

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria



Mandanti



ATLANTE

PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTE 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

Elaborati Generali
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo

L'Appaltatore

Ing. Gianguido Babini

A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.

Il Direttore Tecnico

firma (Ing. Gianguido Babini)

Data 19/10/2023

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data 19/10/2023

firma

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	ZZ	S P	GN 0 0 0 0	0 0 2	C	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	P.Carandente T.	14/12/22	S.Carozza	16/12/22	T.Peella	18/12/22	
B	Aggiornamento a seguito RDV	L. Castaldo	22/05/23	S.Carozza	24/05/23	T.Peella	26/05/23	
C	Aggiornamento a seguito RIV	L. Castaldo	16/10/23	S.Carozza	17/10/23	T.Peella	18/10/23	
		LC		SC				

File: LI0B02EZZSPGN0000002C.DOCX

n. Elab.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	
	LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	2	

1. PREMESSA	3
1.1 RIFERIMENTI 5	
1.1.1 NORMATIVA.....	5
1.1.2 RACCOMANDAZIONI E SPECIFICHE TECNICHE.....	5
2. DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	6
3. DESCRIZIONE DEL CONTESTO GEOLOGICO E DEL COMPORTAMENTO GEOMECCANICO PREVISTO PER LE TRATTE OMOGENEE	11
3.1 CONTESTO GEOLOGICO.....	11
3.1.1 UNITA' DELLA FOSSA BRADANICA	11
3.1.2 DEPOSITI MARINI QUATERNARI	12
3.1.3 DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI	13
3.2 COMPORTAMENTO GEOMECCANICO PREVISTO E TRATTE OMOGENEE	16
3.2.1 GALLERIA DI LINEA	16
3.2.2 CUNICOLO DI SFOLLAMENTO.....	17
3.2.3 I PROFILI GEOMECCANICI DI PREVISIONE.....	17
4. SEZIONI TIPO, CAMPO DI APPLICAZIONE PREVISTO E VARIABILITÀ	18
4.1 GALLERIA DI LINEA.....	20
4.1.1 SEZIONE TIPO C1.....	20
4.1.2 SEZIONE TIPO C1bis	20
4.1.3 SEZIONE TIPO C2m.....	21
4.1.4 SEZIONE TIPO C2.....	23
4.2 USCITA/ACCESSO PEDONALE.....	24
4.2.1 USCITA/ACCESSO PEDONALE - SEZIONE TIPO C1	24
4.2.2 USCITA/ACCESSO PEDONALE - SEZIONE TIPO C2	25
4.2.3 USCITA/ACCESSO PEDONALE - SEZIONE TIPO C2m	25
4.2.4 USCITA/ACCESSO PEDONALE - SEZIONE TIPO C1*	27
4.3 TABELLA RIEPILOGATIVA VARIABILITÀ'	29
5. RISCHIO CONNESSO AL CARSISMO.....	32
6. PROCEDURA DI CONTROLLO DELL'ESECUZIONE	33
6.1 DEFINIZIONE DELLA PROCEDURA	33
6.2 TIPOLOGIA DELLE CONTROMISURE DA APPLICARE.....	34
6.3 TABELLE DEI VALORI DI ATTENZIONE ED ALLARME, DEI PARAMETRI DI CONTROLLO E DELLE CONTROMISURE INDIVIDUATE PER LE GALLERIE NATURALI	34
7. MONITORAGGIO DELLE GRANDEZZE DI CONTROLLO	38
7.1 GRANDEZZE DI CONTROLLO	39
7.1.1 SPOSTAMENTI DEL CONTORNO DEL CAVO (CONVERGENZA).....	39
7.1.2 ESTRUSIONE DEL FRONTE.....	42
7.1.3 SFORZO NORMALE AL PIEDE DELLA CENTINA	43
7.1.4 CEDIMENTO DEL PIANO CAMPAGNA.....	44

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO		
	LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	3		

1. PREMESSA

La presente relazione è redatta nell'ambito del Progetto Esecutivo per il raddoppio del Raddoppio della Tratta Termoli – Lesina afferente alla linea ferroviaria storica Pescara – Bari.

L'intervento in progetto prevede il raddoppio della tratta ferroviaria della Termoli – Lesina della Linea Pescara – Bari per una lunghezza complessiva di 24,2 dal km 0+000 al km 24+200; nell'ambito di questa tratta è presente la galleria Campomarino.

Nel tratto in studio la linea ferroviaria è attualmente a binario singolo; l'intervento di raddoppio della linea esistente è stato suddiviso, in sede di progetto preliminare, in tre lotti funzionali. Nel seguito della relazione sono analizzati gli aspetti relativi alla progettazione esecutiva delle opere civili in sotterraneo che interessano i Lotti 2 e 3 del Raddoppio della linea tra Termoli e Ripalta.

Le opere in sotterraneo previste in progetto sono le seguenti:

- La galleria di linea denominata “Campomarino” , che si sviluppa complessivamente per 1667,86 m, di cui 1551.5 m in galleria naturale e 114,60 m in galleria artificiale;
- un ingresso/uscita di emergenza pedonale di lunghezza pari a circa 350 metri.

Le presenti “linee guida” sono lo strumento che definisce, in sede di progetto esecutivo, i criteri da adottare in corso d'opera con l'impiego dello scavo convenzionale per:

- confermare la sezione tipo più adeguata tra quelle già previste in una determinata tratta e riportate nei profili geotecnici di progetto (rif. LI0B02EZZFZGN0100001B e LI0B02EZZFZGN0200001B);
- variare eventualmente la percentuale delle sezioni tipo, tra quelle previste nella tratta, integrandole con le contromisure che si rendessero necessarie;
- individuare una diversa sezione tipo, tra quelle previste nel progetto esecutivo, qualora le condizioni realmente riscontrate risultino difformi da quelle nella tratta, integrandole con le contromisure necessarie.

Per ogni sezione tipo prevista e per le diverse condizioni geotecniche al fronte sono state individuate, come i valori più probabili, le “soglie di riferimento” dei valori dei parametri da monitorare. Esse andranno comunque validate in corso d'opera attraverso un processo di “back-analysis” conseguente all'elaborazione delle misure di monitoraggio.

Le modalità, le funzioni specifiche e le figure specialistiche coinvolte nell'ambito delle scelte da effettuare in fase di realizzazione e coinvolte nel processo di cui sopra, verranno definite nelle opportune procedure di controllo dell'esecuzione delle opere.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	4	

Il presente documento, unitamente agli elaborati grafici allegati all'intero progetto esecutivo, ha lo scopo di definire il piano da mettere in atto durante la costruzione della galleria naturale, sia per l'esecuzione di indagini supplementari, ove necessario, sia per l'attuazione del monitoraggio delle operazioni di scavo e dei fenomeni deformativi.

Esso si fonda sulla documentazione predisposta nella fase della Progettazione Esecutiva, specificamente costituita da:

- Relazioni geotecniche della galleria Campomarino (LI0B02EZZGEGN0100001B) e del cunicolo pedonale di emergenza (LI0B02EZZGEGN0200001B);
- Relazioni tecniche e di calcolo della galleria Campomarino (LI0B02EZZCLGN0100001B) e del cunicolo pedonale di emergenza (LI0B02EZZCLGN0200001B);
- Profili geotecnici della galleria Campomarino (LI0B02EZZFZGN0100001B) e del cunicolo pedonale di emergenza (LI0B02EZZFZGN0200001B).

La stratigrafia riportata negli elaborati grafici rappresenta una possibile distribuzione dei litotipi e delle proprietà geotecniche che la galleria incontrerà al fronte in fase di avanzamento. Tale immagine, comunque costruita nel modo migliore possibile per ragioni di impostazione deterministica del progetto (in termini di tempo e costo di costruzione), resta comunque, ovviamente, da verificare in "corso d'opera" mediante mirate indagini integrative quali:

- rilievo del fronte di scavo;
- sondaggi verticali dalla superficie opportunamente attrezzati;
- sondaggi sub-orizzontali in avanzamento;
- prove di laboratorio per la caratterizzazione geotecnica dei terreni nel nucleo di scavo.

Nel caso in esame, stante la relativa omogeneità dei terreni attraversati, le indagini integrative saranno essenzialmente limitate al rilievo geologico-strutturale del fronte: i risultati saranno raccolti su apposite schede, accompagnate da almeno una fotografia del fronte, sulle quali sono da riportare, unitamente alle informazioni geologiche e geotecniche, la totalità delle informazioni tecniche relative all'avanzamento a quella progressiva: metodo di scavo; sfondo o avanzamento per ciclo di sostegno; sostegni di prima fase; tempo di ciclo e produzione media di galleria di quel tratto; distanza dal fronte dei cantieri di arco rovescio e rivestimento definitivo; eventi particolari manifestatisi in quel tratto, come instabilità del fronte o del profilo di scavo.

Il rilevamento del fronte va eseguito in corrispondenza di ogni stazione programmata per la misura della convergenza, nonché in corrispondenza dello sfondo precedente e di quello successivo (tre rilevamenti a

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	5	

cavallo della stazione di convergenza) e comunque in corrispondenza di ogni altra stazione di monitoraggio sia in sotterraneo che in superficie.

In corrispondenza del tratto in cui è previsto un fronte di scavo “misto”, cioè interessato sia dalla sovrastante formazione argillosa (CGC2) che dalla sottostante formazione sabbiosa (SSR), andranno eseguiti sul fronte due sondaggi sub-orizzontali a carotaggio continuo, di 30m di lunghezza, uno in calotta e uno in asse per verificare la rispondenza al profilo stratigrafico. I sondaggi andranno ripetuti in modo da garantire una sovrapposizione di almeno 6 m tra i sondaggi in avanzamento.

1.1 RIFERIMENTI

1.1.1 NORMATIVA

Le verifiche statiche e la redazione della presente relazione sono state eseguite in conformità alle seguenti Normative:

- Decreto Ministero Infrastrutture 14 gennaio 2008, “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare n.617 del 2 febbraio 2009 Ministero Infrastrutture e Trasporti, Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.

1.1.2 RACCOMANDAZIONI E SPECIFICHE TECNICHE

- Specifica tecnica RFI cod. RFI DTC SI GA MA IFS 001 rev. D “Manuale di progettazione delle opere civili Parte II-Sezione 4 Gallerie”.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.		MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	6

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La Galleria Campomarino è ubicata fra le progressive di tracciato km 5+231.21 (imbocco lato Pescara) e km 6+898.87 circa (imbocco lato Bari), e presenta una lunghezza complessiva in sotterraneo di circa 1667,86 m. Partendo dall'imbocco lato Pescara, posto ad una quota di 16,82 m s.l.m., il tracciato della galleria procede sempre in salita fino all'imbocco lato Bari posto ad una quota di 34,28 m s.l.m. con pendenza compresa tra 5.2‰ e 12 ‰ (Figura 1). La copertura massima è pari a 47 metri.

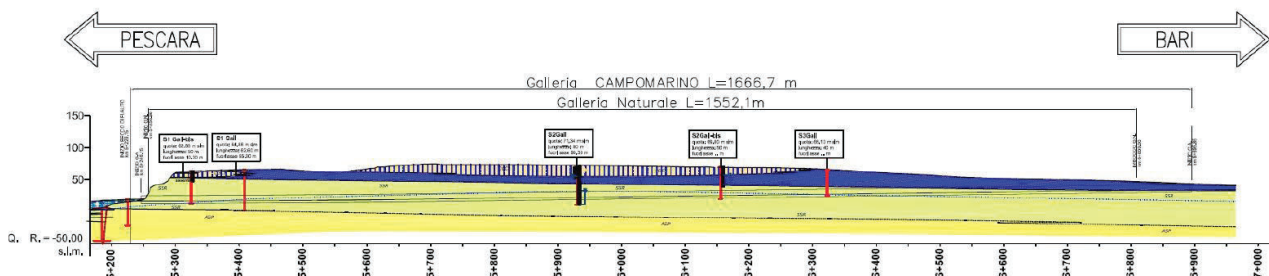


Figura 1: Profilo galleria campomarino

Sono di seguito illustrate le principali caratteristiche e i requisiti funzionali della galleria Campomarino.

La galleria Campomarino è costituita da un tratto in naturale di 1551,5 m e da due tratti in artificiale in corrispondenza degli imbocchi di lunghezza pari a 28 m per l'imbocco lato Pescara e pari a 88,36 m per l'imbocco lato Bari.

In tabella sono riportate le progressive delle opere in sotterraneo previste lungo la tratta e delle opere di imbocco ad esse connesse.

Tabella 1: Progressive della galleria

Tratta Termoli Lesina – Galleria Campomarino						
GALLERIA [-]	Opera [Sigla]	pk _{inizio} [m]	pk _{finale} [m]	L _{parziali} [m]	Tipo [-]	L _{tot} [m]
Campomarino	GA01	5+231.21	5+259.21	28	artificiale	1667.86
	GN01	5+259.01	6+810.51	1551.5	naturale	
	GA02	6+810.51	6+898.87	88.36	artificiale	

Lo scavo della galleria Campomarino è previsto con metodo tradizionale.

La galleria è progettata per consentire il transito del Gabarit C (P.M.O. n°5). La velocità di tracciato in galleria è pari a 200 km/h.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	8

Interno curva:

- larghezza 128 cm;
- altezza misurata sul p.f. di 45.5 cm;
- distanza dall'asse del binario 189.0 cm

Le dimensioni del camminamento sono definite al netto della tolleranza.

Le opere di imbocco della galleria Campomarino prevedono paratie di pali di grande diametro puntonate/tirantate per il contrasto delle spinte agenti sulle paratie stesse.

Per l'imbocco lato Termoli il progetto prevede la realizzazione di un rilevato provvisorio, necessario per consentire l'esecuzione della paratia di imbocco; tale rilevato consente di superare le difficoltà tecniche e realizzative che presenterebbe l'ipotesi alternativa di realizzare piste di cantiere sul versante di imbocco della galleria. La pendenza naturale del versante è infatti molto accentuata (1H: 2V circa 60°) ed un eventuale scavo per piste di cantiere richiederebbe notevoli sbancamenti e interventi di stabilizzazione rilevanti.

A completamento dell'imbocco lato Termoli è prevista la realizzazione di un tratto di galleria artificiale di lunghezza pari a 27,75 m, comprensiva del portale a becco di flauto.

Per l'imbocco lato Lesina è prevista la realizzazione di un tratto di galleria artificiale policentrica, di estensione pari a 86,85 m, che si collega alle strutture delle opere all'aperto progettate per il tratto adiacente.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati specialistici allegati al progetto.

In accordo con quanto richiesto dalle STI-SRT "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie", la galleria di linea in progetto deve essere dotata di uscite/accessi di emergenza, ad interasse inferiore a 1000m.

Tale requisito è rispettato con la realizzazione di un cunicolo pedonale di lunghezza pari a circa 350 m, che si connette alla galleria di linea in corrispondenza della pk. 6+000 circa.

La sezione del cunicolo pedonale è policentrica (Figura 3) con raggio interno di calotta pari a 1,80 m e area di scavo pari a circa 20 m²; la pendenza media della finestra è pari a circa 13%.

L'imbocco dell'uscita di emergenza è tra paratie di pali tirantati; a completamento dell'imbocco è prevista la realizzazione di una galleria artificiale.

**Linee guida per l'applicazione
delle sezioni tipo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	9

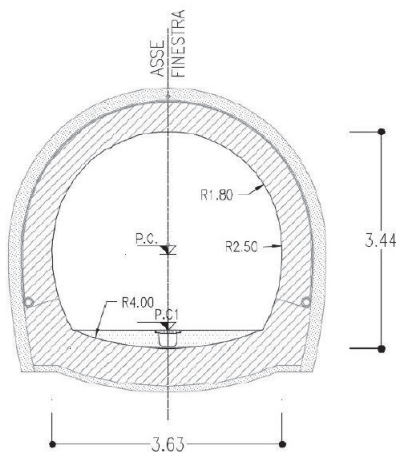


Figura 3: Sezione di intradosso uscita/accesso pedonale

L'innesto tra la galleria di linea e l'uscita/accesso di emergenza è dotato di un sottopasso (Figura 3), di altezza utile pari a 3 m, che consente l'esodo in sicurezza dei passeggeri anche dal marciapiede del binario opposto al percorso di esodo verso l'esterno.

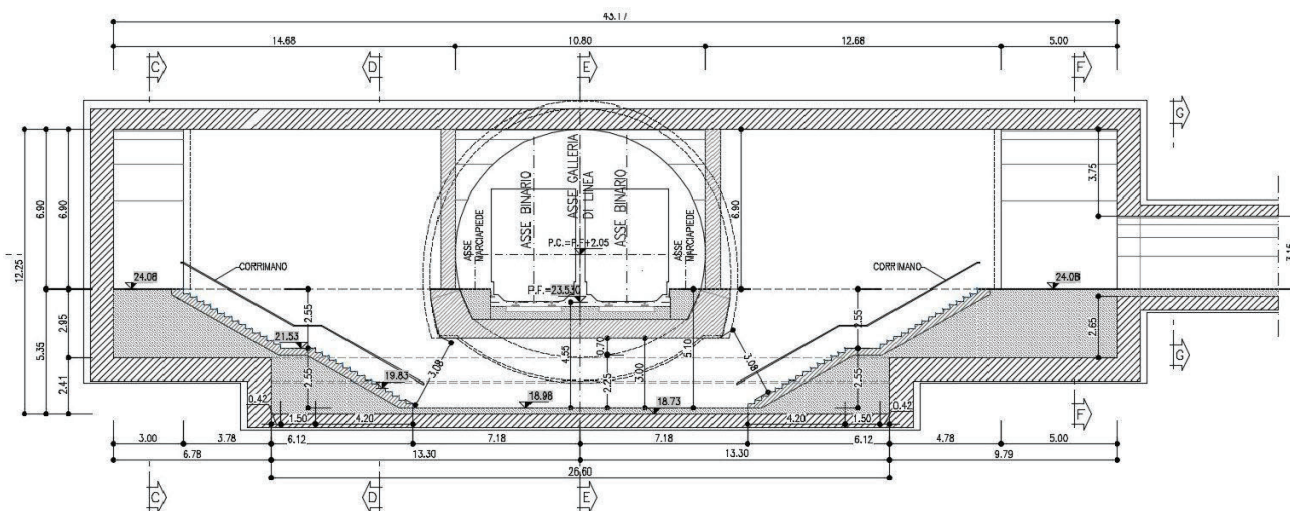


Figura 4: Sezione di corrispondenza del sottopasso

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.		MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	10

Con riferimento al “Manuale di Progettazione delle opere civili”, le gallerie non sono dotate di nicchie di ricovero personale.

Sono previste nicchie LFM e nicchie IS, entrambe di dimensioni utili in pianta pari a 2.6 m x 2,0 m ed altezza di 2,3m (Figura 5).

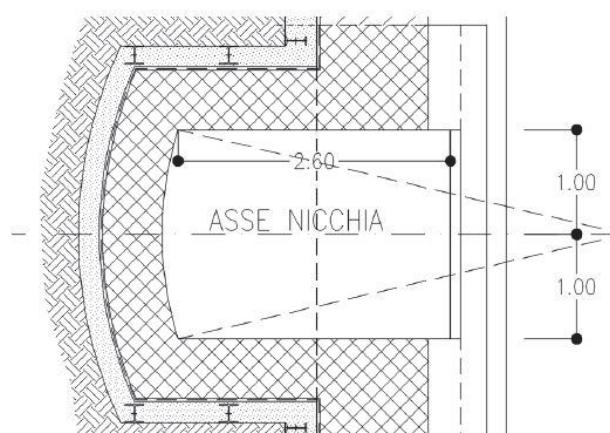


Figura 5: Pianta nicchia LFM e IS

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	11

3. DESCRIZIONE DEL CONTESTO GEOLOGICO E DEL COMPORTAMENTO GEOMECCANICO PREVISTO PER LE TRATTE OMOGENEE

3.1 CONTESTO GEOLOGICO

L'area di studio ricade a ridosso della costa adriatica, nel settore compreso tra le regioni Molise e Puglia, estendendosi per una lunghezza di 24+200 chilometri in direzione all'incirca NW-SE. Il tracciato ferroviario interessa il territorio dei comuni di Termoli e Campomarino, in provincia di Campobasso, e dei comuni di Chieuti e Serracapriola in provincia di Foggia.

Nei paragrafi di seguito vengono descritte brevemente le litologie interessate dalle opere in progetto.

3.1.1 UNITA' DELLA FOSSA BRADANICA

Le formazioni interessate dalla realizzazione delle opere in sotterraneo sono ascrivibili all'Unità della Fossa Bradanica, rappresentata dalle seguenti formazioni:

- Argille Subappennine (ASP) (pliocene superiore - Pleistocene inferiore).
- Sabbie di Serracapriola (SSC) (Pleistocene inferiore).
- Conglomerati di Campomarino (CGC) (Pleistocene inferiore - Pleistocene medio).

Le argille subappennine (ASP) sono prevalentemente argille limose e limi argillosi, in strati da sottili a spessi, con sottili intercalazioni di argille marnose, limi sabbiosi e sabbie fini.

Le sabbie di Serracapriola (SSR) sono costituite da sabbie medio-fini a luoghi cementate; si rinvencono intercalazioni di conglomerati grossolani ad elementi prevalentemente arenacei e calcareo-marnosi, e sottili livelli di arenarie medio-fini.

I conglomerati di Campomarino presentano due facies denominate CGC1 e CGC2:

- CGC1 - Conglomerati poligenici ed eterometrici, ad elementi prevalentemente arenacei e calcareomarnosi, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa.
- CGC2 - Argille limose e limi argilloso-sabbiosi di colore grigio, marrone e verdastro, a struttura indistinta o debolmente laminata.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	12

3.1.2 DEPOSITI MARINI QUATERNARI

Questi terreni sono rappresentati da due distinte unità marine quaternarie, ampiamente affioranti in prossimità della costa adriatica. In generale, tali depositi poggiano in discordanza stratigrafica su tutte le unità geologiche più antiche e sono parzialmente eteropici ai coevi Depositi continentali quaternari.

Depositi costieri recenti

I depositi in esame affiorano diffusamente in prossimità del litorale adriatico, in corrispondenza della estesa piana costiera presente immediatamente a valle dei principali terrazzi morfologici dell'area. Si tratta di depositi marini di spiaggia, cordone litoraneo, duna, palude salmastra e retrobarra, costituiti da tre distinte litofacies a composizione ghiaioso-sabbiosa, sabbioso-limosa e limoso-argillosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e risultano parzialmente eteropici ai depositi alluvionali recenti. Tali terreni mostrano uno spessore massimo di circa 40 m e sono riferibili al Pleistocene superiore – Olocene.

La litofacies ghiaioso-sabbiosa è formata da ghiaie poligeniche ed eterometriche (**gb1**), da arrotondate a molto arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e marrone, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie e sabbie limose di colore grigio e giallastro, a stratificazione indistinta o incrociata, con abbondanti resti di lamellibranchi e locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate.

La porzione sabbioso-limosa è invece costituita da sabbie e sabbie limose di colore grigio e giallastro (**gb2**), a stratificazione indistinta o incrociata, con abbondanti resti di lamellibranchi e locali ghiaie poligeniche da arrotondate a molto arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante.

Infine, la litofacies limoso-argillosa è formata da argille, argille limose e argille sabbiose di colore grigio e marrone (**gb3**), a struttura indistinta o laminata, con abbondante sostanza organica e locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di limi e limi sabbiosi di colore grigio scuro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con abbondante sostanza organica e locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate.

Depositi costieri attuali

Tali depositi affiorano unicamente nella zona settentrionale dell'area di studio, in corrispondenza la costa adriatica attuale. Si tratta di depositi marini di spiaggia e cordone litoraneo, costituiti da una singola litofacies a composizione sabbioso-limosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e risultano parzialmente eteropici ai depositi alluvionali attuali. Questi depositi mostrano uno spessore massimo di circa 6 m e sono ascrivibili all'Olocene.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	13

Dal punto di vista sedimentologico si tratta di sabbie e sabbie limose di colore giallastro (**ga2**), a stratificazione prevalentemente incrociata, con abbondanti resti di lamellibranchi e locali ghiaie poligeniche da arrotondate a molto arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante.

3.1.3 DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

Questi terreni sono rappresentati da quattro unità continentali quaternarie, ampiamente affioranti in tutto il settore di studio alla base dei rilievi montuosi o in corrispondenza dei principali corsi d'acqua dell'area. In generale, tali depositi poggiano in discordanza stratigrafica su tutte le unità geologiche più antiche, anche se localmente risultano eteropici ai coevi Depositi marini quaternari.

Depositi alluvionali terrazzati

Tali terreni affiorano in tutta l'area di studio e, prevalentemente, nei settori centrali della stessa, in corrispondenza di estese superfici terrazzate elevate di alcuni metri dalla piana alluvionale attuale. Si tratta di depositi continentali di canale fluviale, argine, conoide alluvionale, piana inondabile, lago di meandro e canale in fase di abbandono, costituiti da tre distinte litofacies a composizione ghiaioso-sabbiosa, sabbioso-limosa e limoso-argillosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e, in corrispondenza dei terrazzi morfologici più elevati, presentano una estesa copertura di "terre nere". I depositi in esame mostrano uno spessore massimo di circa 40 m e sono riferibili al Pleistocene superiore.

La porzione più grossolana è costituita da ghiaie poligeniche ed eterometriche (**bn1**), da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e marrone, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie e sabbie limose di colore grigio e giallastro, a stratificazione indistinta o incrociata, con abbondanti ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate.

La litofacies a composizione prevalentemente sabbioso-limosa è formata da sabbie e sabbie limose di colore grigio, marrone e giallastro (**bn2**), a stratificazione indistinta o incrociata, con abbondanti ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio, marrone e giallastro, da scarsa ad abbondante.

Infine, i depositi più fini sono costituiti da argille limose e limi argillosi di colore grigio, marrone e verdastro (**bn3**), a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di limi sabbiosi e sabbie limose di colore grigio e giallastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	14

Depositi alluvionali recenti

Tali depositi si rinvencono in corrispondenza dei principali corsi d'acqua dell'area, come il F. Biferno e il T. Saccione. Si tratta di depositi continentali di canale fluviale, argine, conoide alluvionale, piana inondabile, lago di meandro e canale in fase di abbandono, costituiti da quattro distinte litofacies a composizione ghiaioso-sabbiosa, sabbioso-limosa, limoso- argillosa e torbosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e risultano parzialmente eteropici ai depositi costieri recenti. Tali terreni presentano uno spessore massimo di circa 45 m e sono ascrivibili all'intervallo Pleistocene superiore – Olocene.

La litofacies più grossolana è formata da ghiaie poligeniche ed eterometriche (**bb1**), da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio, marrone e giallastro, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio e giallastro, a stratificazione indistinta o incrociata, con abbondanti ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate.

La litofacies prevalentemente psammitica è costituita da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio, marrone e giallastro (**bb2**), a stratificazione indistinta o incrociata, con abbondanti ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ed arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio, marrone e giallastro, da scarsa ad abbondante.

La litofacies pelitica è costituita da argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore grigio, marrone e bruno- rossastro (**bb3**), a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio e giallastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate.

Infine, la litofacies a composizione torbosa è formata da torbe e terreni organici di colore grigio scuro (**bb4**), a struttura indistinta, con locali frammenti di foglie e radici; a luoghi si rinvencono passaggi di argille limose e limi argilloso-sabbiosi di colore grigio scuro e marrone, a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate.

Depositi alluvionali attuali

I terreni in questione si rinvencono in corrispondenza delle principali aste fluviali dell'area, come quelle del F. Biferno, del T. Saccione e dei loro affluenti maggiori. Si tratta di depositi continentali di canale fluviale e argine, costituiti da tre distinte litofacies a composizione ghiaioso-sabbiosa, sabbioso-limosa e limoso-argillosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e risultano parzialmente eteropici ai depositi costieri attuali. L'unità in esame presenta uno spessore massimo di circa 6 m ed è ascrivibile all'Olocene.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	15

La litofacies più grossolana è formata da ghiaie poligeniche ed eterometriche (**ba1**), da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio e giallastro, a stratificazione indistinta o incrociata, con abbondanti ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate.

La litofacies a composizione prevalentemente sabbioso-limosa, invece, è costituita da sabbie e sabbie limose di colore grigio, marrone e giallastro (**ba2**), a stratificazione indistinta o incrociata, con locali ghiaie poligeniche da sub- arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub- arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante.

Infine, la litofacies prevalentemente pelitica è costituita da argille e argille limose di colore grigio e marrone (**ba3**), a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di limi e limi sabbiosi di colore grigio scuro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate.

Coltri eluvio-colluviali

Tali terreni si rinvencono in tutta l'area di studio, in corrispondenza delle depressioni impluviali o alla base delle scarpate morfologiche più acclivi ed estese. Si tratta di depositi continentali di versante e di alterazione del substrato, costituiti da una singola litofacies a composizione sabbioso-limosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e risultano parzialmente eteropici ai riporti antropici e ai depositi alluvionali attuali e recenti. Tali depositi mostrano uno spessore massimo di circa 8 m e sono ascrivibili all'Olocene.

Dal punto di vista litologico si tratta di limi sabbiosi e sabbie limose di colore marrone, grigio e giallastro (**b2**), a struttura caotica o indistinta, con diffusi resti vegetali e locali ghiaie poligeniche da sub-angolose a sub-arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore marrone e brunastro, a struttura caotica o indistinta, con diffusi resti vegetali e locali passaggi di sabbie e sabbie ghiaiose.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	16

3.2 COMPORTAMENTO GEOMECCANICO PREVISTO E TRATTE OMOGENEE

3.2.1 GALLERIA DI LINEA

Per le opere in sotterraneo in progetto sono state considerate diverse sezioni di analisi al fine di considerare differenti condizioni di ammasso e di copertura. Sulla base di queste analisi, il tracciato è stato suddiviso in tratte a comportamento tensio-deformativo omogeneo.

Con riferimento alle indicazioni riportate nel profilo geotecnico di progetto la galleria naturale, dalla pk 5+231.21 di imbocco lato Termoli fino alla pk 6+450 circa, interessa esclusivamente la formazione delle Sabbie di Serracapriola (SSR), caratterizzate dalla presenza di sabbie medio fini limose a luoghi cementate, per un'estensione di 1219 metri circa.

Le analisi eseguite per la determinazione della categoria di comportamento del fronte di scavo in tale formazione, secondo i metodi indicati nel paragrafo precedente, hanno indicato una categoria tipo C (nucleo - fronte instabile).

A partire dalla pk 6+450 fino all'imbocco lato Lesina, a pk 6+810.51 per un'estensione di 361 metri circa, lo scavo della galleria naturale interessa:

- dalla calotta fino al piano dei centri, la formazione del Conglomerato di Campomarino in facies argilloso - limosa (CGC2);
- dal piano dei centri fino all'arco rovescio, la formazione delle sabbie di Serracapriola (SSC).

Le analisi di stabilità del fronte eseguite hanno evidenziato che la categoria di comportamento del cavo e di tipo C (nucleo -fronte instabile).

In prossimità dell'imbocco lato Lesina, il fronte di scavo interessa prevalentemente la formazione CGC2 argilloso – limosa. La categoria di comportamento del fronte di scavo derivante dalle analisi di stabilità del fronte e di tipo C.

Per l'uscita di emergenza i criteri di definizione delle tratte a comportamento tensio-deformativo omogeneo sono del tutto analoghi a quelli descritti per le gallerie di linea.

A partire dall'imbocco, lo scavo del cunicolo pedonale interessa nel tratto iniziale, per circa 140 metri di estensione, la formazione CGC2 argilloso – limosa; per il restante sviluppo di circa 160 metri lo scavo interessa la formazione delle Sabbie di Serracapriola.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.		MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	17

Le analisi di stabilità del fronte hanno condotto, per entrambe le formazioni interessate dallo scavo della galleria, alla definizione della categoria di comportamento tipo C

Le previsioni di comportamento lungo il tracciato della galleria di linea e del cunicolo sono illustrate in forma sintetica nei profili geotecnici.

3.2.2 CUNICOLO DI SFOLLAMENTO

Le analisi del paragrafo precedente si ritengono valide anche per l'uscita/accesso pedonale, tenuto conto delle dimensioni di quest'ultime rispetto a quelle della galleria di linea e del fatto che saranno applicate negli stessi contesti in termini di coperture e condizioni geotecniche delle sezioni della galleria di linea.

3.2.3 I PROFILI GEOMECCANICI DI PREVISIONE

Il comportamento atteso allo scavo e la distribuzione delle sezioni tipo sono riassunti sui profili geomeccanici di riferimento per la galleria di linea e il cunicolo di sfollamento.

Le sezioni tipologiche sono indicate, in accordo con le presenti linee guida, come:

- Sezioni prevalenti: corrisponde alla/e sezione/i per cui, considerando il contesto geo atteso, è prevista la loro applicazione per la maggior parte della tratta.

Infine, a tutte le sezioni è stato attribuito una percentuale di applicazione calcolata in funzione della reale lunghezza del campo di scavo. Va detto che questa percentuale è indicativa di quanto si attende a livello geo. L'effettiva distribuzione delle sezioni tipo per una tratta sarà funzione delle reali condizioni riscontrate e dei dati di monitoraggio.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	18

4. SEZIONI TIPO, CAMPO DI APPLICAZIONE PREVISTO E VARIABILITÀ

La suddivisione dei tracciati in tratte omogenee è stata effettuata in funzione dei seguenti fattori:

1. copertura;
2. caratteristiche geotecniche e idrauliche (condizioni di sottosuolo a quota galleria e regime delle acque sotterranee);
3. pre-esistenze in superficie da tutelare e loro sensibilità ai potenziali disturbi indotti dallo scavo (conca di subsidenza).

Copertura

La Galleria Campomarino è ubicata tra le progressive di tracciato km 5+246 (imbocco lato Termoli/Pescara) e km 6+895 circa (imbocco lato Lesina/Bari) e presenta una lunghezza complessiva in sotterraneo di circa 1666,70 m. Partendo dall'imbocco lato Pescara, posto a una quota di 16,82 m s.l.m., il tracciato della galleria procede sempre in salita fino all'imbocco lato Bari posto a una quota di 34,28 m s.l.m. con pendenza compresa tra 5,2‰ e 12 ‰. La copertura massima è pari a 47 metri. In conseguenza della variazione altimetrica del profilo della galleria e del profilo topografico, in corrispondenza dell'imbocco lato Lesina la copertura della galleria naturale raggiunge il valore minimo di circa 4,5 m raggiungendo una copertura di circa 20 m a una distanza di circa 320 m dall'imbocco. Sul lato Termoli, le basse coperture interessano un tratto limitato all'incirca ai primi 25 m dall'imbocco della galleria. Il cunicolo di emergenza pedonale si sviluppa in galleria naturale per circa 300 m, approfondendosi fino a raggiungere la galleria di linea in prossimità della progressiva 6+000 (copertura circa 44 m), a partire da una copertura minima di circa 3,5 m all'imbocco.

Caratteristiche geotecniche e idrauliche

A partire dall'imbocco lato Termoli, la galleria Campomarino si sviluppa integralmente nella formazione delle Sabbie di Serracapriola (SSR) per circa 1,230 km, successivamente la sezione al fronte si sviluppa parzialmente nella formazione dei Conglomerati di Campomarino in facies argillosa (CGC2), approfondendosi progressivamente il contatto tra le due formazioni dalla calotta al piano del ferro (in corrispondenza dell'imbocco lato Lesina). Il nucleo è completamente al di sopra della superficie piezometrica per circa 80 m dall'imbocco lato Termoli e per circa 150 m dall'imbocco lato Lesina. Nella parte centrale, invece, nel tratto compreso all'incirca tra le progressive 5+850 e 6+350 la superficie piezometrica è stata rilevata al di sopra della quota di calotta della galleria, fino a un massimo di 11,5 m. Il cunicolo di emergenza pedonale si sviluppa, a partire dall'imbocco, nella formazione conglomeratica per circa 150 m e successivamente nella formazione sabbiosa.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	19

Interferenza con le pre-esistenze.

Nella “Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie” (elaborato LI0B02EZZRHGN0100001B) sono stati individuati gli edifici pre-esistenti, potenzialmente interferenti con lo scavo della galleria di linea. Per i valori di copertura presenti, il trasferimento in superficie di eventuali volumi persi nello scavo della galleria comporta la generazione di un bacino di subsidenza a cavallo dell’asse della galleria che, sebbene di profondità limitata, interessa una ventina di edifici, in parte a uso industriale/rimessa e in parte a uso civile.

La subsidenza dipende essenzialmente dal volume perso in galleria che per lo scavo convenzionale è determinato da estrusione del fronte e convergenza delle pareti. Calcolato quindi il volume perso si deve verificare qual è il potenziale cedimento in superficie mediante verifiche previsionali di calcolo. Ai fini della valutazione della subsidenza si sono assunte, cautelativamente, condizioni di campo libero ed è stato adoperato il metodo empirico. Dai risultati è emerso che, in relazione allo scavo della galleria, per tutti gli edifici interessati sono attesi al più danni molto lievi.

In ogni caso, la potenziale pericolosità dei cedimenti indotti dallo scavo nei confronti degli edifici va riconosciuta mediante il monitoraggio strutturale degli edifici stessi e delle loro fondazioni, in modo da effettuare una significativa analisi di rischio per tali costruzioni.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	20

4.1 GALLERIA DI LINEA

Di seguito si riportano le sezioni tipologiche adottate per la galleria di linea.

4.1.1 SEZIONE TIPO C1

La sezione prevede interventi di precontenimento del fronte e del contorno, con campi di avanzamento da 12,0 m; ne è prevista l'applicazione nella formazione delle Sabbie di Serracapriola (SSR) con comportamento del nucleo-fronte instabile (categoria C), per coperture superiori ai 20 metri.

La sezione è caratterizzata da:

- precontenimento del fronte realizzato mediante 30 microtrattamenti in jet-grouting $\phi 300$ armati con elementi strutturali in VTR, $L=20,0$ m (sovrapposizione minima 8,0 m). Per l'incidenza del precontenimento (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
- precontenimento al contorno realizzato mediante 65 colonne in jet-grouting $\phi 600$, $L=16,5$ m (sovrapposizione minima 4,5 m) e ulteriori 8+8 colonne al piede centina; Per l'incidenza del precontenimento (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
- presostegno al contorno realizzato mediante 34 tubi in acciaio $\phi 127$ sp. 10 mm, $L=15,5$ m (sovrapposizione minima 3,5 m), passo 0.40 m valvolati con 1 vlv/m. Per l'incidenza del presostegno (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento tronco-conici di lunghezza pari a 12,0 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato e centina HEB220 con passo 1,0 m $\pm 20\%$;
- arco rovescio (spessore 1,00 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 1 diametro;
- calotta in calcestruzzo armato (spessore variabile da 0,60 m a 1,35 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 3 diametri.

4.1.2 SEZIONE TIPO C1bis

La sezione prevede interventi di precontenimento del fronte e del contorno, con campi di avanzamento da 6,0 m; ne è prevista l'applicazione nella formazione delle Sabbie di Serracapriola (SSR) con comportamento del nucleo-fronte instabile (categoria C), per coperture inferiori ai 20 metri ed in corrispondenza delle interferenze in superficie.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.		MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	21

La sezione è caratterizzata da:

- precontenimento del fronte realizzato mediante 25 microtrattamenti in jet-grouting $\phi 300$ armati con elementi strutturali in VTR, L=17,0 m (sovrapposizione minima 11,0 m). Per l' incidenza del precontenimento (numero o lunghezza degli elementi) e prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
- precontenimento al contorno realizzato mediante 65 colonne in jet-grouting $\phi 600$, L=15,0 m (sovrapposizione minima 9,0 m) e ulteriori 8+8 colonne al piede centina. Per l' incidenza del precontenimento (numero o lunghezza degli elementi) e prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
- presostegno al contorno realizzato mediante 34 tubi in acciaio $\phi 127$ sp. 10 mm, L=9,5 m (sovrapposizione minima 3,5 m), passo 0,40 m valvolati con 1 vlv/m. Per l' incidenza del presostegno (numero o lunghezza degli elementi) e prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento tronco-conici di lunghezza pari a 6,0 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato e centina HEB220 con passo 1,0 m $\pm 20\%$;
- arco rovescio (spessore 1,00 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 0,5 diametri;
- calotta in calcestruzzo armato (spessore variabile da 0,60 m a 1,35 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 2 diametri.

4.1.3 SEZIONE TIPO C2m

La sezione prevede interventi di precontenimento del fronte e del contorno, con campi di avanzamento da 10,0 m; ne è prevista l'applicazione nel tratto di transizione litologica tra la formazione dei conglomerati di Campomarino nella facies argillosa (CGC2) e la formazione delle Sabbie di Serracapriola (SSR).

Per la valutazione degli interventi di consolidamento previsti per la sezione C2m, si è fatto riferimento ad una configurazione stratigrafica relativa ad una sezione media, che prevede la presenza della formazione argillosolimosa CGC2 nell'area di calotta fino all'altezza delle reni, mentre a partire dalle reni fino all'arco rovescio è presente la formazione sabbiosa SSR (Figura 53). I rilievi del fronte di scavo da eseguirsi in corso d'opera permetteranno di valutare l'esatto numero dei diversi interventi da realizzare al fronte e al contorno.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	
	LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	22	

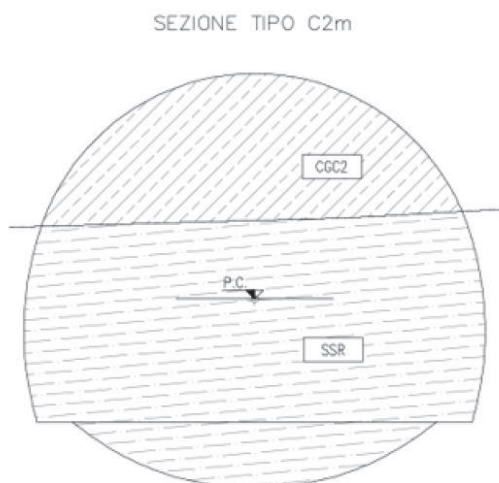


Figura 6: Schema sezione C2m

In tali condizioni le analisi di stabilità del fronte evidenziano che il comportamento del nucleo-fronte è instabile (categoria C).

La sezione è caratterizzata da:

- precontenimento del fronte
 - parte alta (CGC2): 17 elementi strutturali in VTR, L=20,0 m (sovrapposizione minima 10,0 m) cementati in foro con miscele cementizie. Per l'incidenza del precontenimento (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
 - parte bassa (SSR): 33 microtrattamenti in jet-grouting $\phi 300$ armati con elementi strutturali in VTR, L=20,0 m (sovrapposizione minima 10,0 m). Per l'incidenza del precontenimento (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
- precontenimento al contorno
 - parte alta (CGC2): 29 elementi strutturali in VTR, L=16,0 m (sovrapposizione minima 6,0 m) cementati in foro con miscele espansive. Per l'incidenza del precontenimento (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
 - parte bassa (SSR): 24 colonne in jet-grouting $\phi 600$, L=16,0 m (sovrapposizione minima 6,0 m) e ulteriori 8+8 colonne al piede centina. Per l'incidenza del precontenimento (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento di lunghezza pari a 10,0 m;

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	23

- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato e doppie centine IPN220 con passo 1,0 m $\pm 20\%$;
- arco rovescio (spessore 1,00 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 0,5 diametri;
- calotta in calcestruzzo armato (spessore 0,90 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 2 diametri.

4.1.4 SEZIONE TIPO C2

La sezione prevede interventi di precontenimento del fronte e del contorno con campi di avanzamento di 10 m; ne è prevista l'applicazione nelle zone prossime all'imbocco della galleria lato Lesina, dove è prevalente la presenza della formazione dei Conglomerati di Campomarino in facies argilloso limosa (CGC2); in queste condizioni il comportamento del nucleo-fronte è instabile (categoria C).

La sezione è caratterizzata da:

- precontenimento del fronte realizzato mediante 50 elementi strutturali in VTR, L=20,0 m (sovrapposizione minima 10,0 m) cementati in foro con miscele cementizie. Per l'incidenza del precontenimento (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
- precontenimento al contorno realizzato mediante 51 elementi strutturali in VTR, L=16,0 m (sovrapposizione minima 6,0 m) cementati in foro con miscele espansive e ulteriori 8+8 elementi strutturali in VTR al piede centina. Per l'incidenza del precontenimento (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento di lunghezza pari a 10,0 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato e doppie centine IPN220 con passo 1,0 m $\pm 20\%$;
- arco rovescio (spessore 1,00 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 1 diametro;
- calotta (spessore 0,90 m) in calcestruzzo armato gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 3 diametri.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	24	

4.2 USCITA/ACCESSO PEDONALE

Per la realizzazione della tratta in naturale dell'uscita/accesso pedonale, si utilizzerà la tecnica dello scavo in tradizionale mediante avanzamenti a piena sezione.

Le tipologie di intervento previste nelle singole sezioni tipo e i criteri di applicazione sono del tutto analoghi a quelli definiti per la galleria di linea.

4.2.1 USCITA/ACCESSO PEDONALE - SEZIONE TIPO C1

La sezione prevede interventi di precontenimento del fronte e del contorno, con campi di avanzamento da 8,0 m; ne è prevista l'applicazione nella formazione delle Sabbie di Serracapriola (SSR) con comportamento del nucleo-fronte instabile (categoria C).

La sezione è caratterizzata da:

- precontenimento del fronte realizzato mediante 11 microtrattamenti in jet-grouting $\phi 300$ armati con elementi strutturali in VTR, $L=15,0$ m (sovrapposizione minima 7,0 m). L'incidenza del preconsolidamento (numero o lunghezza degli elementi) potrà avere una variabilità del $\pm 20\%$;
- precontenimento al contorno realizzato mediante 27 colonne in jet-grouting $\phi 600$, $L=12,5$ m (sovrapposizione minima 4,5 m). L'incidenza del preconsolidamento potrà avere una variabilità del $\pm 20\%$;
- presostegno al contorno realizzato mediante 14 tubi in acciaio $\phi 127$ sp. 10 mm, $L=11,5$ m (sovrapposizione minima 3,5 m), passo 0.40 m valvolati con 1 vlv/m. Per l'incidenza del presostegno (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento tronco-conici di lunghezza pari a 8,0 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,25 m di spritz-beton fibrorinforzato e doppie centine IPN180 con passo 1,0 m;
- arco rovescio (spessore 0,60 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 1 diametro;
- calotta in calcestruzzo armato (spessore variabile da 0,40 m a 1,05 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 3 diametri.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO		
	LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	25		

4.2.2 USCITA/ACCESSO PEDONALE - SEZIONE TIPO C2

La sezione prevede interventi di precontenimento del fronte e del contorno con campi di avanzamento di 6 m; ne è prevista l'applicazione nella formazione dei Conglomerati di Campomarino in facies argilloso-limosa (CGC2)

La sezione è caratterizzata da:

- precontenimento del fronte realizzato mediante 15 elementi strutturali in VTR, L=13,0 m (sovrapposizione minima 7,0 m) cementati in foro con miscele cementizie. L'incidenza del preconsolidamento (numero o lunghezza degli elementi) potrà avere una variabilità del • }20%;
- precontenimento al contorno realizzato mediante 25 elementi strutturali in VTR, L=11,0 m (sovrapposizione minima 5,0 m) cementati in foro con miscele espansive. L'incidenza del preconsolidamento potrà avere una variabilità del 20%;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento di lunghezza pari a 6,0 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,20 m di spritz-beton fibrorinforzato e doppie centine HEA180 con passo 1,0 m $\pm 20\%$;
- arco rovescio (spessore 0,60 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 1 diametro;
- calotta in calcestruzzo armato (spessore 0,50 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 3 diametri.

4.2.3 USCITA/ACCESSO PEDONALE - SEZIONE TIPO C2m

Nel tratto centrale da pk 0+242,5 a pk 0+275 come per la galleria di linea, è prevista una condizione di fronte misto che vede la presenza della formazione argilloso-limosa CGC2 nella parte alta del fronte e della formazione sabbiosa SSR nella parte bassa. Come per la galleria di linea, per la valutazione degli interventi di consolidamento previsti si è fatto riferimento ad una configurazione stratigrafica relativa ad una sezione media che prevede la presenza della formazione argilloso-limosa CGC2 nell'area di calotta fino all'altezza delle reni, mentre a partire dalle reni fino all'arco rovescio è presente la formazione sabbiosa SSR. I rilievi del fronte di scavo da eseguirsi in corso d'opera permetteranno di valutare l'esatto numero e geometria dei diversi interventi da realizzare al fronte e al contorno.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	
	LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	26	

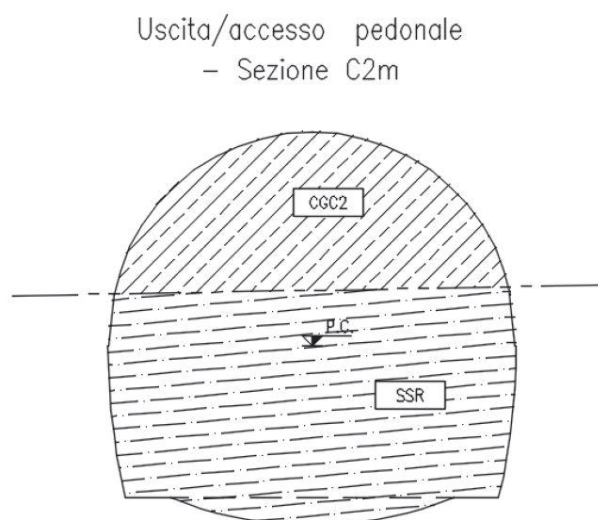


Figura 7: Schema sezione uscita/accesso pedonale C2m

La sezione è caratterizzata da:

- precontenimento del fronte:
 - parte alta (CGC2): 7 elementi strutturali in VTR, L=13,0 m (sovrapposizione minima 7,0 m) cementati in foro con miscele cementizie. Per l'incidenza del precontenimento (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
 - parte bassa (SSR): 8 microtrattamenti in jet-grouting $\phi 300$ armati con elementi strutturali in VTR, L=13,0 m (sovrapposizione minima 7,0 m). Per l'incidenza del precontenimento (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
- precontenimento al contorno:
 - parte alta (CGC2): 13 elementi strutturali in VTR, L=11,0 m (sovrapposizione minima 5,0 m) cementati in foro con miscele cementizie. Per l'incidenza del precontenimento (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
 - parte bassa (SSR): 12 colonne in jet-grouting $\phi 600$, L=11,0 m (sovrapposizione minima 5,0 m). Per l'incidenza del precontenimento (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento di lunghezza pari a 6,0 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,20 m di spritz-beton fibrorinforzato e centina HEA 180 con passo 1,0 m $\pm 20\%$;
- arco rovescio (spessore 0,60 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 1 diametro;

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	
	LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	27	

- calotta in calcestruzzo armato (spessore 0,50 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 3 diametri.

4.2.4 USCITA/ACCESSO PEDONALE - SEZIONE TIPO C1*

Nel primo tratto in naturale da pk 0+102,5 a pk 0+142,3 la galleria attraversa la formazione dei conglomerati di Campomarino: nella parte superiore del fronte si trova la litofacies conglomeratica (CGC1), mentre nella parte inferiore la litofacies argilloso/limosa (CGC2). Come per la C2m, per la valutazione degli interventi di consolidamento previsti si è fatto riferimento ad una configurazione stratigrafica relativa ad una sezione media che prevede la presenza della litofacies conglomeratica (CGC1) nell'area di calotta fino all'altezza delle reni, mentre a partire dalle reni fino all'arco rovescio è presente la litofacies argilloso-limosa CGC2 (Figura 55).

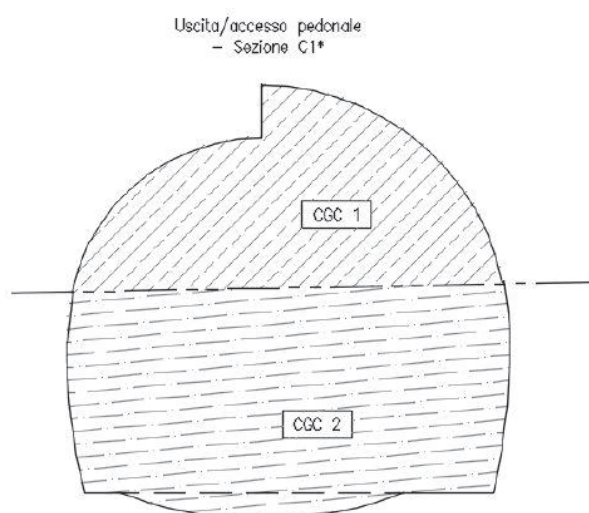


Figura 8: Schema sezione uscita/accesso pedonale C1*

La sezione è caratterizzata da:

- precontenimento del fronte:
 - parte alta (CGC1): 5 microtrattamenti in jet-grouting $\phi 300$ armati con elementi strutturali in VTR, $L=15,0$ m (sovrapposizione minima 7,0 m). Per l'incidenza del precontenimento (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
 - parte bassa (SSR): 6 elementi strutturali in VTR, $L=15,0$ m (sovrapposizione minima 7,0 m) cementati in foro con miscele cementizie. Per l'incidenza del precontenimento (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
- precontenimento al contorno:

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	28

- parte alta (CGC2): 15 colonne in jet-grouting $\phi 600$, L=12,5 m (sovrapposizione minima 4,5 m). Per l'incidenza del precontenimento (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
- parte bassa (SSR): 12 elementi strutturali in VTR, L=11,0 m (sovrapposizione minima 4,5 m) cementati in foro con miscele espansive. Per l'incidenza del precontenimento (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
- presostegno al contorno realizzato mediante 14 tubi in acciaio $\phi 127$ sp. 10 mm, L=11,5 m (sovrapposizione minima 3,5 m), passo 0.40 m valvolati con 1 vlv/m. Per l'incidenza del presostegno (numero o lunghezza degli elementi) è prevista una variabilità del $\pm 20\%$;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento di lunghezza pari a 8,0 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,20 m di spritz-beton fibrorinforzato e centina HEA 180 con passo 1,0 m $\pm 20\%$;
- arco rovescio (spessore 0,60 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 1 diametro;
- calotta in calcestruzzo armato (spessore variabile da 0,40 m a 1,05 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 3 diametri.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	29

4.3 TABELLA RIEPILOGATIVA VARIABILITA'

GALLERIA DI LINEA				
	INTERVENTO		MIN.	MAX
SEZIONE C1	PRECONTENIMENTO AL FRONTE (*)	N°30 microtrattamenti in jet-grouting ϕ 300 armati con elementi in VTR, L=20,0 m (sovrapp. Min. 8,0 m), $\pm 20\%$	N° 24; L=16 m	N° 36; L=24 m
	PRECONTENIMENTO AL CONTORNO (*)	N° 65 colonne in jet-grouting ϕ 600, L=16,5 m, perforazione a vuoto 1,50 m, passo 0,41 m in calotta e passo 0,45 m reni e piedritti (sovrapp. Min. 4,5 m), $\pm 20\%$	N° 52; L=13,2 m	N° 78; L=19,8 m
	PRECONTENIMENTO AL PIEDE CENTINA (*)	N° 8+8/12 trattamenti in jet-grouting ϕ 600, lungh. Media= 16,50 m, lungh. Media perforazione a vuoto= 7,5 m, lungh. Media iniezione= 9m, $\pm 20\%$	N° 6+6; L=13,2 m	N° 10+10; L=19,8 m
	PRESOSTEGNO AL CONTORNO (*)	N° 34 tubi in acciaio ϕ 127 sp. 10 mm, L=15,5 m (sovrapp. Min. 3,5 m), passo 0.40 m valvolati con 1 vlv/m, $\pm 20\%$	N° 27; L=12,4 m	N° 41; L=18,6 m
SEZIONE C1bis	PRECONTENIMENTO AL FRONTE (*)	N°25 microtrattamenti in jet-grouting ϕ 300 armati con elementi in VTR, L=17,0 m (sovrapp. Min. 11,0 m), $\pm 20\%$;	N° 20; L=13,6 m	N° 30; L=20,4 m
	PRECONTENIMENTO AL CONTORNO (*)	N° 65 colonne in jet-grouting ϕ 600, L=15,0 m, perforazione a vuoto 1,50 m, passo 0,41 m in calotta e passo 0,45 m reni e piedritti (sovrapp. Min. 9,0 m), $\pm 20\%$	N° 52; L=12,0 m	N° 78; L=18,0 m
	PRECONTENIMENTO AL PIEDE CENTINA (*)	N° 8+8/6 trattamenti in jet-grouting ϕ 600, lungh. Media= 14,00 m, lungh. Media perforazione a vuoto= 4,0 m, lungh. Media iniezione= 10 m, $\pm 20\%$	N° 6+6; L=11,2 m	N° 10+10; L=16,8 m
	PRESOSTEGNO AL CONTORNO (*)	N° 34 tubi in acciaio ϕ 127 sp. 10 mm, L=9,50 m (sovrapp. Min. 3,5 m), passo 0.40 m valvolati con 1 vlv/m, $\pm 20\%$	N° 27; L=7,6 m	N° 41; L=11,4 m
SEZIONE C2	PRECONTENIMENTO AL FRONTE (*)	N°50 elementi in VTR cementati con miscele cementizie, L=20,0 m (sovrapp. Min. 10,0 m), $\pm 20\%$	N° 40; L=16,0 m	N° 60; L=24,0 m
	PRECONTENIMENTO AL CONTORNO (*)	N°51 elementi in VTR cementati con miscele espansive, L=16,0 m (sovrapp. Min. 6,0 m) passo 0,50 m, $\pm 20\%$	N° 41; L=12,8 m	N° 61; L=19,2 m

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.		MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	30

	PRECONTENIMENTO AL PIEDE CENTINA (*)	N° 8+8/10 elementi in VTR cementati con miscele espansive, lungh. Media= 12,00 m, ±20%	N° 6+6; L=9,6 m	N° 10+10; L=14,4 m
SEZIONE C2 m	PRECONTENIMENTO AL FRONTE (*)	N°17 elementi in VTR cementati con miscele cementizie, L=20,0 m (sovrapp. Min. 10,0 m), ±20% (Area 1)	N° 14; L=16,0 m	N° 20; L=24,0 m
		N°33 microtrattamenti in jet-grouting ϕ 300 armati con elementi in VTR, L=20,0 m (sovrapp. Min. 10,0 m), ±20% (Area 2)	N° 26; L=16,0 m	N° 40; L=24,0 m
	PRECONTENIMENTO AL CONTORNO (*)	N°29 elementi in VTR cementati con miscele espansive, L=16,0 m (sovrapp. Min. 6,0 m) passo 0,50 m, ±20% (Area 1)	N° 23; L=12,8 m	N° 35; L=19,2 m
		N° 12+12 colonne in jet-grouting ϕ 600, L=16,0 m, perforazione a vuoto 1,50 m, passo 0,45 m (sovrapp. Min. 6,0 m), ±20% (Area 2)	N° 10+10; L=12,8 m	N° 14+14; L=19,2 m
	PRECONTENIMENTO AL PIEDE CENTINA (*)	N° 8+8/10 trattamenti in jet-grouting ϕ 600, lungh. Media= 13,00 m, lungh. Media perforazione a vuoto= 4,0 m, lungh. Media iniezione= 9m, ±20%	N° 6+6; L=10,4 m	N° 10+10; L=15,6 m
(*) LA VARIABILITA' INDICATA E' RELATIVA ALL'INCIDENZA DEL CONSOLIDAMENTO (N° INTERVENTI E LUNGHEZZA)				

USCITA/ACCESSO PEDONALE				
	INTERVENTO		MIN.	MAX
SEZIONE C1	PRECONTENIMENTO AL FRONTE (*)	N°11 microtrattamenti in jet-grouting ϕ 300 armati con elementi in VTR, L=15,0 m (sovrapp. Min. 7,0 m), ±20%	N° 9; L=12,0 m	N° 13; L=18,0 m
	PRECONTENIMENTO AL CONTORNO (*)	N° 27 colonne in jet-grouting ϕ 600, L=12,50 m, perforazione a vuoto 1,50 m, passo 0,45 m (sovrapp. Min. 4,5 m), ±20%	N° 22; L=10,0 m	N° 32; L=15,0 m
	PRESOSTEGNO AL CONTORNO (*)	N° 14 tubi in acciaio ϕ 127 sp. 10 mm, L=11,5 m (sovrapp. Min. 3,5 m), passo 0.40 m valvolati con 1 vlv/m, ±20%	N° 11; L=9,2 m	N° 17; L=13,8 m
SEZIONE C2 m	PRECONTENIMENTO AL FRONTE (*)	N°7 elementi in VTR cementati con miscele cementizie, L=13,0 m (sovrapp. Min. 7,0 m), ±20% (Area 1)	N° 6; L=10,4 m	N° 8; L=15,6 m

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.		MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	31

		N°8 microtrattamenti in jet-grouting ϕ 300 armati con elementi in VTR, L=13,0 m (sovrapp. Min. 7,0 m), $\pm$ 20% (Area 2)	N° 6; L=10,4 m	N° 10; L=15,6 m
	PRECONTENIMENTO AL CONTORNO (*)	N°13 elementi in VTR cementati con miscele espansive, L=11,0 m (sovrapp. Min. 5,0 m), passo 0,40 m, $\pm$ 20% (Area 1)	N° 10; L=8,8 m	N° 16; L=13,2 m
		N° 12 colonne in jet-grouting ϕ 600, L=11,0 m, perforazione a vuoto 1,50 m, passo 0,40 (sovrapp. Min. 5,0 m), $\pm$ 20% (Area 2)	N° 10; L=8,8 m	N° 14; L=13,2 m
SEZIONE C2	PRECONTENIMENTO AL FRONTE (*)	N°15 elementi in VTR cementati con miscele cementizie, L=13,0 m (sovrapp. Min. 7,0 m), $\pm$ 20%	N° 12; L=10,4 m	N° 18; L=15,6 m
	PRECONTENIMENTO AL CONTORNO (*)	N°25 elementi in VTR cementati con miscele espansive, L=11,0 m (sovrapp. Min. 5,0 m) passo 0,40 m, $\pm$ 20%	N° 20; L=8,8 m	N° 30; L=13,2 m
SEZIONE C1*	PRECONTENIMENTO AL FRONTE (*)	N°5 microtrattamenti in jet-grouting ϕ 300 armati con elementi in VTR, L=15,0 m (sovrapp. Min. 7,0 m), $\pm$ 20% (Area 1)	N° 4; L=12,0 m	N° 6; L=18,0 m
		N°6 elementi in VTR cementati con miscele cementizie, L=15,0 m (sovrapp. Min. 7,0 m), $\pm$ 20% (Area 2)	N° 5; L=12,0 m	N° 7; L=18,0 m
	PRECONTENIMENTO AL CONTORNO (*)	N° 15 colonne in jet-grouting ϕ 600, L=12,5 m, perforazione a vuoto 1,50 m, passo 0,45 m (sovrapp. Min. 4,50 m), $\pm$ 20% (Area 1)	N° 12; L=10,0 m	N° 18; L=15,0 m
		N°12 elementi in VTR cementati con miscele espansive, L=11,0 m (sovrapp. Min. 4,50 m) passo 0,45 m, $\pm$ 20% (Area 2)	N° 10; L=8,8 m	N° 14; L=13,2 m
	PRESOSTEGNO AL CONTORNO (*)	N° 14 tubi in acciaio ϕ 127 sp. 10 mm, L=11,5 m (sovrapp. Min. 3,5 m), passo 0.40 m valvolati con 1 vlv/m, $\pm$ 20%	N° 11; L=9,2 m	N° 17; L=13,8 m
(*) LA VARIABILITA' INDICATA E' RELATIVA ALL'INCIDENZA DEL CONSOLIDAMENTO (N° INTERVENTI E LUNGHEZZA)				

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.		MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	32

5. RISCHIO CONNESSO AL CARSISMO

Il rischio connesso con la presenza di cavità carsiche è legato al fatto che la cavità non sia direttamente intercettata dallo scavo e possa creare dei rischi di distacco di lastre o blocchi che possono creare problemi di sicurezza agli operatori e ai mezzi presenti al fronte o in corrispondenza di esso. Nel caso in cui la cavità è messa in luce con lo scavo, questa sarà trattata come un sovrasspessore e sarà riempita con calcestruzzo al momento del getto del rivestimento definitivo.

L'indagine indiretta TSP (Tunnel Seismic Prediction) in avanzamento ha una frequenza prevista dal piano di monitoraggio di una indagine ogni 100m di sviluppo longitudinale di galleria.

Nel caso in cui l'indagine sismica individua la possibile presenza di cavità carsiche sull'analisi delle velocità rilevate, si dovrà:

- informare immediatamente la Direzione lavori sui risultati emersi dall'indagine indiretta eseguita.
- Esecuzione del sondaggio esplorativo in avanzamento in modo da indagare la zona di ammasso davanti al fronte dello scavo.
- Bullonare le centine in modo da garantire un adeguato confinamento al sostegno di prima fase (le caratteristiche degli ancoraggi saranno forniti dal Progettista in funzione dell'esame dei dati forniti dal TSP). Se durante la realizzazione della bullonatura radiale si riscontreranno delle cavità, si procederà a:
 - terminare la posa in opera di tutti i bulloni ad eccezione di quelli in cui è stata riscontrata la presenza di cavità e loro ancoraggio alla centina.
 - Successivo riempimento dei fori in cui son state riscontrate le cavità.

Nel caso in cui i fori di ispezione, opportunamente direzionati, evidenziano la possibilità di intercettare delle cavità carsiche in arco rovescio, allora si dovrà procedere al loro riempimento con calcestruzzo per evitare rischi connessi con il crollo del piano di lavoro e quindi anche dei mezzi di cantieri.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	33

6. PROCEDURA DI CONTROLLO DELL'ESECUZIONE

6.1 DEFINIZIONE DELLA PROCEDURA

Il Contraente Generale, supportato dal Progettista, avrà cura di tenere sotto controllo i dati provenienti dal monitoraggio, in particolare verificando che gli scavi avvengano nelle condizioni ipotizzate in progetto.

A tal fine sarà necessario acquisire per ciascun campo di avanzamento:

- il rilievo geotecnico/geomeccanico del fronte di scavo;
- il rilievo sistematico della risposta deformativa (estrusione e convergenza);
- il rilievo delle fasi esecutive di avanzamento.

I dati del monitoraggio verranno inoltrati con cadenza di 7 gg. alla D.L., salvo casi di evidente urgenza, per i quali occorra decidere tempestivamente.

Nel caso in cui il Contraente Generale (o il Progettista), dopo l'analisi dei dati di monitoraggio, rilevasse difformità tra le misure e le valutazioni di progetto, procederà:

Nel caso di superamento delle soglie di attenzione a:

- avvertire la DL entro 12 ore dall'avvenuta verifica e validazione dei dati di monitoraggio;
- eseguire sopralluoghi congiuntamente alla DL;
- aumentare, se richiesto, la frequenza di acquisizione e restituzione dati alla DL;

Al superamento delle soglie di allarme a:

- Informare immediatamente la DL;
- Mettere in atto tutti gli interventi eventualmente necessari per arrestare l'evoluzione dei fenomeni deformativi;
- Eseguire sopralluoghi congiuntamente alla DL;
- Riesaminare le modalità di scavo avanzando proposte di modifica in riunioni congiunte con la DL.

La procedura in oggetto è valida sia per gli adeguamenti del progetto, intesi come variazione degli interventi di sostegno e consolidamento all'interno della variabilità prevista nell'ambito delle sezioni tipo, sia per il ricorso a sezioni tipo ricadenti tra quelle di progetto ma non previste nella tratta a comportamento omogeneo.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.		MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	34

6.2 TIPOLOGIA DELLE CONTROMISURE DA APPLICARE

Le contromisure da intraprendere sono classificate in Tabella 1 in categorie di crescente importanza.

Tabella 1 – Tipologia delle contromisure

CONTROMISURE	
TIPO	DESCRIZIONE
A	Incremento della lunghezza del 20% del pre-contenimento al fronte; Incremento della lunghezza del 20% del pre-contenimento al contorno; Incremento della lunghezza del 20% del pre-contenimento al piede centina. Riduzione dell'interasse del 20% tra i tubi del pre-sostegno al contorno (dove previsto). Integrazione di 10 cm dello strato di calcestruzzo proiettato al fronte
B	Infittimento della frequenza del monitoraggio degli edifici; Presidio continuo di edifici critici e strade fino al passaggio del fronte.
C	Interventi di consolidamento in galleria da progettare ad hoc
D	Interventi di consolidamento delle fondazioni degli edifici, da progettare ad hoc Chiusura al traffico di strade fino al completo passaggio del fronte di scavo Presidio continuo degli edifici per i due giorni successivi al completo passaggio del fronte

6.3 TABELLE DEI VALORI DI ATTENZIONE ED ALLARME, DEI PARAMETRI DI CONTROLLO E DELLE CONTROMISURE INDIVIDUATE PER LE GALLERIE NATURALI

Le soglie per il cedimento massimo in superficie in asse alla galleria sono definite sulla base dell'analisi di rischio effettuata nel documento LI0B02EZZRHGN0100001B. Nell'ipotesi di volume perso $V'=1.5\%$ l'edificio n. 19 è l'unica struttura interferente che passa a categoria di danno 2 (lieve) da categoria inferiore. Per tale categoria non si prevede d'intervenire con misure preventive sugli edifici. A tale ipotesi corrisponde un cedimento massimo in asse alla galleria nella sezione d'interesse pari a circa 50 mm, che viene identificato pertanto come soglia di attenzione. La soglia di allarme viene assunta in corrispondenza di $V'=2.5\%$, che porta il medesimo cedimento a 85 mm, pur restando la categoria di danno prevista ancora pari a 2.

I valori soglia della convergenza del contorno del cavo sono valutati a partire dai risultati delle analisi numeriche 2D. La differenza tra il valore di convergenza radiale in condizioni piane e il valore della pre-convergenza al fronte (estratti dalle opportune fasi dei modelli di calcolo: "rilascio a cavo libero in corrispondenza del fronte" e "installazione dell'arco rovescio") restituisce esattamente il valore di attenzione assunto.

Per le sezioni in argilla (C2 e C2m) si può assumere un valore soglia per l'estrusione cumulativa totale pari al valore assunto per la convergenza.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.		MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	35

La soglia di allarme si assume incrementando del 25% il valore di attenzione.

Per quanto riguarda le pressioni neutre nell'ammasso, queste vanno monitorate con l'ausilio dei piezometri Casagrande già realizzati lungo la linea ed eventualmente integrati con ulteriori piezometri da installarsi prima dello scavo in maniera tale da verificare che la quota piezometrica rispetto al piano di scavo corrisponda a quella di progetto (con un'oscillazione di +/- 10%).

Per la Galleria Campomarino si definiscono di seguito i valori di attenzione e di allarme dei parametri di controllo e le corrispondenti contromisure.

Parametro	Soglia di attenzione	Tipo contromisure		Soglia di allarme	Tipo contromisure	
		Superficiale	Galleria		Superficiale	Galleria
Cedimento massimo indotti in superficie in asse alla galleria	50 mm	B	A	85 mm	D	C

Sezione tipo	Parametro	Soglia di attenzione	Tipo contromisure		Soglia di allarme	Tipo contromisure	
			Superficiale	Galleria		Superficiale	Galleria
C1	Convergenza del cavo	20 mm	-	A	25 mm	-	C
C1bis		8 mm	B	A	10 mm	D	C
C2		28 mm	-	A	35 mm	-	C
C2m		13 mm	B	A	17 mm	D	C

Sezione tipo	Parametro	Soglia di attenzione	Tipo contromisure		Soglia di allarme	Tipo contromisure	
			Superficiale	Galleria		Superficiale	Galleria
C1	Estrusione al fronte	20 mm	-	-	-	-	-
C1bis		20 mm	-	-	-	-	-
C2		28 mm	-	A	35 mm	-	C
C2m		13 mm	B	A	17 mm	D	C

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.			MANDANTI HY pro			LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo			COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO		
			LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	36		

Per quanto riguarda lo sforzo normale al piede centina, i valori di soglia di attenzione e di allarme, nel caso specifico, sono stati valutati come corrispondenti rispettivamente ad una percentuale pari all'80% e al 100% del valore massimo atteso. I valori riportati sono stati uniformati per quanto possibile in modo da allineare il più possibile i valori di soglia.

Sezione tipo	Parametro	Soglia di attenzione	Tipo contromisure		Soglia di allarme	Tipo contromisure	
			Superficiale	Galleria		Superficiale	Galleria
C1	Carico massimo a piede centina (kN)	140	-	A	170	-	C
C1bis		100	-	A	130	-	C
C2m		50	-	A	70	-	C
C2		80	-	A	100	-	C

Sezione tipo	Parametro	Soglia di attenzione	Tipo contromisure		Soglia di allarme	Tipo contromisure	
			Superficiale	Galleria		Superficiale	Galleria
C1	Tensione massima centina (Mpa)	110	-	A	140	-	C
C1bis		70	-	A	90	-	C
C2m		50	-	A	70	-	C
C2		100	-	A	120	-	C

Analogamente si definiscono di seguito i valori di attenzione e di allarme dei parametri di controllo e le corrispondenti contromisure per il cunicolo di emergenza.

Sezione tipo	Parametro	Soglia di attenzione	Tipo contromisure		Soglia di allarme	Tipo contromisure	
			Superficiale	Galleria		Superficiale	Galleria
C1	Convergenza del cavo	4 mm	-	A	5 mm	-	C
C1*		3 mm	-	A	4 mm	-	C
C2		12 mm	-	A	15 mm	-	C
C2m		8 mm	-	A	10 mm	-	C

Sezione tipo	Parametro	Soglia di attenzione	Tipo contromisure		Soglia di allarme	Tipo contromisure	
			Superficiale	Galleria		Superficiale	Galleria
C1	Estrusione al fronte	10 mm	-	-	-	-	-
C1*		20 mm	-	-	-	-	-
C2		12 mm	-	A	15 mm	-	C
C2m		8 mm	-	A	10 mm	-	C

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	37

Sezione tipo	Parametro	Soglia di attenzione	Tipo contromisure		Soglia di allarme	Tipo contromisure	
			Superficiale	Galleria		Superficiale	Galleria
C1	Carico massimo a piede centina (kN)	70	-	A	90	-	C
C1*		20	-	A	30	-	C
C2m		30	-	A	40	-	C
C2		60	-	A	80	-	C

Sezione tipo	Parametro	Soglia di attenzione	Tipo contromisure		Soglia di allarme	Tipo contromisure	
			Superficiale	Galleria		Superficiale	Galleria
C1	Tensione massima centina (Mpa)	170	-	A	210	-	C
C1*		60	-	A	70	-	C
C2m		70	-	A	90	-	C
C2		150	-	A	190	-	C

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.		MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	38

7. MONITORAGGIO DELLE GRANDEZZE DI CONTROLLO

Il monitoraggio è l'insieme degli strumenti e delle procedure che servono per rilevare in modo oggettivo il comportamento delle gallerie a seguito dello scavo.

Obiettivo primario del monitoraggio è la verifica delle previsioni progettuali in termini sia di caratterizzazione geotecnica dei terreni, sia di efficacia delle procedure di calcolo adottate, sia di correttezza della conduzione della sequenza di scavo.

Gli scopi e le azioni di monitoraggio di campo sono molteplici:

- rilevare il comportamento strutturale dell'opera nel rispetto dei criteri di sicurezza e di utilizzabilità dell'opera stessa, principalmente durante la costruzione, ma talora anche durante l'esercizio;
- quantificare la risposta strutturale a specifici metodi di costruzione e rilevare l'efficacia degli specifici mezzi e metodi di sostegno e stabilizzazione;
- confrontare le previsioni teoriche con l'effettivo comportamento strutturale e con le previsioni dei reali parametri geotecnici del terreno;
- verificare la salvaguardia di strutture e infrastrutture di servizio, vicine e preesistenti.

Il piano del monitoraggio deve includere i seguenti passi:

- previsione dei meccanismi che controllano il comportamento dello scavo;
- selezione dei parametri che devono essere monitorati;
- definizione dei livelli di attenzione (attenzione e allarme) dei valori misurati dei parametri sotto controllo: il livello di attenzione deve attivare uno specifico sistema di controllo per migliorare il rilevamento di un eventuale successivo livello di allarme;
- previsione dell'ampiezza dei cambiamenti;
- scelta della strumentazione e sua affidabilità;
- piano e posizionamento in opera degli strumenti;
- ridondanza della strumentazione in opera per controllare il grado di affidabilità del funzionamento del sistema;
- modalità e programma di analisi dei dati;
- interpretazione dei dati, impostazione e stesura dei rapporti di monitoraggio.

Il giudizio sui dati rilevati deve essere basato sul confronto con i cosiddetti valori di soglia (valori di attenzione e valori di allarme) che sono definiti nell'ambito di un "Progetto del Monitoraggio" che preveda la risposta deformativa e dei conseguenti carichi indotti sulle strutture, da eseguire contestualmente alla progettazione esecutiva degli scavi:

- il valore di attenzione è il livello del parametro misurato al raggiungimento del quale è necessario attivare un sistema specifico di controllo allo scopo di seguire con maggior dettaglio l'evoluzione dell'evento, quale ad esempio: intensificare la frequenza delle misure, incrementare i punti di misura, installare nuove strumentazioni;

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	39

- il valore di allarme è il livello che richiede l'adozione di contromisure specificamente studiate per l'evento in questione e, possibilmente, già previste in sede di P.E., atte a contenere l'evoluzione del fenomeno in modo che non venga superato il valore di soglia di progetto.

Il tempestivo ed accurato monitoraggio permette anche di cogliere per tempo eventuali segni premonitori di instabilità proiettando nel futuro i valori che ci si può attendere e quindi permette di prendere tempestivamente le contromisure necessarie a superare la fase critica.

7.1 GRANDEZZE DI CONTROLLO

Alcune grandezze di controllo efficaci per il monitoraggio del buon andamento dello scavo della galleria naturale sono:

- spostamenti del contorno del cavo (convergenza);
- estrusione del fronte;
- estensione del raggio plastico;
- sollecitazioni e deformazioni nelle strutture di sostegno di prima fase (centine, calcestruzzo proiettato);
- sollecitazioni nel rivestimento definitivo in calcestruzzo;
- subsidenza (rilievo topografico del piano campagna e rilevamento degli spostamenti verticali e delle rotazioni degli edifici);
- instabilità dei versanti, in particolare agli imbocchi, anche con strumentazione inclinometrica.

In particolare, nel caso in esame saranno attuate: misura degli spostamenti del contorno del cavo (convergenza); misure dell'estrusione del fronte; misure di sforzo normale al piede della centina; misure della subsidenza.

7.1.1 SPOSTAMENTI DEL CONTORNO DEL CAVO (CONVERGENZA)

I cinque punti di misura saranno attrezzati con mire ottiche (Figura 7), la cui posizione è rilevata mediante strumento topografico di precisione, in modo da valutare gli spostamenti assoluti nello spazio dei punti del cavo. L'elaborazione di questi dati permette di calcolare le convergenze, cioè la diminuzione della distanza tra due punti delle pareti del cavo, e la configurazione deformata della sezione trasversale di scavo nel suo piano, nonché le eventuali variazioni di livello in senso longitudinale.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	
	LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	40	

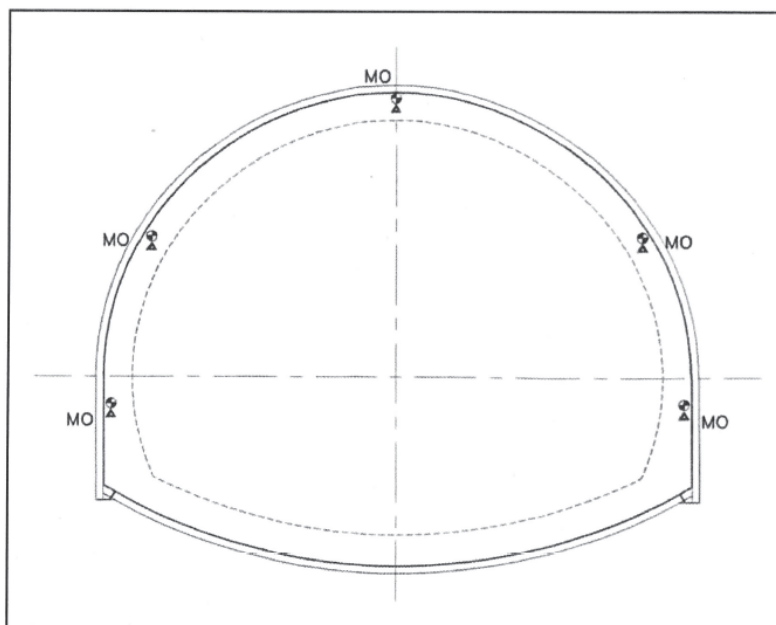


Figura 7: Posizionamento delle mire per la misura della convergenza

Le basi di misura saranno costituite da 5 chiodi di convergenza posizionati sulle centine e ad esse connessi su cui andranno montati altrettanti marcatori costituiti ad esempio da prismi riflettenti o catadiottri. I 5 chiodi saranno fissati sulla centina del campo, in prossimità dei piedi, alle reni e in chiave di calotta. I chiodi di convergenza verranno posizionati sulla centina immediatamente dopo la sua posa in opera. Particolare attenzione dovrà essere adottata durante le operazioni di avanzamento affinché i mezzi di cantiere non urtino i chiodi di misura posizionati leggermente sporgenti dalle centine per poter essere rilevati. Inoltre, è da prevedere un adeguato sistema di ancoraggio del chiodo alla centina.

Ciascuna stazione di misura sarà collocata in prossimità del fronte di scavo, a distanza non superiore a 1 m. Va collocata almeno una stazione di misura per ogni campo di avanzamento, installandola in tal caso o contemporaneamente all'ultima centina del campo o immediatamente dopo la prima centina del campo successivo. Vanno comunque installate stazioni di misura in corrispondenza dei passaggi di zona di comportamento omogeneo o dove si riscontrassero anomalie rispetto alle previsioni di progetto.

Il sistema di acquisizione dei dati può essere costituito da una stazione composta da teodolite e distanziometro elettronico che misurano le posizioni assolute delle basi tridimensionale costituito da capisaldi siti in galleria. La precisione delle misure dovrà essere non inferiore a 1 mm.

Per ogni rilievo andranno indicate il giorno e l'ora dell'acquisizione, la posizione del fronte, de rovescio e del rivestimento definitivo rispetto alla sezione di misura.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDATED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	41

I dati sono forniti all'incaricato della loro elaborazione entro la stessa giornata in cui è stato eseguito il rilievo.

Dall'elaborazione dei dati si ricaveranno i grafici tempo e della distanza dal fronte:

- Convergenze;
- Spostamenti verticali;
- Spostamenti orizzontali;
- Velocità di convergenza (mm/giorno) (gradiente)

Inoltre, in corrispondenza di istanti significativi cioè di particolari lavorazioni, si costruiranno le configurazioni deformate della sezione monitorata.

Dopo aver effettuato una lettura di zero subito dopo l'installazione delle mire, le letture saranno effettuate man mano che si avrà l'allontanamento del fronte e nelle fasi più significative che sono state oggetto di esame attraverso le analisi numeriche effettuate in fase di progettazione definitiva ed esecutiva.

Le letture vanno di norma eseguite con la seguente frequenza:

- n. 1 lettura al giorno durante le fasi di scavo del campo successivo alla stazione di misura;
- n. 1 lettura integrativa a fronte fermo, successivamente a ogni fase lavorativa quali, ad esempio: scavo e getto dell'arco rovescio, esecuzione dei consolidamenti del nucleo;
- n. 2 letture settimanali fino a una distanza del fronte pari a circa 3 volte il diametro della galleria;
- e, comunque, almeno 1 misura alla settimana fino al getto del rivestimento definitivo.

La misura della convergenza è il sistema più semplice e più immediato, ancorché approssimato, perché richiede una lunga sperimentazione nel sito in esame, per estrapolare al futuro i valori di convergenza che si manifesteranno con il progressivo allontanamento del fronte dalla sezione di misura. In tal modo è possibile, con una certa affidabilità, prevedere come potenziare (eventualmente alleggerire) i sostegni di prima fase affinché la galleria risulti stabile permanentemente dopo che il fronte si è allontanato di 2÷3 diametri, che è la progressiva alla quale risulta tecnicamente possibile- senza grandi intralci - gettare il rivestimento definitivo. Tale getto può essere fatto quando appunto la galleria potrà essere considerata tecnicamente stabile al fine di non sollecitare il calcestruzzo quando è ancora fresco, il che si può considerare acquisito con un gradiente di convergenza residua inferiore a 0,5mm/giorno secondo l'usuale prassi.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	
	LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	42	

7.1.2 ESTRUSIONE DEL FRONTE

Per il controllo della risposta deformativa del fronte mediante confronto con i valori di soglia e l'individuazione di eventuali segni premonitori di instabilità, si misureranno gli spostamenti assiali dei punti del fronte. A tal fine e affinché non si ostacolino le normali operazioni di cantiere, si utilizzeranno mire ottiche applicate sul fronte, nonché un estensimetro incrementale (estrusimetro) inserito assialmente all'interno del fronte.

n° 1 colonna inclino-estensimetrica installata sul fronte di scavo mediante trivellazione di un foro orizzontale di lunghezza = 30 m (Figura 8);

n° 5 chiodi di convergenza con supporto per il posizionamento di mire ottiche su cui eseguire letture topografiche del fronte di scavo, posizionate come illustrato in Figura 9.

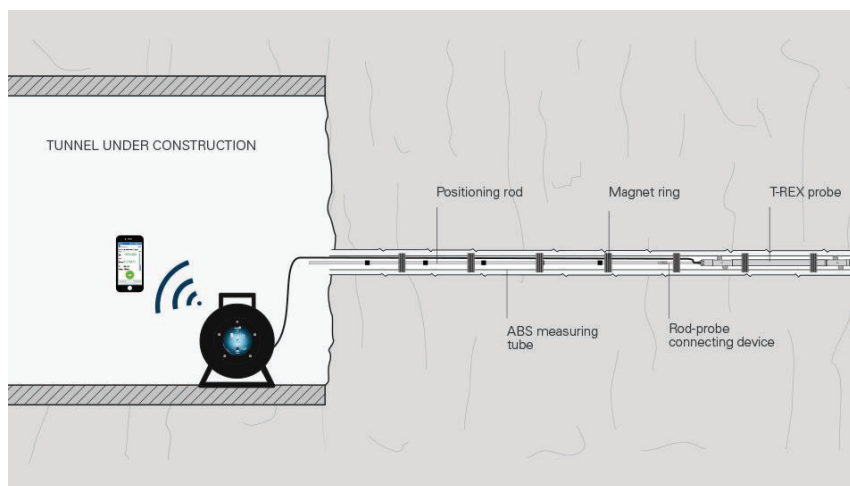


Figura 8: Estensimetro al fronte

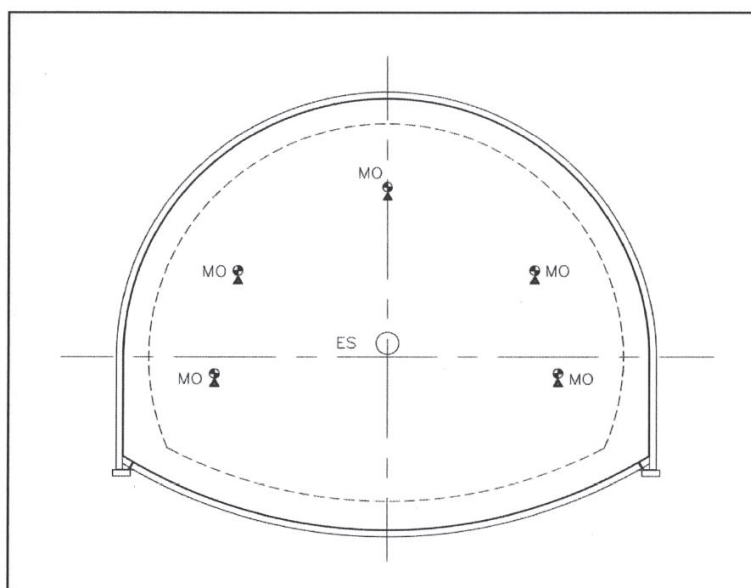


Figura 9: Posizione della strumentazione al fronte scavo

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSOLIDED STABLE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	43

Il sistema di acquisizione dati potrà essere costituito da una sezione composta da teodolite e distanziometro elettronico che misurano le posizioni assolute delle basi rispetto a un sistema di riferimento tridimensionale costituito da capisaldi siti in galleria. La precisione dovrà essere non inferiore a 1 mm. Per ogni rilievo andranno indicate l'istante, la progressiva del fronte, le posizioni dell'arco rovescio e del rivestimento definitivo rispetto al fronte e il numero corrente degli infilaggi al fronte. I dati misurati vanno forniti all'incaricato della loro elaborazione entro la stessa giornata in cui è stato eseguito il rilievo. Dall'elaborazione dei dati si ricaveranno spostamenti assiali minimi delle basi in funzione della posizione dei punti di misura e della copertura presente.

Mediante l'interpretazione delle misure di estrusione si verificherà l'efficacia degli interventi di consolidamento previsti al fronte.

Le letture iniziali di riferimento saranno effettuate prima di procedere alle operazioni di consolidamento, si procederà poi con le letture normali ogni due giorni.

Misure di estrusione del fronte fermo

Nell'eventualità di pause delle lavorazioni che implicino un fermo del fronte di durata superiore a 1 giorno, si provvederà, dopo l'esecuzione di uno strato di calcestruzzo proiettato, al posizionamento sul fronte di mire ottiche e al loro rilevamento mediante teodolite. Le mire ubicate sul fronte come da figura, saranno rilevate ogni due giorni.

7.1.3 SFORZO NORMALE AL PIEDE DELLA CENTINA

Lo sforzo normale trasmesso dal rivestimento di prima fase al terreno sarà misurato mediante celle di carico, posizionate ai piedi dell'ultima centina di ciascuno dei campi interessati (in modo da leggere l'intero incremento di sforzo normale conseguente allo scavo del campo immediatamente successivo).

Le celle di carico si compongono normalmente di un corpo in acciaio e due piastre di ripartizione in acciaio. Lo strumento potrà essere costituito da trasduttori tipo "strain gauges" (ponti estensimetrici a variazione di resistenza elettrica). Una volta scelto il tipo di cella, si progetterà il dettaglio della sua installazione al piede della centina.

Il fondo scala della cella di carico dovrà essere opportunamente valutato in base agli scarichi attesi, con sovraccarico ammissibile pari al 150% del valore di fondo scala. La precisione dovrà essere maggiore dell'1% del fondo scala.

Per ogni rilievo andranno indicate l'istante, la posizione del fronte, dell'arco rovescio e del rivestimento definitivo rispetto alla sezione di misura. I dati misurati vanno forniti all'incaricato della loro elaborazione entro la stessa giornata in cui è stato eseguito il rilievo. Dall'elaborazione dei dati si ricaveranno i grafici dell'evoluzione dello sforzo assiale in funzione del tempo e della distanza dal fronte.

La frequenza delle letture del carico ai piedi delle centine è definita in funzione della distanza d del fronte rispetto alla stazione di misura. La prima lettura sarà eseguita quando la centina sarà collegata con tutte le catene alla

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L. MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	
	LI0B	02	E	ZZ	SP	GN	00	00	002	C	44	

centina adiacente. Successivamente si eseguirà una lettura al giorno fino a quando le letture non saranno impedita dalle lavorazioni propedeutiche al getto del rivestimento definitivo.

7.1.4 CEDIMENTO DEL PIANO CAMPAGNA

Il monitoraggio dei cedimenti del piano campagna indotti dallo scavo è soprattutto finalizzato al controllo degli indotti di scavo sulle strutture esistenti poste in adiacenza all'asse della galleria.

Il rilievo interesserà una fascia di circa 100 m a cavallo dell'asse della galleria attuato attraverso n.21 capisaldi equi-distanziati.

La battuta topografica avverrà tramite lettura della stadia appoggiata in un pozzetto appositamente realizzato in opera nel punto in cui è prescritto venga effettuata la misura. Tale pozzetto presenterà idoneo coperchio in calcestruzzo e un tubo in pvc di altezza minima di 1.0 m. Il pozzetto sarà collegato a una barra d'acciaio ad aderenza migliorata infissa nel terreno per almeno 1.0m così come mostrato in Figura 10.

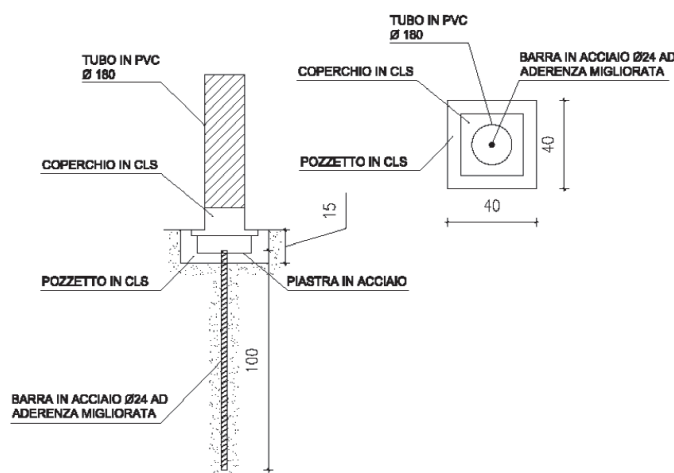


Figura 10: Pozzetto tipo per l'alloggio della stadia per la misurazione

Il sistema di acquisizione dati è costituito da una stazione composta da teodolite e distanziometro elettronico che misurano le posizioni assolute della base di misura rispetto a un sistema di riferimento tridimensionale. La misura permette di risalire alle coordinate spaziali delle basi con tolleranza + 1 mm.

I dati misurati vanno forniti all'incaricato della loro elaborazione entro la stessa giornata in cui è stato eseguito il rilievo.

Dall'elaborazione dei dati si ricaveranno i grafici dell'evoluzione di cedimenti e spostamenti orizzontali in funzione del tempo e della distanza dal fronte. Inoltre, si costruiranno, per diversi istanti, le distribuzioni degli spostamenti lungo rette trasversali e parallele all'asse galleria.