

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

TELESE S.c.a r.l.
Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

SYSTRA

MANDANTI:

SWS

SOTECNI
SYSTRA GROUP

IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. LACOPO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
3° SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO**

RELAZIONE

GALLERIE NATURALI

Relazione di monitoraggio

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO Ing. M. FERRONI		-

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

I F 2 R 3 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	EMISSIONE	F. De Scrolli	29/06/21	L.Repetto	30/06/21	M.Nuti	30/06/21	IL PROGETTISTA Ing. P. Cucino
B	REVISIONE A SEGUITO RDV	I.Marquez	29/10/21	L.Repetto	30/10/21	P.Cucino	31/10/21	ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO Dott. Ing. PAOLO CUCINO ISCRIZIONE ALBO N° 2216 31/10/21

File: IF2R.3.2.E.ZZ.RH.GN.00.0.0.002.B.doc

n. Elab.:

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.002	B	2 di 23

1	GENERALITÀ	4
1.1	INTRODUZIONE	4
1.2	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO	4
2	NORMATIVA, ELABORATI DI RIFERIMENTO E SOFTWARE UTILIZZATI	5
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.2	PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF)	5
2.3	ELABORATI DI RIFERIMENTO	6
2.3.1	<i>Documenti referenziati</i>	<i>6</i>
2.4	SOFTWARE IMPIEGATI	6
3	SISTEMA DI MONITORAGGIO	7
3.1	STRUMENTAZIONE IMPIEGATA PER IL MONITORAGGIO IN SOTTERRANEO.....	8
3.1.1	<i>Modalità di installazione degli strumenti</i>	<i>9</i>
3.2	MONITORAGGIO DELLE GALLERIE DI LINEA (GN).....	9
3.2.1	<i>Misure di convergenza delle GN.....</i>	<i>9</i>
3.2.2	<i>Misure di deformazione del fronte di scavo (estrusione) per le GN.....</i>	<i>10</i>
3.2.3	<i>Misure di deformazione contorno scavo delle GN</i>	<i>10</i>
3.2.4	<i>Misure di deformazione del rivestimento provvisorio delle GN</i>	<i>11</i>
3.2.5	<i>Misure di deformazione del rivestimento definitivo delle GN.....</i>	<i>11</i>
3.2.6	<i>Monitoraggio Galleria Le Forche</i>	<i>12</i>
3.3	MONITORAGGIO DELLE USCITE DI EMERGENZA (UE)	12
3.3.1	<i>Misure di convergenza delle UE</i>	<i>12</i>
3.3.2	<i>Misure di deformazione del fronte di scavo (estrusione) delle UE.....</i>	<i>13</i>

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.002	B	3 di 23

3.3.3	<i>Misure di deformazione contorno scavo delle UE.....</i>	13
3.3.4	<i>Misure di deformazione del rivestimento provvisorio delle UE.....</i>	14
3.3.5	<i>Misure di deformazione del rivestimento definitivo UE</i>	14
3.4	RIEPILOGO FREQUENZA DELLE LETTURE	15
4	SOGLIE DI ATTENZIONE E DI ALLARME	17
5	CONCLUSIONI.....	23

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.002	REV. B	FOGLIO 4 di 23

1 GENERALITÀ

1.1 INTRODUZIONE

La presente relazione definisce il sistema di monitoraggio delle gallerie naturali ricadenti nel Lotto 3, previsto nell'ambito della progettazione definitiva per il raddoppio della linea Canello-Benevento sull'itinerario Napoli-Bari.

Dall'analisi di tracciato e in funzione delle fasi di esercizio, è prevista una suddivisione dell'intervento in 3 lotti funzionali in relazione ai tratti in cui l'infrastruttura dialoga con gli impianti esistenti di Telese e San Lorenzo:

Lotto 1 (circa 11.2 km): dal km 16+500 fino all'impianto di Telese al km 27+700;

Lotto 2 (circa 11.3 km): da Telese fino all'impianto del PC di San Lorenzo (km 39+050);

Lotto 3 (circa 7.9 km): dall'impianto del PC di San Lorenzo fino a fine intervento (km 46+950km).

1.2 SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

In particolare, il Progetto dell'infrastruttura prevede la realizzazione di una serie di opere sotterranee. Nella presente relazione si affrontano le tematiche inerenti al sistema di monitoraggio delle opere in progetto, gallerie di linea ed uscite di emergenza.

Sono state definite nel dettaglio le tipologie strumentali e dimensionare opportunamente il sistema di monitoraggio geotecnico – strutturale. Tale sistema consentirà di tenere sotto continuo controllo gli effetti tenso – deformativi causati dalle lavorazioni sul terreno e sulle strutture, in modo da poter garantire l'assenza di danni nelle preesistenze, ovvero assicurare la tempestiva messa in opera delle contromisure che si dovessero rendere necessarie entro i limiti previsti.

Nei paragrafi che seguono vengono indicate le caratteristiche e le modalità esecutive del programma di monitoraggio predisposto.

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.002	REV. B	FOGLIO 5 di 23

2 **NORMATIVA, ELABORATI DI RIFERIMENTO E SOFTWARE UTILIZZATI**

2.1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- [1] Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 14/01/2008, “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- [2] C.S.LL.PP., Circolare n°617 del 02/02/2009, “Istruzioni per l’applicazione delle “nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 14/01/2008”;
- [3] Decreto Ministeriale 28/10/2005. “Sicurezza nelle gallerie ferroviarie”;
- [4] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell’Unione Europea – 1303/2014 - relativa alla Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente “la sicurezza nelle gallerie ferroviarie” nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità;
- [5] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell’Unione Europea – 1300/2014 - relativa ad una Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente le “persone a mobilità ridotta” nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità;
- [6] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell’Unione Europea – 1299/2014 - relativa ad una Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità.

2.2 **PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF)**

- [7] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 A)
- [8] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 1 / Ambiente e Geologia (RFI DTC SI AG MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- [9] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- [10] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- [11] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- [12] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A – rev 30/12/2016)
- [13] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A– rev 30/12/2016)
- [14] RFI, doc RFI DTC SI SP IFS 001 A “Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili” datato Dic 2016.

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.002	REV. B	FOGLIO 6 di 23

2.3 ELABORATI DI RIFERIMENTO

2.3.1 Documenti referenziati

Sono stati utilizzati come input per il presente documento i seguenti elaborati:

- [15] IF2R.3.2.E.ZZ.W9.GN.00.0.0.001 “Gallerie di linea – Sezioni tipologiche”
- [16] IF2R.3.2.E.ZZ.W9.GN.00.0.0.002 “Monitoraggio Uscite di emergenza – Sezioni tipologiche”
- [17] IF2R.3.2.E.ZZ.BZ.GN.07.0.0.006 Galleria Le Forche “Monitoraggio in corso d’opera – Monitoraggio in sotterraneo (1/2)”
- [18] IF2R.3.2.E.ZZ.BZ.GN.07.0.0.007 Galleria Le Forche “Monitoraggio in corso d’opera – Monitoraggio in sotterraneo (2/2)”.

2.4 SOFTWARE IMPIEGATI

I software utilizzati per la progettazione sono:

- PLAXIS versione 20.03.00.6 (Bentley).

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.002	REV. B	FOGLIO 7 di 23

3 SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il progetto del monitoraggio è sviluppato al fine di acquisire tutti gli elementi necessari all'interpretazione del comportamento del terreno, delle strutture in costruzione e dei manufatti esistenti in seguito agli effetti indotti dalle operazioni di scavo.

Viene descritto, in questo capitolo, il sistema di monitoraggio da mettere in opera, in funzione delle varie necessità, fra cui le principali sono:

- la validazione e l'eventuale adeguamento delle tecniche di scavo e di sostegno;
- la verifica delle ipotesi di calcolo e la rispondenza del progetto al reale comportamento allo scavo dei terreni;
- la verifica del raggiungimento delle soglie in corrispondenza delle quali prevedere l'attivazione di adeguate contromisure.

Il posizionamento degli strumenti è riepilogato nelle planimetrie delle tavole specifiche del monitoraggio, tuttavia, la posizione esatta delle sezioni di monitoraggio e degli strumenti descritti nel seguito dovrà comunque essere concordata, in fase esecutiva e a seguito dei sopralluoghi preliminari per la constatazione degli eventuali stati fessurativi preesistenti, con la Direzione dei Lavori.

Da un punto di vista tecnico l'intero programma si articola in:

1. Monitoraggio in corso d'opera delle gallerie di linea:
 - rilievo geologico-geotecnico speditivo del fronte di scavo;
 - misure di convergenza con mire ottiche;
 - misure di estrusione del fronte di scavo;
 - misure di livellazione superficiale del piano campagna;
 - monitoraggio degli edifici;
 - misure di tensione con celle di carico, barrette estensimetriche e celle di pressione sul rivestimento provvisorio.
2. Monitoraggio in corso d'opera delle uscite di emergenza:
 - rilievo geologico-geotecnico speditivo del fronte di scavo;
 - misure di convergenza con mire ottiche;
3. Monitoraggio in fase di esercizio della galleria di linea:
 - misure di tensione con strain gauges saldati all'armatura del rivestimento definitivo.
4. Monitoraggio in corso d'opera degli imbocchi:

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.002	REV. B	FOGLIO 8 di 23

- misure di spostamento con mire ottiche.

L'insieme dei dati acquisiti permetterà di verificare che il comportamento tenso – deformativo del cavo sia in linea con le previsioni progettuali, e più in generale permetterà di verificare l'adeguatezza delle sezioni tipo applicate in relazione ai terreni incontrati, suggerendo eventuali affinamenti da porre in essere in corso d'opera.

Il rilievo geologico e geotecnico delle pareti dello scavo dovrà essere eseguito da personale specializzato (geologi o ingegneri geotecnici). Tali rilievi consistono nel rilevamento e restituzione grafica e numerica delle caratteristiche geologiche – geostrutturali e geomeccaniche delle pareti dello scavo, durante l'avanzamento.

3.1 STRUMENTAZIONE IMPIEGATA PER IL MONITORAGGIO IN SOTTERRANEO

Il monitoraggio geotecnico in profondità del terreno e sulle strutture sarà effettuato attraverso:

- Distometri laser (DL): a lettura automatica;
- Celle di pressione radiali (CR) e tangenziali (CT): le celle di pressione radiali sono installate al piede delle centine, mentre le celle tangenziali sono posizionate tra le piatte bande delle centine. Si tratta di piatti d'acciaio saldati tra di loro all'interno del quale un fluido permette di verificare la pressione di trasferimento derivante dal carico indotto. Tale pressione viene letta da un sensore a corda vibrante e trasmessa alla centralina per la lettura;
- Strain gauges (SG): sono sostanzialmente costituite da un corpo in acciaio inossidabile sensibilizzato da una serie di griglie estensimetriche applicate alla superficie interna del corpo stesso ed isolate. Una piastra in acciaio permette l'omogenea ripartizione del carico sull'intero corpo della cella. La deformazione, indotta dal carico alla cella, viene rilevata dagli strain gauges, trasformata in un segnale elettrico proporzionale al carico agente e trasferita alla centralina di lettura. In alternativa, possono essere previste celle di carico idrauliche anch'esse con sensore elettrico;
- Estensimetri multi base: sono utilizzati per la misurazione dei movimenti relativi tra la testa e i punti di ancoraggio posti a profondità prefissate.
- Estrusometro incrementale
- Mire ottiche
- Catena di convergenza MEMS
- Piezometro (P) e relative celle (CPE)

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.002	REV. B	FOGLIO 9 di 23

3.1.1 Modalità di installazione degli strumenti

Per tutte le strumentazioni messe in opera, la “lettura di zero” sarà effettuata al momento dell’installazione (o dopo il tempo minimo presa delle malte, laddove necessario) e ulteriori letture saranno effettuate ogni qual volta si risconteranno variazioni delle condizioni di lavoro dell’elemento interessato.

3.2 MONITORAGGIO DELLE GALLERIE DI LINEA (GN)

Si prevede l’esecuzione del monitoraggio in funzione della sezione tipo di scavo, come descritto in seguito.

3.2.1 Misure di convergenza delle GN

Tali misure consistono nel rilevamento e restituzione grafica e numerica degli spostamenti nel piano trasversale alla galleria, in direzione verticale e orizzontale, di 5 punti per ogni stazione di misura e attrezzati con mire ottiche rilevabili mediante strumento topografico di precisione.

Le basi di misura sono costituite da 5 chiodi di convergenza posizionati sullo spritz-beton del rivestimento di 1° fase su cui vengono montati altrettanti marcatori costituiti da mire ottiche, posizionati a ridosso del fronte di scavo alla progressiva della stazione di misura.

Fermo restando che l’effettiva distribuzione delle stazioni potrà essere modulata in funzione del reale comportamento dell’ammasso, le stazioni stesse andranno indicativamente installate secondo le seguenti frequenze funzione della sezione tipo di scavo:

Sezione di monitoraggio tipo 1 CONVERGENZE	
Sezioni di misura	Frequenza lettura di monitoraggio
A1	1 ogni 20m
A2	1 ogni 20m
B1	1 ogni campo di scavo
B2	1 ogni campo di scavo
C1	1 ogni campo di scavo
C2	1 ogni campo di scavo
C2p	1 ogni mezzo campo di scavo
C2v	1 ogni mezzo campo di scavo

Tabella 3-1: Sezione di monitoraggio tipo 1 – Misure di convergenza della galleria di linea

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.002	B	10 di 23

3.2.2 Misure di deformazione del fronte di scavo (estrusione) per le GN

Tali misure consistono nel rilevamento e nella restituzione grafica e numerica degli spostamenti longitudinali, lungo anelli di misura posizionati ogni 1000mm di posti all'interno di un estrusometro posizionato in asse galleria in avanzamento rispetto al fronte, all'interno di un foro di sondaggio sub-orizzontale.

In base alla sezione tipo di scavo si prevede la posa in opera delle seguenti stazioni di misura con le letture associate:

Sezione di monitoraggio tipo 2 DEFORMAZIONE FRONTE DI SCAVO	
Sezioni di misura	Frequenza lettura di monitoraggio
B1	1 ogni 2 campi di scavo
B2	1 ogni 2 campi di scavo
C1	1 ogni 2 campi di scavo
C2	1 ogni 2 campi di scavo
C2p	1 ogni campo di scavo
C2v	1 ogni campo di scavo

Tabella 3-2: Sezione di monitoraggio tipo 2 – Misure di deformazione del fronte di scavo della galleria di linea

3.2.3 Misure di deformazione contorno scavo delle GN

Tali misure consistono nel rilevamento mediante estensimetri multibase degli spostamenti relativi tra la testa e i punti di ancoraggio posti a profondità prefissate. Nel caso specifico si hanno 3 basi di misura rispettivamente a 4, 8 e 12 m.

Sezione di monitoraggio tipo 3 DEFORMAZIONE CONTORNO SCAVO	
Sezioni di misura	
1 per la Galleria Ponte	
1 per la Galleria Reventa	
4 per la Galleria Le Forche	

Tabella 3-3: Sezione di monitoraggio tipo 3 – Misure di deformazione contorno scavo della galleria di linea

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.002	REV. B	FOGLIO 11 di 23

3.2.4 Misure di deformazione del rivestimento provvisorio delle GN

Tali misure consistono nel rilevamento e nella restituzione grafica e numerica dello stato tensionale entro i rivestimenti provvisori.

In particolare, le tensioni nel rivestimento definitivo verranno misurate con 5 coppie di Strain Gauges (estensimetri a corda vibrante), saldate sulle ali delle centine, 3 celle di pressione alle giunzioni delle centine e 2 celle di carico al piede delle centine.

Sezione di monitoraggio tipo 4 RIVESTIMENTO PROVVISORIO
Sezioni di misura
1 per la Galleria Ponte
1 per la Galleria Reventa
4 per la Galleria Le Forche

Tabella 3-4: Sezione di monitoraggio tipo 4 – Monitoraggio di deformazione del rivestimento provvisorio

3.2.5 Misure di deformazione del rivestimento definitivo delle GN

Tali misure consistono nel rilevamento e nella restituzione grafica e numerica dello stato tensionale entro i rivestimenti definitivi.

In particolare, le tensioni nel rivestimento definitivo verranno misurate con 8 Strain Gauges (estensimetri di tipo resistivo) saldate all'armatura di estradosso ed intradosso della sezione da monitorare.

Per i rilievi sul rivestimento definitivo sarà indispensabile tenere conto della variazione del modulo elastico del cls durante la fase di maturazione, gli effetti di ritiro e gli effetti della temperatura sugli strumenti.

Sezione di monitoraggio tipo 5 RIVESTIMENTO DEFINITIVO
Sezioni di misura
1 per la Galleria Ponte
1 per la Galleria Reventa
4 per la Galleria Le Forche

Tabella 3-5: Sezione di monitoraggio tipo 5 – Monitoraggio di deformazione del rivestimento definitivo

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.002	REV. B	FOGLIO 12 di 23

3.2.6 Monitoraggio Galleria Le Forche

Nello specifico per la Galleria Le Forche si prevede la seguente strumentazione di monitoraggio:

TIPO DI SEZIONE DI MONITORAGGIO	TIPO DI MISURA	TIPO E NUMERO DI STRUMENTO
1-a	Convergenze	n.5 mire ottiche
1-b		n.3 distometri laser
2	Deformazione fronte di scavo	n.1 estrusometro incrementale
3	Deformazione contorno di scavo	n.3 estensimetri multibase ciascuno a n.5 basi di misura 3/6/9/12/15m, cablati su cavo multipolare collegato al sistema di acquisizione automatico
4	Rivestimento provvisorio	n.5+5 Strain Gauges saldati alle centine metalliche n.3 celle di pressione tangenziale n.2 celle di carico al piede delle centine n.3 celle di pressione radiali
5	Rivestimento definitivo	n.8+8 Strain Gauges saldate alle armature del rivestimento definitivo array di MEMs per la misura degli spostamenti al contorno calotta n.3 celle di pressione tangenziale n.4 celle di pressione radiale
6	Piezometro contorno di scavo	n.1 catena piezometrica a 3 sensori elettrici 3/6/9m

Tabella 3-6: Monitoraggio in corso d'opera Galleria Le Forche

3.3 MONITORAGGIO DELLE USCITE DI EMERGENZA (UE)

Si prevede l'esecuzione del monitoraggio in funzione della sezione tipo di scavo, come descritto in seguito.

3.3.1 Misure di convergenza delle UE

Tali misure consistono nel rilevamento e restituzione grafica e numerica degli spostamenti nel piano trasversale alla galleria, in direzione verticale e orizzontale, di 3 punti per ogni stazione di misura e attrezzati con mire ottiche rilevabili mediante strumento topografico di precisione.

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.002	REV. B	FOGLIO 13 di 23

Le basi di misura sono costituite da 3 chiodi di convergenza posizionati sullo spritz-beton del rivestimento di prima fase su cui vengono montati altrettanti marcatori costituiti da mire ottiche, posizionati a ridosso del fronte di scavo alla progressiva della stazione di misura.

Fermo restando che l'effettiva distribuzione delle stazioni potrà essere modulata in funzione del reale comportamento dell'ammasso, le stazioni stesse andranno indicativamente installate secondo le seguenti frequenze funzione della sezione tipo di scavo:

Si prevede in particolare l'esecuzione in funzione della sezione tipo di scavo:

Sezione di monitoraggio tipo 1 CONVERGENZE	
Sezioni di misura	Frequenza lettura di monitoraggio
B1	1 ogni campo di scavo
C1	1 ogni campo di scavo

Tabella 3-7: Sezione di monitoraggio tipo 1 – Misure di convergenza per uscita/accesso carrabile e pedonale

3.3.2 Misure di deformazione del fronte di scavo (estrusione) delle UE

Tali misure consistono nel rilevamento e nella restituzione grafica e numerica degli spostamenti longitudinali, lungo anelli di misura posizionati ogni 1000mm di posti all'interno di un estrusometro posizionato in asse galleria in avanzamento rispetto al fronte, all'interno di un foro di sondaggio sub-orizzontale.

In base alla sezione tipo di scavo si prevede la posa in opera delle seguenti stazioni di misura con le letture associate:

Sezione di monitoraggio tipo 2 DEFORMAZIONE FRONTE DI SCAVO	
Sezioni di misura	Frequenza lettura di monitoraggio
B1	1 ogni 2 campi di scavo

Tabella 3-8: Sezione di monitoraggio tipo 2 – Misure di deformazione del fronte di scavo (estrusione) delle uscite di emergenza

3.3.3 Misure di deformazione contorno scavo delle UE

Tali misure consistono nel rilevamento mediante estensimetri multibase degli spostamenti relativi tra la testa e i punti di ancoraggio posti a profondità prefissate. Nel caso specifico si hanno 3 basi di misura rispettivamente a 4, 8 e 12 m.

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.002	REV. B	FOGLIO 14 di 23

Sezione di monitoraggio tipo 3 DEFORMAZIONE CONTORNO SCAVO
3 estensimetri multibase ciascuno a 3 basi di misura 4/8/12m
Sezioni di misura
1 per Uscita Emergenza Le Forche

Tabella 3-9: Sezione di monitoraggio tipo 3 – Misure di deformazione del contorno di scavo delle uscite di emergenza

3.3.4 Misure di deformazione del rivestimento provvisorio delle UE

Tali misure consistono nel rilevamento e nella restituzione grafica e numerica dello stato tensionale entro i rivestimenti provvisori.

In particolare, le tensioni nel rivestimento definitivo verranno misurate con 5 coppie di Strain Gauges (estensimetri a corda vibrante), saldate sulle ali delle centine, 3 celle di pressione alle giunzioni delle centine e 2 celle di carico al piede delle centine.

Sezione di monitoraggio tipo 4 RIVESTIMENTO PROVVISORIO
Sezioni di misura
1 per Uscita Emergenza Le Forche

Tabella 3-10: Sezione di monitoraggio tipo 4 – Misure di deformazione del rivestimento provvisorio delle uscite di emergenza

3.3.5 Misure di deformazione del rivestimento definitivo UE

Tali misure consistono nel rilevamento e nella restituzione grafica e numerica dello stato tensionale entro i rivestimenti definitivi.

In particolare, le tensioni nel rivestimento definitivo verranno misurate con 4 Strain Gauges (estensimetri di tipo resistivo) saldate all'armatura di estradosso ed intradosso della sezione da monitorare.

Per i rilievi sul rivestimento definitivo sarà indispensabile tenere conto della variazione del modulo elastico del cls durante la fase di maturazione, gli effetti di ritiro e gli effetti della temperatura sugli strumenti.

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.002	REV. B	FOGLIO 15 di 23

Sezione di monitoraggio tipo 5 RIVESTIMENTO DEFINITIVO
Sezioni di misura
1 per Uscita Emergenza Le Forche

Tabella 3-11: Sezione di monitoraggio tipo 5 – Misure di deformazione del rivestimento definitivo delle uscite di emergenza

3.4 RIEPILOGO FREQUENZA DELLE LETTURE

Di seguito vengono riassunte le frequenze medie indicate per le letture della strumentazione di monitoraggio sotterraneo.

La cadenza di dettaglio con cui saranno effettuate le misure sarà definita in corso d'opera con la D.L. in funzione dei risultati via via ottenuti dai rilievi stessi.

La frequenza delle letture di monitoraggio interno è la seguente:

- **Per la sezione di monitoraggio tipo 1:**
Sezioni tipo A e B: n.1 lettura al giorno nella settimana successiva alla lettura “zero” e n.1 lettura ogni 3 giorni fino al getto del rivestimento definitivo o a completa stabilizzazione delle misure;
Sezioni tipo C: n.1 lettura al giorno oltre la lettura “zero” fino al getto del rivestimento definitivo o a completa stabilizzazione delle misure.
- **Per la sezione di monitoraggio tipo 2:**
Sezioni tipo B e C: n.2 letture ogni campo di avanzamento oltre la lettura “zero” (1 a metà e 1 a fine campo);
- **Per la sezione di monitoraggio tipo 3:**
n.1 lettura al giorno oltre la lettura “zero” fino al getto del rivestimento definitivo o a completa stabilizzazione delle misure;
- **Per la sezione di monitoraggio tipo 4:**
n.1 lettura al giorno fino al getto della calotta o a completa stabilizzazione delle misure;
- **Per la sezione di monitoraggio tipo 5:**
n.1 lettura al giorno fino al getto del concio adiacente e n.1 lettura al mese fino a fine lavori.

La frequenza dei rilievi al fronte è la seguente:

- Per le sezioni di tipo A: n.1 ogni 20m;
- Per le sezioni di tipo B e C: n.1 ogni campo di scavo.

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.002	REV. B	FOGLIO 16 di 23

Di seguito si riporta il numero di sezioni da monitorare in sotterraneo per le gallerie di linea e per le uscite di emergenza:

Scavo Tradizionale	Sezioni tipo di monitoraggio					
	1	2	3	4	5	Rilievo fronte
Galleria						
Ponte	29	15	1	1	1	29
Reventa	22	11	1	1	1	14
Le Forche	272	128	4	4	4	201
Totale	323	154	6	6	6	244

Tabella 3-12: Monitoraggio interno gallerie di linea – Tabella riepilogativa – Lotto 3

Scavo Tradizionale	Sezioni tipo di monitoraggio					
	1	2	3	4	5	Rilievo fronte
Uscita/accesso carrabile						
Le Forche Km. 44+294.87	54	26	1	1	1	38
Le Forche Km. 45+105.57	34	17	1	1	1	26
Totale	88	43	2	2	2	64

Tabella 3-13: Monitoraggio interno uscita/accesso carrabile Le Forche km. 44+294.87 e km. 45+105.57 – Tabella riepilogativa – Lotto 3

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.002	REV. B	FOGLIO 17 di 23

4 SOGLIE DI ATTENZIONE E DI ALLARME

Le soglie di attenzione ed allarme dei parametri acquisiti dal monitoraggio vengono definite in relazione ai modelli di calcolo e dimensionamento delle strutture e alla risposta attesa dall'interazione terreno-struttura.

In merito ai valori di progetto, si riassume nelle tabelle che seguono per ogni galleria naturale monitorata, le sezioni di calcolo rappresentative da cui sono stati estrapolati i valori attesi, di soglia di attenzione e di allarme.

Le soglie di attenzione ed allarme dei parametri acquisiti dal monitoraggio vengono definite in relazione ai modelli di calcolo e dimensionamento delle strutture e alla risposta attesa dall'interazione terreno-struttura.

Per le misure di convergenza le soglie sono state valutate utilizzando i risultati di calcolo numerico Plaxis. Al fine di tenere conto della tempistica di installazione della strumentazione di monitoraggio rispetto all'avanzamento dello scavo, le convergenze radiali di calcolo sono state decurtate della quota parte di spostamento che avviene prima dell'installazione delle mire ottiche.

I criteri di definizione delle soglie di attenzione e allarme sono presentati di seguito:

Convergenze radiali:

- soglia di attenzione = valore atteso: è assunto pari al 100% del valore dai calcolo numerico (depurato delle convergenza persa prima dell'installazione delle mire ottiche)
- soglia di allarme = 150% del valore atteso

Tensione nell'acciaio (monitorata per mezzo delle barrette estensimetriche):

- soglia di attenzione = valore massimo atteso, pari al 100% della tensione ideale di calcolo (estrapolata dalle sollecitazioni di calcolo numerico nelle centine)
- soglia di allarme = valore minore tra il 150% del valore atteso e σ_{adm} (190MPa, acciaio S275).

In merito ai valori di progetto, si riassumono nelle tabelle che seguono, per ogni galleria naturale monitorata, le sezioni tipo con i corrispondenti valori delle soglie di attenzione e allarme.

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.002	B	18 di 23

Valori attesi (Soglie di attenzione)				
La soglia di attenzione per la tensione sulle centine è individuata dal valore massimo del range indicato				
Sezione Tipo	Estrusione (mm)	Convergenza radiale (mm)		Tensione centine (MPa)
		Calotta	Piedritto	
C1	20	15	15	80-100
C1bis	20	15	15	80-100
C3	20	15	15	80-100

Tabella 4-1: Galleria GN05 – Ponte – Soglie di attenzione

Soglie di allarme (150% dei valori attesi)				
Sezione Tipo	Estrusione (mm)	Convergenza radiale (mm)		Tensione centine (MPa) (*)
		Calotta	Piedritto	
C1	30	20	20	150
C1bis	30	20	20	150
C3	30	20	20	150

(*) MIN (150%*valore atteso; 190MPa); $\sigma_{adm}=190MPa$

Tabella 4-2: Galleria GN05 – Ponte – Soglie di allarme

Valori attesi (Soglie di attenzione)				
La soglia di attenzione per la tensione sulle centine è individuata dal valore massimo del range indicato				
Sezione Tipo	Estrusione (mm)	Convergenza radiale (mm)		Tensione centine (MPa)
		Calotta	Piedritto	
B1	15	15	20	50-75
C2	20	15	15	80-100
C2v	20	15	15	80-100

Tabella 4-3: Galleria GN06 – Reventa – Soglie di attenzione

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.002	REV. B	FOGLIO 19 di 23

Soglie di allarme (150% dei valori attesi)					
Sezione Tipo	Estrusione (mm)	Convergenza radiale (mm)		Tensione centine (MPa) (*)	
		Calotta	Piedritto		
B1	20	20	30	110	
C2	30	20	20	150	
C2v	30	20	20	150	

(*) MIN (150%*valore atteso; 190MPa); $\sigma_{adm}=190MPa$

Tabella 4-4: Galleria GN06 – Reventa – Soglie di allarme

Valori attesi (Soglie di attenzione)					
La soglia di attenzione per la tensione sulle centine è individuata dal valore massimo del range indicato					
Sezione Tipo	Estrusione (mm)	Convergenza radiale (mm)		Tensione centine (MPa)	
		Calotta	Piedritto		
A1	5	5	5	50-75	
A2	5	5	5	75-100	
A2bis	5	5	5	50-75	
B1	15	15	20	125-150	
B2	15	15	15	150-175	
C2	30	10	15	125-150	
C2v	30	10	15	125-150	
C2p*	50	15	15	150-175	

Tabella 4-5: Galleria GN07 – Le Forche – Soglie di attenzione

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.002	REV. B	FOGLIO 20 di 23

Soglie di allarme (150% dei valori attesi)					
Sezione Tipo	Estrusione (mm)	Convergenza radiale (mm)		Tensione centine (MPa) (*)	
		Calotta	Piedritto		
A1	8	8	8	110	
A2	8	8	8	150	
A2bis	8	8	8	110	
B1	20	20	30	190	
B2	20	20	20	190	
C2	45	15	20	190	
C2v	45	15	20	190	
C2p*	75	20	20	190	

(*) MIN (150%*valore atteso; 190MPa); $\sigma_{adm}=190MPa$

Tabella 4-6: Galleria GN07 – Le Forche – Soglie di allarme

Valori attesi (Soglie di attenzione)					
La soglia di attenzione per la tensione sulle centine è individuata dal valore massimo del range indicato					
Sezione Tipo	Estrusione (mm)	Convergenza radiale (mm)		Tensione centine (MPa)	
		Calotta	Piedritto		
A1	5	5	5	75-100	
A2	5	5	5	75-100	
A2bis	5	5	5	125-150	
B1	10	10	10	125-150	
B2	15	10	15	125-150	
C2	20	15	20	150-175	
C2v	15	15	20	150-175	
C2p*	15	20	20	150-175	

Tabella 4-7: Galleria GN10 – Uscita di Emergenza Le Forche PK 44+294 – Soglie di attenzione

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.002	B	21 di 23

Soglie di allarme (150% dei valori attesi)					
Sezione Tipo	Estrusione (mm)	Convergenza radiale (mm)		Tensione centine (MPa) (*)	
		Calotta	Piedritto		
A1	8	8	8	150	
A2	8	8	8	150	
A2bis	8	8	8	190	
B1	15	15	15	190	
B2	20	15	20	190	
C2	30	20	30	190	
C2v	30	30	30	190	
C2p*	30	30	30	190	

(*) MIN (150%*valore atteso; 190MPa); $\sigma_{adm}=190MPa$

Tabella 4-8: Galleria GN10 – Uscita di Emergenza Le Forche PK 44+294 – Soglie di allarme

Valori attesi (Soglie di attenzione)					
La soglia di attenzione per la tensione sulle centine è individuata dal valore massimo del range indicato					
Sezione Tipo	Estrusione (mm)	Convergenza radiale (mm)		Tensione centine (MPa)	
		Calotta	Piedritto		
B1	10	10	10	125-150	
B2	15	10	15	125-150	
C1	20	15	15	50-75	
C1bis	20	15	15	50-75	
C1m	20	15	15	50-75	
C2	15	20	20	150-175	
C2v	15	20	20	150-175	
C2p*	15	20	20	150-175	

Tabella 4-9: Galleria GN11 – Uscita di Emergenza Le Forche PK 45+116 – Soglie di attenzione

APPALTATORE:	TELESE S.c.a.r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.002	B	22 di 23
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio							

Soglie di allarme (150% dei valori attesi)					
Sezione Tipo	Estrusione (mm)	Convergenza radiale (mm)		Tensione centine (MPa) (*)	
		Calotta	Piedritto		
B1	15	15	15	190	
B2	20	15	20	190	
C1	30	20	20	110	
C1bis	30	20	20	110	
C1m	30	20	20	110	
C2	20	20	30	190	
C2v	20	30	30	190	
C2p*	20	30	30	190	

(*) MIN (150%*valore atteso; 190MPa); $\sigma_{adm}=190MPa$

Tabella 4-10: Galleria GN11 – Uscita di Emergenza Le Forche PK 45+116 – Soglie di allarme

APPALTATORE: TELESE S.c.a.r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.													
GALLERIE NATURALI Relazione di monitoraggio	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN.00.0.0.002</td> <td>B</td> <td>23 di 23</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.002	B	23 di 23
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.002	B	23 di 23								

5 CONCLUSIONI

Nella presente relazione è esposto il programma di monitoraggio previsto per la realizzazione delle opere in sotterraneo appartenenti al Lotto 3 nell'ambito della progettazione definitiva per il raddoppio della linea Canello-Benevento sull'itinerario Napoli-Bari.

Suddetto programma di monitoraggio si articola in una serie di rilievi e nell'installazione di strumenti atti alla valutazione delle caratteristiche dei terreni attraversati e del comportamento tensio-deformativo del cavo durante l'esecuzione della galleria.

È previsto inoltre il monitoraggio delle deformazioni indotte dallo scavo sulla superficie e sugli edifici interferenti, per i quali si rimanda all'apposito elaborato.