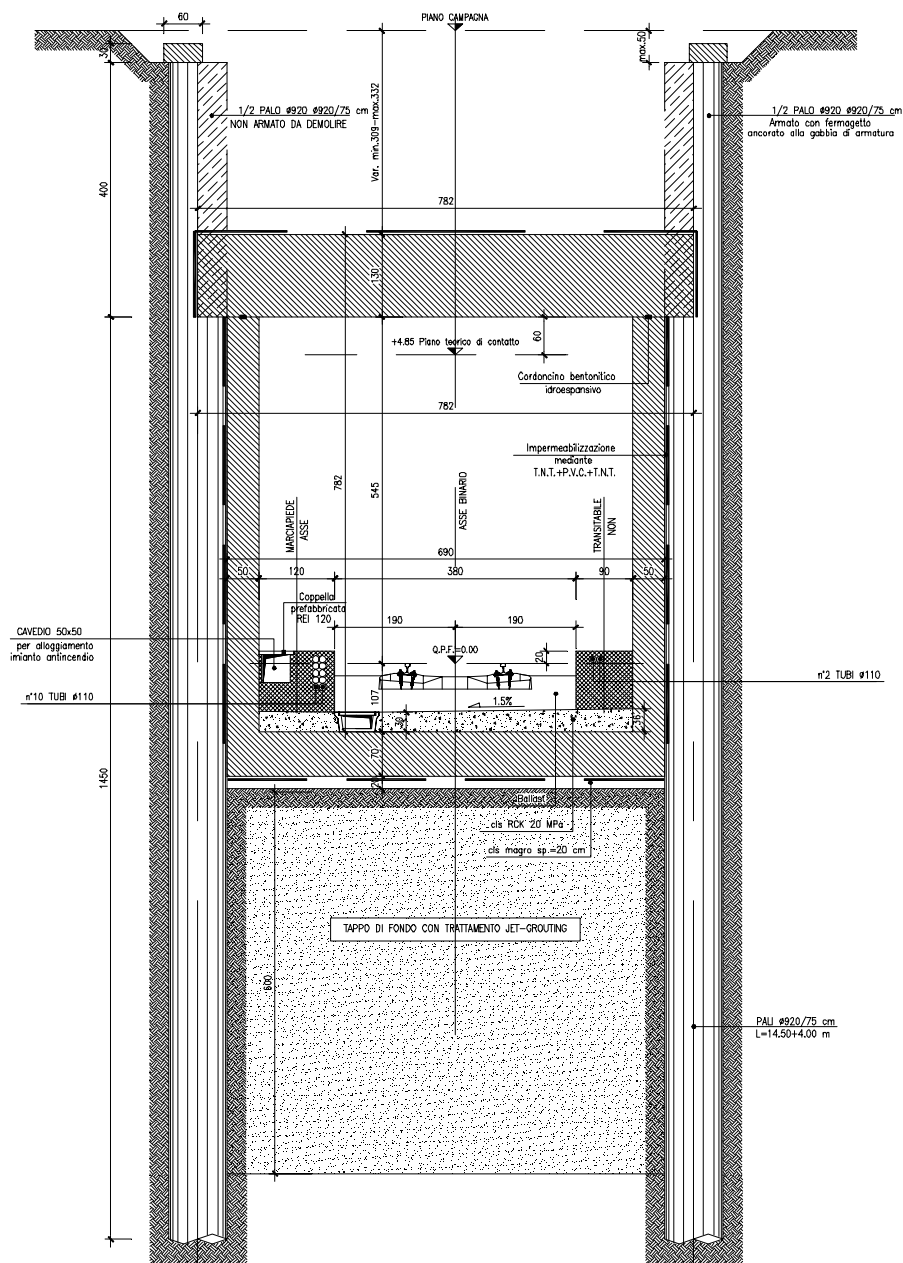


Figura 2 - GA02 - Sezione Tipo 4

Tale soluzione come meglio illustrato nel successivo paragrafo 4 purtroppo non è tecnicamente attuabile lungo l'intera via Crispi.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 8 di 41

3 SOLUZIONE ALTERNATIVA CON “SOLETTONE APPESO”

La presente soluzione denominata con “solettone appeso” prevede l’esecuzione della galleria artificiale di sottoattraversamento dell’area portuale e di via Crispi/Amari con le fasi descritte nel seguito e poi rappresentato nelle successive figure:

- realizzazione di una singola fila di paratia ai due lati della galleria artificiale a partire dal piano campagna (*Figura 3*),
- realizzazione del tappo di fondo con jet a partire dal piano di campagna (*Figura 3*),
- scavo dall’alto (fino alla quota prevista per la presenza di materiali inquinati che determinano un terreno di risulta classificabile come “rifiuto non pericoloso”) (*Figura 4*),
- Impermeabilizzazione con pannelli verso i pali, getto del solettone di copertura - solidarizzato con il cordolo di testa della paratia - su cassero o contro terra in funzione della posizione della quote di progetto della livelletta ferroviaria e quindi della quota di intradosso della copertura rispetto alla quota di scavo eseguita in funzione della presenza di terre inquinate (*Figura 4*),
- impermeabilizzazione lungo le pareti verticali e orizzontali di estradosso del solettone di copertura (struttura ad U) (*Figura 4*),
- ritombamento del solettone di copertura con materiale alleggerito e drenante in superficie (*Figura 5*)
- completamento dell’opera all’interno delle paratie con scavo a foro cieco al di sotto del solettone di copertura fino alla quota di fondo scavo, realizzazione dell’impermeabilizzazione verso i pali e giunzione con quella predisposta prima del getto della copertura e realizzazione della struttura interna (*Figura 6*).

Le figure che seguono mostrano le fasi descritte, mentre per tutti gli altri dettagli si rimanda alle tavole allegate alla presente relazione e della quale sono parte integrante:

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 9 di 41

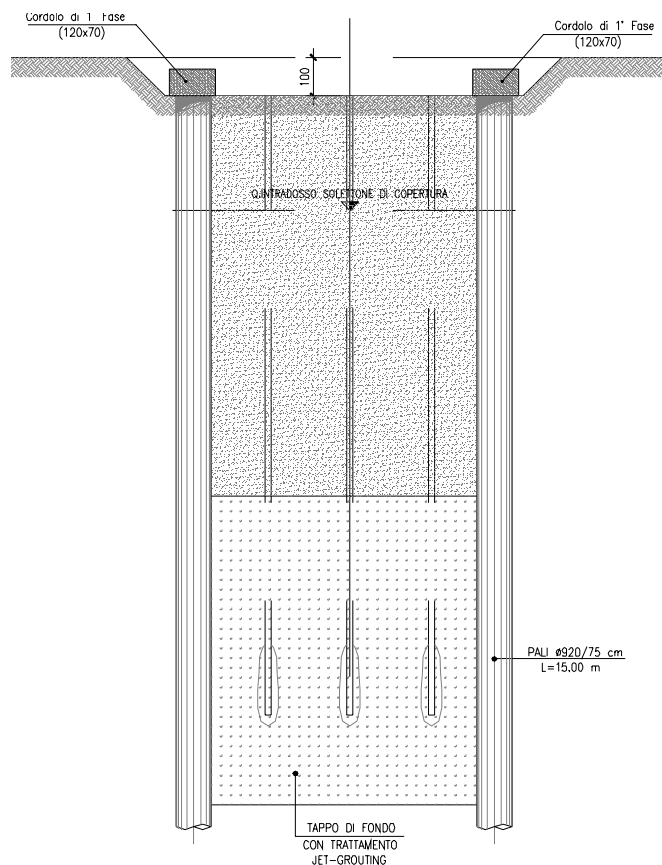


Figura 3 - Fase 1 - Realizzazione delle paratie laterali e del tappo di fondo in jet

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 10 di 41

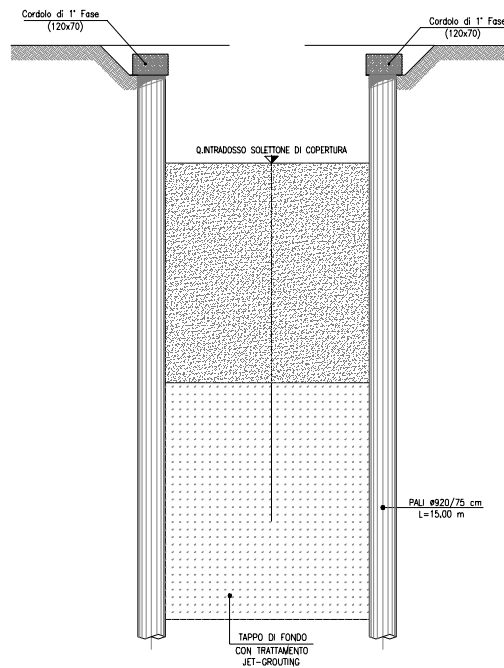


Figura 4 – Scavo dall'alto fino alla quota di passaggio tra terreni inquinati e non inquinati

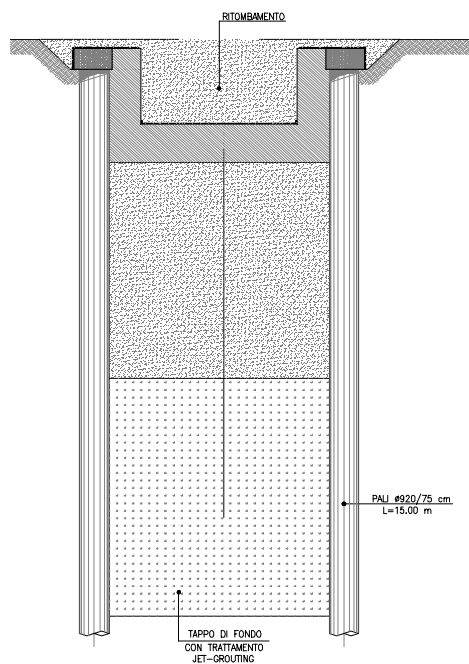


Figura 5 - Getto del solettone di copertura e delle pareti laterali, Impermeabilizzazione interna e ritombamento della struttura ad U

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 11 di 41

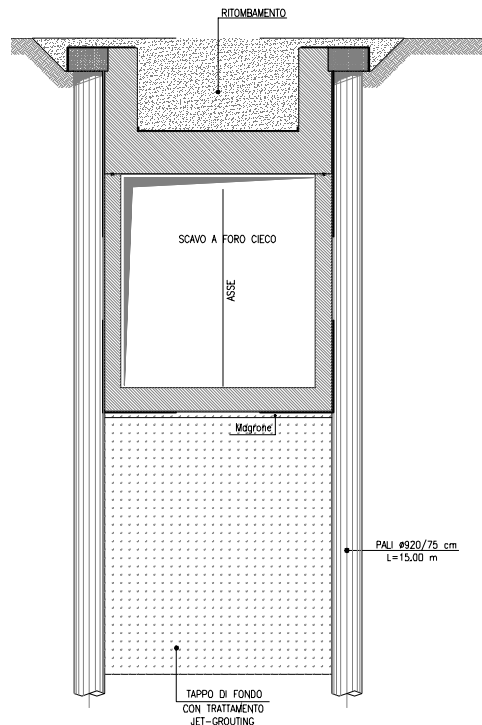


Figura 6 - Scavo a foro cieco e completamento dello scatolare interno

Per completare l'opera ed effettuare quindi un confronto omogeneo con la soluzione base occorre considerare che devono essere previsti accorgimenti costruttivi ed opere necessarie per garantire il passaggio sulla galleria degli esistenti collettori fognari, dei tubi di collegamento delle trincee drenanti poste ai lati delle paratie della galleria ferroviaria (tubi di diametro 160 mm con interasse di 20 metri di collegamento delle trincee drenanti – soluzione approvata dal Genio Civile), e alcune predisposizioni per futuri ulteriori passaggi di fognature.

Nello specifico ai fini del raffronto economico di cui al successivo paragrafo 5 sono state considerate le fognature esistenti, 2 sole predisposizioni per il passaggio di future fognature o sottoservizi e per garantire la comunicazione della falda tra monte e valle della galleria artificiale è stata ipotizzata - solo per comodità di raffronto - la stessa soluzione prevista per il progetto base ed approvata recentemente dal Genio Civile di Palermo. Si è quindi previsto che la comunicazione tra le trincee drenanti tra monte e valle avvenga attraverso by-pass con tubi di diametro 160 mm.

Per quanto riguarda quindi gli attraversamenti delle fognature essi sono previsti alle seguenti progressive chilometriche:

- 3+937.63 Attraversamento esistente
- 3+971.81 Attraversamento esistente
- 4+017.51 Predisposizione futuro attraversamento
- 4+063.20 Attraversamento esistente
- 4+098.20 Attraversamento esistente

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 12 di 41

4+127.04 Predisposizione futuro attraversamento
 4+155.87 Attraversamento esistente
 4+268.40 Attraversamento esistente
 4+450.00 Attraversamento esistente
 4+475.00 Attraversamento esistente

Per quanto riguarda gli attraversamenti della galleria per garantire la comunicazione della falda tra monte e valle con tubi di diametro 160 mm essi sono stati previsti alle seguenti progressive chilometriche:

3+955.00
 3+975.00
 3+995.00
 4+015.00
 4+035.00
 4+055.00
 4+075.00
 4+095.00
 4+110.00
 4+130.00
 4+150.00
 4+170.00
 4+190.00
 4+210.00
 4+230.00
 4+250.00
 4+270.00
 4+290.00
 4+310.00
 4+330.00
 4+350.00
 4+370.00
 4+390.00

Dal punto di vista costruttivo è opportuno illustrare le modalità operative individuate per realizzare i due tipi di attraversamento della galleria artificiale (fognature esistenti e by-pass con tubi da 160 mm.

Per attraversare la galleria con il tubo $\Phi 160$ si evidenzia che individuata la progressiva di attraversamento la parete verticale del solettone di copertura sarà realizzata con una armatura adeguata alla successiva foratura per il passaggio del tubo. A struttura ultimata, per effetto della presenza della falda il foro del palo e della struttura verticale in c.a. della copertura sarà realizzato

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 13 di 41

con l'ausilio di un perforatore con "preventer" in grado di assicurare una efficace e duratura impermeabilizzazione del sistema di copertura.

Per quanto concerne gli attraversamenti da parte dei collettori si evidenzia che sarà necessario, come mostrato nella apposita successiva figura, eseguire i pali laterali ad una quota più bassa (a quota intradosso solettone) e realizzare una seconda paratia più esterna (simile a quella adottata nella soluzione base con paratia di primo salto) con funzione di sostegno durante la successiva esecuzione del solettone e delle opere di attraversamento del collettore. I pali della seconda fila saranno quindi realizzati contemporaneamente alla prima fila.

Di seguito sono illustrate le fasi realizzative necessarie per la costruzione degli attraversamenti, sia quelli esistenti che quelli futuri

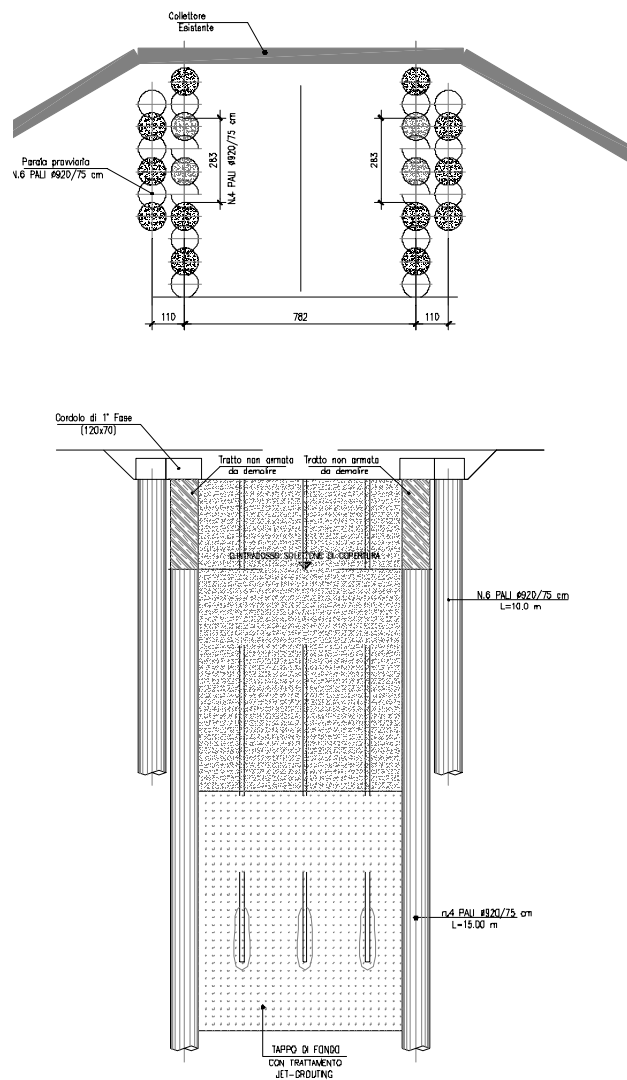


Figura 7 - Realizzazione delle paratie fino a ridosso del collettore esistente con esecuzione dei pali laterali a quota intradosso solettone e seconda fila a quota piano di campagna

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 14 di 41

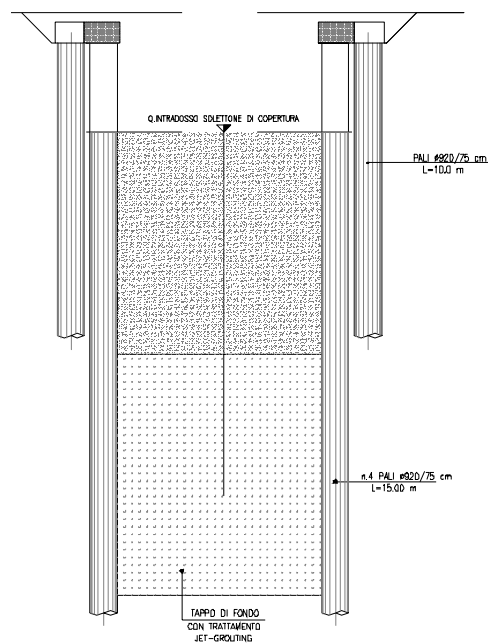
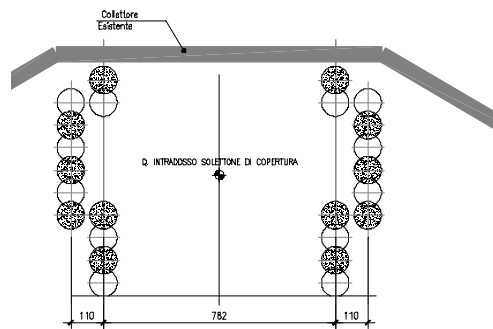


Figura 8 - Scavo di sbancamento

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 15 di 41

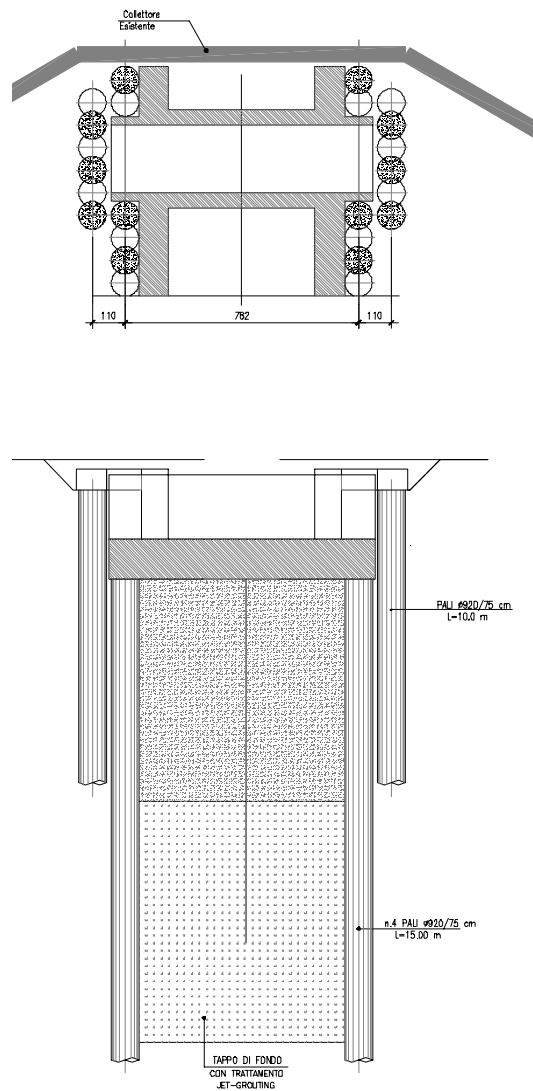


Figura 9 - Getto del solettone e delle pareti del cavedio che ospiterà il collettore deviato (o nuovo)

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 16 di 41

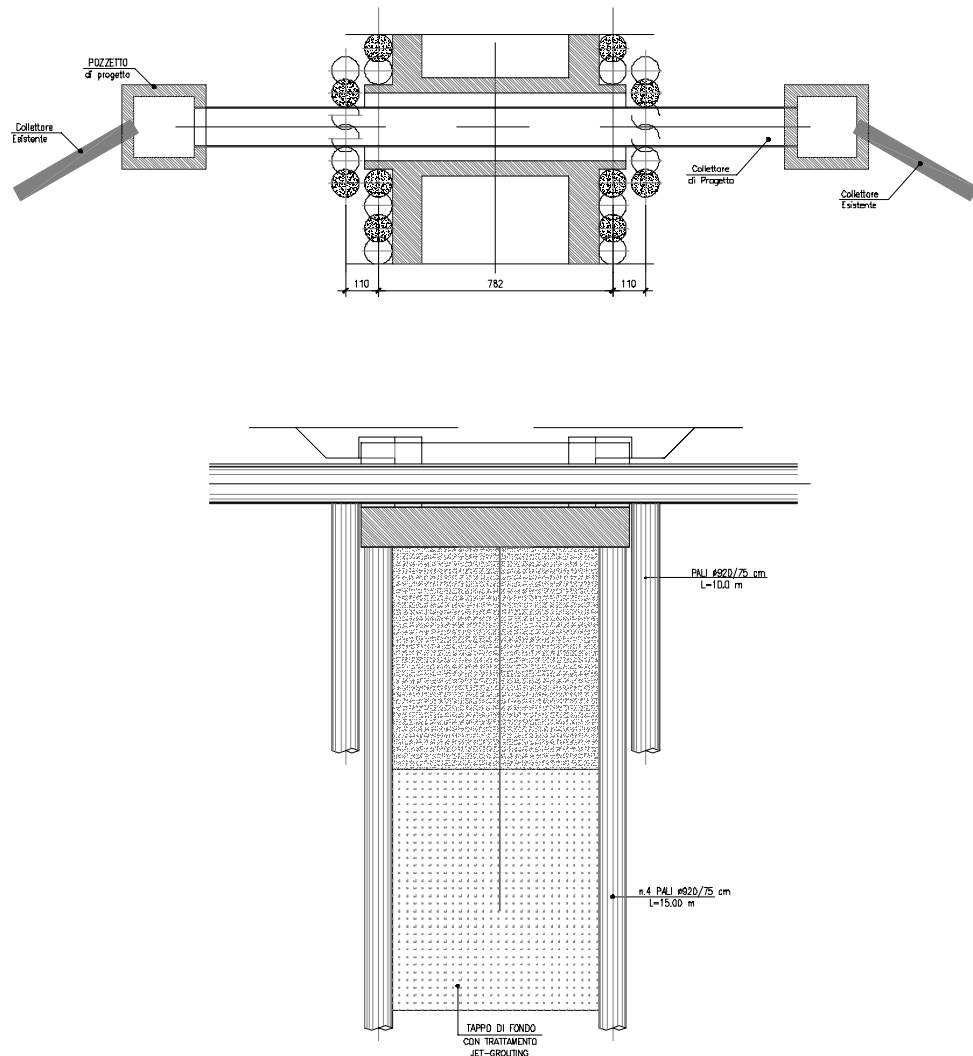


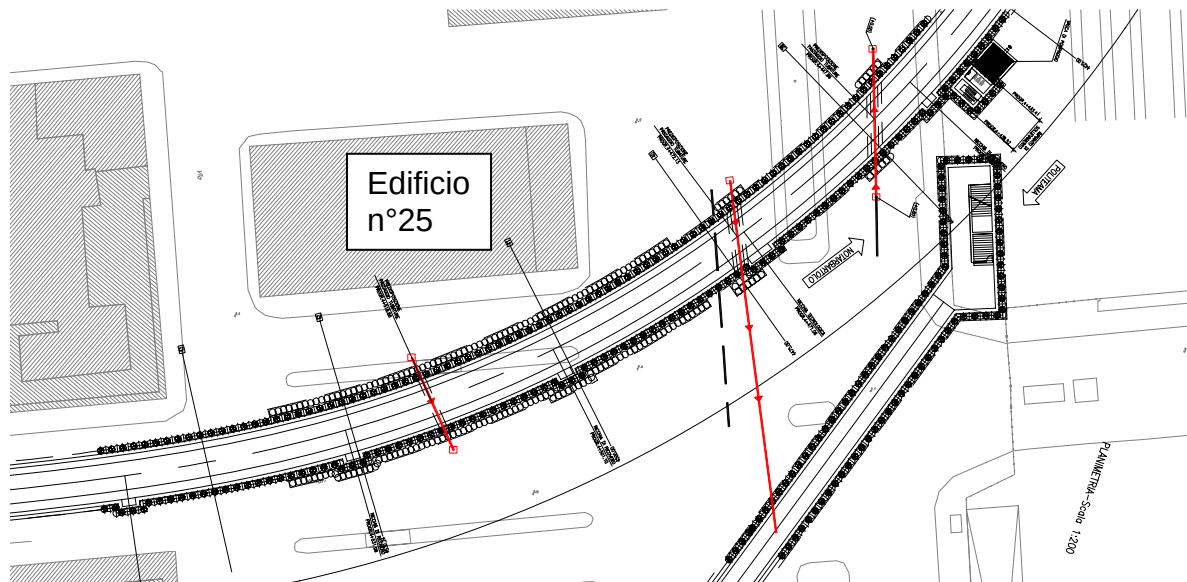
Figura 10 - Spostamento dell'esistente collettore all'interno del nuovo cavedio previo demolizione delle opere provvisionali

La soluzione alternativa qui proposta che prevede una unica fila di pali ai lati della galleria deve essere modificata con appropriate opere in corrispondenza dell'edificio n° 25 e cioè tra le progressive Km. 4+480 e 4+540.

Infatti accurate valutazioni dei cedimenti mostrano che l'opera per contenere gli spostamenti in sommità e quindi i cedimenti in corrispondenza del fabbricato 25 necessita di una seconda paratia di pali ai lati del collettore.

La figura che segue illustra tale intervento specifico.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 17 di 41



La soluzione fin qui descritta è una alternativa alla soluzione base prescelta e presentata in progetto.

Essa si presenta leggermente più economica della soluzione base (vedi successivo paragrafo 5) ma presenta numerosi svantaggi che ne hanno sconsigliato l'adozione facendo propendere la scelta per la soluzione proposta con "Paratia di primo salto".

Qui di seguito si evidenziano i principali svantaggi della soluzione qui presentata che ne hanno sconsigliato l'adozione.

- **maggiore impegno strutturale delle paratie laterali.**

Le paratie laterali sono disposte su una unica fila (invece delle due della soluzione base) e pertanto sono maggiormente sollecitate rispetto a quelle della soluzione con "paratia di primo salto". Le paratie in questa soluzione sono complessivamente più armate di quelle previste nella soluzione con paratia di primo salto. E' quindi da considerarsi che questa soluzione si presenta con una **minore durabilità**. La valutazione degli effetti benefici della presenza della "paratia di primo salto" sono riportati nella specifica relazione di calcolo RS7201EZZCLGA000X001A allegata al progetto;

- **Maggiori cedimenti**

Nella soluzione qui presentata sono stati valutati maggiori cedimenti nell'intorno dello scavo. Il sistema di doppia paratia nel caso della soluzione in progetto è senz'altro più rigido e comporta minori cedimenti in superficie oltre che minori sollecitazioni nei pali della prima fila.

- **Sbarramento della falda**

La presenza dei pali definitivi e della relativa controfodera (parte verticale del solettone di copertura) fino ad una quota quasi prossima al piano di campagna comporta un maggiore effetto di sbarramento al deflusso della falda. L'unica via di passaggio delle acque di falda tra monte e valle della galleria ferroviaria è costituita (oltre che dal semispazio posto al disotto della

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 18 di 41

paratia) dal sistema di trincee drenanti poste ai lati delle paratie e dai collegamenti ortogonali alla galleria attraverso tubi di diametro 160 mm posti ad interasse di 20 metri. Nel caso della soluzione con "paratia di primo salto" si ricorda che a causa della funzione provvisoria della paratia di primo salto essa può essere demolita e quindi il collegamento può avvenire (a seguito di un minimo innalzamento del pelo libero della falda) attraverso la porzione di terreno al di sopra del solettone di copertura.

Si sottolinea poi che la soluzione adottata in progetto per il deflusso della falda è stata approvata dal Genio Civile di Palermo e pertanto l'eventuale adozione della soluzione strutturale con "Solettone appeso" imporrebbe di ristudiare il sistema per la messa in collegamento della falda tra monte e valle della galleria ferroviaria per sottoporlo nuovamente all'approvazione del Genio Civile.

- **Difficoltà di impermeabilizzazione**

La particolare conformazione strutturale e la posizione della falda impongono che la parte di parete verticale del solettone a contatto con i pali sia impermeabilizzata e l'impermeabilizzazione prosegua verso il basso con la parte di controfoderata interna. Quindi l'intradosso delle pareti verticali non è a contatto con i pali ma vi è frapposta un materassino di impermeabilizzazione. Analogamente dopo il getto della soletta superiore tutto l'estradosso è ancora impermeabilizzata.

Risulta delicato il sistema di impermeabilizzazione in quanto presenta un punto delicato al contatto tra pali e getto della soletta superiore e poi all'interno della struttura ad U della copertura 8Pareti verticali e solettone orizzontale) l'acqua sarà stagnante e non può essere allontanata a gravità.

- **Criticità nel sistema di impermeabilizzazione a seguito della esecuzione dei fori per gli attraversamenti con tubi di diametro Φ 160 mm per il collegamento della falda**

Come già segnalato in precedenza per garantire il collegamento della falda tra monte e valle della galleria artificiale è necessario predisporre dei fori che per loro natura e posizione devono essere realizzati dopo il completamento del solettone e delle relative impermeabilizzazioni. Questo impone che il foro di collegamento delle trincee drenanti di monte e valle, benché predisposto nel c.a. della copertura all'atto del getto, sia realizzato dopo il suo completamento con l'ausilio di un perforatore con "preventer". Tale attività costituisce una criticità nella tenuta immediata e nel tempo dell'impermeabilizzazione.

- **Scarsa efficienza strutturale**

La sezione strutturale della soluzione con "Solettone appeso" prevede che le paratie laterali siano collegate attraverso il solettone di copertura. Esso è realizzato con due pareti verticali in continuità con il solettone orizzontale solidarizzate "flessionalmente" solo al cordolo di testata. Le pareti della copertura sono gettate contro le paratie ma vi è frapposto un materassino impermeabilizzante. Pertanto non si può contare sul contrasto tra le paratie attraverso la presenza del solettone. Questa circostanza rende di fatto la soluzione strutturale senz'altro meno efficace ed efficiente dell'altra adottata nel progetto.

- **Vincolo sui futuri passaggi di sottoservizi in attraversamento all'interno dell'area portuale**

Per limitare il vincolo posto dalla realizzazione delle paratie e del solettone all'interno dell'area portuale e lungo via Crispi/Amari ed in particolare lungo l'incrocio tra le due strade rispetto alla futura necessità di attraversare la galleria ferroviaria con sottoservizi sono state previste due sole

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 19 di 41

predisposizioni come segnalato in precedenza. Tale quantitativo è da ritenersi un minimo ed è stato assunto così nei conteggi economici di raffronto tra le soluzioni.

Se si volessero introdurre un maggior numero di attraversamenti allora occorrerebbe considerare che in termini di costo ciascun attraversamento ha un costo per l'Amministrazione di 50.000,00 euro.

In ogni caso è da ritenersi che una siffatta soluzione è di per se un vincolo alla futura disponibilità per l'attraversamento del sedime della galleria artificiale da parte di sottoservizi.

- **Vantaggi economici**

Dalla disamina che precede si evidenzia che numerosi sono gli elementi di svantaggio che caratterizzano la soluzione in particolare s e confrontata con quella poi adottata in progetto e sulla quale è ricaduta la scelta del progettista. Tuttavia va segnalato un lieve beneficio economico per la maggiore economia conseguibile con l'eventuale adozione di tale soluzione.

Il tema è trattato nell'apposito paragrafo 5 che segue ma si anticipa che il confronto tra la soluzione con "Solettone Appeso" e la soluzione con "Paratia di primo salto" comporta un risparmio economico.

Come si evince infatti dagli allegati computi delle opere a corpo e a misura si ricava quanto di seguito.

Per quanto attiene la parte a corpo la variazione di soluzione consentirebbe un risparmio di 280.000 Euro nel caso di adozione di due sole predisposizioni future per il passaggio di sottoservizi (si evidenzia al riguardo che ciascuna predisposizione in più comporta un costo aggiuntivo per l'amministrazione di 50.000,00 Euro).

Per quanto attiene la parte a misura si evidenzia che considerando che tutto il terreno proveniente dallo scavo dei pali sia rifiuto non pericoloso la variazione di soluzione consentirebbe un risparmio di 940.000,00 Euro. Tenuto conto che tale previsione è cautelativa e si potrebbe considerare che la sola prima parte di 4 metri vada considerata rifiuto non pericoloso e il resto solamente terra da scavo il risparmio si ridurrebbe a 420.000,00 Euro.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 20 di 41

4 SOLUZIONE ALTERNATIVA CON “MEZZO PALO”

Nell'ambito della “istruttoria” al progetto emessa da italferr nel giugno 2011, è stato suggerito di valutare la possibilità di estendere la soluzione già adottata nella parte bassa di via Amari alla parte di incrocio con via Crispi e lungo l'area portuale.

Italferr chiede cioè di valutare la possibilità di estendere a tale primo tratto (tra le progressive Km. 3+923,77 e Km. 4+540,32) l'adozione della sezione tipo 4 adottata nel tratto tra le progressive Km. 4+540,32 e Km. 4+468,24 (tratto basso di via Amari) ove i terreni sono anch'essi del tipo calcarenitico e vi è una presenza di falda ad una profondità media dal piano campagna di 2,50/3,00 metri, ma che scende rapidamente lungo via Amari, sino a scomparire una volta incontrato il Flysch Numidico.

Come già detto al paragrafo 2, la sezione tipo 4 (con mezzo palo in sommità), è stata introdotta per limitare al minimo gli scavi: si sfruttano le paratie laterali sia come opere di sostegno dello scavo che come appoggio del solettone di copertura.

L'esecuzione dei pali è prevista a partire da un piano di lavoro, posto a circa 50 cm al di sotto dell'attuale piano di campagna ed il solettone di copertura sarà appoggiato su una apposita sagomatura della paratia di pali. Questa soluzione è differente da quanto previsto lungo la restante parte di via Amari.

Nel tratto tra le progressive Km. 4+540,32 e Km. 4+468,24 i pali saranno realizzati con tecnologia CSP a causa della presenza dell'acqua (*Figura 11*)

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 21 di 41

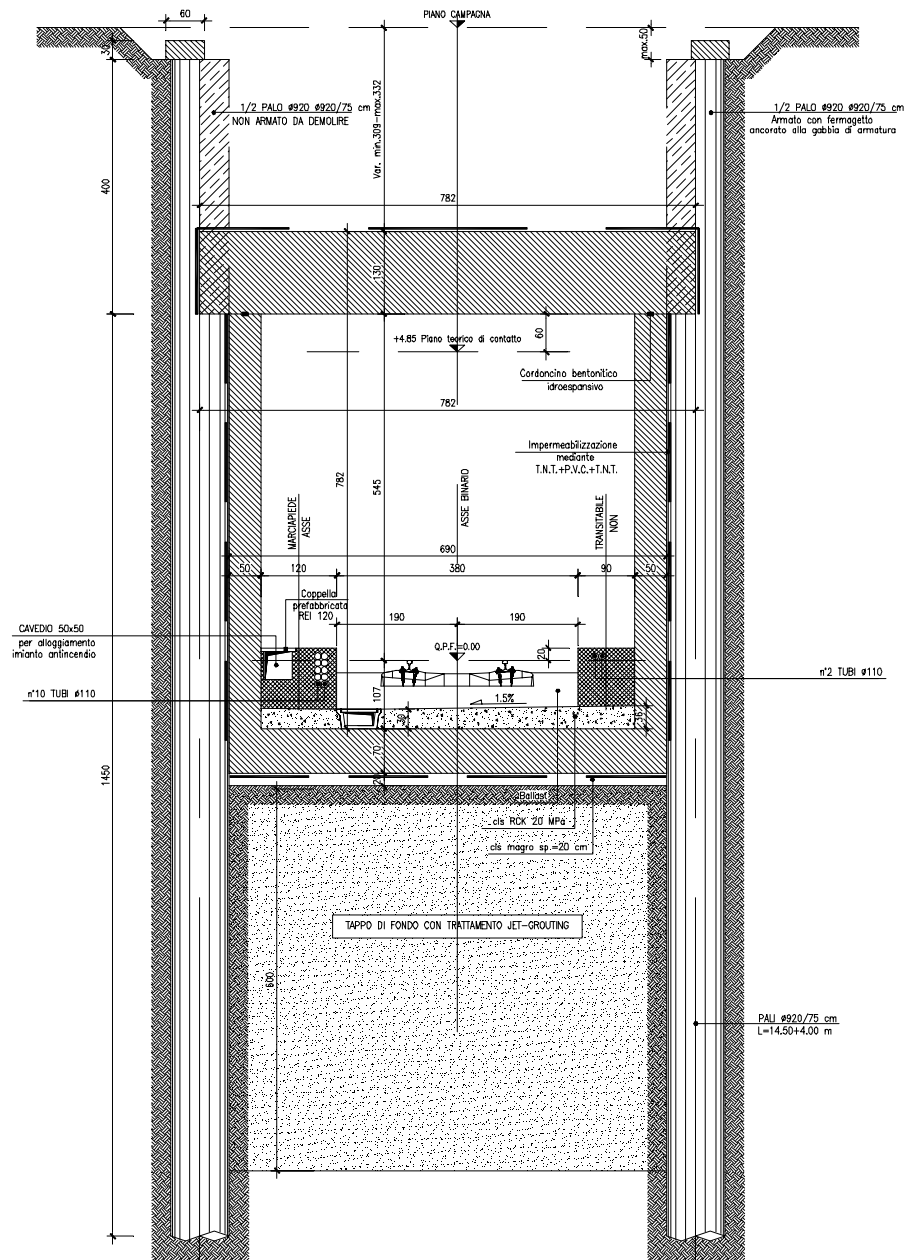


Figura 11 - GA02 - Sezione tipo tra progressive Km. 4+540.32 e Km. 4+468.24

Il solettone di copertura appoggia sui pali in corrispondenza della “sella” tra “palo intero” e “mezzo palo” ed è solidarizzato ai pali mediante armatura appositamente predisposta (vedasi al riguardo la Figura 12).

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 23 di 41

Va però subito evidenziato che la soluzione qui prospettata è in realtà **non proponibile** lungo il tratto di incrocio tra via Amari e Via Crispi e lungo l'area portuale in quanto pur essendo simili le condizioni geotecniche (ad esclusione del tratto in cui si incontra il litotipo ALF in corrispondenza delle progressive Km. 3+997.37 e Km. 4+168.87, GA01 sezione tipo 3) sono diverse le condizioni al contorno dell'opera relativamente alla quota di pelo libero della falda che si presenta più alta di circa 50/100 cm. rispetto alle condizioni di via Amari (tratto basso).

Si evidenzia che questa stessa soluzione con mezzo palo - **accostato e non secante** - è stata proposta prevalentemente in via Amari - nella zona alta - ove si rinviene il flisch numidico. Qui le condizioni di spazio disponibile limitato hanno imposto una soluzione che riducesse al massimo gli ingombri e le più favorevoli condizioni geotecniche hanno permesso l'adozione di tale sezione tipo (i materiali rinvenuti sono di buone caratteristiche e vi è assenza di falda).

Nel tratto più basso di via Amari (tra le progressive Km. 4+540,32 e Km. 4+468,24) la mancanza di spazio per accantierare le opere e la necessità di delocalizzare i sottoservizi hanno di fatto imposto di scartare una soluzione con "paratia di primo salto" che sarebbe stata preferibile, adottando una soluzione simile a quella utilizzata lungo via Amari, ma con pali di tipo secante CSP (sezione tipo 4).

Lungo il tratto di via Crispi e nell'area portuale - ove italferr in sede di istruttoria del giugno 2011 suggerisce di estendere la sezione tipo 4 già utilizzata nel tratto "basso" di via Amari, purtroppo pur essendo generalmente simili le condizioni geotecniche (ad esclusione del tratto in cui si rinviene ALF) la falda si trova permanentemente ad una quota di 2.00 m dal p.c. e pertanto le sollecitazioni che vengono generate nei pali in particolare all'attacco del "mezzo palo" sono gravose e non compatibili con la sezione in calcestruzzo.

Ancora peggiori sono poi le condizioni statiche nel tratto tra le progressive 3+997.37 e 4+168.87 ove si incontra il litotipo ALF e i terreni sono quindi più scadenti ed esercitano un'azione di spinta sulle paratie maggiore.

Tenuto conto di quanto sopra sussistono quindi due condizioni che escludono la fattibilità del mezzo palo:

- la prima attiene proprio a questioni statiche e di seguito si riportano le principali verifiche eseguite che evidenziano la impossibilità di utilizzare il mezzo palo di diametro 920 mm (eventualmente si potrebbe usare mezzo palo 1.200 mm con un inaccettabile incremento dei costi);
- la seconda questione attiene ancora una volta l'impermeabilizzazione che stavolta sarebbe poco efficiente nel nodo mezzo-palo solettone di copertura.

Come accennato sopra si riportano di seguito le verifiche strutturali alla base del "mezzo palo", nell'ipotesi di applicare tale soluzione lungo via Crispi, ad esclusione del tratto di attraversamento del litotipo ALF, confrontandole con quelle di progetto ottenute nel tratto di applicazione della sezione di tipo 4.

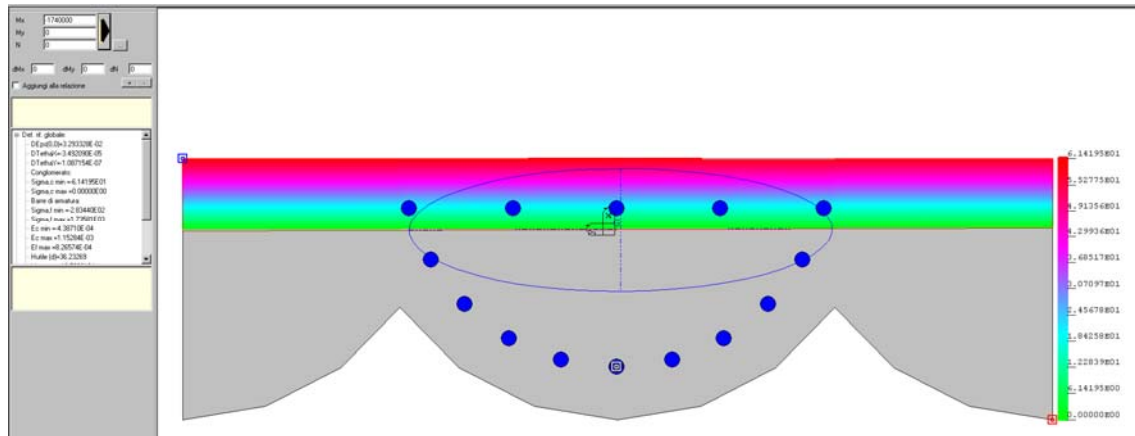
Come si evince dalla relazione di calcolo RS7201EZZCLGA020X001_B, i mezzi pali della sezione tipo 4, sono armati con 15 Φ 26 correnti per l'intera altezza, disposti lungo il perimetro, e le verifiche di resistenza e fessurazione conducono ai seguenti risultati.

$$B = 1,50 \text{ m}$$

$$H_{\max} = 0.46 \text{ m}$$

$$M = 174 \text{ kNm}$$

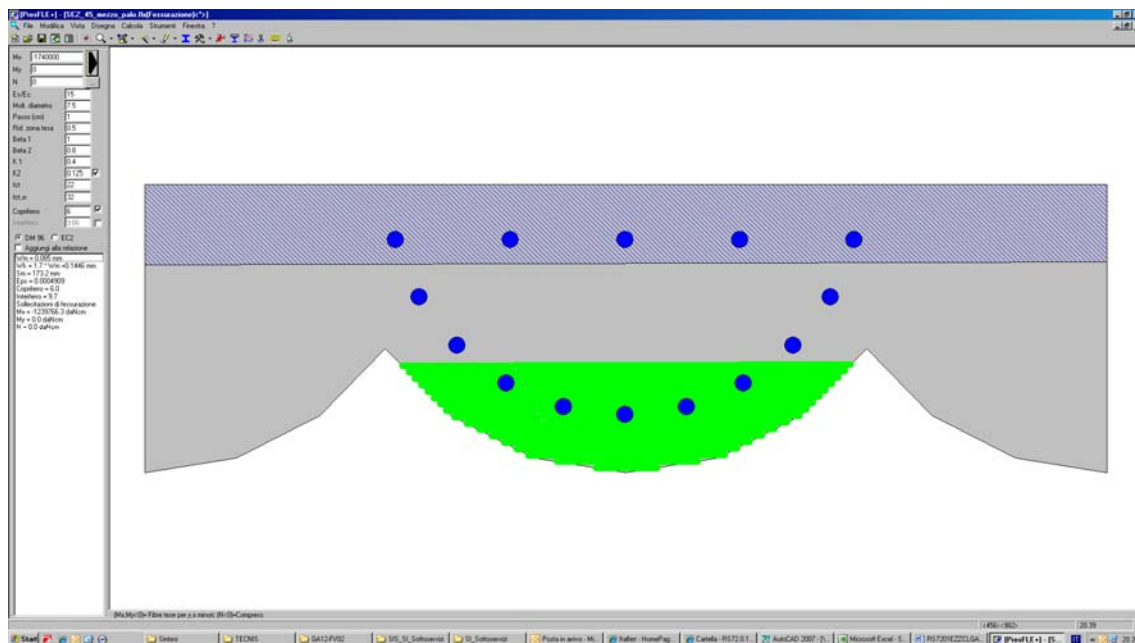
APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 24 di 41



$$\sigma_c = 6.1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_f = 174 \text{ MPa}$$

Verifica a fessurazione:

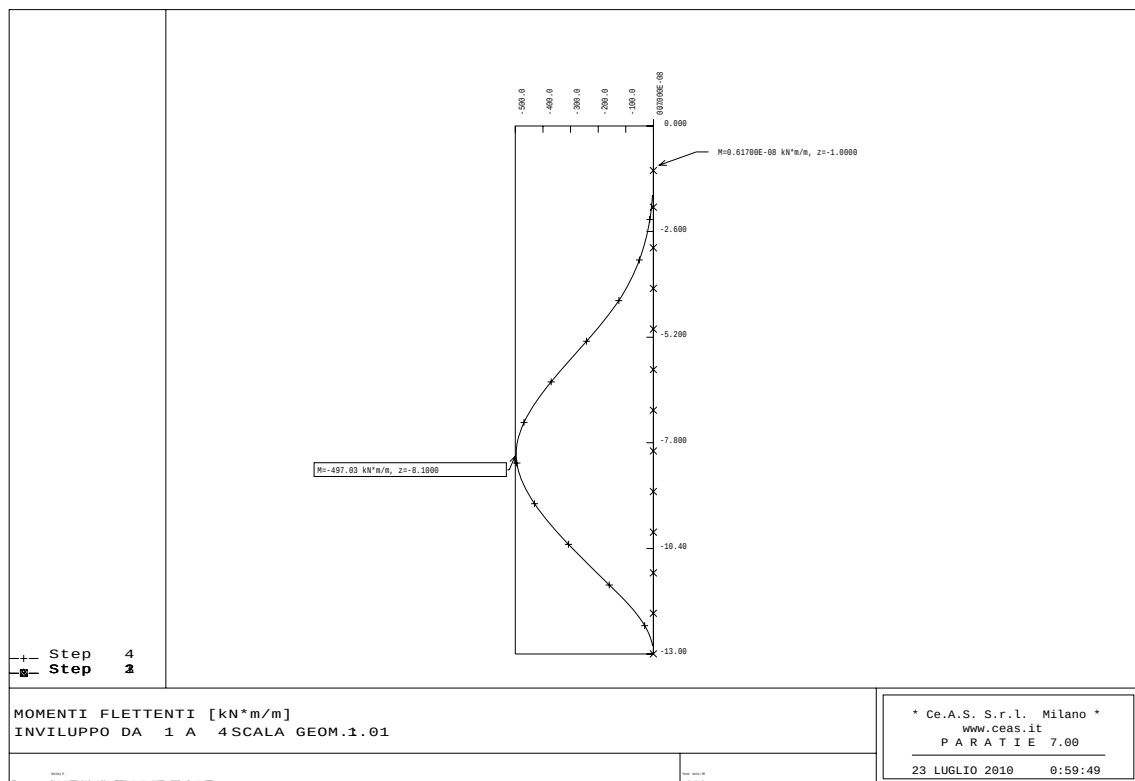


$$W_k = 0.1446 \text{ mm} < 0.15 \text{ mm}$$

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 25 di 41

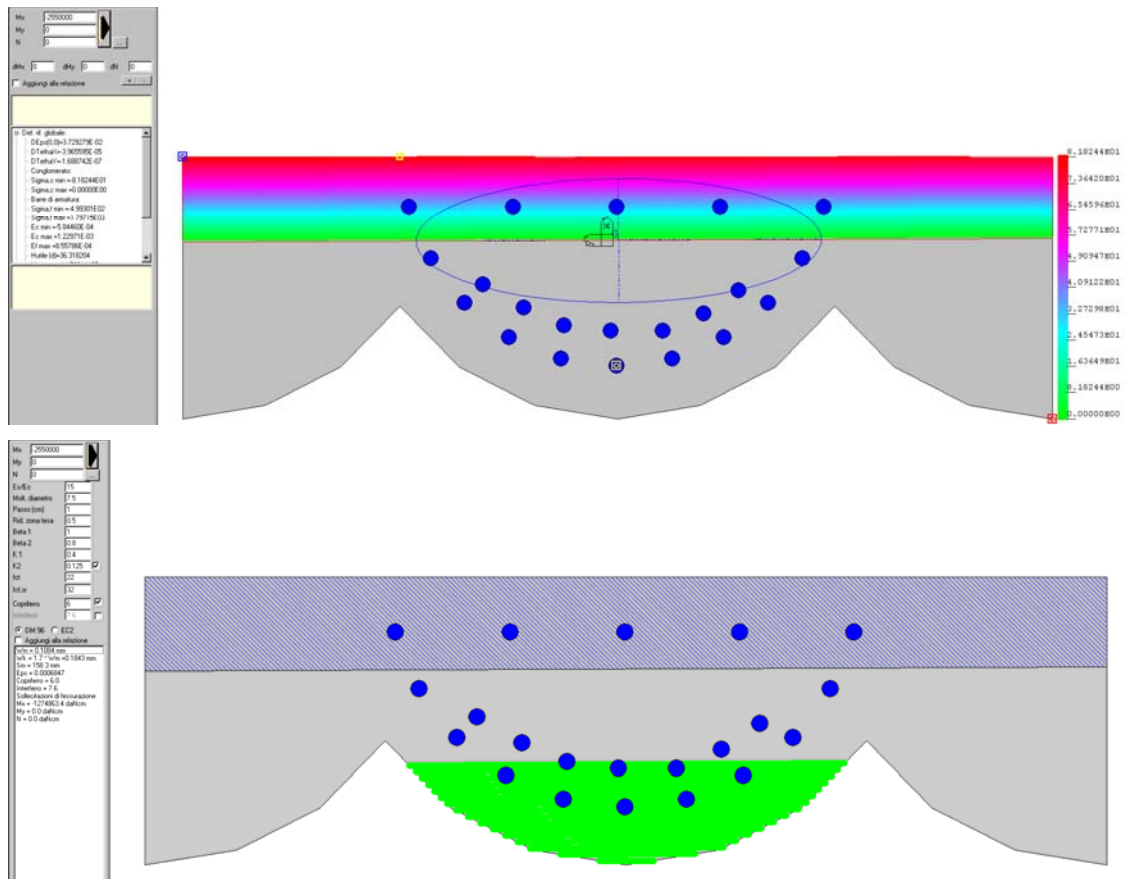
Al fine di valutare le sollecitazioni che insorgono alla base dei mezzi pali, in una sezione caratteristica di via Crispi, è stata analizzata la sezione alla prog. 4+530.

Come si evince dal diagramma seguente, la sollecitazione flettente alla base del mezzo palo è pari a circa 170kNm/m, ovvero considerando la sezione di verifica (B=150cm) pari a 255 kN/1.5m.



Pertanto volendo utilizzare la soluzione con il mezzo palo in corrispondenza della prog. 4+530, le sollecitazioni alla base del mezzo palo aumenterebbero del 50% passando da 174 kNm per la sezione tipo 4 (tra prog. 4+540 e prog. 4+648) a 255 kNm, con evidenti difficoltà realizzative dovendo utilizzare quantitativi di armatura non compatibili con le dimensioni del calcestruzzo, come si evince dalle verifiche sottostanti, oltre a non rispettare le verifiche a fessurazione.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 26 di 41



Infine occorre sottolineare che, tale situazione diventerebbe ancora meno gestibile, nei tratti di attraversamento delle unità ALF, e in ogni caso non applicabile in prossimità degli edifici, comportando cedimenti al suolo maggiori.

Per quanto sopra esposto, si ritiene che, la soluzione già adottata tra le prog. 4+540.32 e 4+648 (sezione tipo 4) non è estendibile lungo via Crispi.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 27 di 41

5 RAFFRONTO ECONOMICO TRA LA SOLUZIONE BASE CON "PARATIA DI PRIMO SALTO" E LA SOLUZIONE CON "SOLETTONE APPESO"

Come evidenziato nei paragrafi precedenti la soluzione con "Mezzo palo" non è proponibile per gli evidenti aggravi di sollecitazione dovuti alle diverse condizioni al contorno della falda e delle peggiori caratteristiche geotecniche nel tratto in cui si rinviene il litotipo ALF.

E' dunque possibile paragonare unicamente la soluzione presentata in progetto con "paratia di primo salto" e la soluzione illustrata al paragrafo 3, denominata "Solettone appeso".

Nel seguito (TAB. 1) è riportata il quadro di raffronto economico, tra le due soluzioni per la parte a corpo, mentre nella TAB. 2 è riportato il raffronto per la parte a misura.

Per la parte a corpo, è stato sviluppato un computo di confronto che tiene conto delle effettive differenze progettuali tra le due soluzioni nel tratto che interessa le seguenti parti di opera:

GA01 da Progressiva Km. 3+932,77 a Progressiva Km. 4+168,87

GA12 da Progressiva Km. 4+168,87 a Progressiva Km. 4+263,20

GA02 da Progressiva Km. 4+263,20 a Progressiva Km. 4+540,32

In particolare si segnala che il computo metrico estimativo è stato sviluppato sulla base del progetto presentato e degli elaborati grafici allegati alla presente relazione costituiti da:

- Allegato 1- GA01 Planimetria e sviluppata pali
- Allegato 2- GA01/GA12 Planimetria e sviluppata pali
- Allegato 3- GA01 Carpenteria
- Allegato 4- GA01 Fasi costruttive sezione tipo 2 e tipo 3
- Allegato 5- GA02 Planimetria e sezione longitudinale
- Allegato 6- GA02 Carpenteria

Si segnala inoltre che si è tenuto conto di realizzare la predisposizione per due soli attraversamenti di sottoservizi.

Con tali premesse il computo di raffronto indica che la nuova soluzione comporta un risparmio per le opere a corpo di 280.000,00 Euro circa

Il computo evidenzia altresì che per ogni predisposizione in più per i futuri sottoservizi sarebbe necessario impiegare ulteriori 50.000,00 Euro circa.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 28 di 41

PRG	ARTICOLO	DESCRIZIONE ARTICOLO	QUANTITA'				IMPORTI			
			STIMA ORIGINARIA	STIMA PERIZIA	DIFF. POSITIVA	DIFF. NEGATIVA	STIMA ORIGINARIA	STIMA PERIZIA	DIFF. POSITIVA	DIFF. NEGATIVA
		A) LAVORI								
1	AM.PL.A.501.B	Demolizione di massicciata stradale in corrispondenza dei passaggi a livello su strade comunali Prezzo 8,15 Euro/mq	2 906,00	2 906,00	----	----	23 683,90	23 683,90	0,00	0,00
2	AP.97.BA.11.A	Geotessile "tessuto non tessuto" massa per unita' di superficie da 100 a 200 g/mq, resistenza a trazione maggiore o uguale a 8 KN/m Prezzo 0,84 Euro/mq	7 023,48	9 850,28	2 826,80	----	5 899,72	8 274,24	2 374,52	0,00
3	AP.97.BA.11.C	Geotessile "tessuto nontessuto" massa per unita' di superficie da 301 a 400 g/mq, resistenza a trazione maggiore o uguale a 20 KN/m Prezzo 1,36 Euro/mq	48 488,50	51 249,41	2 760,91	----	65 944,36	69 699,20	3 754,84	0,00
4	AP.97.GC.05.D	Scavo a foro cieco di gallerie artificiali tra paratie, comunque realizzate in terreni di classe I, II, III, IV e V Prezzo 11,47 Euro/mc	52 947,28	52 947,28	----	----	607 305,30	607 305,30	0,00	0,00
5	AP.99.BA.05.A	Rilevati stradali Prezzo 10,38 Euro/mc	19 464,31	26 536,98	7 072,67	----	202 039,54	275 453,85	73 414,31	0,00
6	BA.CZ.A.301.A	Conglomerato cementizio per strutture di fondazione, della classe di resistenza RbK 15N/mm2. Prezzo 39,81 Euro/mc	2 405,21	2 405,21	----	----	95 751,41	95 751,41	0,00	0,00
7	BA.CZ.A.301.B	Cls.per strutture di fondazione classe di resistenza Rck 20 N/mm2 Prezzo 44,17 Euro/m³	1 545,20	1 545,20	----	----	68 251,48	68 251,48	0,00	0,00
8	BA.CZ.A.301.C	Conglomerato cementizio per strutture difondazione, della classe di resistenza RbK 25N/mm2. Prezzo 50,18 Euro/mc	163,32	163,32	----	----	8 195,40	8 195,40	0,00	0,00
9	BA.CZ.A.301.D	Conglomerato cementizio per strutture di fondazione, della classe di resistenza RbK 30N/mm2. Prezzo 54,68 Euro/mc	1 459,03	1 459,03	----	----	79 779,76	79 779,76	0,00	0,00
10	BA.CZ.A.302.D	Conglomerato cementizio per strutture in elevazione della classe di resistenza								

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 30 di 41

PRG	ARTICOLO	DESCRIZIONE ARTICOLO	QUANTITA'				IMPORTI			
			STIMA ORIGINARIA	STIMA PERIZIA	DIFF. POSITIVA	DIFF. NEGATIVA	STIMA ORIGINARIA	STIMA PERIZIA	DIFF. POSITIVA	DIFF. NEGATIVA
21	BA.DE.A.504.A	Prezzo 24,06 Euro/mc Demolizione di conglomerato cementizio armato infondazione, fino alla profondità di 2 m.	172,64	172,64	----	----	4 153,72	4 153,72	0,00	0,00
22	BA.DE.A.506.A	Prezzo 34,57 Euro/mc Demolizione di pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso, andante.	619,99	619,99	----	----	21 433,05	21 433,05	0,00	0,00
23	BA.DE.A.512.A	Prezzo 6,91 Euro/mc Demolizioni di sottofondi in calcestruzzo, dello spessore fino a 10 cm.	4 803,27	4 803,27	----	----	33 190,60	33 190,60	0,00	0,00
24	BA.DE.A.512.B	Prezzo 2,10 Euro/mq Demolizioni di sottofondi in calcestruzzo; sovrapprezzo per ogni centimetro in più, oltre i 10 cm.	400,00	400,00	----	----	840,00	840,00	0,00	0,00
25	BA.DE.A.512.CA	Prezzo 0,18 Euro/mq Detraz.BADEA512C demoliz.pavimento e sottofondo; Applicata a BADEA512A	4 000,00	4 000,00	----	----	720,00	720,00	0,00	0,00
26	BA.DE.A.514.A	Prezzo -1,05 Euro/m² Demolizione di basolati o lastricati in pietra, di qualunque spessore.	200,00	200,00	----	----	-210,00	-210,00	0,00	0,00
27	BA.DE.A.534.A	Prezzo 4,06 Euro/mq Rimozione di ringhiere cancelli, parapetti infero e simili.	200,00	200,00	----	----	812,00	812,00	0,00	0,00
28	BA.DE.A.547.A	Prezzo 0,03 Euro/kg Demolizione totale di corpi di fabbrica computata geometricamente con esclusione degli aggetti.	3 400,00	3 400,00	----	----	102,00	102,00	0,00	0,00
29	BA.DE.A.550.A	Prezzo 3,30 Euro/mc Demolizione di recinzione di rete metallica montata su sostegni di qualsiasi tipo.	5 235,00	5 235,00	----	----	17 275,50	17 275,50	0,00	0,00
30	BA.DE.A.551.A	Prezzo 1,14 Euro/m Demolizione di calcestruzzi e conglomerati cementizi non armati, da oltre 2 m e fino a 4 m di profondità.	178,00	178,00	----	----	202,92	202,92	0,00	0,00
31	BA.LE.A.109.A	Prezzo 33,67 Euro/mc Lastre di fibre vegetali, dello spessore di 15	6 164,78	1 650,14	----	4 514,64	207 568,14	55 560,21	0,00	152 007,93

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 31 di 41

PRG	ARTICOLO	DESCRIZIONE ARTICOLO	QUANTITA'				IMPORTI			
			STIMA ORIGINARIA	STIMA PERIZIA	DIFF. POSITIVA	DIFF. NEGATIVA	STIMA ORIGINARIA	STIMA PERIZIA	DIFF. POSITIVA	DIFF. NEGATIVA
		mm.								
32	BA.MT.A.301.A	Prezzo 1,96 Euro/mq Scavo in genere eseguito con qualsiasi mezzo meccanico.	7 246,05	7 246,05	----	----	14 202,26	14 202,26	0,00	0,00
33	BA.MT.A.304.A	Prezzo 7,04 Euro/mc Scavo di fondazione, eseguito con mezzi meccanici, esclusi i materiali litoidi, fino alla profondità di 2,00 m.	11 308,46	9 450,65	----	1 857,81	79 611,56	66 532,58	0,00	13 078,98
34	BA.MT.A.304.B	Prezzo 11,95 Euro/mc Scavo di fondazione, eseguito con mezzi meccanici esclusi i materiali litoidi, per profondità oltre 2,00 m. e fino a 4,00 m.	16 001,25	13 744,80	----	2 256,45	191 214,94	164 250,36	0,00	26 964,58
35	BA.MT.A.336.A	Prezzo 13,92 Euro/mc Posa in opera di "Geotessile" in fibre sintetiche, esclusa la fornitura	4 974,94	18 432,87	13 457,93	----	69 251,16	256 585,55	187 334,39	0,00
36	BA.MT.B.213.C	Prezzo 0,23 Euro/mq Taglio di alberi posti anche su pareti o pendici prospicienti la sede ferroviaria, del diametro superiore a 30 cm.	55 511,98	61 099,69	5 587,71	----	12 767,76	14 052,93	1 285,17	0,00
37	BA.MT.B.314.A	Prezzo 17,87 Euro/Cadauno Fornitura e posa in opera di terreno vegetale.	57,00	57,00	----	----	1 018,59	1 018,59	0,00	0,00
38	BA.MT.B.315.A	Prezzo 4,46 Euro/mc Formazione e semina di prato con miscuglio fornito in opera di semi selezionati.	308,52	308,52	----	----	1 376,00	1 376,00	0,00	0,00
39	BA.MT.B.316.D	Prezzo 4,46 Euro/mq Fornitura e messa a dimora di piante. Fornitura emessa a dimora di Magnolia grandiflora (H=4- 5 m).	771,30	771,30	----	----	3 440,00	3 440,00	0,00	0,00
40	BA.OP.A.315.A	Prezzo 147,39 Euro/Cadauno Impermeabilizzazione di impalcati e volti a mezzo di manto impermeabile con una sola guaina prefabbricata dello spessore non inferiore a 4 mm.	60,00	60,00	----	----	8 843,40	8 843,40	0,00	0,00
41	BA.OP.A.317.A	Prezzo 6,47 Euro/mq Strato protettivo in conglomerato cementizio della classe di resistenza 250.	11 398,06	16 985,77	5 587,71	----	73 745,45	109 897,93	36 152,48	0,00

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 32 di 41

PRG	ARTICOLO	DESCRIZIONE ARTICOLO	QUANTITA'				IMPORTI			
			STIMA ORIGINARIA	STIMA PERIZIA	DIFF. POSITIVA	DIFF. NEGATIVA	STIMA ORIGINARIA	STIMA PERIZIA	DIFF. POSITIVA	DIFF. NEGATIVA
42	BA.PD.A.320.A	Prezzo 3,57 Euro/mq Compenso per perforazione a vuoto per l'esecuzione delle colonne di cui alla voce BA.PD.A.319 nel caso di perforazione a vuoto superiore al 10 %.	9 070,93	9 070,93	----	----	32 383,22	32 383,22	0,00	0,00
43	BA.PD.A.321.A	Prezzo 5,39 Euro/m Tappo di fondo impermeabile mediante colonne di terreno consolidato, di cui alla voce BA.PD.A.319.	104 325,88	104 325,88	----	----	562 316,49	562 316,49	0,00	0,00
44	BA.PS.A.306.A	Prezzo 87,28 Euro/mc Sottofondo stabilizzato per uno spessore finito di 20 cm.	64 595,94	64 595,94	----	----	5 637 933,64	5 637 933,64	0,00	0,00
45	BA.PS.A.306.B	Prezzo 2,53 Euro/mq Sottofondo stabilizzato: sovrapprezzo per ogni centimetro in più rispetto ai 20 cm.	17 900,33	17 900,33	----	----	45 287,83	45 287,83	0,00	0,00
46	BA.PS.A.311.A	Prezzo 0,13 Euro/mq Strato di base in conglomerato bituminoso	358 006,60	358 006,60	----	----	46 540,86	46 540,86	0,00	0,00
47	BA.PS.A.311.B	Prezzo 6,01 Euro/mq Strato di base: sovrapprezzo per ogni centimetro in più di spessore finito oltre gli 8 cm.	16 285,27	16 285,27	----	----	97 874,47	97 874,47	0,00	0,00
48	BA.PS.A.312.A	Prezzo 0,58 Euro/mq Strato di collegamento in conglomerato bituminoso semiaperto (binder)	32 570,54	32 570,54	----	----	18 890,91	18 890,91	0,00	0,00
49	BA.PS.A.312.B	Prezzo 3,72 Euro/mq Strato di collegamento: sovrapprezzo per ogni centimetro in più di spessore oltre i 4 cm.	16 285,27	16 285,27	----	----	60 581,20	60 581,20	0,00	0,00
50	BA.PS.A.313.A	Prezzo 0,63 Euro/mq Tappeto di usura in conglomerato bituminoso (chiuso).	48 855,81	48 855,81	----	----	30 779,16	30 779,16	0,00	0,00
51	BA.PS.A.319.A	Prezzo 3,09 Euro/mq Cordolo per marciapiedi in conglomerato vibrocompresso	17 900,33	17 900,33	----	----	55 312,02	55 312,02	0,00	0,00
52	BA.PS.A.539.A	Prezzo 9,82 Euro/m Simboli per segnaletica su pavimentazione strada-le.	2 069,78	2 069,78	----	----	20 325,24	20 325,24	0,00	0,00

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 33 di 41

PRG	ARTICOLO	DESCRIZIONE ARTICOLO	QUANTITA'				IMPORTI			
			STIMA ORIGINARIA	STIMA PERIZIA	DIFF. POSITIVA	DIFF. NEGATIVA	STIMA ORIGINARIA	STIMA PERIZIA	DIFF. POSITIVA	DIFF. NEGATIVA
53	FA.IP.A.306.D	Prezzo 22,60 Euro/mq Manto impermeabile con guaina di bitume ed elastomeri armata con << tessuto non-tessuto >> del peso di 200-250 gr/m2 di spessore	290,00	290,00	----	----	6 554,00	6 554,00	0,00	0,00
54	FA.IP.B.305.B	Prezzo 5,53 Euro/mq Spianata di malta in preparazione del piano di posa della impermeabilizzazione con malta di cemento.	21 502,34	21 502,34	----	----	118 907,94	118 907,94	0,00	0,00
55	FA.PV.C.301.A	Prezzo 4,02 Euro/mq Pavimento a getto in malta cementizia dello spessore di cm.2,5 con massetto di sottofondo dello spessore di cm.8	16 494,48	16 494,48	----	----	66 307,81	66 307,81	0,00	0,00
56	FA.PV.C.301.B	Prezzo 4,55 Euro/mq Massetti di sottofondo, sovrapprezzo alla sottovoce FA.PV.C.301.A per ogni cm. di maggior spessore del massetto	4 575,06	4 575,06	----	----	20 816,52	20 816,52	0,00	0,00
57	FA.TV.D.301.A	Prezzo 0,49 Euro/mq Esecuzione in opera di strisce per segnaletica orizzontale	39 113,22	39 113,22	----	----	19 165,48	19 165,48	0,00	0,00
58	FA.TV.D.301.B	Prezzo 0,27 Euro/m Esecuzione in opera di strisce della larghezza di cm 12 per scritte, bande e zembrature	5 921,95	5 921,95	----	----	1 598,93	1 598,93	0,00	0,00
59	IT.ID.A.211.B	Prezzo 2,46 Euro/mq Formazione di condotte con tubi e pezzi speciali in PVC o PE, delle voci elencate dal n. (IT.TB.L.139) al n. (IT.TB.L.186).	265,00	265,00	----	----	651,90	651,90	0,00	0,00
60	IT.ID.C.209.A	Prezzo 0,18 Euro/cm*m Posa in opera di pozzetti prefabbricati in cemento armato vibrato A.R. delle voci n. (IT.TB.N.101), (IT.TB.N.102) e (IT.TB.N.103).	110 064,24	110 064,24	----	----	19 811,56	19 811,56	0,00	0,00
61	IT.ID.C.216.A	Prezzo 102,73 Euro/mc Posa in opera di chiusini, caditoie e pozzetti in ghisa delle voci n. (IT.TB.N.110), (IT.TB.N.111) e (IT.TB.N.112).	33,54	33,54	----	----	3 445,56	3 445,56	0,00	0,00

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 34 di 41

PRG	ARTICOLO	DESCRIZIONE ARTICOLO	QUANTITA'				IMPORTI			
			STIMA ORIGINARIA	STIMA PERIZIA	DIFF. POSITIVA	DIFF. NEGATIVA	STIMA ORIGINARIA	STIMA PERIZIA	DIFF. POSITIVA	DIFF. NEGATIVA
62	IT.TB.L.139.H	Prezzo 0,32 Euro/kg Tubi di polivinile cloruro UNI 7443-75 tipo 302, per scarichi, del diametro esterno di mm. 110.	4 680,00	4 680,00	----	----	1 497,60	1 497,60	0,00	0,00
63	IT.TB.N.101.A	Prezzo 3,13 Euro/m Pozzetti stradali in c.a. per fognature non sifonati.	9 953,88	9 953,88	----	----	31 155,64	31 155,64	0,00	0,00
64	IT.TB.N.110.A	Prezzo 62,08 Euro/mc Chiusini e caditoie in ghisa di seconda fusione. (al chilogrammo).	33,54	33,54	----	----	2 082,16	2 082,16	0,00	0,00
65	NP.OC.10	Prezzo 0,67 Euro/kg Posa in opera di lastre in fibra vegetale di cui alla voce BA.LE.A.109.A	4 680,00	4 680,00	----	----	3 135,60	3 135,60	0,00	0,00
66	NP.OC.11	Prezzo 0,96 Euro/mq Fornitura e posa in opera di segnaletica costituita da targhe in lamiera di alluminio 30/10 mm	7 246,05	7 246,05	----	----	6 956,21	6 956,21	0,00	0,00
67	PA.OC.001	Prezzo 129,72 Euro/Cadauno PALI IN C.A. REALIZZATI CON TECNOLOGIA C.S.P. DI DIAMETRO 920 MM CON CALCESTRUZZO RCK35	214,00	214,00	----	----	27 760,08	27 760,08	0,00	0,00
68	PA.OC.004	Prezzo 180,27 Euro/ml PALI IN C.A. REALIZZATI CON TECNOLOGIA C.S.P. DI DIAMETRO 920 MM CON CALCESTRUZZO RCK40	16 240,00	5 640,00	----	10 600,00	2 927 584,80	1 016 722,80	0,00	1 910 862,00
69	PA.OC.009	Prezzo 185,03 Euro/ml INSTALLAZIONE DISPOSITIVO DI TENUTA IDRAULICA "PREVENTER" PER PERFORAZIONI SOTTO FALDA	43 539,20	44 687,50	1 148,30	----	8 056 058,18	8 268 528,13	212 469,95	0,00
70	PA.OC.010	Prezzo 622,49 Euro/Cadauno PERFORAZIONE IN SOTTERRANEO IN PRESENZA DI DISPOSITIVO DI TENUTA IDRAULICA "PREVENTER"	0,00	46,00	46,00	----	0,00	28 634,54	28 634,54	0,00
71	PA.OC.015	Prezzo 184,76 Euro/ml Fornitura e posa in opera di canaletta prefabbricata in c.a.v. per la raccolta delle acque di piattaforma in galleria, completa di coperchio	0,00	138,00	138,00	----	0,00	25 496,88	25 496,88	0,00

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 35 di 41

PRG	ARTICOLO	DESCRIZIONE ARTICOLO	QUANTITA'				IMPORTI			
			STIMA ORIGINARIA	STIMA PERIZIA	DIFF. POSITIVA	DIFF. NEGATIVA	STIMA ORIGINARIA	STIMA PERIZIA	DIFF. POSITIVA	DIFF. NEGATIVA
72	PA.OC.016	Prezzo 76,15 Euro/m Lastre in conglomerato cementizio dello spessore di cm 6	833,82	833,82	----	----	63 495,39	63 495,39	0,00	0,00
73	PA.OC.019	Prezzo 6,71 Euro/mq Cls.per strutture di fondazione classe di resistenza Rck 35 N/mm2	583,67	583,67	----	----	3 916,43	3 916,43	0,00	0,00
74	PA.OC.020.1a	Prezzo 57,80 Euro/mc Cls.per strutture in elevazione classe di resistenza Rck 40 N/mm2	5 164,47	5 164,47	----	----	298 506,37	298 506,37	0,00	0,00
75	PA.OC.021	Prezzo 70,56 Euro/mc Fornitura e posa in opera di tubi e pezzi speciali in pvc del diametro esterno di mm 160 e spessore non inferiore a mm 3,5	3 240,25	4 070,16	829,91	----	228 632,04	287 190,49	58 558,45	0,00
76	PA.OC.025	Prezzo 12,19 Euro/ml Cordolo bentonitico idroespansivo per sigillatura riprese di getto	0,00	254,15	254,15	----	0,00	3 098,09	3 098,09	0,00
77	PA.OC.149	Prezzo 11,95 Euro/m Servizio di monitoraggio automatico delle vibrazioni indotte dai lavori	1 513,08	1 513,08	----	----	18 081,31	18 081,31	0,00	0,00
78	PA.OC.150	Prezzo 1510,50 Euro/mese Fornitura e posa di fessurimetro elettrico monoassiale e unità di acquisizione locale	3,00	3,00	----	----	4 531,50	4 531,50	0,00	0,00
79	PA.OC.151	Prezzo 1283,22 Euro/Cadauno Fornitura e posa di clinometro elettrico biassiale e unità di acquisizione locale wireless	12,00	12,00	----	----	15 398,64	15 398,64	0,00	0,00
80	PA.OC.152	Prezzo 1704,38 Euro/Cadauno Fornitura e posa di unità radiologger di centralizzazione degli acquisitori locali wireless	4,00	4,00	----	----	6 817,52	6 817,52	0,00	0,00
81	PA.OC.153	Prezzo 6866,63 Euro/Cadauno Fornitura e posa di tubazione inclino-estensimetrica per colonna automatica	2,00	2,00	----	----	13 733,26	13 733,26	0,00	0,00
82	PA.OC.154	Prezzo 91,25 Euro/m Fornitura e posa colonna inclino-estensimetrica automatica	180,00	180,00	----	----	16 425,00	16 425,00	0,00	0,00

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 36 di 41

PRG	ARTICOLO	DESCRIZIONE ARTICOLO	QUANTITA'				IMPORTI			
			STIMA ORIGINARIA	STIMA PERIZIA	DIFF. POSITIVA	DIFF. NEGATIVA	STIMA ORIGINARIA	STIMA PERIZIA	DIFF. POSITIVA	DIFF. NEGATIVA
83	PA.OC.157	Prezzo 26492,46 Euro/Cadauno Rimozione e riposizionamento di colonna inclino-estensimetrica	6,00	6,00	----	----	158 954,76	158 954,76	0,00	0,00
84	PA.OC.159	Prezzo 900,06 Euro/Cadauno Servizio di gestione dati informatizzato su piattaformaWEB-GIS	4,00	4,00	----	----	3 600,24	3 600,24	0,00	0,00
85	RA.OT.A.003.A	Prezzo 2875,45 Euro/mese Determinazione delle coordinate planoaltimetriche dei punti fotografici di appoggio rilevati a terra.	5,68	5,68	----	----	16 332,56	16 332,56	0,00	0,00
86	RA.OT.E.001.C	Prezzo 36,85 Euro/Cadauno Centrini metallici a testa sferica.	1 620,00	1 620,00	----	----	59 697,00	59 697,00	0,00	0,00
		Prezzo 18,31 Euro/Cadauno	81,00	81,00	----	----	1 483,11	1 483,11	0,00	0,00
		IMPORTO TOTALE LAVORI Euro					26 325 092,95	26 045 473,55	1 823 294,09	2 102 913,49
		RESTANO NETTE Euro					26 325 092,95	26 045 473,55		
		B) SOMME A DISPOSIZIONE								
		TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE Euro					0,00	0,00		
		IMPORTO COMPLESSIVO Euro					26 325 092,95	26 045 473,55		
		MINORE SPESA Euro						279 619,40		

Tab. 1 – Quadro di raffronto (progetto esecutivo consegnato – soluzione solettone appeso) opere a corpo

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 37 di 41

Per la parte a misura si rinvia alla successiva **Tab. 2**, in essa sono messe a confronto la soluzione base e la soluzione alternativa con solettone appeso considerando così come previsto in progetto che tutti gli scavi provenienti dai pali siano da considerarsi rifiuti non pericolosi e che quindi il materiale di risulta vada trasportato in idonee discariche e ad esse conferite come "rifiuto non pericoloso".

In questa ipotesi l'adozione della soluzione con solettone appeso comporta una riduzione di 938.000,00 Euro per le parti in esame di GA01, GA02 e GA12 per le quali si passa da un importo di 14,872 milioni di Euro a 13,934 milioni di Euro.

Si segnala che la tabella riporta un importo per le tre WBS GA01, GA02 e GA12 nella colonna "Computo metrico del progetto presentato" e un altro importo nella colonna "Computo metrico del progetto presentato modificato" che rappresenta una modifica del precedente a causa di errori materiali presenti in alcuni articoli. Una ultima colonna riporta poi il valore delle stesse lavorazioni nel caso di soluzione con solettone appeso e quindi è riportata la colonna dei "Delta".

Si evidenzia poi che con un ipotesi più ottimistica che consideri che solo i primi 4 metri dei pali siano da trattarsi come rifiuti non pericolosi e il resto sia da considerarsi come terre e rocce da scavo il delta tra le due soluzioni si riduce e passa dai 938.000 euro a 421.000 Euro.

Al momento comunque senza la verifica in corso d'opera si considera che le riduzioni conseguibili sarebbero le seguenti:

A corpo	280.000,00 Euro
A misura	938.000,00 Euro

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 38 di 41

A MISURA					Computo metrico del progetto presentato		Computo metrico del progetto presentato modificato		Computo metrico soluzione con "solettone appeso"		Δ
					Quantità	Importo (Prezzo)	Quantità	Importo (Prezzo)	Quantità	Importo (Prezzo)	
GA01	Articolo	Breve	Des. U.M.	Prezzo							
	PA.OC.041	Trasporto di terre e rocce da scavo fino a 150 km classificati come "rifiuti non pericolosi" (ex tabella 5 D.M. 03/08/2005)	mc	24.00	29,800.72	715,217.28	30,543.86	733,052.64	27,415.30	657,967.20	-75,085.44
	GC.SC.B.004.A	Sovrapprezzo per trasporto a rifiuto dei materiali di risulta a distanze maggiori di 20 km per ogni km oltre i 20	m³	0.16	237,548.39	38,007.74	237,548.39	38,007.74	237,548.39	38,007.74	0.00
	PA.OC.044	COMPENSO ALLE DISCARICHE AUTORIZZATE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI	mc	101.34	29,800.72	3,020,004.96	30,543.86	3,095,314.77	27,415.30	2,778,266.50	-317,048.27
	PA.OC.048	Compenso per trattamento presso impianto di trattamento installato in cantiere di acqua proveniente da scavi, contaminata da sostanze inquinanti	t	65.87	2,847.67	187,576.02	2,847.67	187,576.02	2,847.67	187,576.02	0.00
	AP.99.BA.03.A	Compenso alle discariche autorizzate per conferimento di materiale di risulta proveniente da scavi e demolizioni, per rifiuti assimilabili agli urbani (calcinacci, terre, laterizi ecc.), esclusi materiali inquinanti.	mc	8.24	32,225.70	265,539.77	32,225.70	265,539.77	32,225.70	265,539.77	-0.00
	PA.OC.046	Compenso per conferimento presso discariche o impianti specializzati di lastre eternit contenenti amianto.	t	229.90	2.00	459.80	2.00	459.80	2.00	459.80	0.00
					A)	4,226,805.57		4,319,950.74		3,927,817.04	-392,133.71
A MISURA					Computo metrico del progetto presentato		Computo metrico del progetto presentato modificato		Computo metrico soluzione con "solettone appeso"		Δ
					Quantità	Importo (Prezzo)	Quantità	Importo (Prezzo)	Quantità	Importo (Prezzo)	
GA02 fino a prog. 4+540.32	Articolo	Breve	Des. U.M.	Prezzo							
	PA.OC.040	Trasporto di terre e rocce da scavo fino a 270 km classificati come "rifiuti pericolosi" (ex tabella 6 D.M. 03/08/2005) per lo smaltimento	mc	43.20	2,984.26	128,920.03	2,984.26	128,920.03	2,984.26	128,920.03	0.00
	PA.OC.041	Trasporto di terre e rocce da scavo fino a 150 km classificati come "rifiuti non pericolosi" (ex tabella 5 D.M. 03/08/2005)	mc	24.00	40,718.03	977,232.72	42,365.02	1,016,760.48	40,495.10	971,882.40	-44,878.08
	GC.SC.B.004.A	Sovrapprezzo per trasporto a rifiuto dei materiali di risulta a distanze maggiori di 20 km per ogni km oltre i 20	m³	0.16	196,961.27	31,513.80	196,961.27	31,513.80	196,961.27	31,513.80	0.00
	PA.OC.044	COMPENSO ALLE DISCARICHE AUTORIZZATE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI	mc	101.34	40,718.03	4,126,365.16	42,365.02	4,293,271.13	40,495.10	4,103,773.43	-189,497.69
	PA.OC.045	COMPENSO ALLE DISCARICHE AUTORIZZATE PER RIFIUTI PERICOLOSI	mc	391.07	2,984.26	1,167,054.56	2,984.26	1,167,054.56	2,984.26	1,167,054.56	0.00
	PA.OC.048	Compenso per trattamento presso impianto di trattamento installato in cantiere di acqua proveniente da scavi, contaminata da sostanze inquinanti	t	65.87	3,479.90	229,221.01	3,479.90	229,221.01	3,479.90	229,221.01	0.00
	AP.99.BA.03.A	Compenso alle discariche autorizzate per conferimento di materiale di risulta proveniente da scavi e demolizioni, per rifiuti assimilabili agli urbani (calcinacci, terre, laterizi ecc.), esclusi materiali inquinanti.	mc	8.24	22,528.39	185,633.93	22,528.39	185,633.93	22,528.39	185,633.93	0.00
					B)	6,845,941.22		7,052,374.95		6,817,999.17	-234,375.77
A MISURA					Computo metrico del progetto presentato		Computo metrico del progetto presentato modificato		Computo metrico soluzione con "solettone appeso"		Δ
					Quantità	Importo (Prezzo)	Quantità	Importo (Prezzo)	Quantità	Importo (Prezzo)	
GA12	Articolo	Breve	Des. U.M.	Prezzo							
	PA.OC.041	Trasporto di terre e rocce da scavo fino a 150 km classificati come "rifiuti non pericolosi" (ex tabella 5 D.M. 03/08/2005)	mc	24.00	24,717.16	593,211.84	24,647.94	591,550.56	22,160.67	531,856.08	-59,694.48
	GC.SC.B.004.A	Sovrapprezzo per trasporto a rifiuto dei materiali di risulta a distanze maggiori di 20 km per ogni km oltre i 20	m³	0.16	198,740.65	31,798.50	198,740.65	31,798.50	198,740.65	31,798.50	0.00
	PA.OC.044	COMPENSO ALLE DISCARICHE AUTORIZZATE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI	mc	101.34	24,717.16	2,504,836.99	24,647.94	2,497,822.24	22,160.67	2,245,762.30	-252,059.94
	PA.OC.048	Compenso per trattamento presso impianto di trattamento installato in cantiere di acqua proveniente da scavi, contaminata da sostanze inquinanti	t	65.87	2,678.65	176,442.68	2,678.65	176,442.68	2,678.65	176,442.68	0.00
	AP.99.BA.03.A	Compenso alle discariche autorizzate per conferimento di materiale di risulta proveniente da scavi e demolizioni, per rifiuti assimilabili agli urbani (calcinacci, terre, laterizi ecc.), esclusi materiali inquinanti.	mc	8.24	24,584.67	202,577.68	24,584.67	202,577.68	24,584.67	202,577.68	0.00
					C)	3,508,867.69		3,500,191.66		3,188,437.24	-311,754.42
Sommano a MISURA A)+B)+C)						14,581,614.48		14,872,517.35		13,934,253.45	-938,263.90
DELTA											

Tab. 2- Quadro di raffronto opere a misura (ipotesi con volume di terreno scavato dai pali interamente classificato come rifiuto non pericoloso)

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 39 di 41

6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E SCELTA DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

Dalla disamina che precede emerge che la soluzione proposta in progetto presenta vantaggi evidenti sia in termini di funzionalità che di sicurezza statica.

I vantaggi che si conseguono sono:

- minimizzazione delle interferenze della galleria ferroviaria con le fognature esistenti e possibilità di lasciare inalterato il complesso e vetusto schema fognario esistente;
- minimizzazione dell'interferenza tra la galleria ferroviaria e la falda presente che consente tra l'altro il passaggio delle acque tra monte e valle della ferrovia oltre che attraverso il sistema di drenaggio predisposto anche al disopra del solettone della galleria;
- minimizzazione dei cedimenti nelle aree limitrofe alla galleria e quindi riduzione di eventuali danni agli edifici adiacenti durante le operazioni di scavo;
- minimizzazione delle aree occupate durante l'esecuzione dei lavori;
- Possibilità di separare - durante le operazioni di scavo - la parte di terreno classificabile come "rifiuto" dalla parte di terreno classificabile come "inerte da scavo", minimizzando così i costi connessi alla gestione delle materie;
- Possibilità di consentire l'attraversamento di nuovi sottoservizi da e verso la zona porto, senza interferire con le opere strutturali definitive della galleria ferroviaria;
- ottenere uno schema statico più certo ed efficiente;
- ottenere condizioni di impermeabilizzazione della gallerie certe e sicure.

Relativamente alla soluzione con solettone appeso si segnalano i numerosi svantaggi che ne sconsigliano l'adozione facendo propendere la scelta per la soluzione proposta con "Paratia di primo salto". Qui di seguito si evidenziano i principali vantaggi e svantaggi:

- **maggiore impegno strutturale delle paratie laterali.**

Le paratie laterali sono disposte su una unica fila (invece delle due della soluzione base) e pertanto sono maggiormente sollecitate rispetto a quelle della soluzione con "paratia di primo salto". Le paratie in questa soluzione sono complessivamente più armate di quelle previste nella soluzione con paratia di primo salto. E' quindi da considerarsi che questa soluzione si presenta con una **minore durabilità**. La valutazione degli effetti benefici della presenza della "paratia di primo salto" sono riportati nella specifica relazione di calcolo RS7201EZZCLGA000X001A allegata al progetto;

- **Maggiori cedimenti**

Nella soluzione qui presentata sono stati valutati maggiori cedimenti nell'intorno dello scavo. Il sistema di doppia paratia nel caso della soluzione in progetto è senz'altro più rigido e comporta minori cedimenti in superficie oltre che minori sollecitazioni nei pali della prima fila.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 40 di 41

- **Sbarramento della falda**

La presenza dei pali definitivi e della relativa controfodera (parte verticale del solettone di copertura) fino ad una quota quasi prossima al piano di campagna comporta un maggiore effetto di sbarramento al deflusso della falda. L'unica via di passaggio delle acque di falda tra monte e valle della galleria ferroviaria è costituita (oltre che dal semispazio posto al disotto della paratia) dal sistema di trincee drenanti poste ai lati delle paratie e dai collegamenti ortogonali alla galleria attraverso tubi di diametro 160 mm posti ad interasse di 20 metri. Nel caso della soluzione con "paratia di primo salto" si ricorda che a causa della funzione provvisoria della paratia di primo salto essa può essere demolita e quindi il collegamento può avvenire (a seguito di un minimo innalzamento del pelo libero della falda) attraverso la porzione di terreno al di sopra del solettone di copertura.

Si sottolinea poi che la soluzione adottata in progetto per il deflusso della falda è stata approvata dal Genio Civile di Palermo e pertanto l'eventuale adozione della soluzione strutturale con "Solettone appeso" imporrebbe di ristudiare il sistema per la messa in collegamento della falda tra monte e valle della galleria ferroviaria per sottoporlo nuovamente all'approvazione del Genio Civile.

- **Difficoltà di impermeabilizzazione**

La particolare conformazione strutturale e la posizione della falda impongono che la parte di parete verticale del solettone a contatto con i pali sia impermeabilizzata e l'impermeabilizzazione prosegua verso il basso con la parte di controfodera interna. Quindi l'intradosso delle pareti verticali non è a contatto con i pali ma vi è frapposta un materassino di impermeabilizzazione. Analogamente dopo il getto della soletta superiore tutto l'estradosso è ancora impermeabilizzata.

Risulta delicato il sistema di impermeabilizzazione in quanto presenta un punto delicato al contatto tra pali e getto della soletta superiore e poi all'interno della struttura ad U della copertura (8Pareti verticali e solettone orizzontale) l'acqua sarà stagnante e non può essere allontanata a gravità.

- **Criticità nel sistema di impermeabilizzazione a seguito della esecuzione dei fori per gli attraversamenti con tubi di diametro Φ 160 mm per il collegamento della falda**

Come già segnalato in precedenza per garantire il collegamento della falda tra monte e valle della galleria artificiale è necessario predisporre dei fori che per loro natura e posizione devono essere realizzati dopo il completamento del solettone e delle relative impermeabilizzazioni. Questo impone che il foro di collegamento delle trincee drenanti di monte e valle, benché predisposto nel c.a. della copertura all'atto del getto, sia realizzato dopo il suo completamento con l'ausilio di un perforatore con "preventer". Tale attività costituisce una criticità nella tenuta immediata e nel tempo dell'impermeabilizzazione.

- **Scarsa efficienza strutturale**

La sezione strutturale della soluzione con "Solettone appeso" prevede che le paratie laterali siano collegate attraverso il solettone di copertura. Esso è realizzato con due pareti verticali in continuità con il solettone orizzontale solidarizzate "flessionalmente" solo al cordolo di testata. Le pareti della copertura sono gettate contro le paratie ma vi è frapposto un materassino impermeabilizzante. Pertanto non si può contare sul contrasto tra le paratie attraverso la presenza del solettone. Questa circostanza rende di fatto la soluzione strutturale senz'altro meno efficace ed efficiente dell'altra adottata nel progetto.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione tecnico illustrativa	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. GA 00 0 X	PROG. DOC. 001	REV B	Pag. 41 di 41

- Vincolo sui futuri passaggi di sottoservizi in attraversamento all'interno dell'area portuale**

Per limitare il vincolo posto dalla realizzazione delle paratie e del solettone all'interno dell'area portuale e lungo via Crispi/Amari ed in particolare lungo l'incrocio tra le due strade rispetto alla futura necessità di attraversare la galleria ferroviaria con sottoservizi sono state previste due sole predisposizioni come segnalato in precedenza. Tale quantitativo è da ritenersi un minimo ed è stato assunto così nei conteggi economici di raffronto tra le soluzioni.

Se si volessero introdurre un maggior numero di attraversamenti allora occorrerebbe considerare che in termini di costo ciascun attraversamento ha un costo per l'Amministrazione di 50.000,00 euro.

In ogni caso è da ritenersi che una siffatta soluzione è di per se un vincolo alla futura disponibilità per l'attraversamento del sedime della galleria artificiale da parte di sottoservizi.

- Vantaggi economici**

Dalla disamina che precede si evidenzia che numerosi sono gli elementi di svantaggio che caratterizzano la soluzione in particolare s e confrontata con quella poi adottata in progetto e sulla quale è ricaduta la scelta del progettista. Tuttavia va segnalato un lieve beneficio economico per la maggiore economia conseguibile con l'eventuale adozione di tale soluzione.

Il tema è trattato nell'apposito paragrafo 5 che segue ma si anticipa che il confronto tra la soluzione con "Solettone Appeso" e la soluzione con "Paratia di primo salto" comporta un risparmio economico.

Come si evince infatti dagli allegati computi delle opere a corpo e a misura si ricava quanto di seguito.

Per quanto attiene la parte a corpo la variazione di soluzione consentirebbe un risparmio di 280.000 Euro nel caso di adozione di due sole predisposizioni future per il passaggio di sottoservizi (si evidenzia al riguardo che ciascuna predisposizione in più comporta un costo aggiuntivo per l'amministrazione di 50.000,00 Euro).

Per quanto attiene la parte a misura si evidenzia che considerando che tutto il terreno proveniente dallo scavo dei pali sia rifiuto non pericoloso la variazione di soluzione consentirebbe un risparmio di 940.000,00 Euro. Tenuto conto che tale previsione è cautelativa e si potrebbe considerare che la sola prima parte di 4 metri vada considerata rifiuto non pericoloso e il resto solamente terra da scavo il risparmio si ridurrebbe a 420.000,00 Euro.

Sulla base di quanto sopra si ribadisce che la soluzione adottata in progetto e senz'altro da preferirsi alla alternativa di solettone appeso anche tenuto conto del lieve maggior costo che essa comporta per gli evidenti vantaggi conseguibili sia all'atto della realizzazione sia nel tempo.