

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI  
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI  
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria



Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

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

Relazione monitoraggio

L'Appaltatore

Ing. Gianguido Babini

A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.  
Il Direttore Tecnico  
(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data Ottobre 2023

firma

Data Ottobre 2023

firma

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	Z Z	R H	G N 0 0 0 0	0 0 2	B	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	Leonetti	Giugno 2023	DeFazio	Giugno 2023	Cerchiaro	Giugno 2023	
B	Revisione	Leonetti	Ottobre 2023	DeFazio	Ottobre 2023	Cerchiaro	Ottobre 2023	



File:

n. Elab.

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>Relazione Monitoraggio</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>

## INDICE

1..	PREMESSA .....	2
2..	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO .....	3
3..	INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	4
3.1	PROGETTO ESECUTIVO - SONDAGGI .....	6
3.1.1	Installazioni geotecniche .....	16
3.2	PROGETTO ESECUTIVO - INDAGINI GEOFISICHE.....	16
3.2.1	Multichannel analysis of surface waves (MASW) .....	16
3.2.2	Prospezioni sismiche a rifrazione .....	17
4..	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	19
5..	MONITORAGGIO .....	22
5.1	TIPOLOGIE DI MISURAZIONI .....	22
5.1.1	Chiodi per mire ottiche e mire topografiche– topografia tridimensionale.....	22
5.1.2	Determinazione degli sforzi di trazione (celle di carico) .....	22
5.1.3	Piezometro .....	23
5.1.4	Pipe inclinometrico.....	23
5.1.5	Estensimetri multibase.....	23
5.2	SPECIFICHE TECNICHE PER L'INSTALLAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE.....	23
5.2.1	Monitoraggio topografico di precisione mediante Stazione totale .....	23
5.2.2	Piezometro .....	25
5.2.3	Pipe inclinometrico.....	27
5.2.4	Estensimetri multibase.....	32
5.2.5	Celle di carico toroidali.....	34
5.3	MONITORAGGI PREVISTI .....	37

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.p.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>Relazione Monitoraggio</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	<b>2</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione rappresenta il Piano di Monitoraggio e Controllo di superficie relativo ai lavori di realizzazione della “**Linea Pescara – Bari Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli – Lesina lotti 2 e 3 - raddoppio Termoli – Ripalta**”.

Il presente documento si concentra in particolare all’area interessata dalla realizzazione della galleria di Campomarino; sarà predisposta un’adeguata strumentazione finalizzata al controllo delle condizioni di stabilità dell’opera ed alla corrispondenza dei risultati attesi in sede di progetto in termini di tensioni e deformazioni.

Il sistema di monitoraggio descritto nella presente relazione definisce i criteri guida da adottarsi per la definizione puntuale della strumentazione e dei controlli da mettere in opera prima e durante la costruzione dell’opera per consentire un continuo e sistematico confronto tra la reale situazione che si instaura in fase di scavo dell’opera e le ipotesi progettuali e prevenire, con sufficiente anticipo, le possibili situazioni sfavorevoli. Il monitoraggio, mediante idonei strumenti, di alcuni parametri significativi permette il controllo delle rispondenze progettuali e la verifica delle previsioni tenso-deformative delle strutture in progetto.

Al superamento di limiti stabiliti in base alle condizioni previste, sono associate azioni e contromisure atte a garantire la sicurezza dei lavoratori e delle strutture (in fase di realizzazione o eventualmente già presenti).

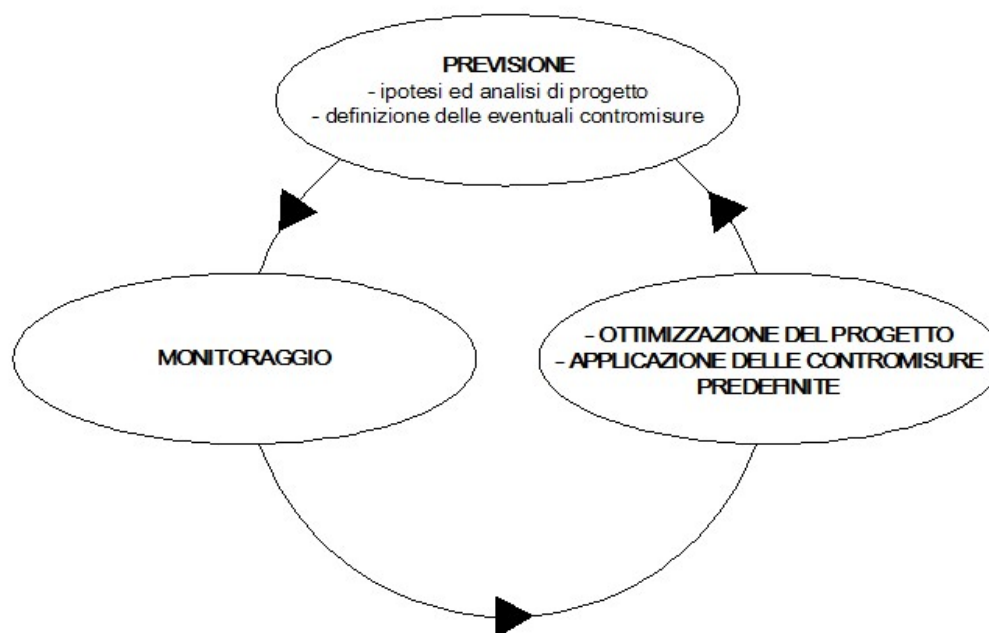


Figura 1.1 - Diagramma di flusso relativo alla metodologia di progettazione flessibile.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.p.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Relazione Monitoraggio</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	<b>3</b>	

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

La parte di tracciato in cui verrà realizzata la galleria di Campomarino ricade a ridosso della costa adriatica, nel settore della regione Molise, estendendosi in direzione all'incirca NW-SE. In particolare la galleria ricadrà nel territorio comunale di Campomarino, in provincia di Campobasso.



Figura 2.1 - Corografia dell'area di studio con individuazione del tratto in cui verrà realizzata la galleria di Campomarino.

Nell'elaborazione del presente studio è stato necessario avvalersi di carte topografiche, tecniche e tematiche ed in particolare, è stata visionata la seguente cartografia:

- Foglio 155 "San Severo" della Carta geologica d'Italia in scala 1:100000;
- Tavolette 155 IV NO (Termoli), 155 IV NE (Torre Fantine), 155 IV SE (Chieuti), 155 I SO (Ripalta) in scala 1:25000;
- elementi 381041, 382013, 382014, 382054, 382052, 382051, 382061, 382062, 382063, 382064 con riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Molise mentre, con riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Puglia, gli elementi 382072, 382073 in scala 1:5000.

Piano assetto idrogeologico PAI:

- T.02.05 – Carta della pericolosità da frana e da valanga – assetto di versante (1:10000) – Comune di Campomarino;
- T.03.05 – Carta del rischio da frana e da valanga – assetto di versante (1:10000) – comune di Campomarino;
- T.04.18 – Carta della pericolosità idraulica – assetto idraulico (1:10000), comune di Campomarino;
- T.05.18 – Carta del rischio idraulico – assetto idraulico (1:10000), comune di Campomarino.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.p.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione Monitoraggio</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	<b>4</b>

### 3. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la caratterizzazione geotecnica delle formazioni interessate dalle opere in sottterraneo sono stati esaminati ed analizzati i dati provenienti dalla campagna d'indagine eseguita nel Progetto Definitivo.

#### Progetto definitivo

Relativamente al tratto in galleria sono stati eseguiti: 6 sondaggi a carotaggio continuo, di cui quattro attrezzati con piezometri e due utilizzati per l'esecuzione di prove geofisiche in foro.

Indagini e prove in sito/laboratorio

Sono state eseguite le seguenti indagini e prove in sito:

- n° 10 prove di permeabilità Lefranc;
- n° 2 prove di permeabilità Lugeon;
- n° 3 prove Pressiometriche;
- n° 9 prove dilatometriche;
- prove SPT.

Prove di laboratorio

Sono di seguito elencate le indagini e le prove di laboratorio eseguite:

- n° 7 prova Triassiale (CU);
- n° 8 prova Triassiale (UU);
- n° 7 prove Edometriche;
- n° 18 prove di Taglio;
- n° 3 prove di Taglio residuo;
- n° 5 prove di colonna Risonante;
- n° 7 prove di rigonfiamento.

Camp.	Profondità			c'	φ'	c <sub>r</sub> '	φ <sub>r</sub> '	c <sub>u</sub>	c'	φ'	E	O <sub>o</sub>	ISP	ISS	RC
	da	a		kPa	°	kPa	°	kPa	kPa	°	kPa	kPa	kPa	%	Mpa
CR 1	10,65	11,15	Sabbia medio fine limosa marrone chiaro olivastro (2,5Y 5/6) con alcune laminazioni suborizzontali limoso argillose, molto addensata, umida, frazione fine non plastica, reagente all'HCL.												
CR 2	19,1	19,50	Sabbia fine limosa debolmente argillosa a marrone giallastro (10YR 6/4) molto addensata, semicoerente, umida, frazione fine non plastica, reagente all'HCL.	5,6	30,6										
CS 3	19,8	20,30	19,90 - 20,30 : Argilla con limo avana giallastro (2,5Y 7/3) con sparse tracce puntiformi carboniose e nerastre, omogenea, umida, molto consistente, reagente all'HCL.					93,4							
CI 4	23,1	23,70	Argilla con limo avana giallastro (2,5Y 7/3) con sparse tracce puntiformi carboniose e nerastre e alcune laminazioni orizzontali sabbiose ocracee per ossidazione. Molto consistente, con superfici di discontinuità traslucide orientate secondo piani inclinati di 45°, umida, molto plastica, reagente all'HCL.					110,3			6390	200-400			
CR 5	25,65	26,00	Argilla con limo avana giallastro (2,5Y 7/3) con sparse tracce puntiformi nerastre di sostanza organica, molto consistente, umida, molto plastica, reagente all'HCL.						27,8	21,8	7571	200-400			
CR 6	30,1	30,50	Sabbia fine con limo debolmente argillosa molto addensata debolmente cementata, poco umida, frazione fine non plastica, reagente all'HCL. Colore marrone oliva giallastro (2,5Y 6/6)	4,5	35,7										
CR 7	39,3	39,70	Sabbia fine con limo debolmente argillosa marrone chiaro giallastro con laminazioni orizzontali limose, molto addensata, semicoerente, poco umida, frazione fine poco plastica, fortemente reagente all'HCL.	8,7	34,5										
CR 8	44,6	45,00	Sabbia fine limosa sottilmente stratificata da laminazioni e/o livelli orizzontali marrone chiaro / marrone scuro e subordinatamente da livelli limoso argillosi grigio chiaro. Molto addensata, poco umida, frazione fine non plastica. Fortemente reagente all'HCL.	3,9	35,8										
CR9 Falta	53,4	53,80	Sabbia fine uniforme con limo marrone olivastro (2,5Y 5/6), umida, frazione fine non plastica, reagente all'HCL.	0,0	36,5										
CR 9 Pbassa	53,8	54,00	Limo con argilla marrone giallastro (2,5Y 6/3) con laminazioni orizzontali sabbiose ocracee ossidate e venature nerastre organiche. Consistente, umido, plastico, reagente all'HCL.	17,6	21,2						12095	400-800	46,8	1,2	
CS 10	59	59,55	Limo con argilla grigio verdastro (GLEY 1 4/N) con sparse tracce puntiformi nerastre di s.o. Omogeneo, molto consistente, umido, plastico reagente all'HCL.	20,0	23,9	0,0	12,2	215,0							X

Figura 3.1 - Prove di laboratorio campioni prelevati dal sondaggio S1Gall



MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione Monitoraggio</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>RH</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>GN 00 00</b>			PROGR <b>002</b>

Identificativo campione			Descrizione terreno	Prova di taglio diretto Picco		Prova di taglio diretto Residuo		Triax UU	Prova Triassiale C.U.		Edometrica		Prove di rigonfiamento		Colonna risonante
Camp.	Profondità da p.c.			c'	φ'	c <sub>r</sub> '	φ <sub>r</sub> '	c <sub>u</sub>	c'	φ'	E	O <sub>o</sub>	ISP	ISS	RC
	da	a		kPa	°	kPa	°	kPa	kPa	°	kPa	kPa	kPa	%	Mpa
CR 1	12	12,53	Sabbia con limo e argilla marrone chiaro olivastro (2,5Y 5/6) con alcuni livelli ondulati grigio chiaro. Omogenea, umida, frazione fine poco plastica, reagente all'HCL.												
CS 2	16	16,6	Argilla con limo marrone chiaro grigiastro (2,5Y 6/2) con alcuni livelli cm sabbiosi fortemente ossidati inclinati di circa 50°, patine ocracee e piccole concrezioni calcaree in parte decalcificate. Ossidata, molto consistente, umida, reagente all'HCL.												
CI 3	18,8	19,4	Argilla con limo marrone chiaro olivastro e grigio chiaro (5, Y 5/3) con piccole maculazioni ocracee per ossidazione, tracce puntiformi carboniose nerastre e alcune concrezioni calcaree mammellonari. Omogenea, molto consistente, umida, presenta alcune superfici di discontinuità traslucide ondulate poco inclinate. Reagente all'HCL.												
CR 4	26	26,55	Sabbia medio grossa con sparsa ghiaia, limosa, di colore marrone giallastro (2,5Y 6/4). Frazione ghiaiosa di natura prevalentemente calcarenitica, arrotondata d <sub>max</sub> = 40 mm, frazione fine non plastica. Addensata, poco umida, reagente all'HCL.												
CR 5	37,6	38	Sabbia medio fine con limo marrone chiaro olivastro (2,5Y 6/4) con alcune laminazioni suborizzontali limose e un livello di spessore centimetrico argilloso grigio chiaro. Umida, addensata, frazione fine non plastica, reagente all'HCL.												
CS 6	38,4	38,95	Argilla con limo marrone chiaro olivastro (5Y 5/6) con piccoli noduli sabbiosi ossidati. Omogenea, molto consistente, umida, plastica, reagente all'HCL.												
CS 7	40,7	41,2	Argilla con limo marrone chiaro olivastro (5Y 5/6) con screziature grigio chiaro, sparse tracce puntiformi carboniose e un livello centimetrico di sabbia limosa rossastra fortemente ossidata. Omogenea, molto consistente, umida, reagente all'HCL.												
CR 8	55	55,55	Sabbia medio fine limosa marrone chiaro giallastro (2,5Y 6/4) umida, frazione fine non plastica. Presenti nella parte alta alcuni livelli centimetrici di spessore da 1 a 3 cm cementati. Reagente all'HCL.												

Figura 3.2 - Prove di laboratorio campioni prelevati dal sondaggio S2Gall

Identificativo campione			Descrizione terreno	Prova di taglio diretto Picco		Triax UU	Prova Triassiale C.U.		Edometrica		Prove di rigonfiamento		Colonna risonante		
Camp.	Profondità da p.c.			c'	φ'	c <sub>u</sub>	c'	φ'	E	Δσ	ISP	ISS	RC		
	da	a		kPa	°	kPa	kPa	°	kPa	kPa	kPa	%	Mpa		
CS 1	6,9	7,4	Argilla con limo di colore marrone olivastro (5Y 5/3) con diffusivi livelli /lenti biancastri decalcificati e concrezioni calcaree dure angolari d <sub>max</sub> = 15 mm. Molto consistente, umida, reagente all'HCL.												
CI 2 P.alta	10	10,33	Sabbia fine con limo giallastro - olivastro (2,5Y 6/8) con patine oca per ossidazione. Omogenea, addensata, poco umida, frazione fine non plastica.												
CI 2 P.bassa	10,33	10,55	Argilla con limo marrone chiaro giallastro (2,5Y 6/3 5/3). Molto consistente, umida, presenta alcune superfici di discontinuità denotate da patine di alterazione nerastre e tracce puntiformi di s.o. Reagente all'HCL.												
CI 3	15,2	15,75	Argilla limosa marrone chiaro olivastro (5Y 6/3) con tacce puntiformi di sostanza organica e maculazioni ocracee per ossidazione. Molto consistente, con superfici di discontinuità traslucide orientate secondo piani inclinati di 20-30° circa. Umida, molto plastica reagente all'HCL.												
CI 4	22,4	22,95	Argilla limosa grigia (GLEYS 1 3/1 5GY) con sparse tracce puntiformi nerastre di sostanza organica e rari frammenti conchigliari. Molto consistente, umida, molto plastica reagente all'HCL.												
CR 5	30,8	31,2	Sabbia medio fine limosa debolmente argillosa molto addensata, debolmente cementata di colore marrone chiaro giallastro (10YR 5/8), poco umida, frazione fine non plastica. Fortemente reagente all'HCL.												
CR 6	36,4	36,8	Sabbia fine limosa marrone chiaro olivastro (2,5Y 5/6) con alcune laminazioni limose debolmente argillose, poco umida, frazione fine non plastica, reagente all'HCL.												

Figura 3.3 - Prove di laboratorio campioni prelevati dal sondaggio S3Gall

Identificativo campione			Descrizione terreno	Prova di taglio diretto Picco		Prova di taglio diretto Residuo		Triax UU	Prova Triassiale C.U.		Edometrica		Prove di rigonfiamento		Colonna risonante
Camp.	Profondità da p.c.			c'	φ'	c'	φ'	c <sub>u</sub>	c'	φ'	E	Δσ	ISP	ISS	RC
	da	a		kPa	°	kPa	°	kPa	kPa	°	kPa	kPa	kPa	%	Mpa
CI 1	5,00	5,4	Argilla con limo marrone chiaro olivastro (2,5Y 6/6) con bande grigio chiaro, molto consistente, ossidata, con alcune superfici di discontinuità preesistenti diversamente orientate. Presenti inclusi carbonatici spesso decalcificati e venature nerastre di sostanza organica, reagente all'HCL.												
CR 2	15,15	16,65	Sabbia media uniforme limosa di colore marrone chiaro giallastro (2,5Y 6/6) incoerente, umida, frazione fine non plastica. Reagente all'HCL.												
CI 3	24,00	24,35	Sabbia medio fine limosa debolmente argillosa marrone chiaro giallastro (10YR 6/6) in contatto con livello di spessore di 5 cm a giacitura inclinata di 45° costituito da argilla limosa molto consistente. Molto addensata debolmente cementata, ossidata, umida, frazione fine non plastica. Reagente all'HCL.												
CS 4	27,00	27,6	Argilla con limo grigio chiaro olivastro (2,5Y 5/2 5/3) con maculazioni ocracee per ossidazione e tracce puntiformi nerastre di s.o. Molto consistente, omogenea, umida, reagente all'HCL. Presenta alcune laminazioni sabbiose fortemente ossidate.												
CR 5	35,30	35,7	Sabbia medio fine limosa debolmente argillosa con alcune laminazioni orizzontali limose, di colore marrone chiaro olivastro (2,5Y 5/6). Molto addensata, umida, frazione fine non plastica. Reagente all'HCL.												

Figura 3.4 - Prove di laboratorio campioni prelevati dal sondaggio S4Gall

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>Relazione Monitoraggio</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>

### 3.1 PROGETTO ESECUTIVO - SONDAGGI

In corrispondenza della Galleria Campomarino, nell'attuale fase di progettazione esecutiva sono stati eseguiti i sondaggi: SPE03; NS01; NS02; NS03; NS04; SPE 4.1; SPE 4.2; SPE 4.3; SPE 4.4; SPE05; e le indagini geofisiche MASW1+SIS1, MASW2+SIS2 e MASW3.

Le terebrazioni sono state finalizzate alla ricostruzione del profilo litostratigrafico ed alla determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni.

Sigla Sondaggio	Profondità (m)	n. prove SPT	n. campioni rimaneggiati C.R.	n. campioni indisturbati C.I.	Prove di permeabilità LE	Coordinate geografiche	
						LAT. (NORD)	LONG. (EST)
SPE03	40	11	-	2	1	41° 57' 09"	15° 01' 27"
SPE04.2	60	8	-	1	1	41°56'44.27"	15° 2'0.61"
SPE04.3	60	8	2	-	1	41°56'53.95"	15° 2'11.26"
SPE04.4	40	7	2	-	1	41°56'42.17"	15° 2'12.94"

Tabella 3.1 – tabelle riepilogativa dei sondaggi geognostici eseguiti dal laboratorio LR

Sondaggio	Prof.	Perfor.*	Data		Strumentazione*		Coordinate GAUSS-BOAGA		Quota
ID	(m)	Tipologia	Inizio	Fine	Tipologia	(m)	Nord	Est	m s.lm
<b>NS 01</b>	55.0	DN/CC	16/03/23	22/03/23	Piezometro CC	30.0 50.0	4644518.66	2522047.536	64.674
<b>NS 02</b>	52.0	DN	22/03/23	23/03/23	Piezometro CC	50.5	4644474.075	2522076.163	66.092
<b>NS 03</b>	60.0	DN	14/03/23	16/03/23	Piezometro CC	55.0	4644231.486	2522259.751	73.421
<b>NS 04</b>	55.0	CC	03/03/23	13/03/23	Piezometro CC	18.5 45.0	4644079.882	2522541.235	69.648
<b>SPE 05</b>	30.0	CC	15/12/22	20/12/22	Piezometro CC	13.0	4643612.429	2523059.774	47.599

Tabella 3.2 – tabelle riepilogativa dei sondaggi geognostici eseguiti dal laboratorio IMOS

I sondaggi sono stati realizzati a carotaggio continuo, nel corso dei quali sono state realizzate prove in foro tipo Standard Penetration Test (SPT) sul materiale ove significativo, e si è provveduto al prelievo di campioni sottoposti ad analisi di laboratorio, finalizzate alla caratterizzazione fisica e meccanica dei litotipi intercettati.

#### Sondaggio geognostico SPE03 (imbocco GI01 lato Termoli)

Tale sondaggio geognostico è stato eseguito dall'impresa LR srl per conto delle Società HUB ENGINEERING E HYPRO.

Committente: RFI - Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.	Sondaggio: S_PE03
Riferimento: Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Linea Pescara-Bari	Data: 04/11/2022 - 09/11/2022
Coordinate: Lat: 41°57'9.88"N - Long: 15° 1'26.82"E	Quota: 64 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo fino a 40,00 m dal p.c.	

Per l'esecuzione dei sondaggi, è stata utilizzata una sonda idraulica.

Inoltre nel corso della perforazione sono stati utilizzati:

- carotieri semplici con valvola in testa a sfera e calice;
- corone di perforazione in widia;
- aste di perforazione con filettatura tronco-conica: diametro esterno Ø est = 76-90 mm; 23/8 Api Reg;
- tubazioni di rivestimento provvisorio: spessore del tubo s = 8÷10mm; diametro interno 107÷162 mm;
- lunghezza spezzoni l = 1.500 mm.

Il rilievo stratigrafico del sondaggio (stratigrafia) è stato ricavato dall'esame diretto dei campioni di terreno (carote) contenute nelle cassette catalogatrici, indicando tutti quei dati oggettivi rilevabili mediante osservazione diretta e semplici prove di cantiere (pocket penetrometer e vane test).

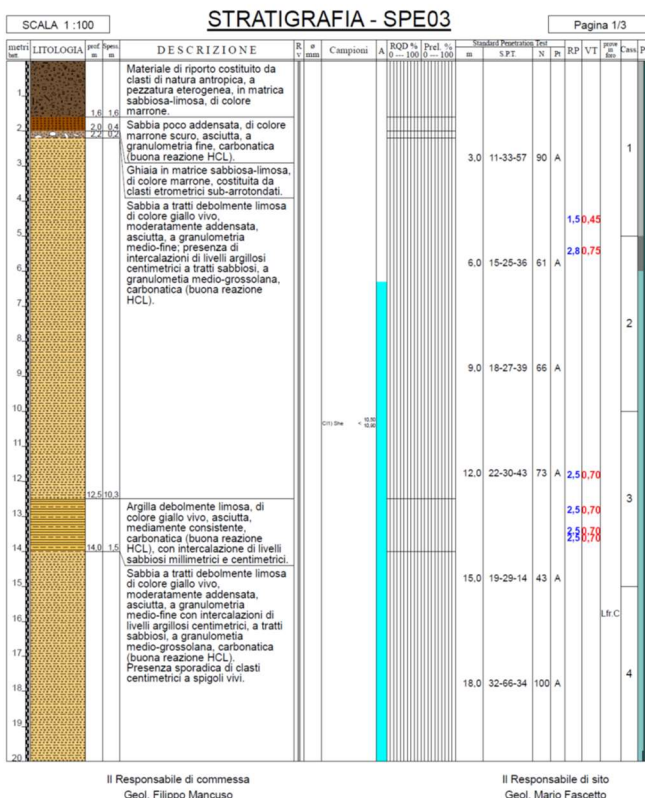
I dati litostratigrafici riscontrati nel corso dei sondaggi meccanici sono stati descritti e schematizzati in apposite colonne stratigrafiche, ove sono inoltre indicati il diametro di perforazione e della tubazione di

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione Monitoraggio</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>RH</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>GN 00 00</b>			PROGR <b>002</b>

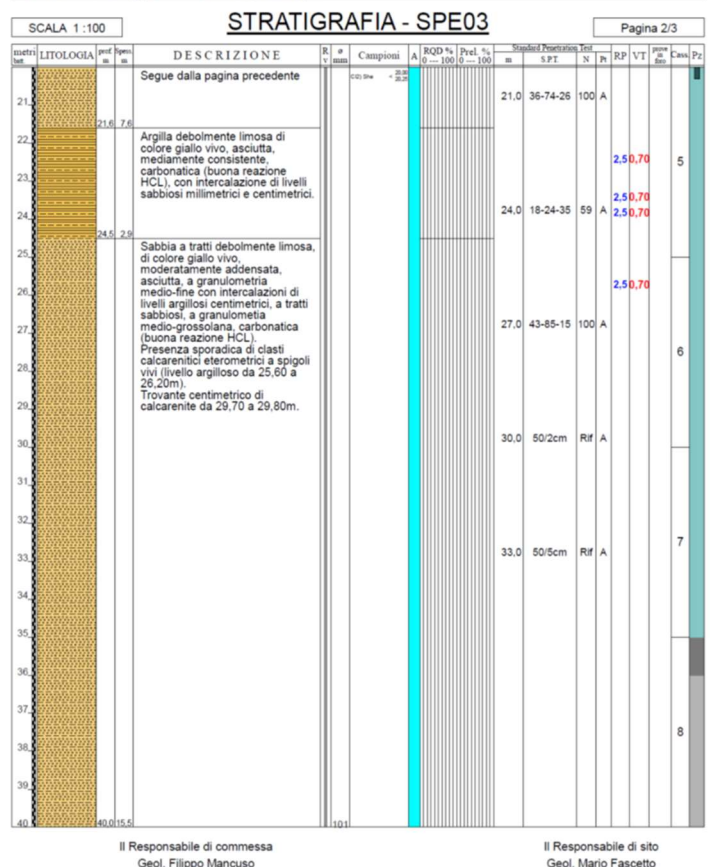
rivestimento, la percentuale di carotaggio, la quota di prelievo dei campioni, la quota di esecuzione delle prove in foro nonché la strumentazione geotecnica installata.



Committente: RFI - Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.	Sondaggio: SPE03
Riferimento: Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina -- Linea Pescara-Bari	Data: 04/11/2022 - 09/11/2022
Coordinate: Lat: 41° 57' 09" N - Long: 15° 01' 27" E	Quota: 66 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo fino a 40,00 m dal p.c.	



Committente: RFI - Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.	Sondaggio: SPE03
Riferimento: Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina -- Linea Pescara-Bari	Data: 04/11/2022 - 09/11/2022
Coordinate: Lat: 41° 57' 09" N - Long: 15° 01' 27" E	Quota: 66 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo fino a 40,00 m dal p.c.	



Il foro è stato attrezzato; la misura della falda fatta a sondaggio concluso eseguita il 09.11.22 è riportata a 6,30 metri dal p.c.

**Sondaggio geognostico SPE4.1**

Tale sondaggio geognostico è stato eseguito dall'impresa IMOS Srl per conto delle Società HUB ENGINEERING E HYPRO.

La perforazione è stata eseguita con metodo tradizionale a "circolazione di fluido diretta" con acqua pulita. Il carotaggio è stato riposto in apposite cassette catalogatrici a 5 scomparti con lunghezza di 1 m, per ognuna delle quali è stata approntata documentazione fotografica recante: denominazione del cantiere, numero di sondaggio, numero di cassetta, profondità delle battute ed eventuali altre indicazioni significative connesse all'esecuzione del sondaggio.

È stata quindi elaborata la stratigrafia a cura di geologo dell'Impresa, la quale riproduce in forma grafica e descrittiva le informazioni inerenti al sondaggio.











MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione Monitoraggio</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>RH</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>GN 00 00</b>			PROGR <b>002</b>

### Sondaggio geognostico SPE4.4

Tale sondaggio geognostico è stato eseguito dall'impresa LR srl per conto delle Società HUB ENGINEERING E HYPRO.

Committente: D'AGOSTINO GROUP	Sondaggio: S_PE04.4
Riferimento: Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Linea Pescara-Bari	Data: 25/11/2022-29/11/2022
Coordinate: Lat: 41°56'42.17"N , Long: 15° 2'12.94"E	Quota: 49 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo fino a 40.00 m dal p.c.	

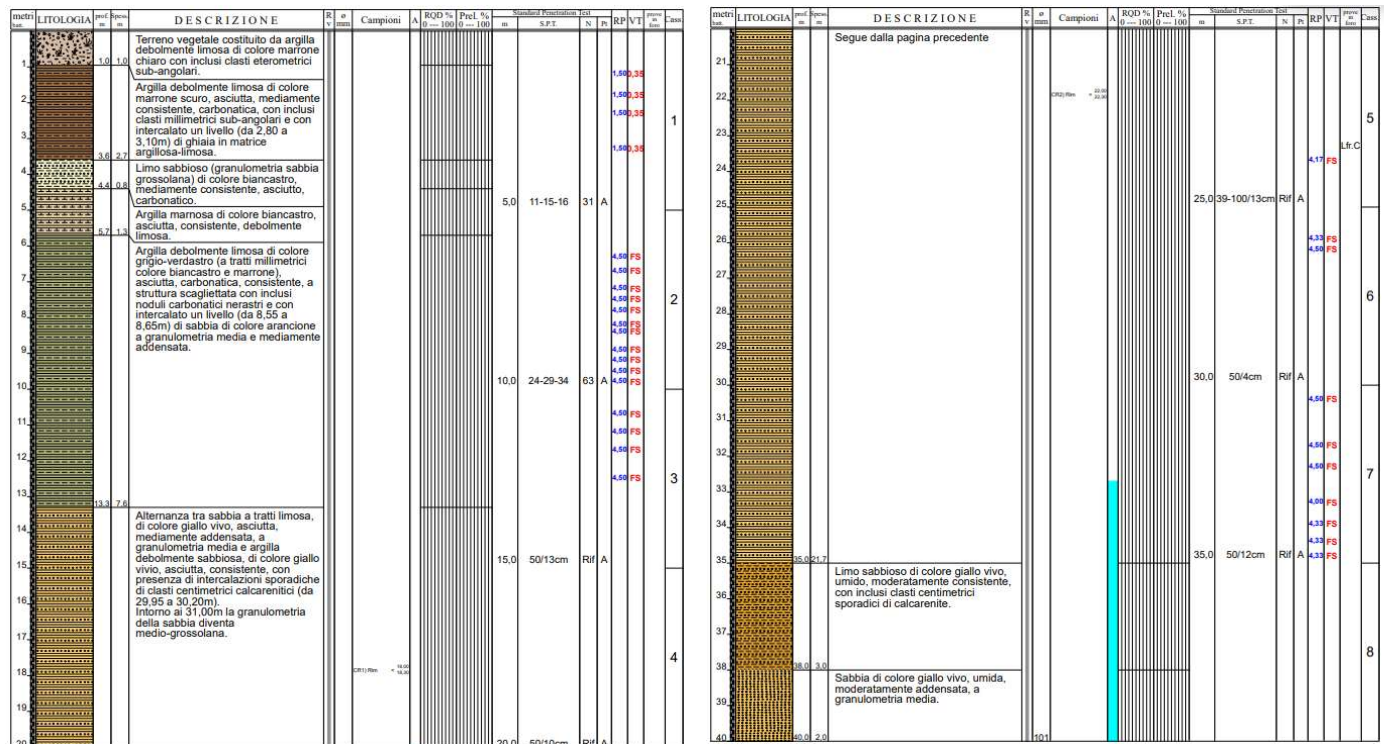
Per l'esecuzione dei sondaggi, è stata utilizzata una sonda idraulica.

Inoltre nel corso della perforazione sono stati utilizzati:

- carotieri semplici con valvola in testa a sfera e calice;
- corone di perforazione in widia;
- aste di perforazione con filettatura tronco-conica: diametro esterno Ø est = 76-90 mm; 23/8 Api Reg;
- tubazioni di rivestimento provvisorio: spessore del tubo s = 8÷10mm; diametro interno 107÷162 mm;
- lunghezza spezzoni l = 1.500 mm.

Il rilievo stratigrafico del sondaggio (stratigrafia) è stato ricavato dall'esame diretto dei campioni di terreno (carote) contenute nelle cassette catalogatrici, indicando tutti quei dati oggettivi rilevabili mediante osservazione diretta e semplici prove di cantiere (pocket penetrometer e vane test).

I dati litostratigrafici riscontrati nel corso dei sondaggi meccanici sono stati descritti e schematizzati in apposite colonne stratigrafiche, ove sono inoltre indicati il diametro di perforazione e della tubazione di rivestimento, la percentuale di carotaggio, la quota di prelievo dei campioni, la quota di esecuzione delle prove in foro nonché la strumentazione geotecnica installata.





MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
		<b>Relazione Monitoraggio</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		<b>LIOB</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	<b>12</b>

### Sondaggio geognostico NS01

Tale sondaggio geognostico è stato eseguito dall'impresa IMOS Srl per conto delle Società HUB ENGINEERING E HYPRO.

La perforazione è stata eseguita con metodo tradizionale a "circolazione di fluido diretta" con acqua pulita. Il carotaggio è stato riposto in apposite cassette catalogatrici a 5 scomparti con lunghezza di 1 m, per ognuna delle quali è stata approntata documentazione fotografica recante: denominazione del cantiere, numero di sondaggio, numero di cassetta, profondità delle battute ed eventuali altre indicazioni significative connesse all'esecuzione del sondaggio.

È stata quindi elaborata la stratigrafia a cura di geologo dell'Impresa, la quale riproduce in forma grafica e descrittiva le informazioni inerenti al sondaggio.

Scala 1:180		Profondità		Potenza		Stratigrafia		Descrizione		Carotaggio		P.P. kg/cmq		Campioni		S.P.T.		Prove Penneab.		Fald.		Perforazione		Cassetta	
35.00		35.00		35.00		35.00		Perforazione a distribuzione di nucleo fino a 35 m		20-40-60-80		10203403													
36.00		36.00		36.00		36.00																			
37.00		37.00		37.00		37.00																			
38.00		38.00		38.00		38.00																			
39.00		39.00		39.00		39.00																			
40.00		40.00		40.00		40.00																			
41.00		41.00		41.00		41.00																			
42.00		42.00		42.00		42.00																			
43.00		43.00		43.00		43.00																			
44.00		44.00		44.00		44.00																			
45.00		45.00		45.00		45.00																			
46.00		46.00		46.00		46.00																			
47.50		47.50		47.50		47.50																			
48.10		48.10		48.10		48.10																			
48.50		48.50		48.50		48.50																			
50.00		50.00		50.00		50.00																			
50.20		50.20		50.20		50.20																			
50.80		50.80		50.80		50.80																			
51.20		51.20		51.20		51.20																			
51.70		51.70		51.70		51.70																			
53.00		53.00		53.00		53.00																			
53.95		53.95		53.95		53.95																			
55.00		55.00		55.00		55.00																			

Scala 1:100	Profondità	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Carotaggio	P.P. kg/cmq	Campioni	S.P.T.	Prove Penneab.	Fald.	Perforazione	Cassetta
	35.00				20-40-60-80			10203403				
	36.00											
	37.00											
	38.00											
	39.00											
	40.00											
	41.00											
	42.00											
	43.00											
	44.00											
	45.00											
	46.00											
	47.50											
	48.10											
	48.50											
	50.00											
	50.20											
	50.80											
	51.20											
	51.70											
	53.00											
	53.95											
	55.00											

### Sondaggio geognostico NS03

Tale sondaggio geognostico è stato eseguito dall'impresa IMOS Srl per conto delle Società HUB ENGINEERING E HYPRO.

La perforazione è stata eseguita con metodo tradizionale a "circolazione di fluido diretta" con acqua pulita. Il carotaggio è stato riposto in apposite cassette catalogatrici a 5 scomparti con lunghezza di 1 m, per ognuna delle quali è stata approntata documentazione fotografica recante: denominazione del cantiere, numero di sondaggio, numero di cassetta, profondità delle battute ed eventuali altre indicazioni significative connesse all'esecuzione del sondaggio.

È stata quindi elaborata la stratigrafia a cura di geologo dell'Impresa, la quale riproduce in forma grafica e descrittiva le informazioni inerenti al sondaggio.







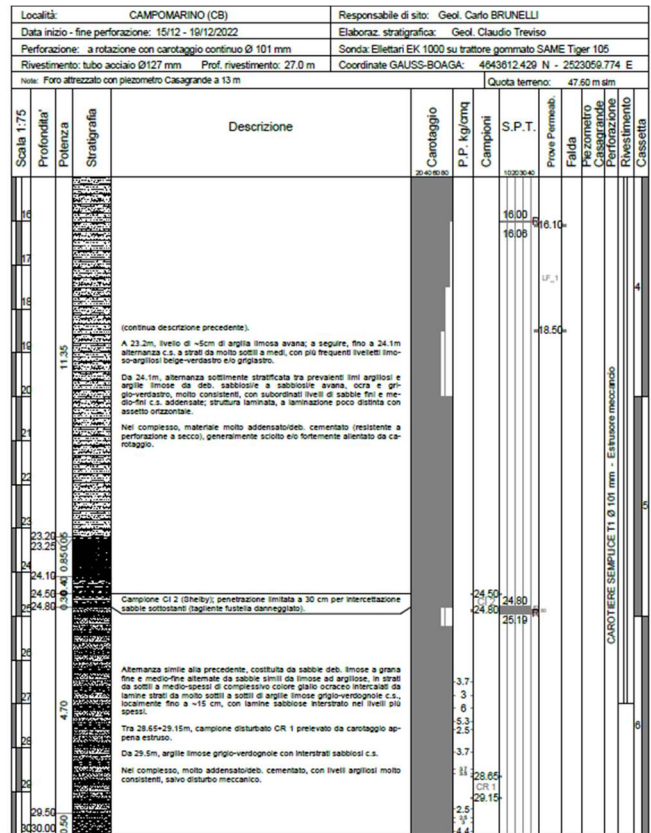
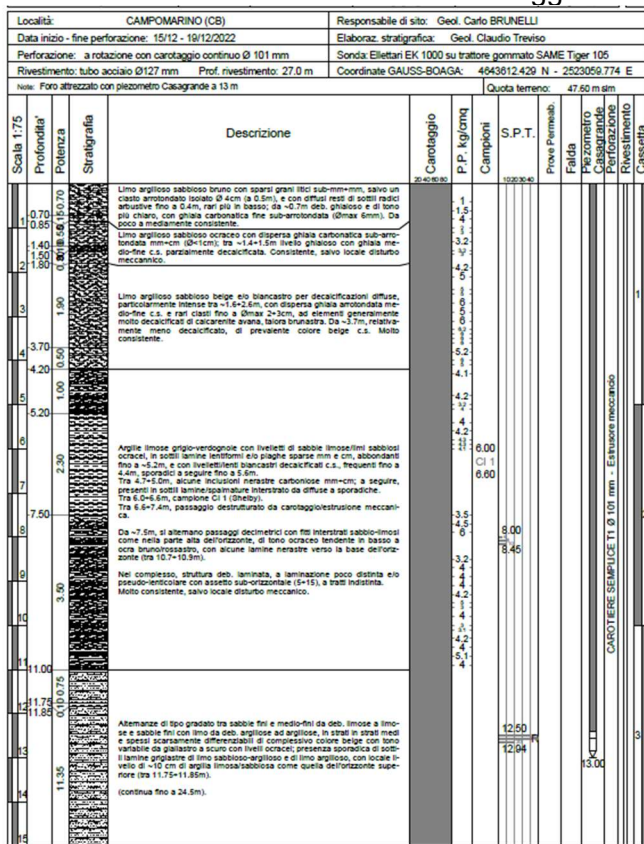
MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione Monitoraggio</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>RH</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>GN 00 00</b>			PROGR <b>002</b>

### Sondaggio geognostico SPE05

Tale sondaggio geognostico è stato eseguito dall'impresa IMOS Srl per conto delle Società HUB ENGINEERING E HYPRO.

La perforazione è stata eseguita con metodo tradizionale a "circolazione di fluido diretta" con acqua pulita. Il carotaggio è stato riposto in apposite cassette catalogatrici a 5 scomparti con lunghezza di 1 m, per ognuna delle quali è stata approntata documentazione fotografica recante: denominazione del cantiere, numero di sondaggio, numero di cassetta, profondità delle battute ed eventuali altre indicazioni significative connesse all'esecuzione del sondaggio.

È stata quindi elaborata la stratigrafia a cura di geologo dell'Impresa, la quale riproduce in forma grafica e descrittiva le informazioni inerenti al sondaggio.





MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.p.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>Relazione Monitoraggio</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>

### 3.1.1 Installazioni geotecniche

Come da programma i fori di sondaggio standard eseguiti sono stati interessati da installazioni geotecniche; nello specifico si fa riferimento a piezometri a Cella di Casagrande e Piezometri Tubo Aperto. La seguente sintetizza distribuzione e configurazione dei piezometri installati.

Sondaggio	Profondità	INSTALLAZIONI PIEZOMETRICHE					
		Tipologia	n. celle	profondità tubo/celle	Ø	tratto fessurato/filtro celle	
ID	(m)			(m)	(pollici)	da (m)	a (m)
NS 01	55.0	Piezometro di Casagrande	2	30.0	0.5	28.0	34.0
				50.0	0.5	47.0	55.0
NS 02	52.0	Piezometro di Casagrande	1	50.5	0.5	47.0	52.0
NS 03	60.0	Piezometro di Casagrande	1	55.0	0.5	50.0	60.0
NS 04	55.0	Piezometro di Casagrande	2	18.5	0.5	17.0	21.0
				45.0	0.5	43.0	47.0
SPE 04.1	60.0	Piezometro di Casagrande	1	51.0	0.5	48.0	60.0
SPE 05	30.0	Piezometro di Casagrande	1	13.0	0.5	12.5	14.0

Sondaggio	Profondità	INSTALLAZIONI PIEZOMETRICHE					
ID	metri	tipologia	n.celle	Profondità tubo/celle m	pollici	Tratto fessurato/filtro celle	
SPE03	40.00	-	1	20.0	-	6.00	35.00
SPE04.2	60.00	Piezometro Casagrande	1	50.00		20.00	53.00
SPE04.3	60.00	Piezometro Casagrande	1	25.00		7.00	36.00

## 3.2 PROGETTO ESECUTIVO - INDAGINI GEOFISICHE

Le informazioni litostratigrafiche ricavate dai sondaggi sono state integrate attraverso l'esecuzione di una campana di indagini geofisiche consistenti in:

- n.3 multichannel analysis of surface waves (MASW);
- n.2 prospezioni sismiche a rifrazione.

### 3.2.1 Multichannel analysis of surface waves (MASW)

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi geofoni posti sulla superficie del suolo. Recenti studi, infatti, hanno consentito di creare un modello matematico basandosi sull'analisi delle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. Il metodo si basa sull'analisi spettrale del sismogramma, mediante trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive in quanto si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo alle varie lunghezze d'onda (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sui primi metri di profondità invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano spessori maggiori di terreno.

Le indagini MASW hanno consentito di ottenere un modello monodimensionale di Vs che, com'è noto, può essere ritenuto esaustivo del profilo verticale di Vs nel punto centrale dello stendimento. Pertanto, secondo

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.p.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione Monitoraggio</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	17

la normativa NTC2008, dalle indagini effettuate nell'area di studio, si riscontra la presenza di terreno che va a collocarsi nella **categoria di suolo C**.

#### MASWA1

sismostrato	profondità		spessore	Vs (m/s)	Vs30	359,92
1	0,00	3,00	3,00	188,19		
2	3,00	8,14	5,14	282,18		
3	8,14	14,89	6,75	411,04		
4	14,89	22,73	7,84	461,13	suolo	C
5	22,73	30,11	7,38	461,14		
6	30,11	Ind.	Ind.	499,16		

#### MASWA2

sismostrato	profondità		spessore	Vs (m/s)	Vs30	340,97
1	0,00	4,92	4,92	315,52		
2	4,92	9,55	4,63	304,20		
3	9,55	14,87	5,32	317,35		
4	14,87	22,68	7,81	350,39	suolo	C
5	22,68	31,41	8,73	404,00		
6	31,41	Ind.	Ind.	430,85		

#### MASWA3

sismostrato	profondità		spessore	Vs (m/s)	Vs30	332,44
1	0,00	4,26	4,26	547,3		
2	4,26	10,21	5,95	557,0		
3	10,21	17,12	6,91	558,8		
4	17,12	25,04	7,92	567,4	suolo	C
5	25,04	34,01	8,97	569,9		
6	34,02	Ind.	Ind.	674,5		

Tabella 3.3 - Risultati prospezioni MASW.

### 3.2.2 Prospezioni sismiche a rifrazione

Le indagini di sismica a rifrazione consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti.

Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda o, comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici.

L'apparecchiatura utilizzata per l'esecuzione delle indagini di Sismica a Rifrazione consiste in un sismografo multicanale portatile DOREMI a 16 bit, interfacciato ad un PC portatile per la gestione software del sistema di acquisizione, e di un sistema di rilevazione del segnale costituito da 12 geofoni con frequenza propria di oscillazione pari a 4,5 Hz. Il sismografo consente l'amplificazione sia statica che dinamica del segnale; quella dinamica (regolazione del guadagno) permette di amplificare il segnale nel suo insieme, compreso il rumore

**Relazione Monitoraggio**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	18

di fondo. La statica può essere utilizzata dopo l'acquisizione del segnale per evidenziare maggiormente l'inizio della perturbazione, in quanto opera una variazione di scala delle ordinate esclusivamente in fase di visualizzazione. Per esaltare il segnale rispetto al rumore di fondo è possibile inoltre sommare in memoria più tracce riferite alla stessa coppia energizzatore geofono (stacking). Poiché il rumore è casuale mentre il segnale è costante, tale sommatoria finisce per esaltare quest'ultimo a scapito del disturbo. Inoltre, al fine di ottenere il migliore segnale possibile, lo strumento è dotato di opportuni filtri passa banda. L'energizzazione del terreno è avvenuta tramite l'utilizzo di una massa battente del peso di 8 Kg.

La disposizione dei geofoni è stata di tipo lineare con n. 5 punti di scoppio e ricevitori collocati lungo una linea retta.

La distanza tra i geofoni è stata di 5 m, la sorgente collocata ad una distanza di -5; -10;32;60;65 mt. dal primo geofono, esternamente all'array;

L'interpretazione dei dati di campagna è stata effettuata mediante il programma di interpretazione "EasyRefract della Geostru.

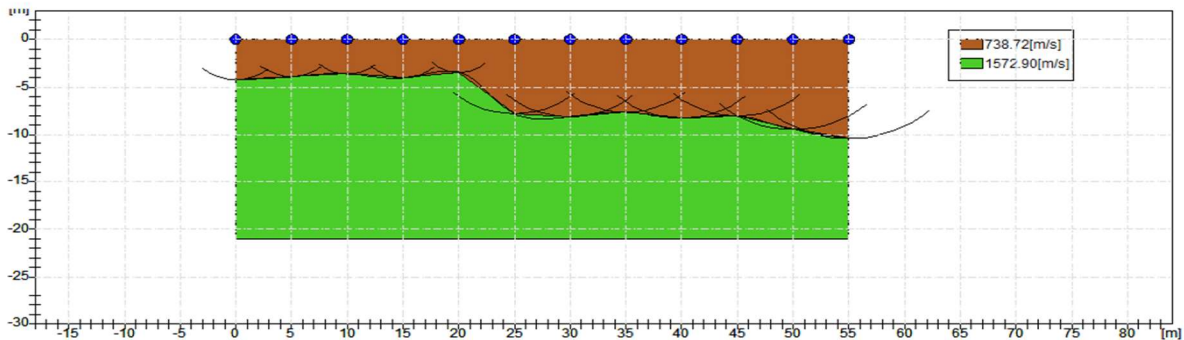
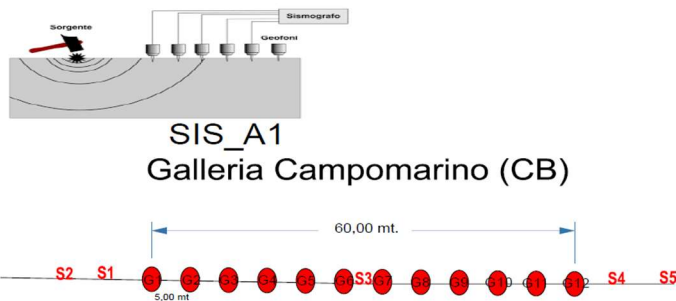


Tabella 3.4 – sismostratigrafia SIS1 imbocco GI01 lato Termoli

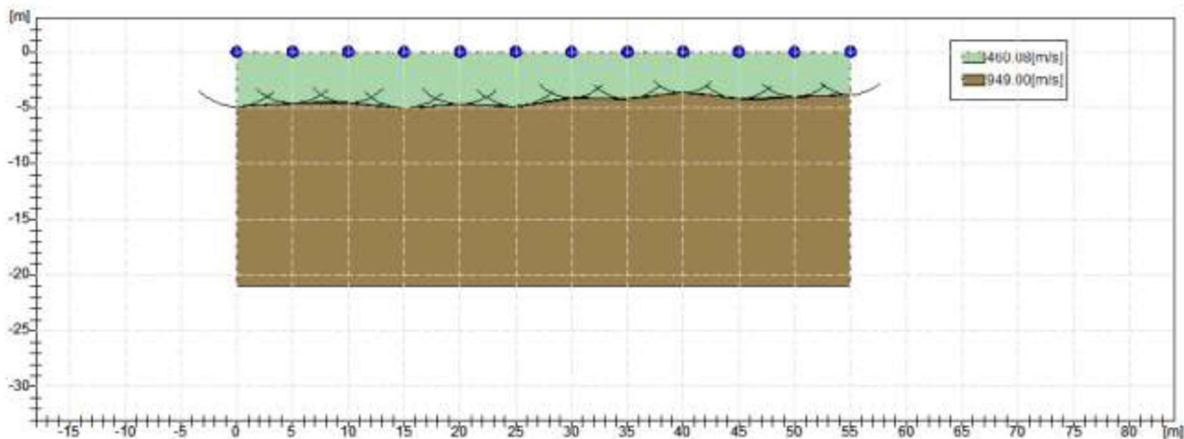


Tabella 3.5 – sismostratigrafia SIS2 imbocco GI02 lato Lesina

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>Relazione Monitoraggio</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	19

#### 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il settore di studio si colloca nei settori esterni dell'Appennino Meridionale, nel settore di transizione tra i domini di avampaese e quelli di avanfossa (Spalluto & Moretti 2006). In particolare, la porzione di avampaese affiorante risulta composta da una spessa successione di calcari meso-cenozoici di piattaforma carbonatica (D'Argenio 1974), spesso interessati da una deformazione tettonica di tipo disgiuntivo (Funciello et al. 1988; Bertotti et al. 1999; Chilovi et al. 2000). Una marcata fase di subsidenza ha interessato i settori più occidentali dell'Avampaese Apulo tra il Pliocene inferiore ed il Pleistocene inferiore (Doglioni et al. 1994; Moretti et al. 2011). Tale fase è segnata, a livello regionale, dalla sedimentazione dei depositi carbonatici di mare basso ascrivibili alla Calcarenite di Gravina e delle emipelagiti limoso-argillose delle Argille Subappenniniche (Casnedi 1978; Ciaranfi et al. 1983; Spalluto & Moretti 2006). La Calcarenite di Gravina poggia, in discordanza, sui calcari meso-cenozoici dell'Avampaese Apulo (Tropeano & Sabato 2000; Pomar & Tropeano 2001). Le Argille Subappenniniche, invece, poggiano in continuità di sedimentazione sulle calcareniti plioceniche (Casnedi & Moruzzi 1978) e marcano la fase di massimo approfondimento della Fossa Bradanica (Pieri et al. 1996).

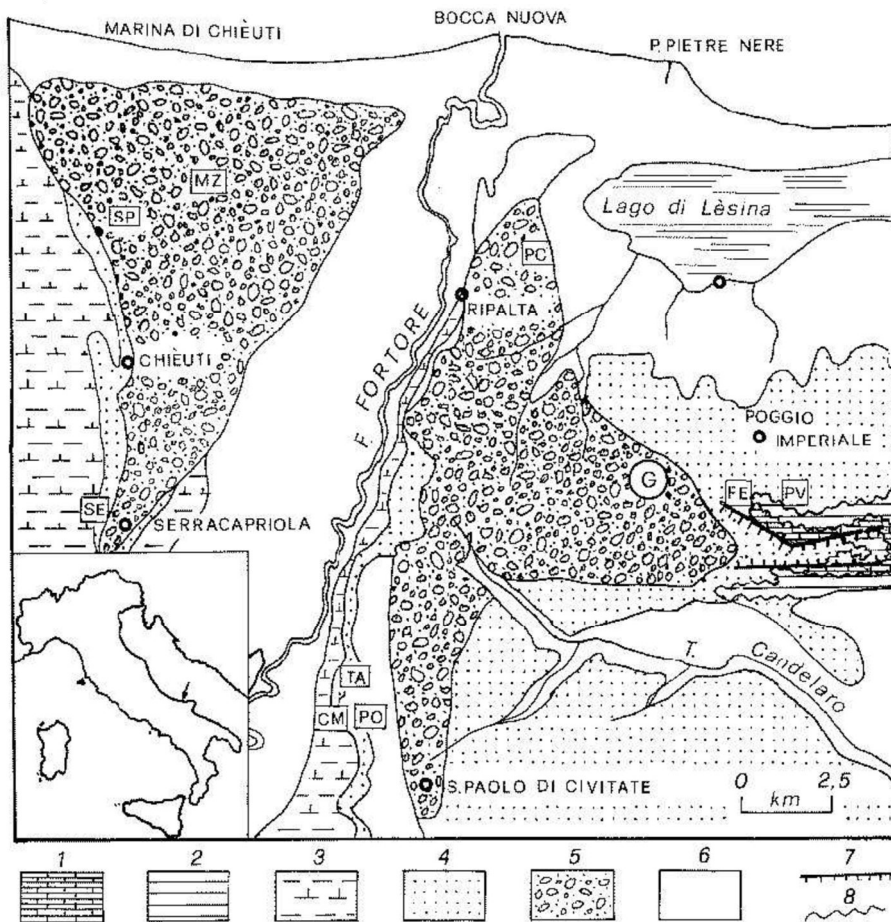


Figura 4.1: Carta geologica schematica che mostra la distribuzione dei depositi silicoclastici plio-pleistocenici nei settori costieri a ovest del Gargano. 1) Calcarei cretacei; 2) Calcareniti di Apricena; 3) Depositi di piattaforma e di transizione; 4) Depositi costieri; 5) Depositi fluviali; 6) Depositi alluvionali, litorali e palustri attuali; 7) Faglia a componente transtensiva; 8) Contatto regressivo (da Capuano et al. 1996)

A partire dal Pleistocene medio, l'intero Avampaese Apulo è stato caratterizzato da un moderato sollevamento tettonico (Ciaranfi et al. 1983; Ricchetti et al. 1988; Doglioni et al. 1994; Gambini & Tozzi 1996) testimoniato, a livello regionale, dai depositi regressivi della Fossa Bradanica e dai depositi marini terrazzati che spesso si rinvencono nell'area, a quote decrescenti dai più antichi ai più recenti (Ciaranfi et al. 1988; Tropeano et al. 2002). Tali depositi, che vengono comunemente indicati con denominazioni differenti (Spalluto & Moretti 2006), sono descritti talora in continuità sulle Argille Subappenniniche (Boni et al. 1969; Cremonini et al. 1971) talora come depositi marini terrazzati post-calabriani (Jacobacci et al. 1967; Merla et al. 1969).



MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Relazione Monitoraggio</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	20

**L'imbocco GI01** è interessato dalla presenza di due distinti corpi litologici di natura fluviale e marino-costiera di transizione. I depositi fluviali terrazzati del Pleistocene Superiore poggiano in discordanza angolare e tramite superfici erosive sui depositi marino-costieri del Pleistocene Inferiore. Nella fattispecie, nel sito dell'imbocco GI01, i depositi fluviali sono rappresentati dalla litofacies denominata bn3 mentre i depositi marino costieri consistono delle Sabbie di Serracapriola (SSR) appartenenti all'Unità della Fossa Bradanica. Il deposito bn3 rappresenta la litofacies a granulometria più fine dei depositi alluvionali terrazzati affioranti nelle aree limitrofe e consiste in argille-limose e limi-argillosi di colore marrone grigiastro localmente tendente al verde a seconda delle variazioni dei contenuti di argilla e limo. La litofacies bn3 è debolmente strutturata, presenta una debole e discontinua laminazione piano-parallela che drappeggia locali e sporadici banchi di ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate. Localmente sono presenti livelli sabbioso-limosi di colore giallastro che possono contenere letti ghiaiosi costituiti anch'essi da clasti poligenici con grado di arrotondamento variabile.

Le Sabbie di Serracapriola (SSR) consistono in depositi sabbioso-limosi di spiaggia e/o piattaforma superiore che poggiano in continuità ed in parziale eteropia di facies sulle Argille Subappennine (ASP). Le Sabbie di Serracapriola sono di colore giallo rossastro e non presentano significative variazioni composizionali essendo costituite prevalentemente da quarzo ed in minor parte da feldspato. In affioramento appaiono con grado di cementazione variabile ed in strati di medio spessore (20 – 50 cm) che talora possono però raggiungere anche spessore dell'ordine del metro e oltre. Sono frequenti bioturbazioni che localmente interferiscono con la spiccata strutturazione sedimentaria primaria data da una laminazione pervasiva piano-parallela e incrociata a basso angolo. Nonostante il trend granulometrico sabbioso-limoso sia piuttosto costante, localmente si rinvencono locali e discreti corpi lenticolari di conglomerati eterometrici, costituiti prevalentemente da clasti calcareo-marnosi ed arenacei, da poco a discretamente cementati. Oltre alle lenti conglomeratiche si rinvencono anche livelli sottili e continui di argille-limose ed argille-marnose di colore grigio verdastre che si fanno sempre più frequenti verso il bottom delle Sabbie di Serracapriola. Quanto detto trova conferma nei primi report stratigrafici a disposizione derivanti dalla campagna integrativa da progetto esecutivo.

L'imbocco GI02 ricade nei Conglomerati di Campomarino appartenenti all'Unità della Fossa Bradanica. I Conglomerati di Campomarino sono distinti in una litofacies grossolana a matrice sabbioso-ghiaiosa (CGC1) ed in una litofacies più fine in cui prevale una matrice argilloso-limosa e limoso-sabbiosa (CGC2).

Nello specifico, nei siti di interesse affiora la facies conglomeratica CGC2, datata al Pleistocene Inferiore – Pleistocene Medio, caratterizzata da ghiaie poligeniche e sub-arrotondate in matrice prevalentemente argilloso-limosa. Localmente si rinvencono bancate caratterizzate da una frazione matrice più grossolana (limoso-sabbiosa). La litofacies argilloso-sabbiosa appare di colore grigio, marrone e verdastro e presenta struttura indistinta o debolmente laminata, con abbondanti ghiaie poligeniche da sub-angolose a sub-arrotondate. Sporadicamente, nelle bancate a prevalente matrice limoso-sabbiosa si rinvencono corpi lentiformi di ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

Tale litologia poggia in contatto stratigrafico discordante sui depositi delle Sabbie di Serracapriola (SSR) precedentemente descritte.

La morfologia superficiale del territorio in esame risulta fortemente condizionata dalle caratteristiche litologiche dei litotipi affioranti e dalla recente evoluzione geologico-strutturale dell'area. Quest'ultima, in particolare, è strettamente connessa al sollevamento della Catena Appenninica (Parea 1986) che ha prodotto, nel corso del tempo, costanti incrementi dell'energia di rilievo e marcati approfondimenti del reticolo idrografico locale. I settori costieri dell'Appennino Centrale sono caratterizzati dalla presenza di numerosi corsi d'acqua di una certa importanza, che incidono la spianata posta tra i settori di catena ed il mare con percorsi grossomodo perpendicolari alla linea di costa (Parea 1978). Ai suddetti elementi idrografici si aggiungono, localmente, corsi d'acqua secondari di scarsa rilevanza e incisioni torrentizie che drenano solo ridotte porzioni dei settori collinari posti a monte della zona costiera attuale. In particolare, il principale corso d'acqua che sfocia nel tratto di litorale oggetto del presente studio è il F. Fortore. Nei settori di valle, tale fiume scorre principalmente nei depositi alluvionali quaternari e nelle successioni pelitiche plio-pleistoceniche

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>Relazione Monitoraggio</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	21

mentre, verso monte, risultano incisi nelle formazioni calcareo-marnose e pelitico-arenacee del Miocene (Brondi et al. 1976). Il F. Fortore, prima di giungere nell'attuale piana costiera, incide con una valle ampia e relativamente poco profonda un analogo ripiano che lo stesso corso d'acqua avevo costruito durante la sua precedente fase evolutiva (Mastronuzzi et al. 1989). Tale ripiano, localmente elevato fino a 25 m di quota, si affaccia sulla piana attraverso un gradino di abrasione alto tra i 5 ed i 10 m, al piede del quale si riconoscono i lembi del cordone dunare di Colle dell'Arena (Mastronuzzi et al. 1989).

L'ampia piana costiera attuale è a sua volta articolata in un tratto interno ed uno esterno, che comprende tra l'altro l'attuale apparato deltizio (Mastronuzzi et al. 1989). Questi tratti si distinguono per il differente orientamento dei numerosi allineamenti di creste dunari e sono separati, dal punto di vista morfologico, da un gradino rettilineo allungato in direzione E-W ed elevato di circa 2 m. Nel tratto più interno, esteso tra i 5 ed i 7 m di quota, le creste dunari sono sempre parallele fra loro ed allungate mediamente in direzione circa E-W. Nel tratto più esterno invece, elevato fino ai 3 m di quota, le creste dunari sono disposte a ventaglio aperto verso l'entroterra, simmetricamente rispetto al corso d'acqua e con cerniera in corrispondenza della sua foce (Mastronuzzi et al. 1989).

Dal punto di vista geomorfologico l'**imbocco GI01** si colloca in corrispondenza di una scarpata di faglia che mette in affioramento in parete i Conglomerati di Campomarino (nella parte alta del fronte) e le Sabbie di Serracapriola. Il fronte si orienta in direzione circa Nord-Sud in maniera piuttosto continua e mantiene una inclinazione media di circa 70° anche se, localmente, si raggiungono quasi 90° di inclinazione. La parte sommitale del fronte rappresenta l'orlo morfologico di superfici terrazzate costituiti dalle facies dei Conglomerati di Campomarino mentre alla base della scarpata affiorano lembi delle facies caratteristiche dei depositi alluvionali terrazzati. Sebbene il fronte risulti interessato da franosità diffusa data da processi sia rapidi che lenti tuttavia i fenomeni gravitativi rimangono piuttosto localizzati e di scarsa dimensione. Nel complesso il fronte interessato dall'imbocco GI01 è soggetto a processi gravitativi che destabilizzano localmente e temporaneamente alcune sezioni del fronte.

L'imbocco GI02 si apre su un versante con pendenza blanda verso Nord costituito dalla facies argilloso limosa dei Conglomerati di Campomarino. Il versante in esame non presenta alcuna criticità geomorfologica nota in quanto non si segnalano instabilità di carattere franoso o processi erosivi di particolare rilevanza.

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Relazione Monitoraggio</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	22

## 5. MONITORAGGIO

Oggetto del monitoraggio è la galleria Campomarino e l'imbocco del cunicolo pedonale.

Il monitoraggio di alcuni parametri significativi permette il controllo delle risposdenze progettuali e la verifica delle previsioni tenso-deformative delle strutture in progetto.

Al superamento di limiti stabiliti in base alle condizioni previste, sono associate azioni e contromisure atte a garantire la sicurezza dei lavoratori e delle strutture (in fase di realizzazione o eventualmente già presenti).

Il sistema di controllo e misura è finalizzato allo studio del comportamento tenso-deformativo di dettaglio dell'insieme terreno-struttura durante le diverse fasi costruttive. Perle opere di imbocco del cunicolo, le grandezze più significative da monitorare sono gli spostamenti piano-altimetrici in corrispondenza di punti significativi sia sulla paratia.

### 5.1 TIPOLOGIE DI MISURAZIONI

Oggetto del monitoraggio gli edifici interferenti a rischio danneggiamento in seguito allo scavo della galleria naturale di Campomarino.

Sono previste due tipologie di stazioni di monitoraggio costituite da:

- Tipologia A
  - Mire ottiche
  - Piezometro
  - Inclino metro
  - Estensimetri multibase
- Tipologia B
  - Mire topografiche

Il monitoraggio delle opere di imbocco del cunicolo prevede:

- chiodi e mire ottiche;
- celle di carico alla testa dei tiranti dei tre ordini previsti alla paratia;
- pipe inclinometrici.

Di seguito si riporta una descrizione delle principali tipologie di misurazioni previste.

#### 5.1.1 Chiodi per mire ottiche e mire topografiche– topografia tridimensionale

Tale tipologia di misurazione consente di determinare variazioni della posizione piano-altimetrica di punti di misura adeguatamente installati sulle strutture da monitorare

Le letture, riferite ad un sistema di coordinate assoluto o locale, permettono la determinazione del vettore spostamento dei punti di misura che sono costituiti da mire ottiche reticolate, traguardati mediante un teodolite del tipo "Stazione Totale".

#### 5.1.2 Determinazione degli sforzi di trazione (celle di carico)

La lettura consente di valutare l'effettivo tasso di lavoro degli elementi di ancoraggio (tiranti) della paratia di imbocco. La lettura è fatta per mezzo di celle dinamometriche di carico di tipo elettrico, poste a tergo della testa di ancoraggio dei tiranti e collegate mediante cavo elettrico ad una scatola di centralizzazione per l'esecuzione delle misure.

MANDATARIA  MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>Relazione Monitoraggio</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	<b>23</b>

### 5.1.3 Piezometro

Un piezometro è costituito da un elemento poroso (spesso circondato da un filtro) che viene installato all'interno del terreno in modo tale che l'acqua presente nello stesso possa fluire con continuità attraverso i pori dell'elemento ed essere raccolta in una "cavità" all'interno del piezometro.

### 5.1.4 Pipe inclinometrico

Gli inclinometri consentono di misurare le deformazioni che avvengono nel terreno e la loro evoluzione nel tempo e consistono di una tubazione installata in foro di sondaggio o in un palo che verrà definito strumentato (come nel caso della paratia di imbocco del cunicolo). Le misure sono effettuate mediante una sonda inclinometrica dotata di sensori servo-accelerometrici di elevata precisione che viene fatta scorrere in un tubo in materiale plastico (ABS) e dotato di guide di riferimento. La misura permette la determinazione dell'inclinazione del tubo in corrispondenza di una determinata sezione.

### 5.1.5 Estensimetri multibase

Gli estensimetri ad aste in acciaio/invar vengono adoperati per controllare lo spostamento tra uno o più punti situati lungo l'asse di un foro ed una testa di riferimento installata all'imbocco del foro stesso.

## 5.2 SPECIFICHE TECNICHE PER L'INSTALLAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

Di seguito vengono descritte le specifiche tecniche per l'installazione delle strumentazioni. Le caratteristiche della strumentazione e la loro tolleranza, la precisione delle letture, il sistema di gestione dei dati etc., saranno oggetto dei documenti redatti in corso d'opera una volta individuati i fornitori.

### 5.2.1 Monitoraggio topografico di precisione mediante Stazione totale

I movimenti dei punti di controllo saranno monitorati mediante una stazione topografica di precisione (teodolite del tipo "Stazione Totale"). La stazione di rilevamento dovrà essere posizionata su un basamento opportunamente dimensionato e ben consolidato alla superficie d'appoggio per evitare il movimento della stazione stessa. L'ubicazione della stazione dovrà garantire anche la perfetta visibilità dei punti di controllo (p.ti fissi e di monitoraggio) e dovrà essere collocata in una zona non soggetta a movimento.

I punti di monitoraggio saranno individuati in prismi ottici posizionati sui pozzetti protettivi dei fori di sondaggio strumentati che verranno realizzati nell'area corrispondente

- una serie di punti fissi di riferimento (caposaldi) costituiti da almeno n.2 prismi ottici di diametro minimo di 65mm attrezzati con adeguata montatura e staffa orientabile per l'installazione su manufatto o su barra in acciaio ( $\varphi > 20\text{mm}$ ,  $L > 1000\text{mm}$ ) da infiggere in foro praticato nel terreno lontano dalla zona di controllo. Tali punti dovranno essere collocati in zone non soggette a possibili movimenti e la loro disposizione dovrà essere tale da garantire la più ampia variazione possibile sia in termini di angoli che di distanze. Tale accorgimento è necessario per poter garantire una correzione dei dati grezzi effettivamente rappresentativa delle condizioni atmosferiche locali.
- una serie di punti di monitoraggio costituiti da prismi ottici di diametro minimo 24 mm posizionati sulle opere provvisorie d'imbocco in modo tale che risultino con esse solidali. L'effettiva disposizione sarà verificata direttamente in sito in funzione della rappresentatività del punto di controllo e della effettiva visibilità dei prismi dalla stazione totale.

Le misure in una stazione di convergenza vengono eseguite per valutare la variazione di distanza tra una coppia di punti fissi in corrispondenza di scavi in sotterraneo o a cielo aperto o di pareti naturali in versanti rocciosi.



MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>Relazione Monitoraggio</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	<b>24</b>

## A. Strumentazione

I sistemi di misura possono essere di tipo meccanico e di tipo ottico.

Il sistema di tipo meccanico prevede l'utilizzo di:

- \_ distometro a nastro;
- \_ bulloni di convergenza.

Il sistema di tipo ottico prevede l'impiego di:

- \_ stazione topografica con funzione di teodolite e distanziometro;
- \_ mire ottiche.

### A.1. Stazione topografica

La stazione topografica deve svolgere contemporaneamente la funzione di teodolite di precisione e di distanziometro elettronico. Il teodolite elettronico dovrà essere di elevata precisione e tale da garantire una precisione angolare almeno pari a +/- 1" (0,3 mgon) in conformità alle norme DIN.

Il distanziometro elettronico dovrà avere una precisione almeno pari a +/- (1 mm + 2 ppm). La precisione del rilievo dovrà essere pari alla precisione minima strumentale incrementata del 10%.

#### A.1.1. Mira ottica

La mira ottica dovrà essere costituita o da una piastra in cui è montato almeno n. 1 target, in grado di ruotare di 360°, o da una testa cubica contenente la mira ottica su ciascuna faccia rilevabile.

La dimensione della mira ottica non dovrà essere inferiore a mm 30x30.

## B. Installazione

La mira ottica dovrà essere installata, per mezzo degli adattatori previsti, su un bullone di convergenza oppure attraverso la saldatura diretta a strutture metalliche tipo centine; in ogni caso l'installazione della mira ottica deve essere tale da garantire la ripetibilità delle misure sempre con la stessa precisione.

Per l'installazione dei bulloni si dovranno seguire le prescrizioni sopra riportate. La mira ottica sarà fissata successivamente per mezzo di un adattatore con filettatura femmina, avvitandola a fondo.

Per le mire ottiche installate per saldatura si dovrà adottare la seguente procedura di massima:

- \_ pulire accuratamente la superficie di saldatura rimuovendo l'eventuale ruggine con una levigatrice o carta smerigliata;
- \_ eliminare eventuali irregolarità nella superficie e/o tracce di grasso;
- \_ segnare esattamente la posizione della saldatura;
- \_ eseguire la saldatura;
- \_ verificare che la saldatura sia stata effettuata a perfetta regola d'arte secondo i criteri della normativa vigente.

Le mire in opera dovranno essere adeguatamente protette contro urti o danneggiamenti fortuiti.

## C. Misure

Allo scopo di garantire la ripetibilità delle misure, la stazione topografica dovrà essere preferibilmente sistemata su un supporto fisso reso solidale alla parete della galleria (o della struttura da monitorare) ad una distanza massima non superiore a 100 m.

Nel caso in cui sia impossibile realizzare il supporto fisso, si dovrà cercare di posizionare lo strumento topografico in posizione tale da eseguire letture successive in posizioni simili rispetto alla sezione da monitorare. La misura consiste nel rilevare la distanza lineare ed il relativo valore angolare per ciascuna mira ottica.

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Relazione Monitoraggio</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	25

Documenti da consegnare

Per ogni serie di misure dovranno essere forniti i seguenti elaborati:

- Tabella di tutte le misure effettuate, delle medie calcolate e data dell'effettuazione delle letture;
- Tabella riepilogativa di raffronto con le misure medie analoghe eventualmente rilevate in precedenza sulla medesima sezione;
- Grafico riportante le risultanze delle elaborazioni delle serie di misure rilevate con l'indicazione delle date relativa a ciascuna di esse.
- Schema geometrico con le posizioni di tutti i chiodi/mire ottiche.

### 5.2.2 Piezometro

Il piezometro a tubo aperto è costituito da tubi PVC HD inseriti di norma entro fori di sondaggio in presenza di una falda acquifera in terreni a permeabilità medio alta ( $K > 10^{-6}$  m/sec) per la misura di livello della falda stessa.

#### A. Strumentazione

Lo strumento è costituito da:

- Tubi filtranti in PVC HD, di spessore pari a 1÷2 mm, con finestre trasversali con apertura di 0,4\_1,0 mm, diametro interno compreso tra 40 e 80 mm, con le estremità filettate M/F oppure con giunzione a manicotti esterni. I tubi dovranno essere forniti in spezzoni di lunghezza non superiore a 3 metri.
- Tubi ciechi in PVC HD, di spessore pari a 1÷2 mm, con diametro interno compreso tra 40 e 80 mm e con le estremità filettate M/F oppure con giunzione a manicotti esterni; questi tubi dovranno avere le medesime dimensioni dei tubi finestrati.

Se destinato al prelievo di campioni di fluido per analisi chimico - fisiche, si installeranno tubi di diametro superiore (int 100 mm), in PVC con rivestimento in granulare siliceo; l'uso di tubi in PVC non rivestito deve in questo caso essere concordato con le Ferrovie e chiaramente segnalato nella documentazione della avvenuta installazione.

#### B. Installazione

##### B1. Controlli ed operazioni preliminari

Prima della posa in opera:

- \_verificare che i tubi non presentino lesioni, schiacciamenti o curvature dovute al trasporto o all'immagazzinamento, o eventuali altri difetti di fabbricazione;
- \_verificare che i filetti alle estremità dei tubi ed i manicotti non presentino anomalie tali da compromettere il buon accoppiamento dei tubi;
- \_montaggio dei manicotti di giunzione ad una estremità dei tubi con sigillatura mediante sigillanti idraulici;
- \_preparazione del materiale necessario alla formazione degli strati filtranti e di sigillatura (o impermeabilizzazione);
- \_per lo strato filtrante devono essere utilizzati sabbia e ghiaietto puliti con granulometria 1\_4 mm;
- \_per la sigillatura (o impermeabilizzazione) devono essere utilizzate palline di bentonite precomprese con diametro 1\_2 cm e ghiaietto da 2\_3 cm.

##### B2. Modalità esecutiva

La posa in opera dei piezometri deve essere eseguita secondo le seguenti modalità:

- \_verificare con lo scandaglio la quota del fondo foro che dovrà essere almeno 50 cm maggiore della profondità di posa del piezometro;
- \_lavare accuratamente il foro con acqua pulita immessa dal fondo fino a che non esca acqua limpida;
- \_verificare nuovamente la quota del fondo foro con lo scandaglio;
- \_sollevare il rivestimento di circa 70 cm;
- \_se il piezometro non è previsto a fondo foro ma ad una quota intermedia, prima dell'immissione della sabbia

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>Relazione Monitoraggio</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>

di fondo foro si dovrà riempire il tratto di sondaggio non utile con una miscela di acqua cemento e bentonite (dosaggio a/c/b rispettivamente 100/50/10 in peso), sigillandola infine con un tappo di bentonite;

\_ immettere della sabbia grossa o del ghiaietto fine (O = 1÷4 mm) per un'altezza di circa 50 cm dal fondo, controllando con lo scandaglio la quota raggiunta;

\_ inserimento del tubo piezometrico nel foro di sondaggio, aggiungendo progressivamente gli spezzoni di tubo secondo la sequenza tratti finestrati/tratti ciechi prevista dalle Ferrovie e sigillando le giunzioni con sigillanti idraulici. La giunzione dei tubi deve essere realizzata senza forzare eccessivamente l'avvitamento dei manicotti filettati al fine di evitare la deformazione delle estremità dei tubi e la conseguente difficoltà di passaggio della sonda di misura; Il tratto finestrato dovrà essere protetto con geosintetico (tessuto non tessuto di luce non superiore a 0,5 mm) e l'estremità inferiore del tubo sarà chiusa con apposito tappo di fondo;

\_ posa di sabbia grossa (O = 1÷4 mm) pulita o materiale granulare pulito (ghiaietto fine - O = 2÷4 mm) attorno al tubo fino a risalire di 1 m dall'estremità superiore del tratto finestrato, ritirando man mano la colonna di rivestimento, senza l'ausilio della rotazione, con l'avvertenza di controllare che il piezometro non risalga assieme al rivestimento;

\_ formazione di un tappo impermeabile superiore, costituito da palline di bentonite preconfezionate (O = 1÷2 cm) in strati di 20 cm alternate a straterelli di ghiaietto di 2÷3 cm, per lo spessore complessivo di 1 m, ritirando man mano i rivestimenti (senza l'ausilio della rotazione) e costipando i livelli di ghiaietto;

\_ riempimento del tratto del foro compreso tra l'estremità superiore del tappo impermeabile e il piano campagna con malta di cemento e bentonite (dosaggio a/c/b rispettivamente 100/50/10 in peso) o altro materiale idoneo;

\_ sistemazione e protezione del piezometro con la creazione di un pozzetto in lamiera verniciata, ben cementato nel terreno, munito di coperchio con lucchetto e chiavi che verranno consegnate alle Ferrovie; nel caso di installazione in luoghi aperti al traffico veicolare o pedonale (strade, piazzali, marciapiedi), e solo su specifica richiesta delle Ferrovie, in luogo del chiusino standard dovrà essere installato idoneo chiusino carrabile, posto in opera a filo della pavimentazione esistente;

\_ verifica dell'assenza di ostruzioni o di impedimenti ed eventuale spurgo del tubo piezometrico.

Nei casi di installazione di piezometri nell'ambito di indagini di tipo ambientale e in tutti i casi in cui sia previsto il prelievo di campioni d'acqua da sottoporre ad analisi chimiche, particolare cura dovrà essere posta nell'utilizzo dei materiali necessari alla formazione degli strati filtranti e di sigillatura e dell'acqua delle operazioni di lavaggio al fine di evitare qualsiasi contaminazione dell'acqua di falda.

Nei giorni successivi all'installazione, di norma, devono eseguirsi alcune letture (minimo n. 3) per controllare la stabilizzazione del livello piezometrico, la prima delle quali deve essere rilevata almeno un paio di ore dopo l'installazione del piezometro e le altre, successivamente, almeno una volta al giorno per tutta la durata del cantiere.

### C. Misure

Per la misura manuale del livello di falda nei piezometri a tubo aperto deve essere impiegato un idoneo indicatore di livello ("freatimetro").

Tale indicatore deve essere composto da un puntale rilevatore e da un cavo metrato/centimetrato avvolto su rullo. Deve essere dotato di un avvisatore acustico/luminoso che segnali il contatto del puntale con la superficie del pelo libero dell'acqua e di un cavo metrato/centimetrato per determinare la profondità del pelo libero rispetto alla sommità del tubo di misura.

Le letture manuali con indicatore di livello devono essere eseguite secondo il seguente schema:

- \_ infilare il sensore dell'indicatore nel tubo di misura del piezometro ed accendere la sonda;
- \_ calare lentamente il sensore nel tubo facendo ruotare il rullo avvolgicavo ed evitando che scenda per peso proprio;
- \_ quando l'indicatore segnala l'avvenuto contatto con l'acqua, estrarre leggermente la sonda fino alla cessazione del segnale acustico e/o luminoso;
- \_ calare di nuovo lentamente il sensore fino al contatto e leggere la quota sul cavo;

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>Relazione Monitoraggio</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>

\_ ripetere le operazioni almeno 3 volte, e comunque fino a che la quota possa essere definita con una precisione pari a 5 mm;

\_ annotare la quota così rilevata sul modulo di lettura.

Lo strumento di misura da cui dipende la precisione della lettura (sonda a scandaglio) deve essere tarato con le modalità esecutive di seguito riportate.

La taratura ordinaria deve essere operata mensilmente sul cavo metrato per mezzo di una bindella metrica di riferimento.

Lo strumento di lettura deve essere assoggettato solo a semplici controlli prima e dopo l'esecuzione di ogni lettura giornaliera. I due controlli a priori e a posteriori devono avvenire comunque nel corso dello stesso giorno solare. Essi devono consistere nell'immersione dello strumento in acqua con verifica dell'affondamento del sensore al momento della chiusura del contatto. La sonda deve essere inserita nell'apposito tubo di misura, munito di una tacca di riferimento distante esattamente un metro dal pelo libero dell'acqua.

Tra il punto di contatto e la tacca del primo metro deve essere verificata una distanza di 1 m ± 2 mm. Nel caso in cui ciò non avvenga, si deve provvedere alla sostituzione della sonda e della sua eventuale nuova taratura. I controlli devono inoltre comprendere una attenta ispezione visiva dell'integrità della sonda nonché la verifica della carica delle batterie e dell'efficienza del sistema di avviso acustico e/o luminoso.

Qualora si riscontrino piegature, incisioni della guaina, abrasioni e/o traslazioni di tacche di riferimento, la sonda deve essere sostituita.

Non sono ammesse giunzioni di qualsiasi tipo sul cavo.

La misura automatica del livello piezometrico viene effettuata strumentando il piezometro con un trasduttore di pressione collegato ad un data logger o ad una centralina portatile.

Documenti da consegnare.

Al completamento delle operazioni dovranno essere riportate nel documento stratigrafico del relativo sondaggio o della perforazione eseguita, per ogni piezometro installato, tutte le informazioni sulle relative misure e sul livello piezometrico rilevato, comprendenti:

- \_ informazioni generali (profondità, quota bocca foro m. slm ecc.);
- \_ stratigrafia con descrizione dei litotipi riscontrati in fase di perforazione a carotaggio continuo;
- \_ schema, tipo e posizione del piezometro installato;
- \_ quote del tratto cieco e di quello finestrato;
- \_ quota assoluta del bordo superiore del pozzetto di protezione;
- \_ tabella e grafici con valori delle letture eseguite e relative date fino alla consegna.

### 5.2.3 Pipe inclinometrico

Il tubo inclinometrico è uno speciale tubo deformabile provvisto di quattro scanalature, all'interno dei quali viene calata una apposita sonda inclinometrica in grado di misurare le variazioni dalla verticale su due piani perpendicolari. Viene generalmente installato in fori di sondaggio sub verticali, perforati attraverso la massa di terreno, oppure preinstallato in fase di costruzione, nel caso di opere di contenimento come pali, paratie, diaframmi, ecc. La strumentazione trova efficace utilizzo nei movimenti franosi o di grandi rilevati per i quali è in grado di fornire informazioni su profondità, direzione e velocità di scorrimento.

Affinché si ottengano valori attendibili è necessario che la base del tubo inclinometrico sia ammorsata in terreno stabile per un tratto di almeno 2-3 m (elaborazione dal basso).

In caso contrario (elaborazione dall'alto), si dovrà procedere al rilievo topografico plano-altimetrico di precisione della testa del tubo ogni qualvolta venga eseguita una lettura inclinometrica.

#### A. Strumentazione

##### A1. Tubi e manicotti

Una tubazione inclinometrica è costituita dai seguenti elementi:

- \_ spezzoni di tubo della lunghezza di 3-6 metri,



MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>Relazione Monitoraggio</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>

\_ manicotti di giunzione che permettono il collegamento degli spezzoni di tubo (mantenendo l'orientamento delle guide),

\_ tappo di fondo che impedisce l'ingresso della boiaccia durante la fase di cementazione, tappo protettivo di testa

Devono essere utilizzati tubi inclinometrici a 4 guide con diametro interno del tubo pari a 76 mm e lunghezza non inferiore a 3 m.

I tubi devono essere realizzati in alluminio; in alternativa potranno essere installati tubi inclinometrici in ABS il cui utilizzo dovrà essere preventivamente autorizzato dalle Ferrovie.

La giunzione tra gli spezzoni di tubo deve avvenire per mezzo di appositi manicotti di giunzione la cui lunghezza non deve essere inferiore a 300 mm. Le tolleranze di accoppiamento con i tubi devono essere tali da garantire una rotazione reciproca dei tubi inferiore a 2°.

Le caratteristiche dei tubi dovranno essere le seguenti:

\_ Dimensioni: \_ tubo = 3" (76,2 mm)

\_ Dimensioni: \_ interno guide = 82 mm

\_ Spessore: min. 2 mm (min. 4 mm per tubi in ABS)

\_ Lunghezza tubi: 3 m

\_ Materiale: alluminio, ABS

\_ Eventuali protezione: anodizzazione o verniciatura con vernici epossidiche (per tubi in alluminio)

\_ Angolo di spiratura max.: < 0,5°/m

\_ Perpendicolarità delle sezioni terminali: 1°

L'utilizzo di tubi in alluminio in ambiente aggressivo dovrà essere subordinato alla realizzazione di opportune protezioni (anodizzazioni o verniciatura con resine epossidiche), da concordare con RFI.

La cementazione dei tubi in alluminio dovrà comunque sempre essere eseguita mediante l'utilizzo di cemento pozzolanico.

Le caratteristiche dei manicotti di giunzione dovranno essere le seguenti:

\_ Dimensioni: \_ interno guide = 87\_89 mm

\_ Lunghezza: 300 mm

\_ Materiali: alluminio, ABS

\_ Gioco massimo di accoppiamento tra i tubi, dovuto ai soli manicotti: 2°/giunto

## A2. Sonda inclinometrica

La sonda inclinometrica dovrà avere le seguenti caratteristiche:

\_ Tipo di sonda: biassiale

\_ Tipo sensore: MEMS biassiale

\_ Passo sonda: 50 cm

\_ Campo di misura: } 30°

\_ Risoluzione: 0,005 mm

\_ Ripetibilità: 0,003°

\_ Temperatura di esercizio: -20 ÷ +70 °C

\_ Materiale: acciaio inox

\_ Carrelli: basculanti a due ruote

\_ Cavo: in PU a 4 conduttori

\_ Lunghezza cavo: 50 o 100 m, metrato

## A3. Cavo

Il cavo deve fornire l'alimentazione alla sonda e trasmettere i segnali rilevati, nonché garantirne il sostegno e permettere la determinazione della profondità di lettura. A questo scopo esso deve essere dotato di tacche di riferimento di lunghezza uguale al passo dello strumento.

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>Relazione Monitoraggio</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>

Il cavo deve essere di tipo inestensibile con armatura interna in acciaio o Kevlar e deve avere la guaina esterna anti-abrasione, con tacche di riferimento ogni mezzo metro, in accordo al passo tra le ruote della sonda. Il cavo deve essere provvisto alle estremità di connettori per il collegamento alla sonda ed alla centralina di lettura.

#### A4. Centralina di misura

La lettura delle inclinazioni rilevate dalla sonda devono essere eseguite per mezzo di una centralina automatica portatile, con acquisizione delle letture in entrambi gli assi (A e B) su memoria magnetica non volatile, dotata di display su cui vengono visualizzate le inclinazioni espresse in seno dell'angolo, amplificate di un fattore pari a 20.000, 25.000, 50.000 o 100.000, con coefficiente di deriva termica compreso tra 0,01 e 0,03% F.S./°C.

In alternativa (preferibile) le letture possono essere eseguite tramite un sistema inclinometrico con sensore digitale, costituito da una sonda digitale, da un cavo metrato di peso leggero avvolto su apposito rullo dotato di unità di lettura e memorizzazione dei dati, in grado di comunicare attraverso connessione bluetooth wireless con un palmare, operante in ambiente WINDOWS, su cui viene installata un'App. per la lettura e memorizzazione dati.

Le caratteristiche della centralina di misura dovranno essere le seguenti:

- \_ Temperatura di utilizzo: -10 \_ +60°C
- \_ Alimentazione: batterie interne ricaricabili
- \_ Autonomia: min. 10 ore
- \_ Protezioni: IP 64

#### B. Installazione

La perforazione in cui verrà installato il tubo inclinometrico dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- \_ diametro sufficiente all'inserimento del tubo inclinometrico che nella parte a massima sezione (manicotto con nastro di protezione) ha un diametro di circa 96 mm al quale va aggiunto il diametro del tubetto di iniezione;
- \_ deviazione globale dalla verticale: \_ 1,5%.

#### B1. Controlli ed operazioni preliminari

Prima dell'inizio della posa in opera:

- \_ verifica che i tubi ed i manicotti non presentino lesioni o schiacciamenti soprattutto nelle parti terminali;
- \_ verifica che le estremità dei tubi e dei manicotti non presentino sbavature tali da compromettere il buon accoppiamento di tubi e lo scorrimento della sonda di misura;
- \_ verifica dell'efficienza del tubo per l'iniezione della miscela di cementazione dalla valvola di fondo;
- \_ verifica del corretto montaggio della valvola di fondo;
- \_ controllo e preparazione dei componenti per la realizzazione della miscela di cementazione;
- \_ controllo degli utensili per l'installazione: diametro delle punte del trapano, rivetti, collante, ecc.;
- \_ verifica quota fondo foro.

#### B2. Modalità esecutive

Il tubo inclinometrico viene di norma posizionato in modo tale che la direzione della guida principale "A1-A3" risulti orientata nella direzione presunta del movimento da indagare.

La posa in opera dei tubi inclinometrici deve essere eseguita secondo le seguenti modalità:

- \_ mantenimento del foro pieno il più possibile d'acqua e verifica della profondità con scandaglio;
- \_ pre-assemblaggio dei tubi in spezzoni di 6 m terminanti ad un estremo con un manicotto; le giunzioni devono essere realizzate secondo le seguenti modalità:
  - inserimento del manicotto sul tubo per metà della sua lunghezza;
  - esecuzione dei fori per i rivetti (minimo 4 per ogni tubo) lungo generatrici equidistanti dalle guide ed a circa 50 mm dall'estremità del manicotto;
  - mantenendo in posizione il manicotto mediante inserimento provvisorio di rivetti, introduzione

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Relazione Monitoraggio</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	<b>30</b>

dell'altro tubo ed esecuzione dei fori;

- rimozione del manicotto;
- stesura di un sottile strato di mastice o di idoneo collante all'estremità dei tubi da giuntare, per una lunghezza di circa 15 cm;
- inserimento del primo tubo nel manicotto e rivettaggio;
- inserimento del secondo tubo e rivettaggio;
- evitando bruschi movimenti, abbondante fasciatura del giunto con nastro adesivo auto vulcanizzante, in particolar modo sui bordi e sopra i rivetti;
- \_ assemblaggio della valvola di fondo sul primo spezzone di tubo, con annotazione della lunghezza totale e montaggio del primo manicotto;
- \_ inserimento del primo spezzone così predisposto nella perforazione;
- \_ bloccaggio del tubo con la cravatta avendo cura di non deformarlo e di permettere la fuoriuscita del solo manicotto di giunzione;
- \_ inserimento dello spezzone successivo e foratura, incollaggio, rivettatura e sigillatura del giunto;
- \_ dopo avere allentato la cravatta, calare della colonna nel foro fino a fare sporgere il solo manicotto;
- bloccaggio del tubo con la cravatta;
- \_ inserire nel tubo inclinometrico l'acqua necessaria per diminuire il galleggiamento dello stesso se non sono stati inseriti pesi sufficienti sul fondo della tubazione;
- \_ mediante operazioni simili a quelle sopra descritte, completamento della posa della colonna provvedendo, ad intervalli opportuni, a fissare al tubo inclinometrico i tubetti di iniezione (se previsti);
- \_ completata la posa della colonna, inserimento all'interno del tubo inclinometrico dei tubi di iniezione (se previsti) che vengono agganciati alla valvola di fondo;
- \_ la miscela sigillante deve essere disposta nello spazio anulare fra il tubo ed il foro di sondaggio fino a riempirlo completamente, e deve avere caratteristiche tali da conferire all'insieme una rigidità simile a quella del terreno circostante. In genere si utilizzano miscele "plastiche" del tipo comunemente impiegato per il riempimento dei fori di sondaggio (cemento-bentonite-acqua) con ad es. 30-5-100 parti in peso rispettivamente). La malta fluida può essere iniettata all'interno del tubo guida per mezzo di un'apposita valvola di non ritorno applicata all'estremità inferiore del tubo. La miscela viene iniettata a bassissima pressione, attraverso la valvola, osservando la sua risalita nell'intercapedine fra il tubo e la parete del foro. L'eventuale rivestimento deve essere estratto non appena la miscela appare in superficie. Durante l'estrazione del rivestimento il rabbocco di miscela può essere fatto man-mano da testa foro, anziché attraverso la valvola di fondo;
- \_ qualora si sia notato l'abbassamento del livello della miscela, si deve provvedere al rabbocco anche nei giorni successivi;
- \_ terminata la cementazione, eseguire lavaggio del tubo mediante apposito attrezzo;
- \_ verifica dell'integrità e della continuità del tubo mediante sonda testimone;
- \_ determinazione della guida di riferimento e valutazione del suo azimut mediante bussola;
- \_ posa in opera del pozzetto di protezione.

Documentazione dell'installazione:

- \_ Stratigrafia del foro di sondaggio
- \_ Caratteristiche del tubo installato (materiale, diametro ecc.)
- \_ Lunghezza e posizione dei singoli spezzoni di tubo e dei manicotti di giunzione
- \_ Caratteristiche e composizione della miscela e modalità di riempimento dell'intercapedine
- \_ Quota assoluta della testa del tubo e del tombino di protezione

C. Misure

La quota assoluta della testa del tubo inclinometrico deve essere rilevata mediante livellazione di precisione con frequenza almeno semestrale. Il rilievo deve essere ripetuto ogni qualvolta si effettuino operazioni che comportino la variazione di quota della testa del tubo, o, in caso di elaborazione dei dati dall'alto verso il basso, ad ogni campagna di misure.

L'esecuzione di una lettura deve essere eseguita registrando i valori letti al display della centralina quando la sonda inclinometrica si trova posizionata ad una profondità nota.

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>Relazione Monitoraggio</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>

Questi valori dipendono dalla costante di misura della sonda e sono proporzionali all'inclinazione locale. Le letture devono essere eseguite lungo 2 guide: la prima con la ruota di riferimento (rotella in alto) nella guida 1, la seconda con la ruota di riferimento nella guida 3, per cui, utilizzando sonde biassiali, le profondità sono lette complessivamente in quattro componenti (A1, A3, B1 e B3).

L'eventuale esecuzione delle letture su quattro guide deve essere preventivamente concordata con RFI.

Le letture devono essere eseguite secondo le seguenti modalità:

- la sonda inclinometrica viene inserita nella guida 1, che di norma è sull'asse più parallelo alla direzione del movimento da indagare, e quindi calata lentamente nel tubo fino a fondo foro e ivi mantenuta ferma per circa 10 minuti fino alla stabilizzazione del valore visualizzato al display;
- la sonda viene sollevata nella posizione della prima lettura a circa 0,50 m da fondo foro. Atteso qualche secondo per la stabilizzazione dei valori visualizzati, si memorizzano la profondità e le componenti A e B dell'inclinazione locale;
- la sonda viene sollevata nella successiva posizione di lettura, distante dalla precedente, una quantità pari all'interasse dei carrelli. Atteso qualche secondo per la stabilizzazione dei valori visualizzati, vengono memorizzate profondità e letture A e B;
- le letture vengono proseguite analogamente alle precedenti fino a testa foro completando così primo ciclo (A1-B1);
- la sonda viene quindi ruotata di 180° ed inserita nella guida 3, quindi viene calata lentamente nel tubo fino a fondo foro e ivi mantenuta ferma fino alla stabilizzazione del valore visualizzato al display. Con le stesse modalità di cui ai punti "b" e "c", vengono proseguite le letture fino a testa foro completando così secondo ciclo (A3-B3);
- le letture inclinometriche devono essere ripetute ogni qualvolta si effettuano operazioni di variazione di quota della testa tubo.

Documenti da consegnare

Al termine dell'installazione e della prima serie di misure (lettura "zero"), ovvero dopo ogni serie di misure entro il termine temporale concordato con RFI, ovvero entro 15 giorni dalla loro effettuazione, dovrà essere consegnata a RFI la seguente documentazione:

- \_ planimetria con ubicazione tubo e orientamento esatto della guida "1" rispetto al Nord geografico;
- \_ schema della numerazione delle guide;
- \_ eventuali coefficienti di correlazione applicati alla strumentazione utilizzata in fase di rilevazione dati;
- \_ lista dei dati originali rilevati con l'indicazione dei valori A1-A3 e B1-B3 alle varie profondità su tabella in formato editabile (excel);
- \_ elaborazione dati rispetto alla lettura di riferimento, secondo il passo con cui è stata effettuata la misura stessa ed elencazione numerica, al decimo di millimetro, degli spostamenti assoluti, dei relativi azimut e delle componenti di spostamento parziale lungo l'asse x (guida 1-3) e lungo l'asse y (guida 2-4);
- \_ indicazione di eventuali coefficienti di correlazione applicati in fase di elaborazione per l'eliminazione degli errori sistematici;
- \_ elaborazioni grafiche con disegni in linea continua ed in scala appropriata agli ordini di grandezza riscontrati degli spostamenti, dei relativi azimut e delle componenti di spostamento x e y;
- \_ copia del certificato di taratura della sonda usata, in corso di validità.

Al termine dell'ultima serie di misure e nei termini concordati con RFI, e comunque entro 30 giorni:

- \_ elaborazioni grafiche comparative per ogni singolo tubo, con disegno in linea continua ed in scala appropriata agli ordini di grandezza riscontrati, riportanti contemporaneamente sui singoli elaborati le curve di spostamento, di azimut e delle componenti di spostamento lungo le direzioni x e y, di tutte le letture effettuate, in modo da evidenziare le eventuali differenze nel tempo.

#### D. Manutenzione

Periodicamente (almeno ogni 6 mesi) o qualora durante l'esecuzione delle misure se ne riscontrasse la necessità, si deve procedere ad un lavaggio dei tubi per rimuovere eventuali incrostazioni o depositi di materiale sul fondo. Il lavaggio deve essere effettuato con un tubo idoneo ad un getto di acqua a bassa pressione. Inoltre si deve porre attenzione alla manutenzione della testa dei tubi, perché non subisca



MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Relazione Monitoraggio</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	32

danneggiamenti per urti o schiacciamenti che precludano l'accesso della sonda o possano invalidare l'eventuale riferimento topografico realizzato a testa tubo.

Riferimenti normativi

\_ ASTM D6230 – 13. Standard Test Method for Monitoring Ground Movement Using Probe-Type Inclinometers

\_ Università degli Studi dell'Aquila, Dispense Monitoraggio Geotecnico 2007, P. Monaco

#### 5.2.4 Estensimetri multibase

Gli estensimetri ad aste in fibra di vetro vengono adoperati per controllare lo spostamento tra uno o più punti situati lungo l'asse di un foro ed una testa di riferimento installata all'imbocco del foro stesso.

Lo strumento è formato da un ancoraggio cementato a fondo foro posto a diretto contatto con un'asta continua in fibra di vetro racchiusa in un involucro in nylon, in modo che sia libera di scorrere e trasmettere il movimento relativo tra l'ancoraggio e la testa superficiale di riferimento. Nel caso di estensimetro multiplo, i punti di ancoraggio sono distribuiti a profondità diverse lungo il foro stesso. L'utilizzo dell'asta in fibra di vetro (materiale a bassissimo coefficiente di dilatazione termica) e la riduzione al minimo dell'attrito tra l'asta e il terreno tramite l'utilizzo della guaina protettiva in nylon, assicurano un'elevata affidabilità delle misure. Le misure vengono normalmente effettuate manualmente con un calibro di profondità oppure in automatico installando un trasduttore di spostamento collegato ad un sistema di acquisizione dati.

#### A. Strumentazione

Lo strumento è costituito da un riferimento fisso, installato in profondità, all'interno di perforazioni appositamente realizzate cui è collegata una batteria di aste in fibra di vetro protette da una guaina esterna le quali trasferiscono il movimento del punto di ancoraggio alla testa di riferimento dello strumento. I movimenti del punto di ancoraggio devono essere rilevati per mezzo di un trasduttore elettrico di spostamento o da un comparatore centesimale.

L'estensimetro a barra può essere monobase o multibase; in genere all'interno di un foro di diametro pari a 101 mm può essere installato un estensimetro multibase fino a sei basi di misura.

I componenti principali dell'estensimetro a barre sono:

- \_ aste di misura in fibra di vetro;
- \_ tubo antiattrito dell'asta di misura;
- \_ ancoraggio superiore ed inferiore;
- \_ testa estensimetrica monobase o multibase;
- \_ tubi di cementazione;
- \_ tappo per il bloccaggio delle aste durante la cementazione;
- \_ coperchio della testa, tappi di chiusura e centratori delle aste;
- \_ strumenti di misura (trasduttore elettrico di spostamento, comparatore centesimale).

Il diametro delle aste varia a seconda della casa costruttrice. Negli estensimetri multibase le aste di misura devono essere dotate di anelli centratori installati ad intervalli di 3 m.

Il tubo antiattrito deve ospitare l'asta di misura isolandola dal terreno circostante, impedendo l'insorgere di attriti e facendo sì che l'asta interna sia libera di scorrere e trasmettere il movimento relativo tra l'ancoraggio inferiore e la testa di misura. Il diametro del tubo antiattrito deve essere adeguato al diametro delle aste di misura; per esempio, in presenza di aste di misura di 11 mm di diametro si dovrà utilizzare una guaina di protezione di diametro pari ad almeno 16 mm. Il tubo antiattrito dovrà essere collegato agli ancoraggi superiore ed inferiore mediante guarnizioni a tenuta stagna

Gli ancoraggi inferiore e superiore sono costituiti da spezzoni di tubo in acciaio.

L'ancoraggio inferiore è in acciaio zincato ad aderenza migliorata (lunghezza compresa tra 250 e 600 mm) ed è cementato al terreno circostante.

L'ancoraggio superiore dovrà essere collegato alla asta di misura e si innesta nella testa di misura.

La testa estensimetrica di misura sarà monobase o multibase in funzione dei punti di misura necessari. Dovrà

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione Monitoraggio</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	<b>33</b>

essere costruita in acciaio inossidabile e sarà fornita di una testa di protezione a tenuta stagna.

Il sistema di misura può essere di tipo elettrico mediante trasduttore elettrico di spostamento e di tipo meccanico mediante comparatore centesimale.

Il trasduttore elettrico di spostamento dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- \_ Campo di misura tipico: 20, 50 mm
- \_ Risoluzione: 0,05 mm
- \_ Precisione tipica: Compresa tra 0,5 e 1% F.S.
- \_ Principio di funzionamento: Potenzimetrico, LVDT, od altro
- \_ Coefficiente di deriva termica: Non superiore a 0,03% F.S./°C
- \_ Campo di temperatura: -10°C \_ +50°C
- \_ Grado di protezione: IP 65.

Il comparatore centesimale dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- \_ Campo di misura tipico: 20 mm, 50 mm
- \_ Risoluzione tipica: 0,01 mm
- \_ Precisione tipica: 0,1 mm

#### B. Installazione

Il montaggio e l'installazione degli estensimetri con basi in fibra di vetro deve avvenire seguendo le modalità indicate dal Fornitore. In generale, comunque, poiché le basi devono essere realizzate in elementi di lunghezza prefissata, pari alla profondità di installazione, le operazioni consistono nell'assemblaggio di vari componenti a pie d'opera e nell'inserimento dello strumento nel foro di perforazione.

La posa in opera dello strumento deve avvenire secondo la procedura di seguito elencata:

- a) lavare la perforazione con acqua dolce pulita;
- b) calzare uno spezzone di tubo di para (15 cm circa) sul codolo dell'ancoraggio inferiore fascettandolo;
- c) avvitare il primo spezzone dell'asta di misura all'ancoraggio inferiore;
- d) calzare un manicotto sul terminale dell'asta di misura a cavallo della guaina di protezione, premontata sull'asta di misura;
- e) avvitare un altro spezzone di asta di misura;
- f) fissare sulle aste così preparate un tubo di plastica per la cementazione, fissandolo con nastro in più punti;
- g) ripetere le operazioni fin qui descritte per le eventuali altre basi estensimetriche di misura;
- h) inserire le aste nel foro di perforazione, eventualmente sostenendole;
- i) proseguire con il prolungamento dello strumento direttamente in foro, inserendo ad intervalli di circa due - tre metri i centratori ed alternando a questi robuste nastrature;
- j) riprendere le operazioni fino a completare l'installazione;
- k) lasciare che l'estensimetro sporga di circa un metro dalla boccaforo;
- l) montare su ogni base l'ancoraggio superiore;
- m) applicare uno strato di cemento a presa rapida intorno alla bocca del foro e quindi posizionare la testa dello strumento a contatto con la parete, inserendo i bulloni nelle apposite sedi;
- n) fissare la testa di misura alla parete serrando i bulloni;
- o) svitare i tappi di protezione dei raccordi di iniezione (maschi 3\_6") e collegarsi ai raccordi di utilizzo con la tubazione di mandata della miscela cementizia.

Per la cementazione sono previsti due metodi esecutivi in funzione della posizione dello strumento stesso:

- per estensimetri installati verso l'alto, l'iniezione deve procedere dal tubetto più corto fino a quello più lungo. L'iniezione dall'interno del primo tubetto deve proseguire fino al momento in cui fuoriesce malta dal tubetto intermedio; quindi si deve riprendere l'iniezione da quest'ultimo, dopo avere rimesso il tappo a quello precedente, fino alla fuoriuscita di malta dal tubetto più lungo;

MANDATARIA  MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>Relazione Monitoraggio</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	<b>34</b>

- per estensimetri installati verso il basso, si deve procedere iniettando la malta cementizia dal tubetto più lungo. In questo caso, se non si verificano inconvenienti durante l'iniezione si deve vedere fuoriuscire malta, contemporaneamente dagli altri due tubetti.

E buona norma non iniettare a pressioni superiori a quelle necessarie al riempimento del foro, onde evitare l'apertura di eventuali fratture esistenti.

#### Documenti da consegnare

Per ogni estensimetro attrezzato per letture dirette dovranno essere consegnati i seguenti elaborati:

- immediatamente dopo ogni misura una copia dei dati originali di campagna;
- entro 15 giorni dall'esecuzione delle misure una relazione con la documentazione relativa alla misura effettuata, così composta:
  - \_ dati di individuazione dell'estensimetri oggetto della misura;
  - \_ data ed ora di effettuazione della misura;
  - \_ indicazione delle temperature medie esterne, dell'estensimetro e della roccia al momento della lettura;
  - \_ lista dei dati originali rilevati in campagna;
  - \_ elaborazione e graficizzazione dei dati rispetto alla lettura di riferimento;
  - \_ indicazione di eventuali correzioni effettuate per l'eliminazione per via analitico-interpretativa degli errori sistematici.
  - \_ copia dei dati caratteristici della strumentazione (estensimetri a barre) forniti da costruttore ed eventuali tarature
- entro trenta giorni dall'esecuzione dell'ultima serie di letture, una relazione conclusiva comprendente, oltre quanto sopra detto relativamente ad ogni singola lettura, elaborazioni e graficizzazioni comparative e riassuntive di tutte le misure effettuate.

#### Riferimenti normativi

- \_ ISRM (1978). Suggested Methods for Monitoring Rock Movements using Borehole Extensometers.

### 5.2.5 Celle di carico toroidali

Per ogni ordine di tirante saranno installate celle di carico toroidali, al fine di valutarne l'effettivo tasso di lavoro. Le celle dovranno essere poste in opera al momento dell'esecuzione dei diversi tiranti e saranno inserite nel punto di rilevazione del carico, ponendo particolare attenzione affinché le due superfici d'appoggio della cella siano perfettamente piane e non deformabili, in modo da trasferire correttamente il carico alla cella.

La cella di carico toroidale elettrica è un particolare sensore che misura le variazioni di carico di lavoro cui sono sottoposti tiranti ed ancoraggi, permettendo in questo modo di valutare con cura le eventuali perdite per il rilascio durante l'esercizio oppure gli aumenti della pressione dovuti alla spinta del terreno sulle strutture di contenimento. Sotto carico la cella toroidale subisce una deformazione che viene rilevata dagli estensimetri, i quali variando il loro valore di resistenza, generano in uscita un segnale elettrico proporzionale al carico applicato.

#### A. Strumentazione

Le celle di carico si compongono generalmente di:

- \_ un corpo in acciaio di forma toroidale, sensibilizzato con strain-gauges di tipo resistivo in numero variabile, dimensionati per garantire una minore sensibilità ai carichi eccentrici;
  - \_ una piastra in acciaio che permette una più omogenea ripartizione del carico sull'intero corpo della cella;
  - \_ un cavo elettrico di opportune caratteristiche che realizza il collegamento dello strumento all'unità di lettura.
- La cella dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche minime:
- \_ Campo di misura: (in funzione del fenomeno da monitorare)

MANDATARIA  	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>Relazione Monitoraggio</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
<b>LI0B</b>		<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	<b>35</b>

- \_ Sensibilità nominale: 2 mV/V
- \_ Tolleranza sulla sensibilità: +/- 0,1% F.S.
- \_ Errore combinato: +/- 0,2% F.S.
- \_ Deriva termica nel campo compensato: +/- 0,005% F.S./°C
- \_ Resistenza di ingresso e di uscita: 1400-1500 Ohm
- \_ Tensione di alimentazione: 3-15 Vcc
- \_ Campo di temperatura: -10 ÷ +40 °C
- \_ Temperatura di esercizio: -20 ÷ +70 °C
- \_ Sovraccarico ammesso: max 150% F.S.
- \_ Carico di rottura: > 300% F.S.
- \_ Classe di protezione: IP68
- \_ Materiale: acciaio inox

Nel caso in cui si utilizzi una centralina di misura manuale, la stessa dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- \_ Display: 4 1/2 digits - LCD
- \_ Risoluzione: 1 digit
- \_ Accuratezza totale: } 0,1% F.S. ( } 1 digit)
- \_ Coefficiente di deriva termica: \_ 0,3 digit /°C
- \_ Temperatura di utilizzo: -10 \_ +60°C
- \_ Grado minimo di protezione: IP65
- \_ Alimentazione: con batterie interne ricaricabili
- \_ Autonomia: minimo 10 ore di funzionamento continuo

Nella versione con datalogger integrato, una scheda di acquisizione dati provvede alla automatizzazione e memorizzazione delle misure.

Le caratteristiche tecniche del datalogger (segnale in ingresso, numero di ingressi, dimensioni, velocità/memoria, durata della batteria ecc.), nonché le modalità di installazione, la fornitura e le modalità di acquisizione e trasmissione dei dati sono riportate al paragrafo 3.10.10.1 del presente capitolato.

## B. Installazione

Per diverse esigenze dell'impianto, possono essere utilizzate celle di carico di differente forma e dimensioni. Le celle vanno inserite nel punto di rilevazione del carico ponendo particolare cura affinché le due superfici d'appoggio della cella risultino piane e non deformabili così che il carico sia trasferito correttamente alla cella. La superficie di contatto cella-parete deve essere perfettamente piana e per garantire una sufficiente rigidità è necessario che la cella di carico appoggi su una piastra d'acciaio di spessore opportuno e di diametro superiore a quello della cella.

Analogamente dalla parte opposta, per le stesse ragioni, viene installata una piastra di acciaio che garantisca una migliore ripartizione del carico.

Nel caso di installazione con un bullone di ancoraggio, lo strumento sarà installato con la seguente procedura:

- \_ spianare e lisciare la superficie di contatto nell'intorno del foro predisposto per il tirante da strumentare scalpellando le asperità maggiori;
- \_ stendere un leggero strato di calcestruzzo onde garantire la planarità della superficie, attendere fino a che il cemento faccia presa; la cella di carico verrà posta in opera nel momento in cui si eseguirà il tensionamento del tirante.
- \_ prima di procedere alla messa in opera eseguire una misura di controllo della cella di carico, con la centralina, riportando il valore letto;
- \_ appoggiare la cella di carico alla superficie predisposta e installare la piastra di distribuzione se richiesta;
- \_ dopo aver collegato lo strumento alla centralina iniziare le operazioni di messa in tiro del bullone, valutando subito l'opportunità di regolarne la posizione onde garantirne la perfetta planarità e conseguentemente la perfetta distribuzione del carico;



MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Relazione Monitoraggio</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	36

\_ procedere con la messa in carico fino al valore di progetto.

Si ricorda che successivamente alla tesatura del tirante si verifica un assestamento di tutto l'intero sistema che porta come risultato una diminuzione del valore di carico intorno al 10÷15%.

#### C. Misure

La prima lettura (lettura di "zero"), dovrà essere eseguita al termine dell'assestamento dell'intero sistema in seguito alla tesatura del tirante.

Successivamente alla lettura di 0, la cadenza delle letture dovrà essere il più possibile coincidente con l'inizio o la fine delle principali lavorazioni previste, e dovrà comunque essere programmata in accordo con RFI.

Documenti da consegnare

Per ogni serie di misure dovranno essere forniti i seguenti elaborati:

\_ informazioni generali (commessa, cantiere, ubicazione, identificativo del tirante strumentato, data, nominativo dell'operatore ecc.);

\_ prospetto di Progetto dell'opera con indicazione dell'ubicazione dello strumento;

\_ schema grafico del cablaggio a centralina di lettura o datalogger (ove previsto);

\_ risultati della procedura di tesatura del tirante con documentazione di tutte le misure effettuate (lettura di controllo prima della tesatura, letture in fase di tesatura, letture cadenzate al termine della fase di tesatura, fino all'assestamento dell'intero sistema);

\_ scheda tecnica relativa alla cella installato rilasciata dal produttore, con indicazione del tipo di strumento e delle relative caratteristiche tecniche;

\_ certificato di taratura della cella, con indicazione della sensibilità iniziale e della deriva strumentale, rilasciato da un organo certificatore e in corso di validità.

\_ Tabella di tutte le misure effettuate, delle medie calcolate e data dell'effettuazione delle letture;

\_ Tabella riepilogativa di raffronto con le misure medie analoghe eventualmente rilevate in precedenza sulla medesima sezione;

\_ Grafico riportante le risultanze delle elaborazioni delle serie di misure rilevate con l'indicazione delle date relativa a ciascuna di esse.

\_ Rappresentazione grafica e tabellare del carico rilevato in funzione del tempo; I dati saranno elaborati mediante l'ausilio di un software dedicato che permetterà la restituzione tramite elaborati grafici e tabulati numerici. Questi ultimi dovranno essere forniti anche su supposto informatico in formato editabile excel, txt ecc.)

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Relazione Monitoraggio</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	<b>37</b>

### 5.3 MONITORAGGI PREVISTI

#### Galleria Campomarino

Nello specifico la strumentazione installata, sarà la seguente:

#### **N. 2** STAZIONI DI MONITORAGGIO A PIANO CAMPAGNA COSTITUITE DA:

- N.5 mire ottiche
- N.1 piezometro
- N.1 inclinometro
- N.3 estensimetri multibase

#### **N. 16** STAZIONI DI MONITORAGGIO A PIANO CAMPAGNA COSTITUITE DA:

- N.5 mire topografiche

Per tutta la strumentazione installata la “lettura di zero” dovrà essere eseguita al momento dell’installazione o non appena siano cessati i fenomeni di ritiro dei getti di solidarizzazione (una settimana dopo il getto nel caso di inclinometro).

Quindi si procederà con le letture di esercizio secondo i seguenti schemi:

- N.1 lettura al giorno con il fronte entro  $\pm 20$  m dalla sezione di misura;
- N.2 letture a settimana con il fronte entro  $\pm 40$  m dalla sezione di misura;
- N.1 lettura a settimana fino a completa stabilizzazione delle misure.

La frequenza dovrà rimanere quella stabilita, ferma restando la necessità di incrementarla a seguito di:

- eventuali anomalie di movimento registrate nel terreno;
- precipitazioni meteorologiche importanti;
- anomalie di comportamento deformativo delle opere registrate in fase di corso d’opera o di esercizio.

#### Opera di imbocco cunicolo pedonale

L’imbocco si apre su un versante con pendenza blanda costituito dalla facies conglomeratica dei Conglomerati di Campomarino, ad elementi prevalentemente arenacei e calcareo-marnosi in matrice sabbiosa e sabbioso-limoso. Il versante in esame non presenta alcuna criticità geomorfologica nota in quanto non si segnalano instabilità di carattere franoso o processi erosivi di particolare rilevanza.

Le opere previste trovano piena compatibilità geomorfologica con l’assetto descritto.

Sulle opere di sostegno è stata prevista l’installazione di: strumenti per la misurazione della deformazione delle paratie in pali; strumenti per la misurazione del carico e degli spostamenti su tiranti.

Nello specifico la strumentazione installata, suddivisa per opere di imbocco, sarà la seguente:

- **N. 3** capisaldi per misure topografiche in sommità dei cordoli
- **N. 19** chiodi per la misura topografica 3d degli spostamenti delle paratie
- **N. 9** inclinometri all’interno dei pali
- **N. 17** celle di carico toroidali per tiranti

Per tutta la strumentazione installata la “lettura di zero” dovrà essere eseguita al momento dell’installazione o non appena siano cessati i fenomeni di ritiro dei getti di solidarizzazione (una settimana dopo il getto nel caso di inclinometro). Quindi si procederà con le letture di esercizio secondo i seguenti schemi, suddivisi per imbocco:

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Relazione Monitoraggio</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>GN</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>002</b>	<b>A</b>	38

- N. 1 lettura di zero = **1 lettura**
- N. 1 lettura ogni 3 giorni nella settimana successiva alla lettura di zero = **2 letture**
- N. 1 lettura ogni fase di tesatura dei tiranti = **3 letture**
- N. 1 lettura ogni 15gg in caso di fermi prolungati = **2 letture** (dato ipotizzato)
- N. 1 lettura ogni 7 giorni dopo il termine degli scavi per il primo mese = **4 letture**
- N. 1 lettura ogni 15 giorni dopo il termine degli scavi dopo il secondo mese = **5 letture**

**TOTALE = 16 letture**

In ogni caso la frequenza dovrà rimanere quella stabilita, ferma restando la necessità di incrementarla a seguito di:

- eventuali anomalie di movimento registrate nel terreno;
- precipitazioni meteorologiche importanti;
- anomalie di comportamento deformativo delle opere registrate in fase di corso d'opera o di esercizio.