

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI, TRATTA NAPOLI-CANCELLO, IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014

RELAZIONE

GA - GALLERIE

GA01 – GALLERIA CASALNUOVO DA km 0+550,000 A km 2+860,210

Piano di monitoraggio

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	
DIRETTORE TECNICO Ing. M. PANISI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. A. CHECCHI	

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV SCALA:

I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	R	H	G	A	0	1	0	0	0	0	3	A	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE SECUTIVA	C.Nardone	14/06/18	M. Frandino	15/06/18	A.Bellocchio	15/06/18	G.Cassani	
									30/06/18

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 2 di 22	

1	INTRODUZIONE.....	4
2	MONITORAGGIO TOPOGRAFICO DEGLI EDIFICI IN CORSO D'OPERA.....	7
2.1	SCHEMA DI MONITORAGGIO.....	7
2.2	DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE	7
2.2.1	<i>Aste graduate per la livellazione topografica di precisione.....</i>	<i>7</i>
2.3	FREQUENZA DELLE LETTURE.....	8
2.4.2	<i>Interpretazione dei valori di soglia.....</i>	<i>10</i>
2.4.3	<i>Gestione dei dati</i>	<i>11</i>
3	MONITORAGGIO DELLA PIEZOMETRICA	12
3.1	DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE	12
3.1.1	<i>Piezometri multibase.....</i>	<i>12</i>
3.2	FREQUENZA DELLE LETTURE.....	14
3.3	INTERPRETAZIONE E GESTIONE DEI DATI	15
3.3.1	<i>Interpretazione dei dati</i>	<i>15</i>
3.3.2	<i>Gestione dei dati</i>	<i>15</i>
4	MONITORAGGIO DEI DIAFRAMMI E DELLE STRUTTURE INTERNE	16
4.1	SCHEMA DI MONITORAGGIO.....	16
4.2	DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE	20
4.2.1	<i>Mire ottiche per la misura dello spostamento orizzontale dei diaframmi.....</i>	<i>20</i>
4.3	FREQUENZA DELLE LETTURE.....	20
4.4	VALORI DI SOGLIA E GESTIONE DEI DATI	21

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 3 di 22				

4.4.1	<i>Determinazione dei valori di soglia</i>	21
4.4.2	<i>Interpretazione dei valori di soglia</i>	22
4.4.3	<i>Gestione dei dati</i>	22

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 4 di 22
		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					

1 INTRODUZIONE

Il documento in esame riporta le considerazioni seguite per la definizione del piano di monitoraggio e le caratteristiche principali dei sistemi utilizzati per il monitoraggio della galleria GA01 prevista nell'ambito dei lavori della linea ferroviaria Napoli - Bari, tratta Napoli-Cancello, in variante tra le pk 0+000 e pk 15+585.

La GA01, Galleria Casalnuovo, si sviluppa per 2308.40 m dalla pk 0+550.00 fino alla pk 2+858.40 passando attraverso i comuni di Casoria, Casalnuovo e Afragola. Si tratta di una galleria artificiale realizzata, per la maggior parte del suo sviluppo, tra paratie in diaframmi seguendo il "metodo Milano", vale a dire secondo le seguenti fasi esecutive:

- Prescavo di sbancamento;
- Realizzazione dei diaframmi in c.a. di paratie verticali;
- Realizzazione della copertura con solettone in c.a.;
- Ritombamento sulla copertura;
- Scavo dall'interno del terreno compreso fra la copertura, le paratie verticali ed il piano di scavo;
- Realizzazione delle strutture definitive interne in c.a., vale a dire delle fodere laterali e del solettone di fondazione.

Il tratto di galleria artificiale che risulta direttamente interferente con la falda, vale a dire il tratto in cui il livello idraulico è superiore al piano di scavo, va da pk 0+550 a pk 1+600. Al fine di controbilanciare la sottospinta idraulica e permettere lo scavo e le altre successive lavorazioni all'asciutto il tratto dalla sezione tipo B alla sezione tipo D incluso il ramo di circumvesuviana (sezione tipo B1) si scaverà in condizioni iperbariche ovvero mantenendo una pressione tale da abbassare il livello di falda al di sotto del fondo scavo. Per la porzione rimanente di galleria caratterizzata da un'interferenza con la falda si prevede invece la realizzazione di un solettone sommerso di sacrificio al di sotto dell'intradosso di fondazione.

La Galleria è caratterizzata da una variabilità della sezione tipo come di seguito sintetizzato:

- **Galleria Parapioggia**

Nei primi 180m circa la galleria presenta sezione *scatolare*, in tale tratto la sezione è ad una sola canna in cui è alloggiata la sede della variante Cancello.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	RH	GA.01.00.003	A	5 di 22

- **Galleria Tipo Milano singola canna**

Per circa 300m la galleria prosegue con sezione tipo Milano caratterizzata da paratie di diaframmi contrastate da solettoni gettati in opera in copertura ed in fondazione. In tale tratto la sezione è ad una sola canna per la linea FS in progetto.

- **Galleria Tipo Milano doppia canna**

In questo tratto la linea Circumvesuviana si affianca alla linea Cassino pertanto la sezione tipo della GA raddoppia il numero di canne (due canne), mantenendo la tipologia Milano.

- **Galleria Tipo Milano doppia canna e doppia altezza**

In tale tratto la sezione della GA conserva la tipologia tipo Milano ma, dato il notevole dislivello tra p.f. e p.c., è stata prevista una soletta intermedia con funzione di puntone.

In questo caso la realizzazione dei setti di paratie avviene a partire dalla quota di intradosso dei puntoni previo sbancamento fino alla suddetta quota.

- **Galleria Tipo Milano doppia canna Fermata Casalnuovo**

In corrispondenza della Fermata Casalnuovo, la sezione della GA conserva la tipologia strutturale Milano. La copertura e la soletta intermedia (piano Mezzanino), dati i maggiori carichi e l'aumento delle luci, si prevede di realizzarle con travi prefabbricate a T rovescio.

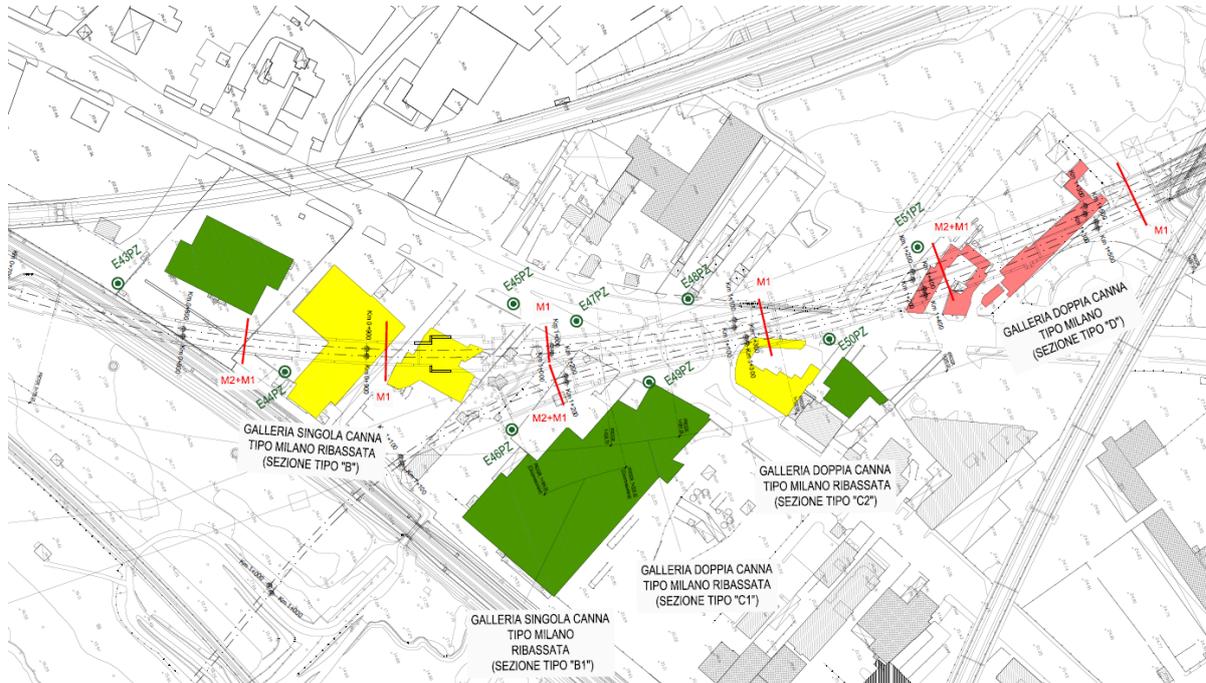
- **Galleria Tipo Milano doppia canna**

Nell'ultimo tratto la galleria conserva il sistema tipo Milano ma senza il puntone intermedio.

La galleria prosegue a doppia canna e tipo Milano per circa 100m fino a raccordarsi con il tratto finale della galleria "Casalnuovo", già realizzato nell'appalto AV, della lunghezza di 200m circa fino all'imbocco della galleria S. Chiara.

Il contesto in cui si inserisce la galleria non è particolarmente urbanizzato; la galleria infatti si colloca nella periferia della città di Napoli sviluppandosi in un'area industriale nel primo tratto per poi proseguire in una zona destinata a coltivazioni agricole. Le maggiori interferenze, data la metodologia realizzativa prevista, sono risolte mediante demolizioni e rimangono solo pochi edifici nell'area di influenza dello scavo.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 6 di 22



LEGENDA

- DEMOLIZIONI
- ESPROPRIAZIONI PER LA NUOVA SEDE FERROVIARIA
- EDIFICI DA MONITORARE CON CLINOMETRI (uno per ogni vertice in pianta)

Figura 1 - Planimetria con indicazione degli edifici interferenti

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 7 di 22

2 *MONITORAGGIO TOPOGRAFICO DEGLI EDIFICI IN CORSO D'OPERA*

La strumentazione installata permette di effettuare rilievi all'esterno degli edifici compatibilmente con le operazioni di cantierizzazione dell'area consentendo di determinare l'entità dei possibili cedimenti della struttura prodotti dalle operazioni di scavo in modo da poter procedere in sicurezza con le fasi di ribasso successivo del piano di lavoro.

Le grandezze soggette a controllo periodico risultano quindi:

- cedimenti verticali degli edifici;
- fenomeni lesionativi preesistenti o eventuali nuove lesioni sui rivestimenti.

2.1 SCHEMA DI MONITORAGGIO

Sulle facciate degli edifici prospicienti la galleria saranno posizionate aste graduate per la livellazione topografica di precisione solidali agli edifici posti a livello del piano viabile;

In corrispondenza dei giunti strutturali tra gli edifici le aste graduate per la livellazione saranno raddoppiate ed in corrispondenza di lesioni esistenti o di nuove lesioni che dovessero rendersi visibili in seguito all'apertura degli scavi saranno inoltre predisposti fessurimetri meccanici.

2.2 DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

2.2.1 *Aste graduate per la livellazione topografica di precisione*

Come accennato in precedenza, il sistema di controllo degli spostamenti verticali prevede un reticolo topografico di superficie costituito da aste graduate per livellazione topografica, poste alla base delle strutture interferenti con i lavori.

Si procederà all'installazione delle aste graduate costituite da una lamina in acciaio inox o alluminio reso solidale alle strutture portanti degli edifici.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 8 di 22	

Le misure sono finalizzate alla determinazione della sola componente verticale di movimento (cedimenti) e saranno eseguite con stadia e livello di precisione che garantisce una risoluzione della misura pari a 0,1 mm. Tale strumentazione sarà letta manualmente da unità topografiche dedicate.

2.3 FREQUENZA DELLE LETTURE

In linea di massima, in assenza di superamenti delle soglie di attenzione, il numero di letture della strumentazione sarà cadenzato come segue:

- Installazione: almeno 2 settimane prima dell'inizio dello scavo dei pannelli di paratia
- Letture di 0: immediata;
- Frequenza di lettura:

In fase di scavo dei pannelli di paratia:

1 lettura quindicinale. In caso di perdite di fango bentonitico rilevate in fase di scavo dei pannelli, infittire la frequenza delle letture delle tre verticali poste in prossimità del pannello.

In fase di scavo tra le paratie:

1 lettura ogni due metri di abbassamento del piano di lavoro.

Dopo il getto del solettone di fondo

1 lettura mensile (da diradare nel caso in cui non si notino ulteriori evoluzioni del quadro deformativo delle strutture in interferenza).

Il programma sopra indicato potrà naturalmente essere intensificato in funzione delle letture effettivamente registrate in sito e della sequenza di fasi operative realizzata in cantiere, secondo il giudizio della direzione lavori, in accordo con il progettista delle opere strutturali.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 9 di 22

2.4 Valori di soglia e gestione dei dati

2.4.1 Determinazione dei valori di soglia

Le operazioni di scavo e la frequenza dei rilievi strumentali saranno regolate in funzione delle soglie di attenzione e di allarme delle grandezze indice riepilogate in tabella.

Il raggiungimento di una soglia genera l'avvio di procedure che prevedono approfondimenti di indagine ed accertamenti su fenomeni in atto. Studi ed approfondimenti dei fenomeni sono comunque svolti con regolarità nelle principali fasi di sviluppo del cantiere.

Tali soglie sono definite in relazione alle previsioni progettuali e al possibile danno indotto.

STRUMENTO	PARAMETRO	PRECISIONE	VALORI DI SOGLIA	
			ATTENZIONE	ALLARME
Capisaldi livellazione edifici	Spostamenti verticali	0.1 mm	10 mm	15 mm

Tabella 1 - Soglie di attenzione e di allarme previste e precisione richiesta su ciascuna acquisizione

Le procedure da adottare al raggiungimento dei valori di soglia sopra descritti sono individuate nel seguito:

Valori attesi:

Le operazioni di scavo procedono normalmente e la frequenza dei rilievi non viene variata.

Valori di attenzione:

Dovranno essere intrapresi provvedimenti atti ad arrestare l'evoluzione delle deformazioni qualora sia evidente un incremento sistematico delle stesse al procedere dello scavo. Dovranno essere valutati od indicati eventuali accorgimenti tecnici per arrestare tale tendenza.

Valori di allarme:

La direzione lavori dovrà essere tempestivamente informata del superamento della soglia di allarme. Le operazioni di cantiere potranno essere interrotte in funzione delle indicazioni dei rilievi strumentali effettuati e del comportamento strutturale dei fabbricati. La frequenza delle misure dovrà essere aumentata e saranno definiti e studiati appositi interventi per

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 10 di 22			

arrestare l'evoluzione dei cedimenti ed impedire l'insorgere di problematiche strutturali sui fabbricati esistenti.

2.4.2 Interpretazione dei valori di soglia

Una soglia di "attenzione" rappresenta un valore, sufficientemente prudente, di un parametro di misura che, pur non rappresentando un pericolo immediato per le persone e le strutture, obbliga ad attivare una serie di procedure (di controllo ed eventuali azioni progettuali) volte a produrre un rientro nella norma o, quanto meno, a scongiurare la tendenza dei valori di misura verso la soglia di allarme.

Una soglia di "allarme" è un valore di un parametro di misura che rappresenta un potenziale pericolo per le persone e le strutture, obbliga ad attivare una serie di procedure (di controllo ed azioni progettuali) volte a produrre un rientro nella norma o, quanto meno, a scongiurare la tendenza dei valori di misura ad ulteriore significativa crescita.

Al raggiungimento della soglia di "allarme" l'arresto delle lavorazioni sarà predisposto nel caso in cui l'evoluzione del quadro fessurativo negli edifici mostri una progressione sistematica non compatibile con la loro funzionalità estetica e statica. In tal caso si attiveranno procedure di accertamento analoghe a quelle indicate per le soglie di attenzione, ma con maggiore approfondimento. Si attiverà lo studio delle possibili contromisure e la progettazione degli interventi per la messa in sicurezza delle strutture.

Si ritiene necessario evidenziare che il superamento puntuale di un valore di attenzione di un parametro può essere da solo di poca importanza, perché dovuto per esempio a cause locali, e solo un attento esame di tutti i dati provenienti dall'intero "volume di controllo" e soprattutto l'evolversi nel tempo di tali valori, potrà dare un quadro coerente degli eventuali fenomeni in atto.

Inoltre dovranno essere presi in considerazione anche i cedimenti differenziali tra allineamenti successivi.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 11 di 22

2.4.3 Gestione dei dati

Una volta acquisita ciascuna misura strumentale, questa sarà archiviata in un apposito database di monitoraggio in formato digitale, insieme a tutti i dati necessari per l'interpretazione del dato (sigla e posizione dello strumento, sezione di appartenenza, data ed esecutore della misura).

Si provvederà quindi a valutare l'evoluzione del parametro misurato effettuando un calcolo del gradiente della serie di dati su base periodica (giornaliera /settimanale).

Nel caso il dato acquisito superi i valori di soglia, si procederà rapidamente ad una lettura di conferma del dato stesso.

I dati contenuti nel database saranno organizzati in report periodici e trasmessi alla Direzione Lavori ed al Progettista secondo le frequenze da concordare.

Qualora un dato confermato o il gradiente di evoluzione del parametro indichino un superamento delle soglie si provvederà all'attivazione di opportune contromisure, da valutarsi con il Progettista e con la Direzione Lavori.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 12 di 22

3 MONITORAGGIO DELLA PIEZOMETRICA

Il tratto di galleria dalla sezione tipo B alla sezione tipo D verrà scavato mediante applicazione di aria compressa al fine di abbassare il livello di falda al di sotto del fondo scavo e condurre le lavorazioni all'asciutto.

Per monitorare l'evoluzione della falda nel corso dello scavo è stata predisposta una rete di piezometri integrativi nel tratto di interesse. La loro funzione è, prima dell'inizio dello scavo, quella di individuare il più correttamente possibile la quota di falda per individuare il valore necessario di pressione da mantenere durante lo scavo per garantire che le lavorazioni avvengano all'asciutto. Successivamente le letture continueranno per valutare eventuali effetti dell'applicazione della pressione sulla falda nei dintorni dell'opera.

Il posizionamento della strumentazione è stato studiato in funzione della distribuzione dei compartimenti e delle relative pressioni di progetto nonché in funzione delle aree di esproprio.

3.1 DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

3.1.1 Piezometri a tubo aperto

Lungo le verticali previste, al termine delle operazioni di carotaggio saranno installati piezometri a tubo aperto.

La strumentazione da installare nel foro dovrà essere costituita da:

- tubo piezometrico in PVC, di diametro interno compreso tra 1½" e 4", costituito da una serie di spezzoni ciechi e filtranti di lunghezza variabile tra 1.5 e 3 m; gli spezzoni filtranti del tubo saranno fenestrati orizzontalmente e rivestiti con apposita calza in tessuto non tessuto; i diversi spezzoni di tubo dovranno essere giuntati attraverso appositi manicotti filettati.
- La scelta del diametro della tubazione, tra quelli indicati, dipende dall'utilizzo futuro del piezometro; soltanto per misure della falda o anche per prelievi di campioni dell'acqua.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 13 di 22

La perforazione del foro di sondaggio in cui andrà installato il piezometro dovrà essere eseguita utilizzando, come fluido di circolazione, acqua oppure fango a polimeri degradabili. In nessun caso è permesso l'uso di fango bentonitico. Se il piezometro non deve essere posato a fondo foro, il foro dovrà essere riempito, ritirando man mano il rivestimento, fino ad una quota di 3 m più bassa di quella di installazione, con una miscela cemento-bentonite-acqua in proporzioni tali che la consistenza della miscela, a posa avvenuta, sia simile a quella del terreno nella zona del piezometro. Una volta iniziata la presa, il foro deve essere accuratamente lavato con acqua pulita (previo degrado nel caso di presenza di fango a polimeri), ed il tratto di 3 m riempito con materiale impermeabile costituito da strati di palline di bentonite e ghiaietto.

L'installazione seguirà le seguenti fasi:

- posa di uno spessore di 0.5 m di sabbia grossa o ghiaietto pulito ($\varnothing = 1 \div 4$ mm);
- discesa a quota del tubo piezometrico, precedentemente assemblato secondo la sequenza di tratti ciechi e fenestrati prevista dal programma delle indagini o dal Committente; i singoli spezzoni di tubo dovranno essere collegati tra loro mediante appositi manicotti di giunzione, opportunamente sigillati; lo spezzone di piezometro più profondo dovrà essere chiuso con apposito tappo di fondo;
- posa di sabbia grossa o ghiaietto pulito ($\varnothing = 1 \div 4$ mm) attorno al tratto fenestrato del tubo piezometrico, ritirando man mano il rivestimento, senza l'ausilio della rotazione, con l'avvertenza di controllare che il tubo piezometrico non risalga assieme al rivestimento;
- posa di un tampone impermeabile dello spessore complessivo di 1 m al di sopra del tratto fenestrato, realizzato inserendo bentonite in palline ($\varnothing = 1 \div 2$ cm) in strati di 20 cm alternata a ghiaietto in strati di 2 \div 3 cm, ritirando sempre man mano il rivestimento;
- riempimento del foro al di sopra del tampone impermeabile con una miscela plastica acqua-cemento-bentonite (con proporzioni in peso rispettivamente di 100, 30 e 5), calata attraverso apposite aste discese sul fondo del foro;
- sistemazione e protezione della estremità del piezometro con la creazione di un chiusino di protezione in acciaio verniciato, ben cementato nel terreno, munito di coperchio con lucchetto e chiavi che verranno consegnate al Committente; nel caso di installazione in luoghi aperti al traffico veicolare o pedonale (strade, piazzali, marciapiedi), e solo su specifica richiesta del Committente, in luogo del chiusino standard dovrà essere installato idoneo chiusino carrabile in ghisa, posto in opera a

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 14 di 22

filo della pavimentazione esistente; spurgo e collaudo del piezometro ed esecuzione della prima lettura significativa, da considerarsi tale dopo aver eseguito almeno tre letture, la prima delle quali deve avvenire a non meno di due ore dalla realizzazione del piezometro e le successive a distanza di 24 ore l'una dall'altra; a questa fase dovrà presenziare il Committente che successivamente prenderà in consegna il piezometro.

La documentazione dovrà comprendere:

- informazioni generali (sito, ubicazione, quota assoluta, data, nominativo dell'operatore);
- stratigrafia del foro di sondaggio (se eseguito a carotaggio continuo);
- tipo e schema di installazione nel foro del tubo piezometrico;
- quota assoluta della estremità superiore del chiusino di protezione;
- quota assoluta della sommità del tubo piezometrico, di riferimento per le letture periodiche nel piezometro;
- tabella con le letture eseguite per la determinazione della prima lettura significativa;
- osservazioni e note eventuali.

3.2 FREQUENZA DELLE LETTURE

- Installazione: I piezometri a tubo aperto sono in fase di installazione.
- Letture di 0: immediata;
- Frequenza di lettura:

In fase di scavo tra le paratie:

1 lettura quindicinale durante lo scavo dei compartimenti precedenti; 1 lettura ogni settimana durante la fase di scavo del compartimento adiacente; 1 lettura quindicinale fino al termine delle operazioni di scavo in pressione. Nel caso in cui si noti qualche evoluzione del quadro deformativo delle strutture attigue allo scavo infittire la frequenza delle letture.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 15 di 22

3.3 INTERPRETAZIONE E GESTIONE DEI DATI

3.3.1 Interpretazione dei dati

Fino a quando lo scavo interessa un compartimento non adiacente (esempio scavo nel compartimento 1 e piezometro installato in corrispondenza del compartimento 3) nessuna variazione dovrebbe essere osservata nei valori rilevati dalle celle di pressione, a meno di variazioni di quota della falda indipendenti tuttavia dall'andamento dello scavo.

Dal momento in cui lo scavo proseguirà nel compartimento adiacente potrebbero registrarsi degli abbassamenti di falda che dovrebbero rimanere contenuti anche durante lo scavo del compartimento di interesse: un eccessivo abbassamento infatti sarebbe evidenza di un'importante fuga di aria in pressione.

I valori di riferimento dovranno essere determinati durante lo scavo del primo compartimento attraverso dei campi prova.

3.3.2 Gestione dei dati

La gestione dei dati sarà fatta in analogia a quanto descritto nel capitolo 2.4.3.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 16 di 22

4 MONITORAGGIO DEI DIAFRAMMI E DELLE STRUTTURE INTERNE

La strumentazione installata permette di seguire le deformazioni dello scavo consentendo di determinare l'entità degli spostamenti orizzontali dei pannelli. Le sezioni per il monitoraggio delle opere di sostegno sono disposte indicativamente a una interdistanza di 100 m. Si prevede inoltre di monitorare le strutture interne di galleria in corrispondenza di alcune sezioni significative. In corrispondenza della Stazione Casalnuovo sono previste tre sezioni di monitoraggio, sia delle opere di sostegno che delle strutture interne, sulla lunghezza complessiva di 300 m.

Le grandezze soggette a controllo periodico risultano quindi:

- spostamenti orizzontali dei pannelli in sommità, in corrispondenza dell'estradosso della fondazione e uno intermedio;
- spostamenti orizzontali delle fodere in corrispondenza di due punti così come indicato nelle relative tavole;
- spostamenti verticali di copertura in corrispondenza di punti di appoggio e mezzeria per entrambe le canne laddove presenti.

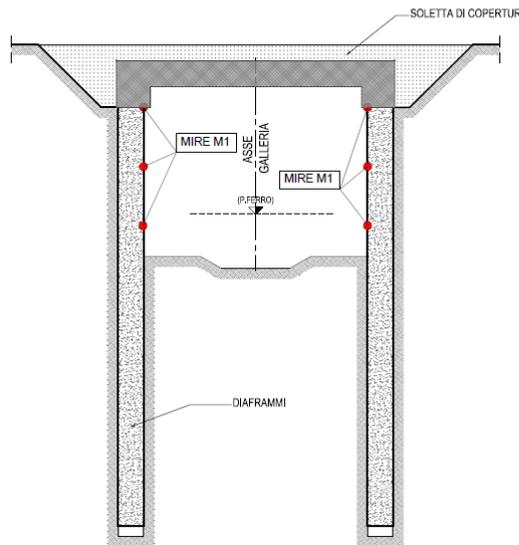
4.1 SCHEMA DI MONITORAGGIO

Lo schema di monitoraggio viene definito attraverso due sezioni tipo rappresentate sugli elaborati grafici.

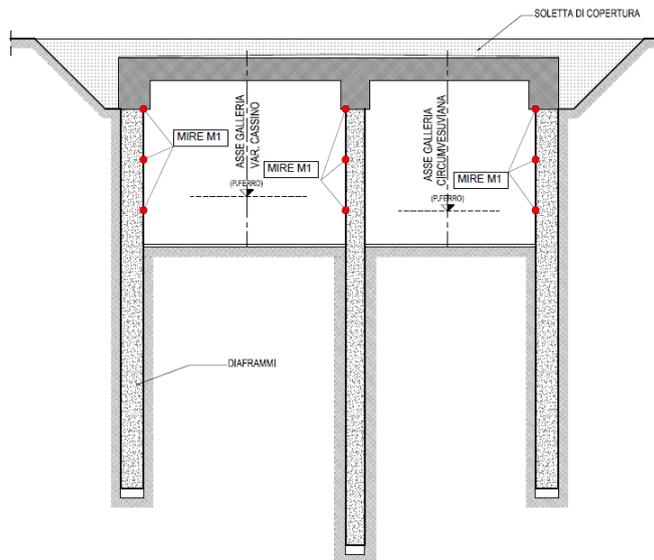
- Monitoraggio diaframmi – Sezioni M1

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		Mandante: ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 17 di 22

SEZIONE TRASVERSALE GALLERIA
SINGOLA CANNA
scala 1:200

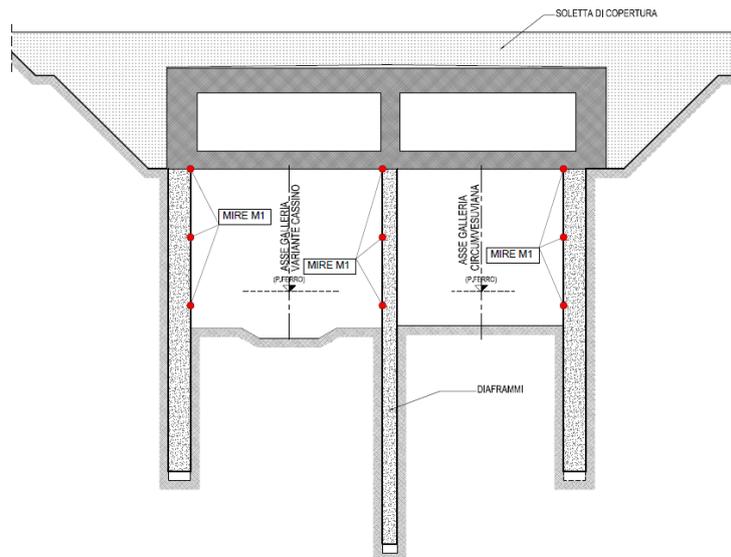


SEZIONE TRASVERSALE IN GALLERIA
DOPPIA CANNA
scala 1:200



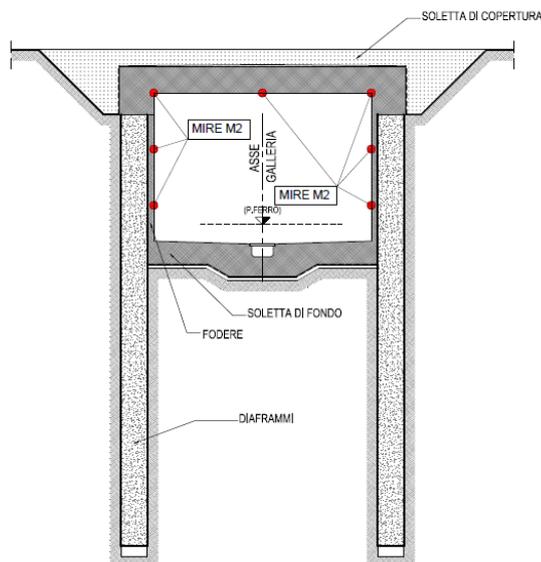
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 18 di 22

SEZIONE TRASVERSALE IN GALLERIA
 DOPPIA CANNA - DOPPIO IMPALCATO
 scala 1:200



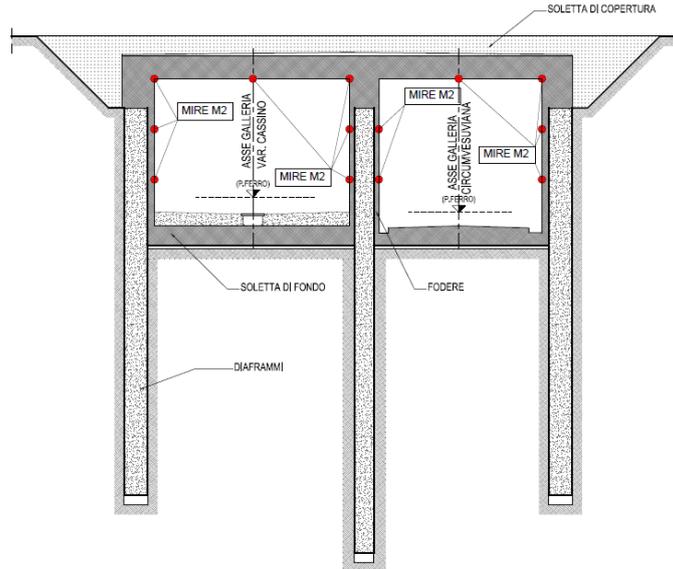
- Monitoraggio strutture definitive – Sezioni M2

SEZIONE TRASVERSALE GALLERIA
 SINGOLA CANNA
 scala 1:200

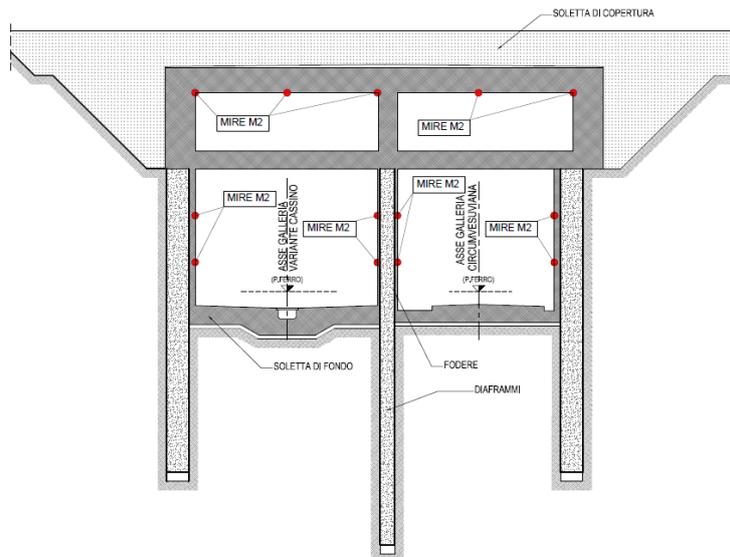


APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		Mandante: ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 19 di 22

SEZIONE TRASVERSALE IN GALLERIA
DOPPIA CANNA
scala 1:200



SEZIONE TRASVERSALE IN GALLERIA
DOPPIA CANNA - DOPPIO IMPALCATO
scala 1:200



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 20 di 22

4.2 DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

4.2.1 Mire ottiche per la misura dello spostamento orizzontale dei diaframmi

Il riscontro topografico da utilizzare per il controllo degli spostamenti orizzontali e verticali è costituito da una barra metallica ad aderenza migliorata di diametro minimo di 14 mm e lunghezza idonea al sito di indagine da ancorarsi in perforazioni mediante resine bicomponenti ad alta resistenza. La barra di ancoraggio sarà dotata di piastrina metallica che alloggerà il target di misura ad alta rifrangenza.

Le misure si effettueranno manualmente da una Unità topografica tramite stazione totale di precisione, con grado di accuratezza pari a +/- 1,0 mm.

4.3 FREQUENZA DELLE LETTURE

- Installazione:
 - le mire ottiche in sommità dei pannelli dovranno essere posizionate in concomitanza con l'esecuzione dei controlli di integrità dei pannelli in modo da riferire gli stessi ad una misura topografica di zero
 - le mire ottiche all'interno dello scavo saranno posizionate man mano che procede lo scavo
 - le mire ottiche in corrispondenza delle strutture definitive dovranno essere posizionate immediatamente dopo il getto delle strutture

- Letture di 0: immediata;
- Frequenza di lettura delle mire sui pannelli:

In fase di scavo tra le paratie:

1 lettura ogni due metri di abbassamento del piano di lavoro.

Dopo il getto del solettone di fondo

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA.01.00.003	REV. A	PAGINA 21 di 22

1 lettura settimanale (da diradare nel caso in cui non si notino ulteriori evoluzioni del quadro deformativo delle strutture in interferenza) fino a quando le mire stesse risulteranno accessibili/visibili.

- Frequenza di lettura delle mire sulle strutture interne:

1 lettura mensile sino al termine dello scavo della galleria (da diradare nel caso in cui non si notino ulteriori evoluzioni del quadro deformativo delle strutture in interferenza)

Il programma sopra indicato potrà naturalmente essere intensificato in funzione delle letture effettivamente registrate in sito e della sequenza di fasi operative realizzata in cantiere, secondo il giudizio della direzione lavori, in accordo con il progettista delle opere strutturali.

4.4 VALORI DI SOGLIA E GESTIONE DEI DATI

4.4.1 Determinazione dei valori di soglia

Le operazioni di scavo e la frequenza dei rilievi strumentali saranno regolate in funzione delle soglie di attenzione e di allarme. Tali soglie sono definite in relazione alle previsioni progettuali per ciascuno dei parametri chiave di interesse desunti dalla relazione di calcolo.

Le procedure da adottare al raggiungimento dei valori di soglia sopra descritti sono individuate nel seguito:

Valori attesi:

Le operazioni di scavo procedono normalmente e la frequenza dei rilievi non viene variata.

Valori di attenzione:

Dovranno essere intrapresi provvedimenti atti ad arrestare l'evoluzione delle deformazioni qualora sia evidente un incremento sistematico delle stesse al procedere dello scavo. Dovranno essere valutati od indicati eventuali accorgimenti tecnici per arrestare tale tendenza.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di monitoraggio	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	RH	GA.01.00.003	A	22 di 22

Valori di allarme:

La direzione lavori dovrà essere tempestivamente informata del superamento della soglia di allarme. Le operazioni di cantiere potranno essere interrotte in funzione delle indicazioni dei rilievi strumentali effettuati e del comportamento strutturale. La frequenza delle misure dovrà essere aumentata e saranno definiti e studiati appositi interventi per arrestare l'evoluzione dei movimenti ed impedire l'insorgere di problematiche sulle strutture di sostegno.

4.4.2 Interpretazione dei valori di soglia

L'interpretazione dei valori di soglia deve essere fatta coerentemente a quanto riportato al par. 2.4.2.

4.4.3 Gestione dei dati

La gestione dei dati sarà fatta in analogia a quanto descritto nel capitolo 2.4.3.