

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA

GN02 - GALLERIA NATURALE MELITO DA KM 5+064 A KM 9+573

MONITORAGGIO GALLERIA

Relazione di monitoraggio

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 10/06/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. G. Cassani

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF28	01	E	ZZ	RH	GN0200	006	B	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	M. Mason	21/02/2020	B. Spigarelli	21/02/2020	M. Gatti	21/02/2020	Ing. G. Cassani
B	Revisione per istruttoria	M. Mason	10/06/2020	B. Spigarelli	10/06/2020	M. Gatti	10/06/2020	
								10/06/2020

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0200 006	REV. B	FOGLIO 2 di 9

Indice

1	PREMESSA	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
2.1	DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO.....	4
3	SISTEMA DI MONITORAGGIO	5
4	STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO.....	7
4.1	MIRE OTTICHE	7
4.1.1	RESTITUZIONE DEI DATI	7
4.2	BARRETTE ESTENSIMETRICHE	7
4.2.1	RESTITUZIONE DEI DATI	8
4.3	CELLE DI CARICO	8
4.3.1	RESTITUZIONE DEI DATI	8
5	FREQUENZA DI LETTURA.....	9
5.1	MONITORAGGIO CONVERGENZE.....	9
5.2	MONITORAGGIO BARRETTE ESTENSIMETRICHE E CELLE DI CARICO.....	9
6	DEFINIZIONE DEI VALORI DI SOGLIA.....	9
7	MISURE DI INTERVENTO.....	9

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0200 006</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">3 di 9</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RH	GN0200 006	B	3 di 9
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RH	GN0200 006	B	3 di 9													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di monitoraggio																		

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la definizione del piano di monitoraggio per la galleria naturale Melito, scavata con sistema meccanizzato

La galleria Melito fa parte delle opere incluse nel raddoppio ferroviario della tratta compresa tra Apice ed Orsara, sulla linea Caserta – Foggia, itinerario Napoli – Bari.

La galleria Melito risulta ubicata fra le progressive km 5+063.50 (inizio imbocco lato Bari) e km 9+573.00 (imbocco lato Napoli) per una lunghezza totale di 4509.50 m, con una lunghezza coperta pari a 4479.50. Il tratto in naturale è compreso fra le progressive km 5+096.50 e km 9+510.00 ed è caratterizzato da una lunghezza di 4413.50 m.

Il sistema di monitoraggio è stato progettato in modo da poter fornire, nel modo più completo e rapido possibile, tutti gli elementi necessari ad effettuare un'analisi dell'interazione tra l'opera in costruzione e i volumi di terreno al contorno. Il tutto finalizzato alla definizione di eventuali azioni correttive (intensificazione delle misure, installazione di ulteriore strumentazione, interventi sulle fasi esecutive,...) mirate ad evitare il manifestarsi di situazioni di pericolo.

L'organizzazione dello stesso prevede l'utilizzo di strumentazione disposta a formare sezioni di monitoraggio distribuite lungo tutto il tracciato della galleria. Tale distribuzione è definita in funzione delle condizioni al contorno presenti lungo il tracciato, quali le caratteristiche geomeccaniche dei terreni, la posizione rispetto al tracciato stesso, la presenza di interferenze antropiche ecc., mentre la frequenza di lettura è correlata principalmente alla successione delle fasi lavorative.

La presente relazione riguarda il monitoraggio interno alla galleria, ovvero il rilievo delle convergenze e il controllo dello stato tensionale del rivestimento in conci.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0200 006	REV. B	FOGLIO 4 di 9

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

IF28.0.1.E.ZZ.RH.GN.02.0.0.006	Relazione di Monitoraggio
IF28.0.1.E.ZZ.P7.GN.02.0.0.001	Planimetria di monitoraggio in corso d'opera
IF28.0.1.E.ZZ.WB.GN.02.0.0.001	Sezioni tipo di monitoraggio in corso d'opera
IF28.0.1.E.ZZ.RH.GN.02.0.0.003	Relazione di Monitoraggio in macchina e in avanzamento

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0200 006	REV. B	FOGLIO 5 di 9

3 SISTEMA DI MONITORAGGIO

Oltre alla registrazione dei parametri operativi di funzionamento della TBM ed alle indagini che possono essere condotte in avanzamento dall'interno della TBM durante le fasi di scavo, descritte in dettaglio nella relazione "Relazione di Monitoraggio in macchina e in avanzamento", si prevede l'installazione di un sistema di monitoraggio strumentale in grado di valutare il comportamento degli anelli di rivestimento in conci prefabbricati.

La strumentazione predisposta è relativa al controllo dei seguenti parametri:

- deformazioni del rivestimento in opera, in conci prefabbricati, valutando eventuali fenomeni di convergenza o di ovalizzazione degli anelli posati;
- Lo stato tensionale dei rivestimenti in opera.

A tal fine è stata prevista la messa in opera di:

- Stazioni di convergenza in galleria, costituite da 5 mire ottiche.
- Stazioni di misura dello stato tensionale, mediante posa di 8 coppie di barrette estensimetriche saldate alle armature e 2 celle di carico posizionate in corrispondenza del giunto longitudinale dei conci.

Nelle figure seguenti si riportano gli schemi indicativi di installazione delle due sezioni tipologiche, relative alla stazione di convergenza ed alla stazione di misura dello stato tensionale.

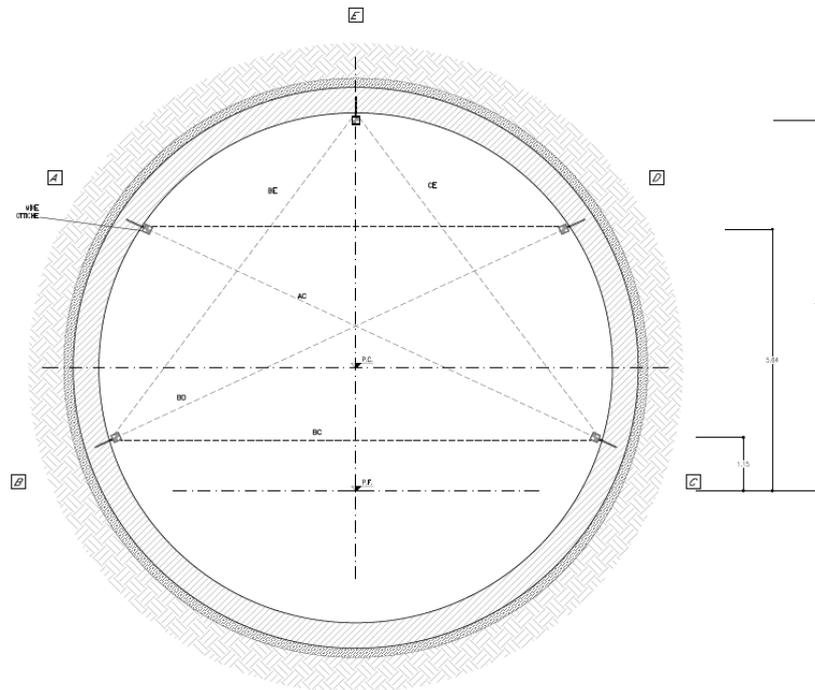


Figura 3-1 – Esempio di stazione di misura della convergenza

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0200 006	REV. B	FOGLIO 6 di 9

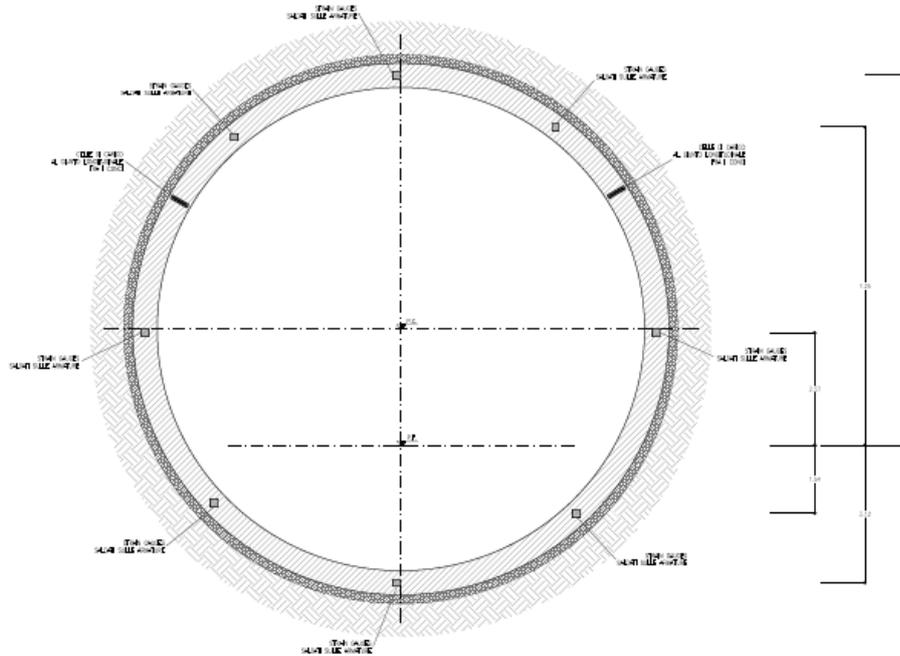


Figura 3-2 – Esempio di stazione di misura dello stato tensionale

La posizione della strumentazione sarà valutata in dettaglio in corso d'opera, in particolare per quanto riguarda l'ubicazione delle mire ottiche. Andrà infatti tenuto conto delle attrezzature di back-up presenti in galleria, sia per l'installazione sia per la possibilità di lettura. In ogni caso si ritiene che la strumentazione possa essere utile anche se installata non strettamente in prossimità del fronte di avanzamento, al fine di valutare eventuali ovalizzazioni del sistema di riferimento, in particolare nelle tratte di ammasso spingente.

La disposizione geometrica della strumentazione è indicata nell'elaborato "Planimetria di monitoraggio in corso d'opera".

Si prevede l'installazione di stazioni di misura della convergenza ogni 150 m tra le pk 5+098.30 e pk 7+000.00 e ogni 250m da pk 7+000.00 a pk 9+528.00; mentre per la misura dello stato tensionale del rivestimento sono previste 8 stazioni, alle progr. 5+450, 6+076, 6+300, 6+700, 6+850, 7+700, 8+700 e 8+950. Alcune di tali progressive sono state definite scegliendo le condizioni geomeccaniche e di ricormento più significative (in linea con le sezioni di calcolo dimensionanti le strutture di rivestimento).

La posizione finale della strumentazione verrà comunque definita più in dettaglio in fase di progetto esecutivo di dettaglio.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0200 006	REV. B	FOGLIO 7 di 9

4 STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO

Si descrivono di seguito le caratteristiche salienti della strumentazione sopra descritta.

Ulteriori dettagli sono riportati sui capitolati di appalto.

4.1 MIRE OTTICHE

Le stazioni di misura degli spostamenti dovranno essere strumentate attraverso la messa in opera di misuratori di spostamento topografici, al fine di confrontare deformazioni di sito e spostamenti attesi.

Dovranno essere installate stazioni di misura a basi ottiche (con strumentazioni in calotta e sui piedritti, sporgenti per circa 10 cm), con la frequenza riportata nel relativo elaborato grafico.

L'esecuzione e la restituzione delle misure di convergenza richiede l'impegno di un topografo esperto e di un coadiutore. Per la misura delle convergenze vengono impiegate mire ottiche e stazioni totali.

Gli strumenti saranno scelti in modo da garantire una precisione coerente con le soglie di attenzione ed allarme. Ulteriori dettagli in merito saranno forniti in fase di progetto esecutivo di dettaglio.

4.1.1 Restituzione dei dati

I dati così raccolti verranno trasferiti tramite interfaccia ad un computer su cui verrà installato un software in grado di effettuare l'analisi, il processamento e la restituzione dei dati; in particolare il programma dovrà permettere:

- il calcolo della posizione dei punti di mira in coordinate locali e assolute (x,y,z)
- il calcolo delle differenze tra le coordinate dei punti di mira nelle diverse letture
- la visualizzazione grafica dei risultati come più oltre specificato.

4.2 BARRETTE ESTENSIMETRICHE

Viene misurata la deformazione, lungo la direzione di massima lunghezza, dello strumento, tramite le variazioni di frequenza indotte nel sensore a corda vibrante. Nel seguito le principali caratteristiche tecniche:

- Range di misura: 3000 $\mu\epsilon$
- Sensibilità: 1,0 $\mu\epsilon$
- Precisione: <2,0% FSR
- Temperatura di utilizzo: -20° C - +80° C
- Sonda termometrica per il rilevamento della temperatura

Gli strumenti saranno scelti in modo da garantire una precisione coerente con le eventuali soglie di attenzione ed allarme. Ulteriori dettagli in merito, anche in relazione alla procedura di installazione, saranno forniti in fase di progetto esecutivo di dettaglio.

A partire dalla deformazione misurata sarà poi possibile risalire in maniera indiretta allo stato tensionale agente.

In particolare, lo stato tensionale può essere ricavato con riferimento alla legge di Hooke $\sigma = E \cdot \epsilon$, dove:

- σ : stato tensionale in [MPa] nella fibra di calcestruzzo o acciaio.
- E : modulo elastico del calcestruzzo (se $\epsilon < 0$) o dell'acciaio (se $\epsilon > 0$) in [MPa]
- ϵ : deformazione della barretta estensimetrica

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0200 006	REV. B	FOGLIO 8 di 9

4.2.1 Restituzione dei dati

I dati misurati saranno restituiti in forma di tabella e con i seguenti diagrammi:

- Variazioni di deformazione rispetto al tempo;
- Variazioni di deformazione rispetto alla temperatura.

4.3 CELLE DI CARICO

La cella di carico tipo è costituita da un corpo in acciaio inossidabile sensibilizzato da una serie di griglie estensimetriche (strain-gauges) applicate alla superficie interna del corpo stesso e isolate.

Una piastra di acciaio permette l'omogenea ripartizione del carico sull'intero corpo della cella.

La deformazione indotta dal carico alla cella viene rilevata dagli strain-gauges e trasformata in un segnale elettrico proporzionale al carico agente.

Gli strumenti saranno scelti in modo da garantire una precisione coerente con le eventuali soglie di attenzione ed allarme. Ulteriori dettagli in merito saranno forniti in fase di progetto esecutivo di dettaglio.

4.3.1 Restituzione dei dati

Contemporaneamente alle letture dei carichi si dovranno eseguire le misure con cella termometrica.

I dati misurati saranno restituiti in forma di tabella e con i seguenti diagrammi:

- Variazioni di carico rispetto al tempo;
- Variazioni di carico rispetto alla temperatura.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0200 006	REV. B	FOGLIO 9 di 9

5 FREQUENZA DI LETTURA

Di seguito vengono riportate le frequenze di lettura. Si specifica che la frequenza di lettura sarà soggetta ad adeguamenti dovuti alle attrezzature di back-up presenti in galleria. Inoltre le frequenze indicate potranno essere adeguate anche in funzione degli esiti del monitoraggio stesso.

5.1 MONITORAGGIO CONVERGENZE

La cadenza delle misure per quanto riguarda le **mire ottiche**, è quella di seguito elencata:

- N. 1 lettura al giorno nella settimana successiva alla lettura di “zero”;
- N.1 lettura ogni 3 gg fino a completa stabilizzazione delle misure.

5.2 MONITORAGGIO BARRETTE ESTENSIMETRICHE E CELLE DI CARICO

La cadenza delle misure per quanto riguarda le **barrette estensimetriche/celle di carico**, è quella di seguito elencata:

- N. 1 lettura al giorno per i primi 7 gg dall’installazione;
- N. 1 lettura ogni 3 giorni fino al raggiungimento del 30esimo giorno dall’installazione;
- N. 1 lettura a settimana fino a completa stabilizzazione delle misure.

6 DEFINIZIONE DEI VALORI DI SOGLIA

Quale valore di soglia per la tensione nei conci prefabbricati si fissa il valore di 15 MPa (valore di controllo del tasso di compressione, come da normativa vigente) , tenendo conto che si impiega calcestruzzo della classe C35/45; situazioni puntuali superiori saranno valutate in considerazione di una valutazione complessiva dei dati di monitoraggio e di eventuali indagini mirate.

I valori di convergenza attesi risultano trascurabili; si fissa comunque indicativamente una soglia di attenzione al raggiungimento di valori di spostamento radiale di 5 mm e di allarme pari a 10 mm.

I valori di soglia definitivi verranno forniti in fase di progetto esecutivo di dettaglio una volta note caratteristiche di back-up e l’effettiva distanza dal fronte della sezione di monitoraggio delle convergenze.

7 MISURE DI INTERVENTO

Per le misure di intervento si rimanda al progetto esecutivo di dettaglio ed al Piano Operativo di Scavo.