

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
OBIETTIVO N. 443/01**

LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA

Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza

PROGETTO ESECUTIVO

TR – TRINCEE

TR00 - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO

GENERALE

Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera - Relazione e specifica tecnica

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Conorzio	Data:		
Ing. Giovanni MALAVENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503 Data: Giugno 2022	Iricav Due ing. Paolo Carmona Data: Giugno 2022			

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

I	N	1	7	1	2	E	1	2	R	H	T	R	0	0	0	0	0	0	1	A	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Alberto LEVORATO	Data Giugno 2022

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	R. CONFORTI	23/06/22	L. ALFIERI	23/06/22	P. GALVANIN	23/06/22	

CIG: 8377957CD1 CUP: J41E91000000009 File: IN1712E12RHTR0000001A_00.DOCX



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

TUTTI I DIRITTI DEL PRESENTE DOCUMENTO SONO RISERVATI: LA RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE E' VIETATA

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>TR00 - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera - Relazione e specifica tecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RH TR 00 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 2 di 20</p>

1	INTRODUZIONE	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1	Riferimenti Normativi.....	5
2.2	Documenti di progetto esecutivo	5
3	MONITORAGGIO TENSIO DEFORMATIVO AL CONTORNO DELLO SCAVO.....	7
3.1	Introduzione	7
3.2	Ubicazione e stato di consistenza delle preesistenze sensibili	7
3.3	Monitoraggio delle opere di sostegno degli scavi e degli effetti prodotti dagli scavi	7
3.3.1	Schema di monitoraggio	7
3.3.2	Descrizione della strumentazione	8
3.3.3	Installazione e frequenza delle letture	8
3.3.4	Valori di soglia e gestione dei dati	9
3.3.4.1	Definizione dei valori soglia	9
3.3.4.2	Determinazione dei valori di soglia	10
3.3.4.2.1	TR01÷05 Scavo tra palancole metalliche: riepilogo spostamenti orizzontali attesi...11	
3.3.4.2.2	TR01÷05 Scavo tra diaframmi in c.a.: riepilogo spostamenti orizzontali attesi.....13	
3.3.4.3	Interpretazione dei valori di soglia	15
3.3.4.4	Gestione dei dati	16
4	TR01-TR05: MONITORAGGIO DELLE CONDIZIONI DI FALDA E DI DRENAGGIO DURANTE LO SCAVO .17	
4.1	Introduzione	17
4.2	Monitoraggio della piezometrica	17
4.2.1	Schema e strumentazione di monitoraggio	17
4.2.1.1	Descrizione della strumentazione	17
4.2.2	Valori di soglia e gestione dei dati	17
4.2.2.1	Determinazione dei valori di soglia	17
4.2.2.2	Gestione dei dati	18
4.3	Monitoraggio della permeabilità residua del tampone di fondo	18
5	LINEE GUIDA PER LA GESTIONE DEL RISCHIO IN FASE DI SCAVO.....	19
6	ALLEGATO: CARATTERISTICHE TECNICHE STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO	20

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



TRO0 - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO
Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera - Relazione e
specifica tecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica Documento
EI2 RH TR 00 0 0 001

Rev.
A

Foglio
3 di 20

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
TR00 - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera - Relazione e specifica tecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH TR 00 0 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 20

1 INTRODUZIONE

La presente relazione è parte integrante del Progetto Esecutivo delle trincee di approccio alla galleria artificiale GA01 San Martino Buon Albergo della Linea AV/AC Verona Padova posta in corrispondenza del Primo Lotto Funzionale Verona – Bivio Vicenza, tra le progressive pk 4+942.53 e pk 6+842.53.

Essa descrive le modalità di monitoraggio da applicare per il controllo delle sezioni di scavo nei tratti in trincea e delle opere idrauliche e fabbricati ad esse connesse ricadenti nelle seguenti WBS:

- trincee di approccio TR01÷TR05;
- sifoni e stazioni di pompaggio IN09, IN10, IN1A, IN18;
- fabbricati tecnologici FA03 e FA04

Il sistema di opere di sostegno necessarie all'esecuzione degli scavi per la realizzazione delle trincee e dei manufatti interferiti è costituito principalmente da palancole metalliche provvisorie e diaframmi in c.a di spessore 1.0m. Come descritto nella relazione tecnica di riferimento IN1712EI2CLTR0000003, per lo scavo delle opere di sostegno sono previsti diversi trattamenti jet-grouting che stabilizzano il fondo scavo delle trincee.

Le analisi degli effetti indotti dagli scavi sulle opere in superficie hanno permesso di definire il piano di monitoraggio in modo da poter verificare, in corso d'opera, le previsioni di progetto e modificare, qualora necessario, le modalità di scavo, per rispettare i limiti individuati per le interferenze sensibili, relativamente a:

- cedimenti indotti sulla superficie topografica al contorno delle trincee di scavo;
- controllo del livello di falda durante l'esecuzione delle opere.

Per una più razionale descrizione del sistema da predisporre in cantiere, la strumentazione di monitoraggio è stata suddivisa in 2 diversi gruppi trattati nei seguenti capitoli:

1. Capitolo 3 - monitoraggio delle opere di sostegno provvisori/definitive in fase di scavo: esso permette di acquisire informazioni circa la deformata delle pareti poste a sostegno dello scavo e del terreno immediatamente a tergo delle stesse, nonché lo stato di sforzo nei puntoni di contrasto, dove previsti;
2. Capitolo 4 - monitoraggio della piezometrica: viene effettuato attraverso piezometri lungo linea per verificare i livelli della falda iniziale all'atto dello scavo, l'evoluzione della stessa al progredire dello scavo, nonché l'effetto sulla falda prodotto dall'abbassamento dello scavo in presenza dei sistemi di impermeabilizzazione del fondo scavo realizzati mediante iniezioni in jet grouting.

Le fasce di subsidenza sono state calcolate adottando i criteri illustrati nella relazione IN1711EI2RHGA0100001A, a cui si rimanda per ogni ulteriore dettaglio e applicati nelle relazioni di calcolo relative a ciascuna WBS.

Per il controllo della strumentazione ed il rilievo dei dati, inoltre, sono fornite le indicazioni per le frequenze di lettura: le informazioni raccolte verranno elaborate e confrontate con le soglie di allarme ed attenzione indicate per intervenire, in caso di superamento delle stesse, con azioni correttive.

Prima dell'avvio delle attività, sarà prevista la realizzazione di un campo prova al fine di mettere a punto le tecnologie realizzative del tampone di fondo in jet-grouting. Maggiori dettagli in merito alle caratteristiche geometriche, fasi costruttive, tipologia di tampone di fondo proposto e agli schemi di calcolo utilizzati sono forniti nella Relazione Tecnica Generale e nelle relazioni specialistiche richiamate al successivo al successivo § 2.2.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
TR00 - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera - Relazione e specifica tecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH TR 00 0 0 001	Rev. A	Foglio 5 di 20

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Riferimenti Normativi

- [1] Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 – “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.
- [2] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – “Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- [3] Manuale di Progettazione RFI Parte 2 sezione 4 - RFI DTC SI GA MA IFS 001 B.

2.2 Documenti di progetto esecutivo

IN1712EI2ROTR0000001	Relazione generale
IN1712EI2ROTR0000002	Relazione di confronto PD/PE
IN1711EI2RBGA0100001	Relazione geotecnica
IN1711EI2SPGA0102001	Specifiche tecniche campo prova jet grouting
IN1711EI2RHGA0100002	Validazione del dimensionamento strutturale e geotecnico mediante analisi numeriche bidimensionali
IN1711EI2L6GA0100001	Planimetria di ubicazione delle indagini geognostiche e profilo geotecnico
IN1712EI2CLTR0000003	Trincee: Opere sostegno degli scavi e tampone di fondo - Relazione di calcolo
IN1711EI2RHGA0100003	Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera GA01-A-B-C-E Relazione e specifica tecnica
IN1712EI2PZTR0001001	Monitoraggio TR01 - TR02 - TR03 - Planimetria e sezioni tipo
IN1712EI2PZTR0001002	Monitoraggio TR04 - TR05 - Planimetria e sezioni tipo
IN1711EI24TGA0100015	Tabella materiali
IN1712EI2PATR0100001	Opere di sostegno e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 1
IN1712EI2PATR0100002	Opere di sostegno e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 2
IN1712EI2PATR0100003	Opere di sostegno e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 3
IN1712EI2WATR0104001	Opere di sostegno e tampone di fondo - Sezioni trasversali
IN1712EI2PATR0200001	Opere di sostegno e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 1
IN1712EI2PATR0200002	Opere di sostegno e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 2
IN1712EI2PATR0200003	Opere di sostegno e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 3
IN1712EI2PATR0200004	Opere di sostegno e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 4
IN1712EI2WATR0204001	Diaframmi e tampone di fondo - Sezioni trasversali - Tav. 1
IN1712EI2WATR0204002	Diaframmi e tampone di fondo - Sezioni trasversali - Tav. 2
IN1712EI2PATR0300001	Diaframmi e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 1
IN1712EI2PATR0300002	Diaframmi e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 2
IN1712EI2PATR0300003	Diaframmi e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 3

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



TRO0 - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO
Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera - Relazione e
specifica tecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica Documento
EI2 RH TR 00 0 0 001

Rev.
A

Foglio
6 di 20

IN1712EI2PATR0300004	Diaframmi e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 4
IN1712EI2PATR0300005	Diaframmi e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 5
IN1712EI2PATR0300006	Diaframmi e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 6
IN1712EI2PATR0300007	Diaframmi e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 7
IN1712EI2WATR0304001	Opere di sostegno e tampone di fondo - Sezioni trasversali Tav. 1
IN1712EI2WATR0304002	Opere di sostegno e tampone di fondo - Sezioni trasversali Tav. 2
IN1712EI2PATR0200001	Opere di sostegno e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 1
IN1712EI2PATR0400001	Diaframmi e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 1
IN1712EI2PATR0400002	Diaframmi e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 2
IN1712EI2PATR0400003	Diaframmi e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 3
IN1712EI2PATR0400004	Diaframmi e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 4
IN1712EI2PATR0400005	Diaframmi e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 5
IN1712EI2WATR0404001	Opere di sostegno e tampone di fondo - Sezioni trasversali Tav. 1
IN1712EI2WATR0404002	Opere di sostegno e tampone di fondo - Sezioni trasversali Tav. 2
IN1712EI2PATR0200001	Opere di sostegno e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 1
IN1712EI2PATR0200005A	IN09 - Opere di sostegno e tampone di fondo - Profili longitudinali
IN1712EI2PATR0200006A	IN10 - Opere di sostegno e tampone di fondo - Profili longitudinali
IN1712EI2PATR0300008A	Opere di sostegno e tampone di fondo FA03 - Profilo longitudinale
IN1712EI2PATR0400006A	Opere di sostegno e tampone di fondo FA04 - Profilo longitudinale
IN1712EI2PAIN1800001A	Opere di sostegno e tampone di fondo - Planimetria e profilo longitudinale

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
TR00 - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera - Relazione e specifica tecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH TR 00 0 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 20

3 MONITORAGGIO TENSIO DEFORMATIVO AL CONTORNO DELLO SCAVO

3.1 Introduzione

Nel seguito sono descritti i sistemi di monitoraggio che dovranno essere predisposti per seguire l'evoluzione del quadro tensio-deformativo nelle opere di sostegno, al contorno dello scavo, nonché sulle infrastrutture poste nelle immediate vicinanze degli scavi, durante l'avanzamento delle attività di costruzione delle trincee, delle opere idrauliche e fabbricati, fino alla conclusione dei lavori e all'osservata stabilizzazione delle grandezze monitorate.

Il sistema di monitoraggio è stato suddiviso in 2 diversi gruppi di strumenti installati:

1. monitoraggio delle opere di sostegno provvisori/definitive in fase di scavo: esso permette di acquisire informazioni circa la deformata delle pareti poste a sostegno dello scavo e del terreno immediatamente a tergo delle stesse, nonché lo stato di sforzo nei puntoni dove previsti;
2. monitoraggio delle infrastrutture viarie esistenti.

3.2 Ubicazione e stato di consistenza delle preesistenze sensibili

Le opere di sostegno e le interferenze viarie da sottoporre a controllo strutturale durante i lavori in quanto potenzialmente interessate dalla curva di subsidenza prodotta dagli scavi sono indicate nelle apposite planimetrie di monitoraggio, a cui si rimanda per i dettagli (cfr § 2.2).

In particolare, lungo lo sviluppo della TR01/TR02/TR03, sul lato Nord è presente la viabilità relativa al sistema di tangenziali del nodo di Verona; essa si colloca ai margini della conca di subsidenza prevista per gli scavi e quindi gli effetti attesi sono di modesta entità o del tutto non rilevanti: tuttavia, lungo il ciglio della viabilità esistente è predisposto un allineamento di caposaldi volti a determinare l'entità dei cedimenti verticali sulla piattaforma stradale. Si nota che le trincee TR04-TR05, al contrario delle precedenti, sono realizzate in una zona dove non sono presenti interferenze viarie e preesistenze di superficie significative; pertanto, per queste ultime le problematiche di monitoraggio sono limitate al controllo del comportamento tensio-deformativo delle opere di sostegno, nonché al controllo delle quote di falda.

La strumentazione da installare nel terreno in prossimità delle strutture sarà posizionata previa verifica delle interferenze con i sottoservizi, se presenti. La posizione dei caposaldi di livellazione riportata nelle planimetrie di progetto è indicativa e sarà confermata/variata in funzione delle effettive possibilità di installazione, accesso e gestione della strumentazione in corso d'opera.

3.3 Monitoraggio delle opere di sostegno degli scavi e degli effetti prodotti dagli scavi

3.3.1 Schema di monitoraggio

In sintesi, il sistema di monitoraggio delle opere di sostegno prevede l'utilizzo della seguente strumentazione la cui posizione e quantità è visualizzata nelle apposite planimetrie di riferimento indicate al § 2.2:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
TRO0 - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera - Relazione e specifica tecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH TR 00 0 0 001	Rev. A	Foglio 8 di 20

- **Mire ottiche:** sulle paratie di diaframmi o palancole saranno posizionate le mire ottiche di precisione per la misura degli spostamenti orizzontali, poste a differenti altezze dalla sommità delle opere, come illustrato nelle sezioni tipo di monitoraggio. Le mire ottiche così come i caposaldi di livellazione di seguito descritti - saranno letti periodicamente – con le frequenze specificate nel seguito - con apposita stazione totale.
- **Caposaldi di livellazione topografica:** al bordo delle trincee di scavo, nei tratti in interferenza con strutture sensibili/viabilità esistenti, saranno posizionati dei pozzetti a terra provvisti di appositi caposaldi di misura che saranno utilizzate per leggere gli spostamenti verticali della superficie del terreno e verificare così l'ampiezza della conca di subsidenza sui due lati dello scavo con particolare riguardo per le carreggiate stradali/autostradali interferite.
- **Strain gauges e celle di carico:** i puntoni di contrasto delle opere di sostegno della stazione di pompaggio IN10 e del sifone IN18 saranno dotati di un sistema di controllo delle deformazioni mediante “strain gauges” e celle di carico sotto piastra per il controllo tensionale e deformativo degli stessi. Tutta la strumentazione sarà leggibile periodicamente attraverso data logger portatile; in alternativa potrà essere prevista la connessione ad apposita centralina di acquisizione dei dati dotata di una connessione wireless 4G così da poter trasmettere i dati acquisiti in remoto su apposita piattaforma Web.

3.3.2 Descrizione della strumentazione

I dettagli relativi alle caratteristiche tecniche della strumentazione da installare sono definiti nel successivo § 6.

3.3.3 Installazione e frequenza delle letture

Installazione:

- o le mire ottiche sulle paratie di palancole provvisorie dovranno essere posizionate dopo la relativa realizzazione. I pozzetti a terra per la misura dei cedimenti verticali saranno installati prima dell'avvio delle operazioni di scavo/realizzazione delle opere di sostegno;
- o le celle di carico verranno installate al momento del posizionamento dei puntoni;

Per quanto riguarda le tempistiche e le fasi di installazione della strumentazione sulle strutture/infrastrutture sensibili al procedere dei lavori in funzione delle differenti fasi di cantierizzazione, si adotteranno i seguenti criteri:

- o per scavi di profondità inferiore a 2 m, non è prevista l'attivazione della strumentazione di monitoraggio, laddove indicata negli elaborati di progetto, se lo scavo dista dalle infrastrutture monitorate almeno 10 m;
- o per scavi con profondità superiore a 2 m, la strumentazione di monitoraggio indicata negli elaborati progettuali non sarà attivata se la distanza tra lo scavo e le interferenze da monitorare risulta superiore a 20 m.

Letture di 0: immediata;

Frequenza di lettura delle mire ottiche e dei caposaldi a terra:

In fase di scavo fino al raggiungimento dei piani di lavoro da cui eseguire i diaframmi/palancole metalliche provvisorie e tampone di fondo delle trincee:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
TRO0 - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera - Relazione e specifica tecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH TR 00 0 0 001	Rev. A	Foglio 9 di 20

- 1 lettura dei caposaldi a terra ai bordi dello scavo/lungo le direttrici stradali interferite oppure installati su strutture ogni due metri di abbassamento del piano di lavoro.

In fase di realizzazione delle opere di sostegno e tamponi di fondo:

- 2 letture settimanali. In caso di perdite di fango bentonitico rilevate in fase di perforazione, infittire la frequenza delle letture. Osservato, nel corso di alcune settimane dopo l'esecuzione dei diaframmi /tamponi di fondo, lo stabilizzarsi delle letture, le stesse saranno eseguite su base settimanale

In fase di scavo per la realizzazione dei cordoli dei diaframmi, in fase di ribasso tra diaframmi/palancole:

- 1 lettura ogni due metri di abbassamento del piano di lavoro. Tale cadenza si applica ai caposaldi/mire esterni posizionati al piano campagna attuale e in prossimità delle interferenze viarie sensibili: per i caposaldi mire esterne la cadenza delle letture seguirà l'approfondimento dello scavo sotto copertura, prevedendo una lettura ogni ribasso di 2 m dello scavo stesso.
- dello scavo sotto copertura, prevedendo una lettura ogni ribasso di 2 m dello scavo stesso.

Dopo il completamento dello scavo e 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) fino a quando la strumentazione risulterà accessibile/visibile. Stessa cadenza sarà adottata per la strumentazione posta all'esterno delle trincee.

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

3.3.4 Valori di soglia e gestione dei dati

3.3.4.1 Definizione dei valori soglia

Di seguito sono definiti i valori attesi di attenzione e allarme per il monitoraggio delle opere di sostegno in fase di scavo.

Valori attesi:

Se i valori misurati sono inferiori alle soglie di attenzione, le operazioni di scavo procedono normalmente e la frequenza dei rilievi non viene variata

Valori di attenzione:

Qualora sia evidente un incremento sistematico dei cedimenti al procedere dello scavo, la frequenza delle misure dovrà essere aumentata e dovranno essere indicati eventuali accorgimenti tecnici per arrestare tale tendenza in funzione dei fenomeni in atto; la direzione lavori sarà informata del superamento delle soglie e delle eventuali azioni correttive studiate.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
TRO0 - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera - Relazione e specifica tecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH TR 00 0 0 001	Rev. A	Foglio 10 di 20

Le soglie di attenzione sono state fissate al raggiungimento di un valore prossimo al 70% dei valori massimi attesi determinati a partire dalla analisi numeriche effettuate sulle sezioni tipo di scavo nelle relazioni di calcolo (cfr. § 2.2) per le condizioni più critiche, ciò al fine di attivare le necessarie misure di rafforzamento dei controlli e studio delle cause del problema osservato, nonché delle possibili contromisure da mettere in campo per arrestare l'evoluzione dei fenomeni osservati.

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 nella fase di raggiungimento delle condizioni di allarme (trend in crescita evidente, segnali di incipienti danni quali fessure/forti vibrazioni avvertite/ movimenti registrati da altra strumentazione installata) e dopo accertamento del reale comportamento strutturale dei fabbricati/preesistenze di superficie. Se il quadro tensionale/deformativo e le evidenze sui fabbricati dovessero richiederlo, saranno posti in atto i provvedimenti e le contromisure studiate per arrestare l'evoluzione dei fenomeni in atto e impedire l'insorgere di problematiche strutturali sui fabbricati esistenti; i periodi di misurazione dovranno essere prolungati secondo le esigenze.

Le soglie di allarme sono state fissate al raggiungimento di un valore prossimo al 120% dei valori massimi attesi per le condizioni di esercizio analizzate e sono pari al valore massimo delle condizioni considerate "eccezionali" (vale a dire risalita della falda): come sopra osservato, durante la fase di monitoraggio tra la soglia di attenzione e la soglia di allarme dovrà essere attivata la fase di "azione" volta ad una stabilizzazione del trend o al rientro nella norma. Se necessario durante la fase di "azione" prima del raggiungimento della soglia di allarme i lavori potranno essere interrotti in funzione dei dati e delle evidenze acquisite per il tempo sufficiente a studiare il quadro deformativo/tensionale evidenziato dall'intera strumentazione installata, studiare e mettere in opera le necessarie contromisure.

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 nelle successive tabelle. Come sopra esplicitato, tali soglie sono state definite in relazione alle previsioni progettuali per ciascuno dei parametri chiave di interesse desunti dalla relazione di calcolo delle opere di sostegno, adattando opportunamente il range di riferimento al fine di garantire in corso d'opera un margine di tempo sufficiente a comprendere la reale natura ed entità dei fenomeni in atto e predisporre le contromisure del caso.

3.3.4.2 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 nelle successive tabelle. Come sopra accennato, tali soglie sono definite in relazione alle previsioni progettuali per ciascuno dei parametri chiave di interesse desunti dalla relazione di calcolo delle opere di sostegno, adattando opportunamente il range di riferimento al fine di garantire in corso d'opera un margine di tempo sufficiente a comprendere la reale natura ed entità dei fenomeni in atto e predisporre le contromisure del caso. Per le WBS in oggetto sono state identificate diverse sezioni di calcolo ritenute alle quali

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
TR00 - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera - Relazione e specifica tecnica		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH TR 00 0 0 001	Rev. A	Foglio 11 di 20

sono stati poi associati i valori soglia di attenzione e di allarme che saranno presi quale riferimento per verificare il corretto avanzamento dei lavori all'interno di ogni tratta omogenea.

3.3.4.2.1 TR01÷05 Scavo tra palancole metalliche: riepilogo spostamenti orizzontali attesi

Come descritto nella relazione IN1712EI2CLTR000003, i valori massimi di spostamento orizzontale attesi dalle palancole metalliche lato Binario Dispari (lato prospiciente la viabilità esistente) sono stati dedotti per le seguenti fasi di scavo e condizioni di falda:

- 1) Condizioni 'ordinarie' di scavo: raggiungimento quota di fondo scavo e falda di riferimento a quota 'Falda in fase di Costruzione'
- 2) Condizioni 'eccezionali' di scavo: raggiungimento quota di fondo scavo e falda di riferimento che risale a quota 'Falda in fase di Breve Termine' prima della realizzazione delle strutture interne; si tratta di un evento eccezionale e per questo è definita una soglia di allarme separata che risulta pari al valore teorico di calcolo.

Tabella 1 Riepilogo spostamenti orizzontali Sezioni tra Palancole Lato Binario Dispari

WBS	Sezione di calcolo	Profilo palanca	Spostamento orizzontale 'Cond. Ordinarie' (mm)	Spostamento orizzontale 'Cond. Eccezionali' (mm)
TR01	TP (km 4+295) Bin. Dispari	PU28 (o equi prestazionale)	7	9
TR01	TA-1 (km 4+340) Bin. Dispari	PU28 (o equi prestazionale)	15	21
TR02	TA-2 (km 4+400)	PU28 (o equi prestazionale)	21	45
TR02	TA-3 (km 4+480)	PU28 (o equi prestazionale)	30	65
TR02	TA-6 (km 4+525)	PU28 (o equi prestazionale)	30	88
TR03	TA-7 (km 4+525-4+675)	AZ32-750N (o equi prestazionale)	48	140
TR04	TA-1 (km 6+950)	PU22 (o equi prestazionale)	10	16
TR04	TA-1 (km 7+045)	PU22 (o equi prestazionale)	10	16

Per tutte le sezioni di scavo tra palancole metalliche, lo schema statico è quello di paratia a sbalzo. Dai risultati delle analisi riportati, si evince che i valori massimi si hanno per le palancole previste nella TR03. In particolare, si prevede uno spostamento in parete massimo di 50 mm in 'Condizioni Ordinarie' e di 140mm in 'Condizioni Eccezionali'. Ne consegue che lo spostamento verticale calcolato con un cinematismo a sbalzo è rispettivamente di circa 35 e 90mm per le due condizioni. La larghezza massima della conca di subsidenza approssimativamente è circa 10-15m. Pertanto, è ragionevole ritenere che il ciglio della Tangenziale risulti marginalmente interessato dalle fasi di costruzione delle opere di sostegno.

Tabella 2 Strumentazione sezioni monitoraggio

STRUMENTO	PARAMETRO	PRECISIONE e U.M.
Mire ottiche	Spostamenti orizzontali palanca	1 mm
Caposaldi a terra	Cedimenti verticali in superficie	0.1 mm
Strain gauges	Deformazione/Carico puntoni	0.1% F. S. eps
Celle di carico	Carico puntoni	0.15 kN



Tabella 3: Soglie di attenzione e di allarme - WBS TR01-TR05 Sezioni tra palancole

WBS	STRUMENTO	PARAMETRO	CONDIZIONI ORDINARIE VALORI DI SOGLIA		CONDIZIONI ECCEZIONALI VALORI DI SOGLIA	
			ATTENZIONE	ALLARME	ATTENZIONE	ALLARME
TR01	Mire Ottiche	Spostamenti orizzontali opera sostegno	10mm	20mm	Non rilevanti/In linea con condizioni ordinarie	
	Caposaldi a terra	Cedimenti verticali in superficie a tergo opera sostegno	7mm	15mm	Non rilevanti/In linea con condizioni ordinarie	
		Cedimenti verticali in superficie a bordo viabilità	Viabilità esterna a curva di subsidenza, attesi valori di cedimento trascurabili			
TR02	Mire Ottiche	Spostamenti orizzontali opera sostegno	20mm	35mm	65mm	90mm
	Caposaldi a terra	Cedimenti verticali in superficie a tergo opera sostegno	15mm	25mm	45mm	60mm
		Cedimenti verticali in superficie a bordo viabilità	Viabilità esterna a curva di subsidenza, attesi valori di cedimento trascurabili			
TR03	Mire Ottiche	Spostamenti orizzontali opera sostegno	35mm	60mm	100mm	140mm
	Caposaldi a terra	Cedimenti verticali in superficie a tergo opera sostegno	25mm	40mm	65mm	90mm
		Cedimenti verticali in superficie a bordo viabilità	5mm	8mm	10mm	15mm
TR04	Mire Ottiche	Spostamenti orizzontali opera sostegno	10mm	15mm	Non rilevanti/In linea con condizioni ordinarie	
	Caposaldi a terra	Cedimenti verticali in superficie a tergo opera sostegno	8mm	12mm	Non rilevanti/In linea con condizioni ordinarie	
		Cedimenti verticali in superficie a bordo viabilità	Viabilità esterna assente			

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
TR00 - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera - Relazione e specifica tecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH TR 00 0 0 001	Rev. A	Foglio 13 di 20

3.3.4.2.2 TR01÷05 Scavo tra diaframmi in c.a.: riepilogo spostamenti orizzontali attesi

Analogamente a quanto fatto per le sezioni di verifica con palancole metalliche, per le sezioni tra diaframmi in c.a. si prevedono i seguenti valori massimi di spostamento orizzontale.

Tabella 4 Riepilogo spostamenti orizzontali Sezioni tra Diaframmi

WBS	Sezione di calcolo	Spostamento orizzontale 'Cond. Ordinarie' (mm)	Spostamento orizzontale 'Cond. Eccezionali' (mm)
TR02	TA-4 IN09 (km 4+480)	4 (punto in testa)	12 (a rimozione punto in testa)
TR02	TA-5 IN10 (km 4+500) Trincea Lato Bin. Dispari	3 (a sbalzo)	6 (a sbalzo)
TR02	TA-5 IN10 (km 4+500) Manufatto IN10	5 (punto in testa)	22 (a rimozione punto in testa)
TR03	TA-8 (km 4+840)	40 (a sbalzo)	95 (a sbalzo)
TR03	TS FA03 (km 4+937) Trincea Lato Bin. Dispari	7 (a sbalzo)	10 (a sbalzo)
TR03	TS FA03 (km 4+937) Fabbricato FA03	45 (a sbalzo)	58 (a sbalzo)
TR04	TA IN18 (km 6+836) IN18 Lato Binario Dispari	3 (punto in testa)	11 (a rimozione punto in testa)
TR04	TA IN18 (km 6+836) IN18 Interfaccia FA04	3 (punto in testa)	11 (a rimozione punto in testa)
TR04	TA-3 FA04 (km 6+900) Trincea Lato Bin. Dispari	3 (a sbalzo)	5 (a sbalzo)
TR04	TA-3 FA04 (km 6+900) Fabbricato FA04	7 (a sbalzo)	13 (a sbalzo)
TR04	TA-1 (km 6+950)	<2 (a sbalzo)	<2 (a sbalzo)

Per le porzioni di trincea tra diaframmi lato binario dispari, l'altezza massima di scavo misurata da piano di lavoro è di circa 8.0m e si verifica nella trincea TR03 a ridosso della galleria GA01 (pk 4+840). Per tale sezione l'altezza di pre-scavo realizzato prima dell'esecuzione delle opere di sostegno, è pari a 2m. Dal lato binario pari invece, l'altezza massima di scavo è maggiore e raggiunge fino a 10m in corrispondenza della vasca antincendio del fabbricato FA03. La viabilità interferita è costruita dalla Tangenziale che dista circa 15m dal lato binario dispari. Tale distanza si mantiene pressoché costante per tutti i diaframmi.

Dai risultati delle analisi riportati nella tabella precedente, si evince che i valori massimi di spostamento in parete di 45 in 'Condizioni Ordinarie' e di 100mm in 'Condizioni Eccezionali' si hanno per i diaframmi della TR03 posizionati a ridosso del fabbricato FA03 (pk 4+480). Ne consegue che lo spostamento verticale calcolato con un cinematismo a sbalzo è rispettivamente di circa 30 e 65mm per le condizioni ordinarie ed eccezionali. Considerata la distanza tra paratie e viabilità interferita, pertanto, è ragionevole ritenere anche in questo caso, che il ciglio della Tangenziale risulti marginalmente interessato dalle fasi di costruzione delle opere di sostegno.


Tabella 5 Soglie di attenzione e di allarme - WBS TR03-TR04 Sezioni tra diaframmi a sbalzo

WBS	STRUMENTO	PARAMETRO	CONDIZIONI ORDINARIE VALORI DI SOGLIA		CONDIZIONI ECCEZIONALI VALORI DI SOGLIA	
			ATTENZIONE	ALLARME	ATTENZIONE	ALLARME
TR02	Mire Ottiche	Spostamenti orizzontali opera sostegno	3mm	5mm	5mm	10mm
	Caposaldi a terra	Cedimenti verticali in superficie a tergo opera sostegno	2mm	4mm	4mm	7mm
		Cedimenti verticali in superficie a bordo viabilità	Viabilità esterna a curva di subsidenza, attesi valori di cedimento trascurabili			
TR03	Mire Ottiche	Spostamenti orizzontali opera sostegno	30mm	55mm	65mm	95mm
	Caposaldi a terra	Cedimenti verticali in superficie a tergo opera sostegno	20mm	30mm	45mm	65mm
		Cedimenti verticali in superficie a bordo viabilità	Viabilità al limite della curva di subsidenza, attesi valori di cedimento trascurabili			
TR04	Mire Ottiche	Spostamenti orizzontali opera sostegno	5mm	10mm	12mm	15mm
	Caposaldi a terra	Cedimenti verticali in superficie a tergo opera sostegno	3mm	6mm	8mm	10mm
		Cedimenti verticali in superficie a bordo viabilità	Viabilità esterna assente			

Tabella 6 Soglie di attenzione e di allarme - WBS IN09 Sezioni tra diaframmi puntonati

SEZIONE IN09					
STRUMENTO	PARAMETRO	CONDIZIONI ORDINARIE VALORI DI SOGLIA		CONDIZIONI ECCEZIONALI VALORI DI SOGLIA	
		ATTENZIONE	ALLARME	ATTENZIONE	ALLARME
Mire ottiche	Spostamenti orizzontali diaframmi	3mm	6mm	8mm	15mm
Caposaldi a terra	Cedimenti verticali in superficie a tergo opera sostegno	3mm	6mm	8mm	15mm
	Cedimenti verticali in superficie a bordo viabilità	2mm	4mm	6mm	10mm
Strain gauges	Deformazione/Carico puntoni	1720kN	2450kN	2060N	2930kN
Celle di carico	Carico puntoni				

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
TROO - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera - Relazione e specifica tecnica		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH TR 00 0 0 001	Rev. A	Foglio 15 di 20

Tabella 7 Soglie di attenzione e di allarme - WBS IN10 Sezioni tra diaframmi puntonati

SEZIONE IN10					
STRUMENTO	PARAMETRO	CONDIZIONI ORDINARIE VALORI DI SOGLIA		CONDIZIONI ECCEZIONALI VALORI DI SOGLIA	
		ATTENZIONE	ALLARME	ATTENZIONE	ALLARME
Mire ottiche	Spostamenti orizzontali diaframmi	5mm	10mm	20mm	25mm
Caposaldi a terra	Cedimenti verticali in superficie a tergo opera sostegno	5mm	10mm	20mm	25mm
	Cedimenti verticali in superficie a bordo viabilità	Viabilità esterna assente lato vasca IN10			
Strain gauges	Deformazione/Carico puntoni	2500kN	3500kN	2600kN	3645kN
Celle di carico	Carico puntoni				

Tabella 8 Soglie di attenzione e di allarme - WBS IN18 Sezioni tra diaframmi puntonati

SEZIONE IN18					
STRUMENTO	PARAMETRO	CONDIZIONI ORDINARIE VALORI DI SOGLIA		CONDIZIONI ECCEZIONALI VALORI DI SOGLIA	
		ATTENZIONE	ALLARME	ATTENZIONE	ALLARME
Mire ottiche	Spostamenti orizzontali diaframmi	3mm	5mm	7mm	10mm
Caposaldi a terra	Cedimenti verticali in superficie a tergo opera sostegno	3mm	5mm	7mm	10mm
	Cedimenti verticali in superficie a bordo viabilità	Viabilità esterna assente			
Strain gauges	Deformazione/Carico puntoni	1600kN	2250kN	1850kN	2590kN
Celle di carico	Carico puntoni				

3.3.4.3 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 strutture monitorate, obbliga ad attivare una serie di procedure (di controllo e/o 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. 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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
TROO - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera - Relazione e specifica tecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH TR 00 0 0 001	Rev. A	Foglio 16 di 20

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.

3.3.4.4 Gestione dei dati

Una volta acquisita ciascuna misura strumentale, questa verrà archiviata in modo automatico (se lo strumento è attrezzato per una trasmissione da remoto del dato secondo le specifiche di cui al § 6), oppure resa disponibile entro la giornata di lettura, se raccolta in manuale – nell'apposito database di monitoraggio. Tutte le misure saranno quindi archiviate nel suddetto database di monitoraggio, accessibile mediante portale WEB, insieme a tutti i dati necessari per l'interpretazione della misura (sigla e posizione dello strumento, sezione di appartenenza, data ed esecutore della misura). Il portale consentirà di visualizzare ogni grandezza in forma grafica, idonea a visualizzare l'evoluzione della grandezza monitorata nel tempo; alle grandezze monitorate saranno associati i valori di soglia definiti nel presente report, al raggiungimento dei quali saranno inviati automaticamente degli alert alle strutture operative preposte secondo le procedure di gestione di cantiere e sicurezza delineate negli appositi documenti, preventivamente condivise con la D.L.

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 resi disponibili attraverso il database consultabile via WEB e trasmessi in formato editabile con report periodici alla Direzione Lavori, secondo le frequenze da concordare, corredati dalla analisi delle fasi di lavoro a cui essi si riferiscono.

Qualora un dato confermato o il gradiente di evoluzione del parametro indichino un superamento delle soglie si provvederà all'attivazione di opportune contromisure, come descritto nel successivo § 5. Al superamento delle soglie dovrà in ogni caso essere redatta opportuna Nota Tecnica interpretativa con indicati:

- **in caso di superamento delle soglie di attenzione:** le cause probabili che hanno generato il superamento, l'aggiornamento delle frequenze di lettura, nonché l'analisi/sviluppo delle contromisure che si intendono porre in atto al raggiungimento delle soglie di allarme, tenendo conto di quanto riportato al successivo § 5;
- **in caso di superamento delle soglie di allarme:** le valutazioni complessive del quadro tensio deformativo all'interno del volume di terreno significativo interessato dalle opere, i provvedimenti adottati, l'aggiornamento della cadenza dei rilievi e il piano di aggiornamento dei report interpretativi. Qualora un dato confermato o il gradiente di evoluzione del parametro indichino un superamento delle soglie si provvederà all'attivazione di opportune contromisure, come descritto nel successivo § 5.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
TR00 - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera - Relazione e specifica tecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH TR 00 0 0 001	Rev. A	Foglio 17 di 20

4 TR01-TR05: MONITORAGGIO DELLE CONDIZIONI DI FALDA E DI DRENAGGIO DURANTE LO SCAVO

4.1 Introduzione

I tratti di trincea ricadenti nelle WBS oggetto della presente relazione sono scavati previa realizzazione di un tampone di fondo in jet grouting allo scopo di impermeabilizzare il fondo scavo ed evitare l'agottamento della falda.

I diaframmi/palancole metalliche ed il tampone sono dimensionati per contrastare un battente di falda pari a quello di breve termine, indicato nel profilo geotecnico di riferimento (cfr. § 2.2). Il superamento di tale valore non implica necessariamente un condizione di pericolo per lo scavo, poiché il dimensionamento effettuato contempla i margini di sicurezza previsti dalla normativa a copertura di eventuali escursioni di falda in eccesso rispetto al valore di breve termine: tuttavia, la quota di falda sarà costantemente monitorata sia per verificare l'impatto dello scavo sulla stessa, sia per evitare che lo scavo di ribasso a quota intradosso soletta di fondazione avvenga in concomitanza di eventi transitori eccezionali di risalita della stessa oltre i livelli di breve termine. In presenza di tali eventi si procederà come indicato nel successivo § 5.

4.2 Monitoraggio della piezometrica

4.2.1 Schema e strumentazione di monitoraggio

Le quote di falda nell'intorno delle trincee saranno monitorate in continuo attraverso la rete di piezometri a tubo aperto attrezzati con trasduttori di pressione piezo-resistivi per la misura in continuo dei livelli di falda. A tal fine ogni piezometro sarà dotato di una centralina di acquisizione dei dati campionati con frequenza minima di 1 gg dotata di una connessione wireless 4G così da poter trasmettere i dati acquisiti in remoto su apposita piattaforma Web.

Il monitoraggio piezometrico sarà attivato prima dell'avvio dei lavori di ciascuna WBS di riferimento e le misure registrate in continuo archiviate attraverso apposito database.

4.2.1.1 Descrizione della strumentazione

I dettagli relativi alle caratteristiche tecniche della strumentazione da installare sono definiti nel successivo § 7.

4.2.2 Valori di soglia e gestione dei dati

4.2.2.1 Determinazione dei valori di soglia

La Tabella seguente riassume i valori soglia della quota massima di falda considerata per le verifiche dimensionali del tampone di fondo e dei diaframmi/palancole delle trincee e la definizione dei piani di lavoro per la realizzazione dei diaframmi e l'iniezione del tampone di fondo. Le quote assolute dei valori soglia qui definite sono riportate per le varie WBS nelle planimetrie di riferimento indicate al precedente § 2.2.

In tal modo sarà possibile confermare sia la lunghezza dei trattamenti a fondo scavo da effettuare, sia garantire che tutte le operazioni di esecuzione diaframmi/palancole e tampone avvengano da un piano di lavoro posto ad una quota superiore rispetto alla quota di falda reale, con gli usuali franchi necessari per effettuare tali lavorazioni.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
TRO0 - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera - Relazione e specifica tecnica		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH TR 00 0 0 001	Rev. A	Foglio 18 di 20

Tabella 9: soglie di attenzione e di allarme previste e precisione richiesta su ciascuna acquisizione

STRUMENTO	FASE DI COSTRUZIONE	PARAMETRO	PRECISIONE	VALORI DI SOGLIA QUOTA DI FALDA	
				ATTENZIONE	ALLARME
Piezometro trasduttori di pressione piezo-resistivi	Realizzazione scavo per scapitozzatura diaframmi/infissione palancole	Quota di falda rispetto al piano di lavoro per la scapitozzatura diaframmi/ infissione palancole	1 cm	Quota piano di lavoro per realizzazione diaframmi/palancole -1 m	Quota piano di lavoro per realizzazione diaframmi/palancole
Piezometro trasduttori di pressione piezo-resistivi	Scavo di ribasso fino a fondo trincee/manufatti	Quota di falda durante lo scavo di ribasso fino a fondo trincee/manufatti	1 cm	Quota di falda di breve termine -1 m	Quota falda di breve termine

4.2.2.2 Gestione dei dati

La gestione dei dati sarà fatta in analogia a quanto descritto nei capitoli precedenti.

4.3 Monitoraggio della permeabilità residua del tampone di fondo

Prima di procedere con lo scavo di ribasso, al fine di verificare la permeabilità residua del terreno trattato con jet grouting per la formazione del tampone di fondo, prima dell'inizio degli scavi, saranno eseguiti controlli di qualità sul trattamento effettuato: per le specifiche relative a tali controlli si rimanda alle apposite istruzioni operative di controllo qualità, non oggetto del presente elaborato.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
TRO0 - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera - Relazione e specifica tecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH TR 00 0 0 001	Rev. A	Foglio 19 di 20

5 LINEE GUIDA PER LA GESTIONE DEL RISCHIO IN FASE DI SCAVO

Per le procedure di controllo/gestione del rischio in fase di scavo si rimanda alle indicazioni contenute nella relazione IN1711EI2RHGA0100003 a cui si rimanda per dettagli per le parti applicabili alle opere in esame.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
TROO - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera - Relazione e specifica tecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH TR 00 0 0 001	Rev. A	Foglio 20 di 20

6 ALLEGATO: CARATTERISTICHE TECNICHE STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO

Per le caratteristiche tecniche della strumentazione di monitoraggio si rimanda alle indicazioni contenute nella relazione IN1711EI2RHGA0100003 a cui si rimanda per dettagli; la strumentazione predisposta lungo le trincee in esame è indicata negli elaborati IN1712EI2PZTR0001001 e IN1712EI2PZTR0001002.