

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA

PROGETTAZIONE:

Ing. Paolo Cucino

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO
Dott. Paolo Cucino
Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"

RELAZIONE

11 - OPERE CIVILI

C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI

CAMERONE ESTRAZIONE TBM, GALLERIA ARTIFICIALE E TRINCEA INTERCONNESSIONE PARI P. GARDENA

Relazione di monitoraggio

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO Ing. Pietro Gianvecchio		-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I B O U	1 B	E	Z Z	R H	G A 0 0 8 0	0 0 2	B

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	M. Aganetti	22/12/2021	C. Iasiello	23/12/2021	D. Buttafoco (Dolomiti)	19/01/2022	IL PROGETTISTA P. Cucino
B	Revisione a seguito di commenti Committenza	M. Aganetti	18/07/2022	C. Iasiello	19/07/2022	D. Buttafoco	20/07/2022	30/07/2022 16

File: IB0U1BEZZRHGA0080002B.docx

n. Elab.: X

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA0080002	REV. B	FOGLIO. 2 di 17

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	3
2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO	4
3. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
3.1 NORMATIVA E METODI DI CALCOLO.....	4
3.2 DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO	4
4. DESCRIZIONE DELL'OPERA	5
5. MONITORAGGIO SCAVO GALLERIA IN TBM	5
6. MONITORAGGIO INSTALLAZIONI FERROVIARIE	5
7. MONITORAGGIO DEI BINARI FERROVIARI.....	7
7.1 MONITORAGGIO DEL BINARIO.....	8
7.1.1 Aspetti generali	8
7.1.2 Griglia di misurazione.....	10
7.1.3 Metodi di misurazione	11
7.1.4 Frequenza di letture e soglie di allarme.....	12
8. MONITORAGGIO GEOTECNICO DELLE OPERE	13
8.1 POZZO DI MINIMO IDRAULICO.....	14
8.2 TRALICCI ALTA TENSIONE	14
8.3 PARATIA CON ANCORAGGI PASSIVI	15
8.4 PARATIA CON ANCORAGGI ATTIVI	15
9. CONCLUSIONI	17

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di monitoraggio	IBOU	1BEZZ	RH	GA0080002	B	3 di 17

1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la descrizione del monitoraggio da predisporre per le opere relative al camerone di estrazione della TBM sul binario pari ed alla relativa galleria artificiale. L'opera si instaura tra le pk 2+751.466 e le pk 3+010.702.

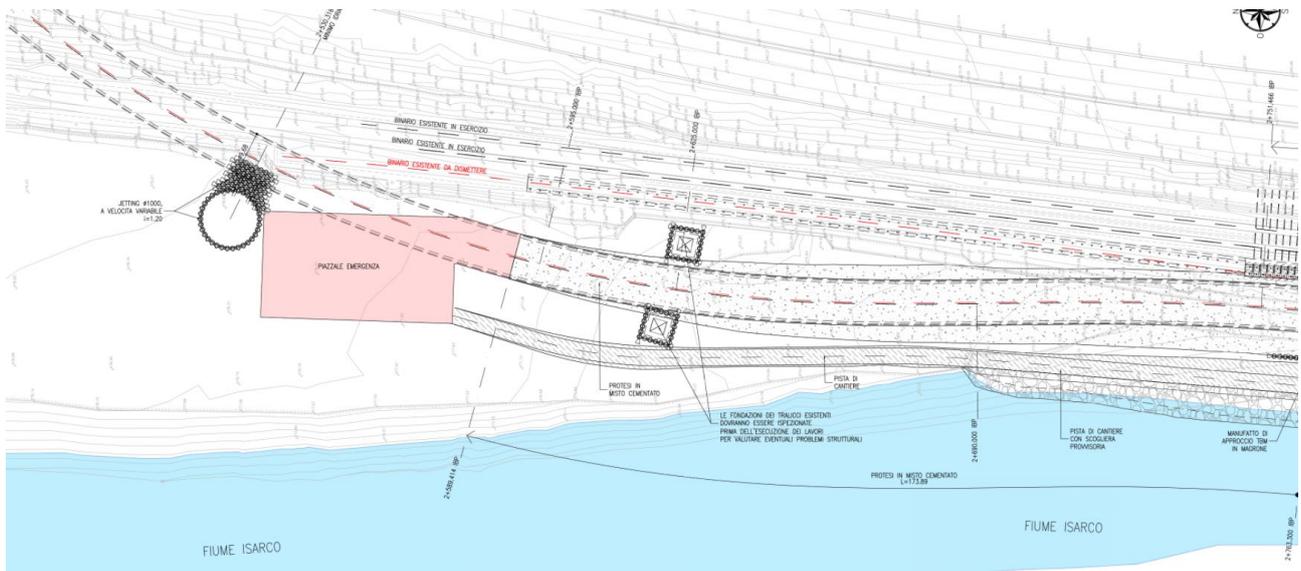


Figura 1 – Inquadramento planimetrico della WBS GA08 – parte 1 : pozzo e tralicci Terna

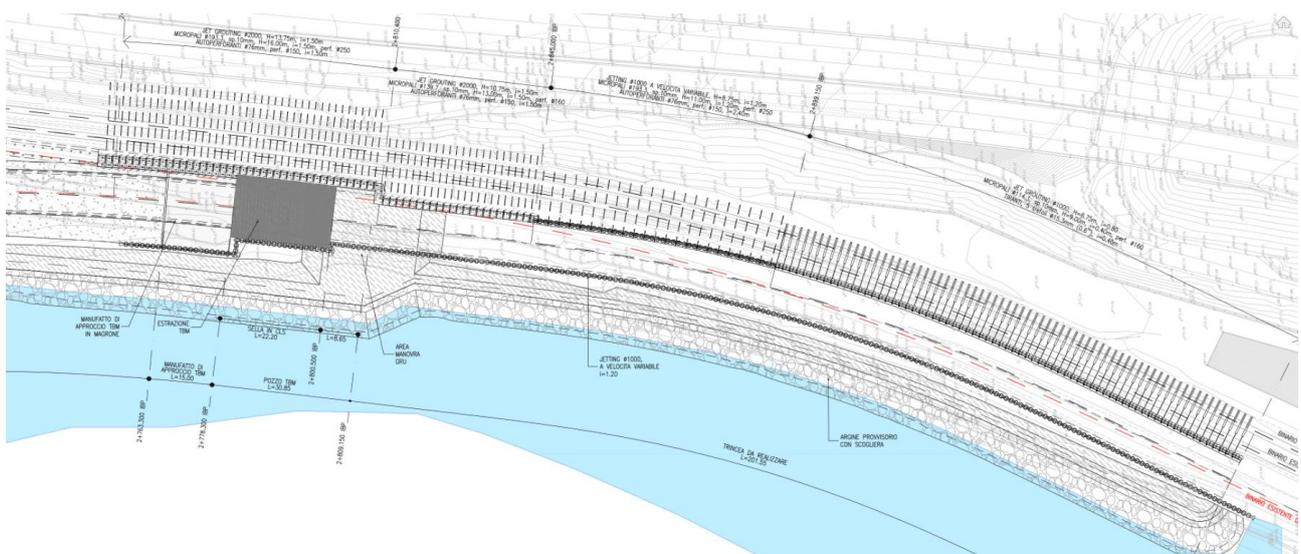


Figura 2 – Inquadramento planimetrico della WBS GA08 – parte 2 : camerone di estrazione e trincea

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA0080002	REV. B	FOGLIO. 4 di 17

2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Nella presente relazione si affrontano le problematiche progettuali connesse con il monitoraggio che si dovrà predisporre nella fase di esecuzione delle opere propedeutiche all'esecuzione del camerone di estrazione della TBM e della relativa galleria artificiale.

3. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 NORMATIVA E METODI DI CALCOLO

La Normativa di riferimento è:

- [1] RFI "Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario" codifica RFI DTC SI MA IFS 001 B 22/12/2017
- [2] RFI "Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie" codifica RFI DTC INC CS SP IFS 001 A rev. A 21/12/10/11
- [3] RFI "Standard di qualità geometrica del binario con velocità fino 300 Km" codifica RFI TCAR ST AR 01 001 C 28/06/2007

3.2 DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO

I contenuti della seguente relazione sono completati dai seguenti elaborati di progetto:

- [4] IB0U1BEZZCLGA0800001A "11 - OPERE CIVILI - C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - CAMERONE ESTRAZIONE TBM, GALLERIA ARTIFICIALE E TRINCEA INTERCONNESSIONE PARI PONTE GARDENA– Relazione di calcolo";
- [5] IB0U1BEZZPXGA0800001-8A "11 - OPERE CIVILI - C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - CAMERONE ESTRAZIONE TBM, GALLERIA ARTIFICIALE E TRINCEA INTERCONNESSIONE PARI PONTE GARDENA– Sistemazione Provvisoria Fasi esecutive Tav 1-8";
- [6] IB0U1BEZZBAGA0800012A "11 - OPERE CIVILI - C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - CAMERONE ESTRAZIONE TBM, GALLERIA ARTIFICIALE E TRINCEA INTERCONNESSIONE PARI PONTE GARDENA – Monitoraggio Planimetria e sezioni tav 1";
- [7] IB0U1BEZZBAGA0800013A "11 - OPERE CIVILI - C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - CAMERONE ESTRAZIONE TBM, GALLERIA ARTIFICIALE E TRINCEA INTERCONNESSIONE PARI PONTE GARDENA – Monitoraggio Planimetria e sezioni tav 2";

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di monitoraggio	IBOU	1BEZZ	RH	GA0080002	B	5 di 17

4. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La galleria è situata tra le località di Ponte Gardena e la zona industriale di Santa Gertrude. La struttura è localizzata nel fondo valle del Fiume Isarco, in sinistra idraulica, tra l'Autostrada del Brennero A22 e la linea ferroviaria storica presso il fiume, ad una quota altimetrica di circa 480 m slm.

Le opere di imbocco da realizzare, a partire dalla stazione ferroviaria di Ponte Gardena (da Sud), sono le seguenti:

- l'opera GA08, costituita da un tratto in trincea, esteso per una lunghezza di circa 90m da progressiva pk. 2+809.150 a pk. 2+899.150. In particolare, da pk. 2+809.150 a 2+889.150 è sostenuta da puntoni definitivi, mentre da pk. 2+889.150 a 3+010.702 è un tratto a cielo aperto sostenuto da tiranti;
- il Camerone di estrazione della TBM, compreso tra la progressiva 2+807.60 e la progressiva 2+763.30. Nello specifico, il primo tratto, tra la pk. 2+807.60 a 2+778.30 sarà riservato al pozzo di estrazione della TBM mentre il secondo, tra la pk. 2+778.300 e 2+763.300 al manufatto di approccio della TBM;
- Protesi in calcestruzzo C12/15 dalla progressiva 2+763.300 alla progressiva 2+589.414;
- il Pozzo di recapito dei liquidi pericolosi e delle acque bianche provenienti per gravità dalla GA08, nella sua parte inferiore, ad una quota altimetrica inferiore a quella della stessa GA08 ed alla progressiva 2+530.316;
- Scavo in TBM dalla progressiva 2+530.316 alla progressiva 2+778.30 come analizzato nella relazione di calcolo sulla GN07.

5. MONITORAGGIO SCAVO GALLERIA IN TBM

Nella zona di uscita della TBM, non sono previste opere di monitoraggio della galleria in EPB.

6. MONITORAGGIO INSTALLAZIONI FERROVIARIE

Sono stati identificate 8 zone in cui si ritiene necessario l'esecuzione di un monitoraggio dei pali della TE, dovuto alle lavorazioni che si dovranno eseguire per lo scavo del camerone e della galleria artificiale. Nell'elaborato (IBOU1BEZZBAGA0800013A) si riportano i dettagli specifici.

Sono state identificate 8 zone in cui si ritiene necessario l'esecuzione di un monitoraggio dei pali della TE:

1	3+090.12	FASE 1
2	2+965	FASE 1
3	2+844.5	FASE 5
4	2+726.65	FASE 5
5	2+690	FASE 6
6	2+645	FASE 6
7	2+600	FASE 6
8	2+562.9	FASE 5

Tabella 1 monitoraggio pali TE

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA0080002	REV. B	FOGLIO. 6 di 17

Di queste, dal palo 3 alla 8 verranno spostati nella fase 5 o successive.

Su ciascun palo TE, la strumentazione utilizzata sarà la seguente:

- Capisaldi misure livellazione su struttura posizionati sul morsetto della linea di contatto (PS);
- 2 miniprisma su ciascun basamento dei pali TE ;
- Capisaldi misure 3D su ciascun gambo binario;

La strumentazione sopra elencata sarà posizionata come nelle immagini seguenti:

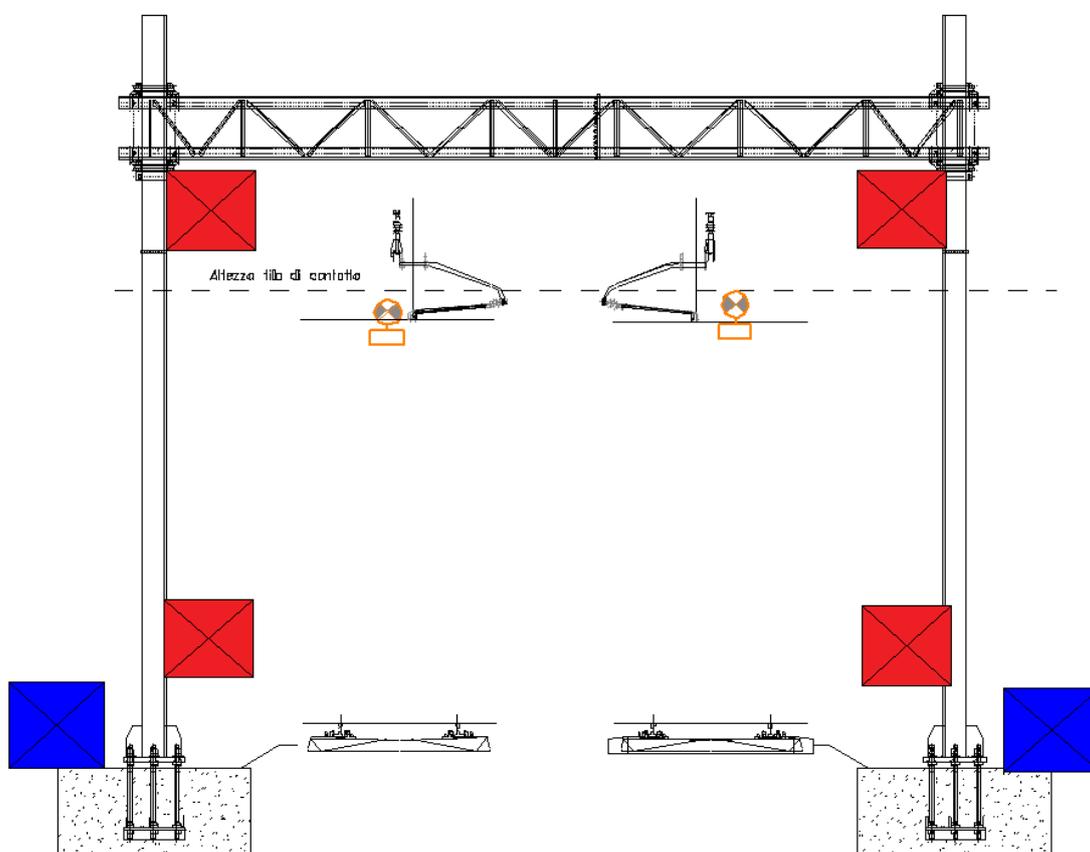


Figura 3 - Punti di installazione della strumentazione sui pali TE – schema grafico

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA0080002	REV. B	FOGLIO. 7 di 17



Figura 4 - Punti di installazione della strumentazione sui pali TE

7. MONITORAGGIO DEI BINARI FERROVIARI

L'obiettivo del monitoraggio è di garantire l'esercizio ferroviario della linea storica durante le fasi realizzative della galleria in TBM. Di seguito si definiscono le parti degli impianti da verificare, i parametri con i rispettivi valori limite da monitorare e le soglie di segnalazione di eventuali anomalie imputabili alle attività di cantiere. Il monitoraggio del corpo del binario deve fornire le necessarie indicazioni sui seguenti aspetti:

- a) zona di monitoraggio
- b) parametri da misurare (quali elementi si vogliono misurare)
- c) valori limiti
- d) griglia di misurazione
- e) frequenza delle misurazione

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di monitoraggio	IBOU	1BEZZ	RH	GA0080002	B	8 di 17

7.1 MONITORAGGIO DEL BINARIO

7.1.1 Aspetti generali

L'elemento fondamentale per la determinazione del comportamento dei veicoli ferroviari è costituito dalla geometria del binario in condizioni di carico. In mancanza di soluzioni di misurazione alternative applicabili con un impiego di risorse sostenibili, i binari vanno tenuti comunque sotto controllo in assenza di carico. Dovranno essere effettuate ispezioni visive a intervalli regolari dell'area dei lavori da ordinare a degli specialisti del settore binario. L'obiettivo principale di tali ispezioni consiste nella valutazione del comportamento del corpo ferroviario sotto carico, che dovrà essere tenuta in considerazione nelle analisi sulla sicurezza.

In singoli casi è possibile richiedere l'intervento del veicolo diagnostico, tale intervento dovrà essere richiesto dal servizio di manutenzione responsabile. In base al potenziale di rischio sono definiti i seguenti elementi da monitorare:

- ✓ spostamenti verticali;
- ✓ sghembo.

La definizione di Livello Longitudinale, Trasversale, Sghembo e Difetto di sopraelevazione è contenuta nell'Istruzione Tecnica RFI (RFI TCAR ST AR 01 001 D).

Il livello trasversale (abbreviazione **XL**) è la misura, espressa in mm, della differenza in altezza tra le due tavole di rotolamento adiacenti; è espressa come l'altezza del triangolo rettangolo avente come ipotenuusa pari a 1500 mm ed angolo al vertice pari all'angolo tra il piano di rotolamento ed un piano orizzontale di riferimento.

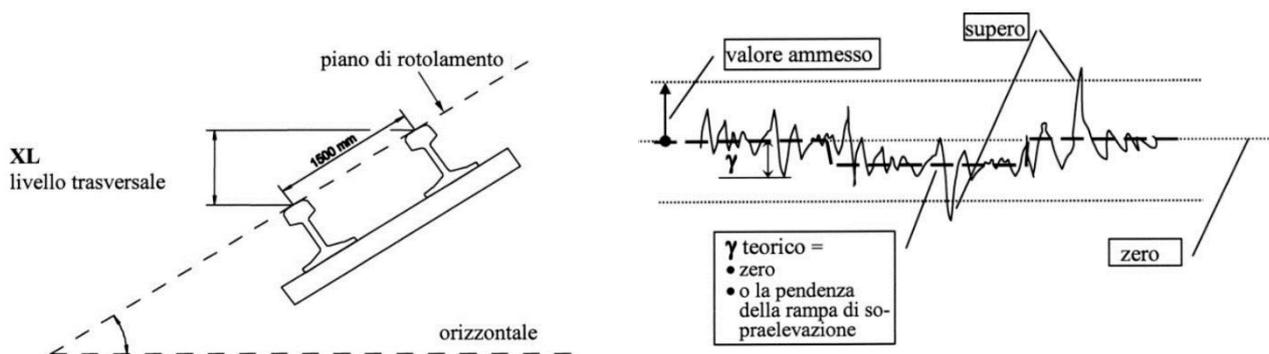


Figura 5 - Valutazione del livello trasversale e del valore ammesso dello sghembo

Lo sghembo (abbreviazione γ) è l'inclinazione espressa in ‰ relativa di una fila di rotaia rispetto all'altra, calcolata come rapporto tra la differenza di livello trasversale XL fra due sezioni di binario poste a una distanza data, che è la base di misura dello sghembo, e la base stessa (si veda lo schema riportato di seguito).

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA0080002	REV. B	FOGLIO. 9 di 17

I livelli trasversali sono la differenza, in valore assoluto, dei cedimenti delle due rotaie ossia:

$$S1_A - S2_A \text{ e } S1_B - S2_B$$

I Valori limite di sghembo secondo normativa (per $V \leq 200 \text{ km/h}$) sono i seguenti:

$$\gamma_{3m} = 6.5 \text{ ‰ su base} = 3 \text{ m,}$$

$$\gamma_{9m} = 4.5 \text{ ‰ su base} = 9 \text{ m.}$$

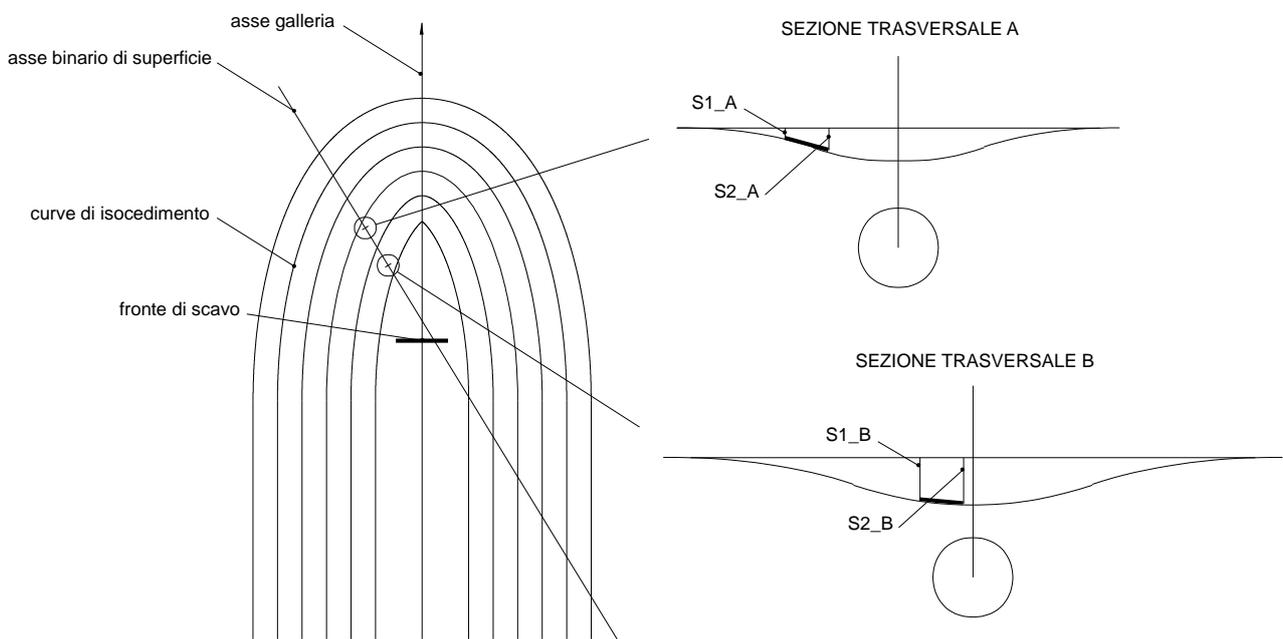


Figura 6 - Valutazione dello sghembo

Lo sghembo deve essere sempre monitorato, in quanto rappresenta il principale criterio per la determinazione della sicurezza al deragliamento di un veicolo ferroviario.

Il monitoraggio delle deformazioni in senso verticale (assestamenti/innalzamenti del binario: scostamenti (Abw_i verticali) e orizzontale (spostamenti laterali del binario scostamenti orizzontali) viene visualizzato tramite frecce (Pf_i).

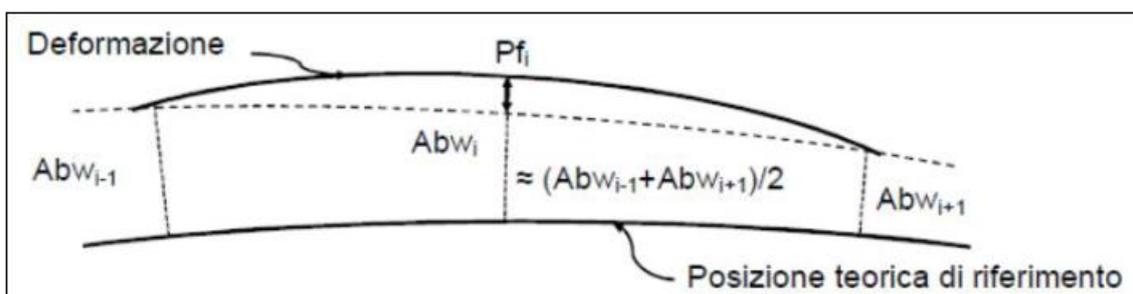


Figura 7 Valutazione dello sghembo

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA0080002	REV. B	FOGLIO. 10 di 17

Il piano verticale sopporta principalmente il carico dei binari, vanno quindi calcolate le differenze degli scostamenti (frecce verticali) in riferimento alle quote delle frecce verticali teoriche: infatti non è possibile ipotizzare con assoluta certezza che al momento della misurazione zero le deformazioni verticali siano del tutto trascurabili. Prima dell'avvio di qualsiasi attività nel cantiere dovrà essere eseguito il primo rilievo. La misurazione di zero è parte integrante della documentazione della geometria del binario e può essere utilizzata come riferimento per l'accertamento degli scostamenti delle misurazioni successive. La qualità della geometria del binario nell'istante della misurazione zero viene analizzata sulla base dello sghembo e degli spostamenti verticali del binario.

La presenza di marcate differenze rispetto alla posizione teorica può rendere opportuna l'esecuzione di una rincalzatura del binario prima dell'inizio dei lavori. Una volta corretta la geometria del binario si deve ripetere la misurazione zero.

7.1.2 Griglia di misurazione

La griglia di monitoraggio sarà costituita da due punti di misurazione sulle traverse (o sul fungo) della rotaia per ciascuna sezione di rilevamento ogni 10 m; i punti di misurazione saranno costituiti da mire ottiche.

Il monitoraggio della linea storica avverrà per l'intera tratta interessata dalla realizzazione della nuova galleria ovvero dalle pk 2+560 alla pk 3+020, operando nell'ipotesi di monitorare tronchi di lunghezza pari a 10 m; esse seguiranno l'evoluzione delle lavorazioni di scavo per calibrare i cedimenti.

Con riferimento a quanto previsto dalle norme tecniche sulla qualità geometrica del binario, la base di calcolo delle frecce orizzontali e verticali è di 10 metri, mentre lo sghembo viene calcolato ogni 3 / 6 / 9 metri.

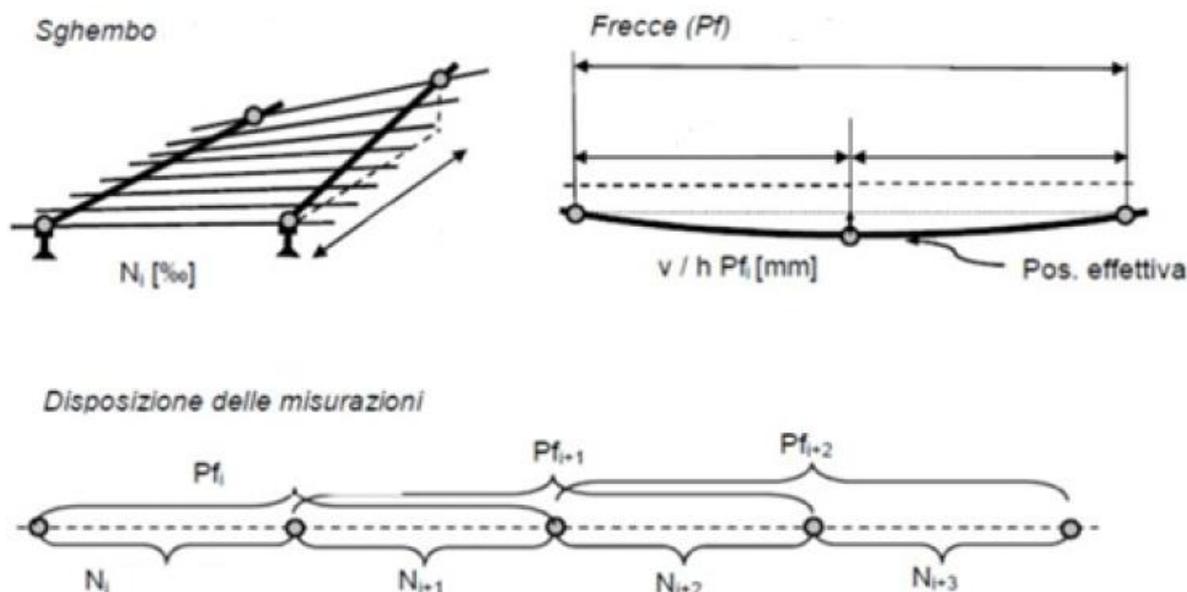


Figura 8 Nomenclature delle precisioni

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di monitoraggio	IBOU	1BEZZ	RH	GA0080002	B	11 di 17

7.1.3 Metodi di misurazione

Per il monitoraggio esistono vari metodi di controllo. I metodi principali sono elencati nella tabella seguente.

Tipologia di controllo	Principio	Risultati
Controllo del cantiere	Controllo visivo da parte di personale specializzato	Annunci di irregolarità
Calibro con bolla per la sopraelevazione del binario	Determinazione diretta della sopraelevazione del binario	(dH) tra la quota della testa delle rotaie nella stessa sezione
Livellamento	Rilievo dell'altezza dei punti di controllo (sulla testa della rotaia, non sui mezzi di attacco)	Coordinate Z dei punti di controllo atti a determinare il livello del binario e la sua sopraelevazione/sghembo. Non sono individuabili spostamenti laterali del binario.
Misurazione geodetica mediante elettro livelle	Rilievo della posizione della quota dei punti di controllo (posti sulle traverse o lateralmente sul gambo della rotaia)	Coordinate X, Y, H dei punti di controllo atti a determinare la geometria, il livello e la sopraelevazione/sghembo del binario.
Misurazione della geometria del binario tramite veicolo diagnostico	Percorrenza del binario da controllare	Diagramma con i valori della misurazione del binario in conformità alla norma EN 13848-1

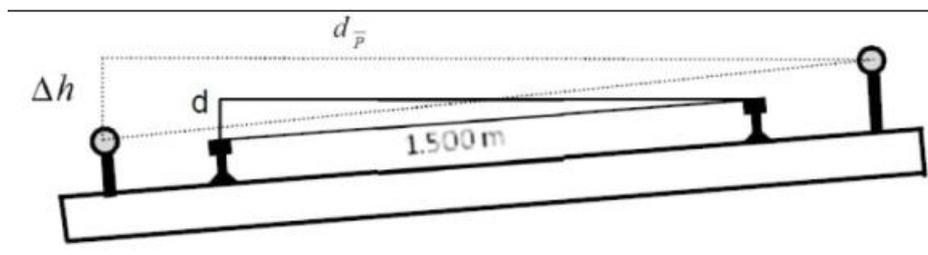
Tabella 2 Metodi impiegati per il monitoraggio

La definizione dei parametri da verificare e la scelta del metodo di misurazione sono direttamente correlati, va prestata attenzione alla strumentazione di misura; alcuni esempi:

- Punti di controllo sulle traverse

La sopraelevazione deve essere definita nel corso della misurazione zero, nonché essere adattata correttamente al livello SOK (sopra il piano rotaia). Per determinare le differenze (d) tra il sistema di riferimento degli specchi ed i livelli superiori effettivi delle rotaie è necessario effettuare un rilevamento autonomo specifico.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA0080002	REV. B	FOGLIO. 12 di 17



- Punti di controllo sulle rotaie:

I punti di controllo devono essere contrassegnati in modo inequivocabile, duraturo ed accurato, allo scopo di garantirne la reperibilità per tutte le misurazioni successive (es. mediante demarcazione delle viti mordenti).

7.1.4 Frequenza di letture e soglie di allarme

La frequenza e le date delle seguenti misurazioni sono specificate di seguito:

- Misurazione zero prima dell'avvio dell'attività del cantiere; frequenza settimanale
- Durante i lavori preparatori: frequenza ogni 3 giorni
- Durante i lavori principali : frequenza giornaliera con personale specializzato in cantiere durante l'esecuzione di ogni lavorazione a partire dalla realizzazione delle opere in oggetto e l' arrivo nel camerone della TBM

Le letture andranno anche effettuate prima e dopo l'inizio della giornata di lavoro.

Eventuali intensificazioni del numero di misurazioni verranno stabilite secondo necessità (p.es. al raggiungimento della soglia d'attenzione).

Il Responsabile della circolazione verrà informato da parte della Direzione lavori in merito a qualsiasi modifica della frequenza di misurazione.

I valori limite dei parametri considerati (Livello longitudinale, sghembo e sopraelevazione) sono quelli che comportano vincoli all'esercizio ferroviario, in conformità a quanto riportato nell'Istruzione Tecnica RFI che si riportano di seguito; durante le fasi di scavo dovranno essere monitorate le soglie sullo sghembo di 3 m.

A prescindere dal livello di allarme, possono verificarsi in qualsiasi momento eventi che determinino uno stato di grave pericolo (ribaltamento di gru, crollo di impalcature di protezione, invasione della sagoma limite, ecc.). In tal caso, è obbligatorio segnalare la situazione al responsabile della circolazione dei treni competente e procedere allo sbarramento dei binari.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA0080002	REV. B	FOGLIO. 13 di 17	

Soglia d'intervento $S \geq 3.5 \%$	<ul style="list-style-type: none"> • Quando viene superata la soglia d'attenzione, è necessario informare i partecipanti al progetto (Direzione Lavori, Committente, Responsabile degli impianti). • Fasi successive: decisione da parte della Direzione Lavori, del Responsabile degli impianti. • Provvedimenti possibili: incremento della frequenza delle misurazioni e monitoraggio dell'evoluzione.
Soglia d'intervento $S \geq 5.5 \%$	<ul style="list-style-type: none"> • Quando viene superata la soglia d'intervento, i partecipanti al progetto devono concordare i provvedimenti da applicare. • Fasi successive: decisione da parte della Direzione Lavori e del Responsabile degli impianti. • Provvedimenti possibili: incremento delle frequenze delle misurazioni, correzioni/messa in sicurezza dei binari e degli impianti di corrente di trazione e dei cavi, riduzione della velocità, modifica dei metodi di lavoro
Soglia d'intervento immediato $S \geq 6.5 \%$	<ul style="list-style-type: none"> • Quando viene superata la soglia d'intervento immediato, è possibile che la sicurezza dell'esercizio non sia più garantita. Vanno presi dei provvedimenti con effetto immediato. • Fasi successive: decisione immediata da parte della Direzione Lavori, del Responsabile degli impianti. Informazione al responsabile della circolazione dei treni. • Provvedimenti possibili: interruzione delle attività, correzione/messa in sicurezza dei binari e degli impianti di corrente di trazione e dei cavi, riduzione della velocità, sbarramento delle tratte o modifica dei metodi di lavoro.

Tabella 3 Soglie di intervento

8. MONITORAGGIO GEOTECNICO DELLE OPERE

Oltre al monitoraggio dello sghembo e dei parametri della linea ferroviaria in esercizio è necessario il monitoraggio geotecnico e topografico delle seguenti opere:

- Sottoattraversamento linea storica (vedere relazione IB0U1BEZZRHIF0100001A)
- Pozzo di minimo;
- Tralicci TE (descritti nel capitolo precedente "installazioni ferroviarie")
- Tralicci alta tensione;
- Paratia con ancoraggi passivi;
- Paratia con ancoraggi attivi.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA0080002	REV. B	FOGLIO. 14 di 17

Per le tipologie di letture, le loro frequenze e le soglie da attenzionare si faccia riferimento agli elaborati IB0U1BEZZBAGA0800012B e IB0U1BEZZBAGA0800012B. Le rispettive azioni di contromisura sono evidenziate negli elaborati citati anteriormente.

8.1 POZZO DI MINIMO IDRAULICO

Per il pozzo di minimo è prevista l'installazione un inclinometro / piezometro adiacente al pozzo da realizzare per monitorare eventuali effetti dovuti allo scavo del pozzo stesso e il successivo scavo della TBM e la realizzazione del cunicolo di collegamento.

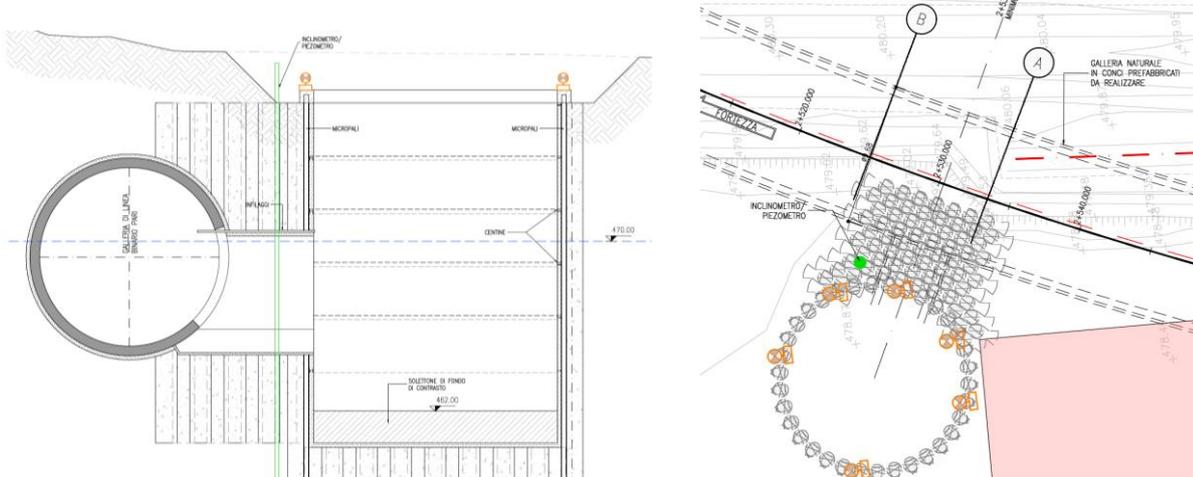


Figura 9 - Sezione e pianta del pozzo di minimo idraulico

Sulla trave di collegamento dei micropali verranno installate delle mire ottiche per il controllo di eventuali deformazioni (non attese).

8.2 TRALICCI ALTA TENSIONE

Per i tralicci dell'alta tensione è stato previsto un monitoraggio ottico della struttura metallica e della fondazione mediante topografia convenzionale.

In aggiunta è stata prevista una coppia di clinometri automatici per rilevare eventuali rotazioni della fondazione da remoto per un controllo più efficace delle lavorazioni di scavo.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA0080002	REV. B	FOGLIO. 15 di 17

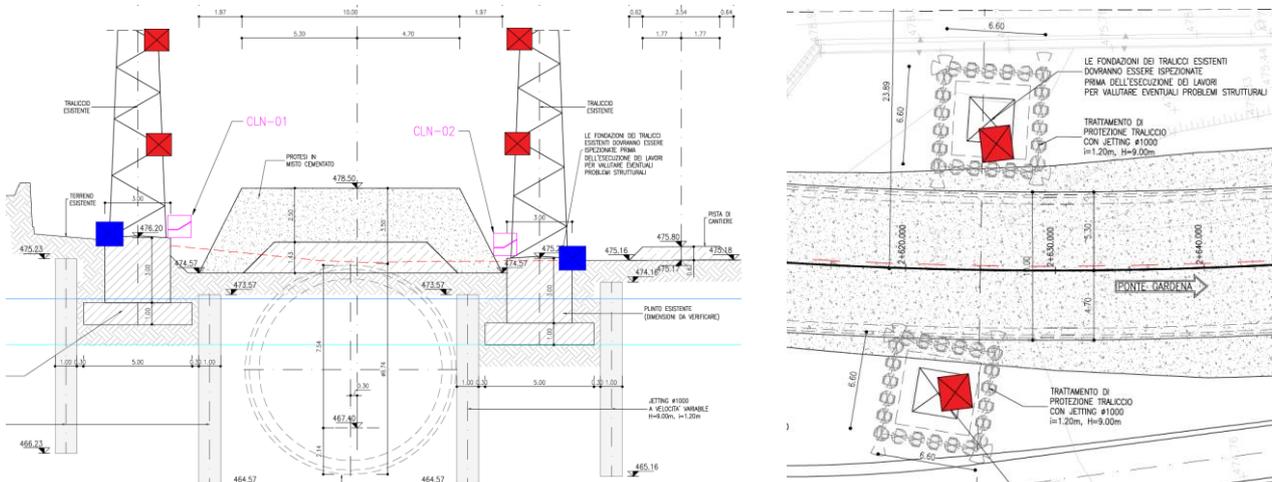


Figura 10 - Sezione e pianta dei tralicci dell' alta tensione

8.3 PARATIA CON ANCORAGGI PASSIVI

Per la tratta di paratia realizzata mediante ancoraggi passivi è prevista la strumentazione dei bulloni stessi con strain-gauge a corda vibrante, per misurare la sollecitazione sugli stessi.

Sul cordolo di testa vengono predisposte mire ottiche per monitoraggio topografico ogni 10 metri circa in aggiunta ad un inclinometro per la valutazione degli spostamenti.

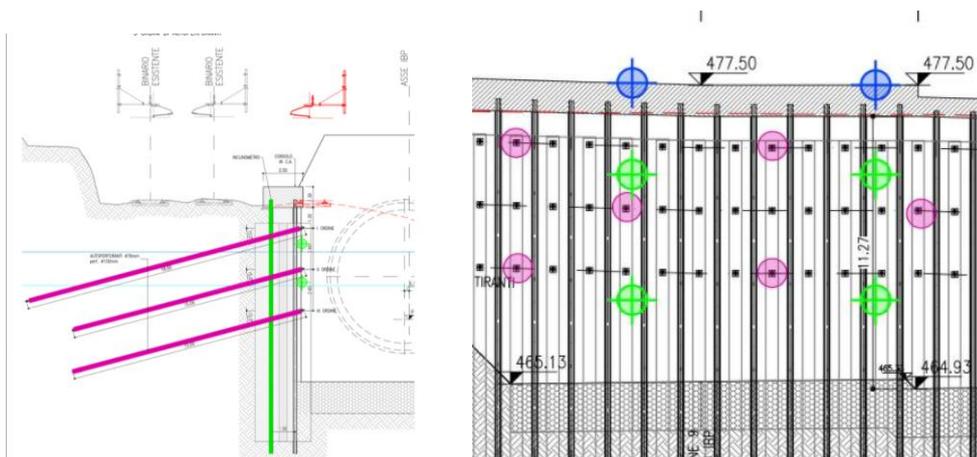


Figura 11 - Sezione e sviluppata della paratia con ancoraggi passivi

8.4 PARATIA CON ANCORAGGI ATTIVI

Per la tratta di paratia realizzata mediante ancoraggi attivi è prevista la strumentazione dei tiranti, con celle di carico tra la testa e la piastra di appoggio.

Sul cordolo di testa vengono predisposte mire ottiche (pallini verdi) per monitoraggio topografico ogni 10 metri circa.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GA0080002	REV. B	FOGLIO. 16 di 17

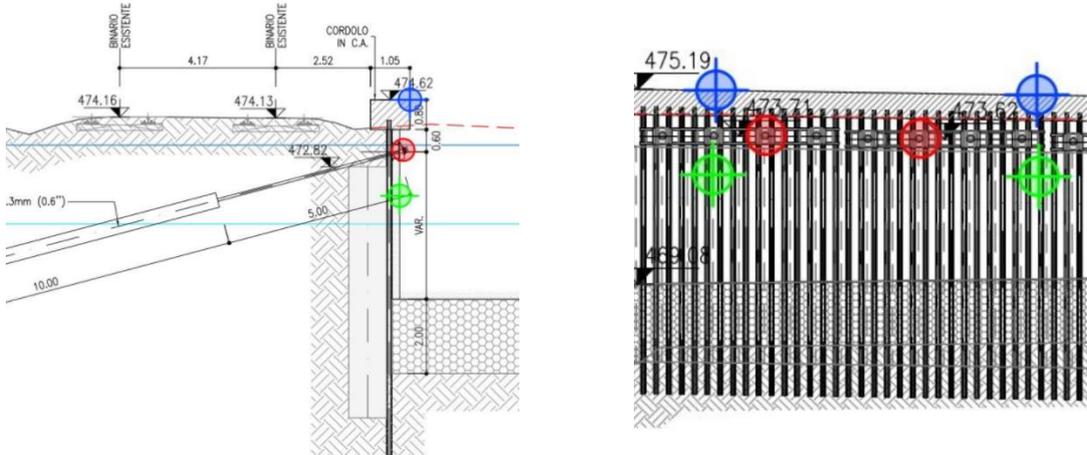


Figura 12 - Sezione e sviluppata della paratia con ancoraggi passivi

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria							<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>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>GA0080002</td> <td>B</td> <td>17 di 17</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IBOU	1BEZZ	RH	GA0080002	B	17 di 17													
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio																		

9. CONCLUSIONI

Oggetto della seguente relazione di monitoraggio è quello di elencare gli aspetti della strumentazione e delle soglie da non superare per il valore di sghembo della ferrovia durante l'esecuzione del camerone di estrazione della TBM e della relativa galleria artificiale nelle vicinanze della linea storica in esercizio, attuale linea ferroviaria Verona- Bolzano.

Inoltre, vengono illustrate le strumentazioni geotecniche previste per le varie opere singolari della WBS GA08.