

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIREZIONE TECNICA  
U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE -  
AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA  
LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE  
MONITORAGGIO**

Relazione del monitoraggio delle opere di linea

SCALA:

-

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

NR1J 01 D 29 RG MF0000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F.Serrau	05.2020	L. Eboli	05.2020	T.Paoletti	05.2020	Arduini 05.2020
								Arduini 05.2020

Ordine di  
Fabrizio Arduini  
n. 25992 del 4/5/2020  
Direzione Tecnica  
Infrastrutture Centro  
ITALFERR S.p.A.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane

File: NR1J01D29RGMF0000001A

n. Elab.: 139.1

**MONITORAGGIO**

Relazione del monitoraggio delle opere di linea

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D29RG	MF0000 001	A	2 di 18

**INDICE**

1	GENERALITA' .....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI .....	3
3	DOCUMENTI A SUPPORTO .....	4
4	PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DEGLI STRUMENTI .....	4
4.1	ALLERTAMENTO E INTERVENTO .....	7
4.2	TIPO DI STRUMENTAZIONE .....	8
5	SCHEMA DI MONITORAGGIO STRUMENTALE .....	9
5.1	CONTROLLI E PROVE SULLE STRUTTURE ESISTENTI .....	9
5.2	RAPPORTI SULLE MISURE EFFETTUATE .....	10
6	SEZIONI DI MONITORAGGIO .....	11
6.1	STRUMENTAZIONE INSTALLATA PER LA SEZIONE “AFFIANCAMENTO-TIPO2” – (RIF. PK 28+900) .....	12
6.2	STRUMENTAZIONE INSTALLATA PER LA SEZIONE “PENDIO A RISCHIO FRANA” – (RIF. PK 35+950) .....	13
6.3	STRUMENTAZIONE INSTALLATA PER LA SEZIONE “VARIANTE” - (RIF PK. 37+150).....	15
6.4	STRUMENTAZIONE INSTALLATA PER LA SEZIONE “VARIANTE” - (RIF PK. 37+700).....	15
6.5	STRUMENTAZIONE INSTALLATA PER LA SEZIONE “AFFIANCAMENTO-TIPO1”- (RIF PK. 38+643) .....	16



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE  
RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

## MONITORAGGIO

Relazione del monitoraggio delle opere di linea

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D29RG	MF0000 001	A	3 di 18

## 1 GENERALITA'

Nell'ambito del progetto definitivo raddoppio della ferrovia Roma - Viterbo nella tratta extraurbana tra la stazione di Cesano di Roma e la stazione di Vigna di Valle, da progr. Km 27+811 a progr. Km 39+280, la presente relazione ha per oggetto le attività di monitoraggio prevista per alcune sezioni di affiancamento dei rilevati ferroviari, con lo scopo di controllare in fase di esercizio, ma soprattutto in corso d'opera a partire dalle prime fasi realizzative, il comportamento deformativo a breve e medio termine.

Con riferimento all'elaborato grafico NR1J01D29PZMF0000001A sono state inserite le strumentazioni minime necessarie anche per il caso dei rilevati ferroviari in variante (soltanto per 2 sezioni trasversali di maggiore altezza)

Il monitoraggio potrà essere un riscontro oltre che di eventuali spostamenti anomali con componente orizzontale (che potrebbero essere associati a inizi di fenomeni di instabilità) anche rispetto alle stime dei cedimenti e loro decorso nel tempo, che sono state oggetto delle analisi di calcolo nella relazione dei rilevati NR1J01D29CLGE0005001B.

In particolare si intende controllare per alcune sezioni di raddoppio in rilevato i cedimenti indotti sul rilevato esistente in esercizio e quelli del binario di progetto.

Il monitoraggio è necessario per garantire la sicurezza e la funzionalità dell'opera stessa durante le fasi realizzative del raddoppio della tratta ferroviaria e delle opere esistenti. Il monitoraggio viene eseguito in alcune sezioni di riferimento, collocate in aree più critiche; la strumentazione che verrà impiegata comprende:

- Inclinometri
- Assestimetri multipunto
- Mire di precisione
- Piezometri (secondo quanto indicato al successivo paragrafo 4.2)

Per quanto riguarda il periodo di riferimento, si deve considerare che le problematiche del monitoraggio sono in funzione alla struttura e alle caratteristiche del terreno, i quali hanno tempi di evoluzione differenti: il periodo iniziale nel quale alcuni fenomeni - soprattutto di tipo geotecnico – si sviluppano e si possono anche esaurire, ed il periodo di esercizio in cui i fenomeni variano rispetto a valori stabilizzati o di riferimento. Pertanto è necessario che si adottino, per gli strumenti considerati per il monitoraggio a lungo termine, tutti quegli accorgimenti che incrementino la possibile vita utile degli strumenti stessi.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### 2.1 Normative e raccomandazioni

- [1]. Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, Supplemento Ordinario alla G.U. n.42 del 20.2.2018.
- [2]. RFI DTC SI CS MA IFS 001 B “Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 3 Corpo Stradale”.

<b>MONITORAGGIO</b> Relazione del monitoraggio delle opere di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01	D29RG	MF0000 001	A	4 di 18

- [3]. RFI DTC SI SP IFS 001 B “capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili– Parte II – Sezione 3 Rilievi geologici ed indagini geognostiche”.

### 3 DOCUMENTI A SUPPORTO

- [1]. Planimetria di progetto tav. 1/7-7/7 - NR1J01D29P6IF0001001B-7B
- [2]. Monitoraggio - sezioni e planimetrie - NR1J01D29PZMF0000001A
- [3]. Sezioni trasversali tav. 1/8-8/8 - NR1J01D29W9IF0001001A-8A
- [4]. Relazione geotecnica generale - NR1J01D29GEGE0005001B
- [5]. Relazione di calcolo rilevato ferroviari - NR1J01D29CLGE0005003B
- [6]. Relazione di calcolo trincee ferroviarie - NR1J01D29CLGE0005003A
- [7]. Profilo geotecnico di linea- Tav. 1/7 e 7/7 - NR1J01D29F6GE0005001B-7B
- [8]. Opera di sostegno BP – Km 35+870 al Km 35+985 – planimetria di tracciamento, profilo e sezioni- Tav 1/2 e 2/2 - NR1J01D29PZRI0005020B-1B

### 4 PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DEGLI STRUMENTI

La scelta del principio di funzionamento dei vari strumenti previsti è stata fatta considerando gli scopi dei vari strumenti, le condizioni ambientali, le problematiche di lettura e di acquisizione dei dati, i collegamenti tra gli strumenti ed i punti di misurazione, la possibilità di sostituzione degli strumenti in caso di malfunzionamento, danneggiamento o modifica della configurazione del sistema.

Il sistema di monitoraggio sarà finalizzato all’acquisizione di dati ed informazioni utili per:

- tenere sotto sorveglianza il comportamento di opere esistenti;
- seguire l’evoluzione nel tempo di alcuni parametri (quali tensioni e spostamenti).

Le grandezze che verranno misurate, come descritte nel seguito, nell’ambito del sistema di monitoraggio nelle sezioni suddette, riportate nelle figure di seguito, saranno gli spostamenti trasversali e longitudinali di alcuni punti superficiali della sezione, cedimenti del piano di fondazione del rilevato esistente e di progetto e la quota di falda.





**MONITORAGGIO**

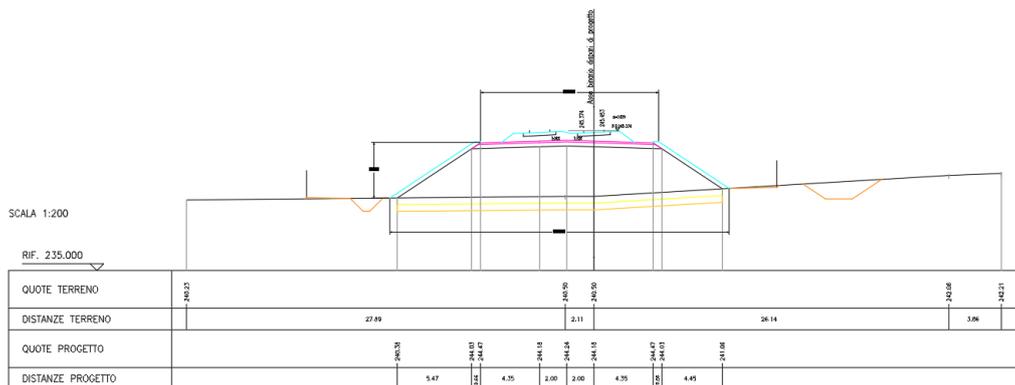
Relazione del monitoraggio delle opere di linea

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D29RG	MF0000 001	A	7 di 18

**SEZIONE N. : 222**

**QT. PROGETTO : 245.374**

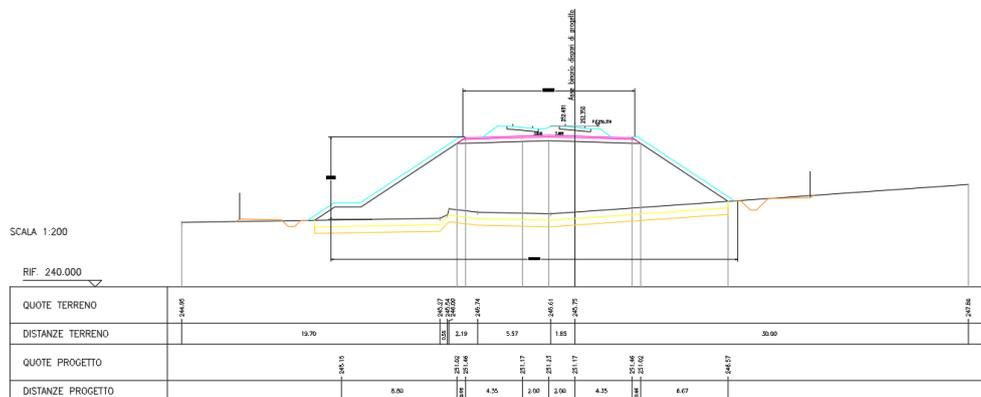
**PROGRESSIVA : 37+150.000**



**SEZIONE N. : 234**

**QT. PROGETTO : 252.358**

**PROGRESSIVA : 37+700.000**



## 4.1 ALLERTAMENTO E INTERVENTO

L'obiettivo principale di tali ispezioni consiste nella valutazione del comportamento del corpo ferroviario sotto carico, che dovrà essere tenuta in considerazioni nelle analisi sulla sicurezza con riferimento alle fasi di realizzazione in corso d'opera e a quelle di esercizio.

Per tutti i controlli e i monitoraggi previsti, il raggiungimento delle soglie di attenzione e di allarme, attiverà degli specifici interventi per la stabilizzazione dell'opera stessa e delle opere esistenti.

I limiti di riferimento assunti sono stati individuati nel seguente modo:

**MONITORAGGIO**

**Relazione del monitoraggio delle opere di linea**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D29RG	MF0000 001	A	8 di 18

- “*soglie di attenzione*”: limite oltre il quale risulta necessario intensificare la cadenza delle misure. Il raggiungimento di tale soglia indica che i cedimenti e le grandezze monitorate aumentino comportando una riduzione dei fattori di sicurezza assunti nei dimensionamenti strutturali.
- “*soglie di allarme*”: limite oltre il quale si devono porre in opera degli interventi correttivi e/o integrativi. Il raggiungimento di tale soglia evidenzia un comportamento anomalo della struttura che si discosta in modo significativo dalle ipotesi progettuali e quindi richiede l’adozione di interventi correttivi per ricondurre il funzionamento statico entro i valori dei coefficienti di sicurezza assunti a base progettuale.

Particolare attenzione dovrà essere posta al monitoraggio degli spostamenti della struttura esistente, soprattutto durante le fasi di scavo e realizzazione delle nuove opere. Particolare attenzione dovrà essere posta anche al rilevato ferroviario esistente, durante la fase di scavo dei tratti in trincea e della costruzione del rilevato di progetto in affiancamento. Questo avverrà tramite misure in continuo di mire topografiche e assestimetri posti nei pressi delle rotaie e di inclinometri.

## 4.2 TIPO DI STRUMENTAZIONE

### MISURE PIEZOMETRICHE

Per le letture del livello di falda verranno presi in considerazione i piezometri già disponibili nelle vicinanze delle sezioni scelte, nel dettaglio i sondaggi S01-PZ-2017, S11-PZ-2017, S06-PZ-2018 e S07-PZ-2018.

I piezometri sono strumenti di misura della pressione interstiziale nel terreno. Il piezometro consente di misurare il livello di falda presente attraverso sonda elettrica o freatimetro. L’esecuzione ed installazione di nuovi piezometri si effettuerà qualora si rilevino anomalie sul livello di falda e sulla strumentazione del piezometro installato.

La frequenza di misura avverrà ogni mese per il primo anno dopo la costruzione dell’opera. Per gli anni successivi si consiglia una frequenza di misura trimestrale.

Da precisare che la frequenza delle letture in corso d’opera potranno subire variazioni in qualsiasi momento a seguito di eventuali anomalie o incrementi di precipitazioni e del livello di falda. In seguito alla costruzione dell’opera e alla rilevazione di fenomeni di precipitazione di elevata intensità e frequenza si aumenterà opportunamente la frequenza di lettura piezometrica.

### MISURE INCLINOMETRICHE

L’inclinometro biassiale fisso da foro è costituito da un sensore di inclinazione (o da due sensori di inclinazione montati a 90° nella versione biassiale) montato all’interno di un tubo di acciaio inox che, grazie a due carrellini dotati ciascuno di una coppia di ruote, viene inserito all’interno dei tubi inclinometrici per misurarne in continuo la deformazione.

<b>MONITORAGGIO</b> Relazione del monitoraggio delle opere di linea	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D29RG	DOCUMENTO MF0000 001	REV. A	FOGLIO 9 di 18
--	------------------	-------------	-------------------	-------------------------	-----------	-------------------

L'inclinometro in questa sede di monitoraggio verrà installato nelle sezioni che presentano l'affiancamento del raddoppio ferroviario in rilevato; verranno posizionati tra il rilevato esistente e il rilevato di progetto ferroviario con lo scopo di misurare il profilo di eventuali spostamenti lungo le verticali scelte.

### **MIRE TOPOGRAFICHE DI PRECISIONE**

Le informazioni acquisite dalla rete geotecnica possono essere integrate da rilievi topografici fornendo la mappatura delle aree in movimento. Il monitoraggio topografico utilizza i principi e gli strumenti per il controllo degli spostamenti di caposaldi opportunamente posizionati. I riferimenti topografici dovranno essere costituiti da mire da fissare al rilevato ferroviario con possibilità di regolazione della posizione della mira in tutte le direzioni in modo tale da essere “vista” dalla strumentazione e livellata secondo il caposaldo di riferimento. Le mire topografiche saranno fissati alla struttura per mezzo di tasselli o ad ancoraggio– scelti opportunamente in funzione della natura dei materiali presenti e delle condizioni operative.

### **ASSESTIMETRI MULTIPUNTO**

L'assestimetro è uno strumento che ha lo scopo di misurare il cedimento del piano di fondazione di un rilevato stradale o ferroviario, o di qualunque altro terreno di fondazione in cui viene installato. Misure topografiche periodiche della quota del caposaldo montato sul terminale dell'asta di misura, evidenziano il cedimento rispetto ad un punto esterno.

L'installazione della piastra di base avviene sul piano di fondazione e collegata, mediante un'asta di misura rigida, alla sommità dello stesso. La piastra di base seguendo il cedimento del terreno trascina con sé l'asta di misura che è svincolata dall'attrito del terreno per l'interpolazione di una guaina esterna attorno ad essa.

## **5 SCHEMA DI MONITORAGGIO STRUMENTALE**

### **5.1 Controlli e prove sulle strutture esistenti**

Prima dell'inizio delle operazioni di scavo/realizzazione delle opere relative all'ammodernamento e potenziamento della linea, la parte esistente comprendente, il rilevato stradale, il rilevato ferroviario ed un edificio, dovranno essere controllati attraverso le seguenti attività:

- Rilievo del grado di conservazione del manufatto;
- Installazione di mire topografiche per la misura degli spostamenti prima, durante e dopo la realizzazione delle opere;
- Installazione di inclinometri nelle sezioni di rilevato
- Installazione di assestimetri per la misura dei cedimenti indotti dalle opere di progetto

Frekuensi dei rilevamenti – programma di lettura

**MONITORAGGIO**

Relazione del monitoraggio delle opere di linea

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D29RG	MF0000 001	A	10 di 18

In generale il piano di monitoraggio, in termini di frequenza delle misure può essere sintetizzato come segue:

- misurazione zero prima dell'avvio dell'attività del cantiere per le strumentazioni installate;
- lettura di zero effettuata subito l'installazione della strumentazione (si suggerisce di effettuare almeno tre misure nell'arco di 10-15 gg e ricavare un valore medio da utilizzare quale riferimento per le misure differenziali successive);
- lettura durante l'esecuzione e nelle fasi più significative dei lavori. In generale si consiglia di effettuare due misure a distanza di max 24 h l'una dall'altra per ricavare un unico valore medio, fatti salvi i casi in cui nell'arco delle 24 intervengono fattori costruttivi rilevanti dal punto di vista della misura);
- frequenza di misura mensile per i primi tre mesi successivi alla fine della costruzione dell'opera, bimestrale nei mesi successivi fino al termine dell'opera e/o fino a stabilizzazione dei fenomeni deformativi;

La frequenza delle letture in corso d'opera definite in precedenza potranno subire variazioni in qualsiasi momento a seguito di eventuali anomalie o incrementi del comportamento deformativo delle opere o del raggiungimento dei limiti di progetto. In seguito alla rilevazione di fenomeni anomali si aumenterà opportunamente la frequenza di lettura delle strumentazioni.

Il programma delle letture dovrà essere definito in accordo al programma di sviluppo dei lavori e delle attività di cantiere.

Si distingueranno comunque due tipologie di letture:

- letture manuali
- letture automatiche

Per letture manuali si intendono le letture degli strumenti removibili (inclinometri) le letture degli strumenti elettrici non collegati ad un'unità di acquisizione dati automatica (piezometri) e le letture topografiche.

Le letture dovranno essere eseguite da personale specializzato con esperienza nel settore e che disponga delle necessarie strumentazioni per eseguire verifiche e controlli sulla strumentazione installata per garantire l'affidabilità delle misure.

## 5.2 Rapporti sulle misure effettuate

Gli esiti del monitoraggio dovranno essere riportati su un rapporto per esaminare la risposta della struttura alle operazioni di scavo/realizzazione dell'affiancamento e per verificare, o eventualmente correggere, le ipotesi poste a base del progetto.

**MONITORAGGIO**

Relazione del monitoraggio delle opere di linea

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D29RG	MF0000 001	A	11 di 18

In particolare nei vari rapporti di misura verranno riportati:

- diagrammi temporali totali ed incrementali dei cedimenti e degli spostamenti della linea ferroviaria esistente (e relative opere) e di quelle di progetto;
- monitoraggio del livello di falda;
- monitoraggio degli spostamenti del rilevato stradale esistente;
- nota sintetica sul comportamento delle opere di progetto e esistenti e sulle eventuali integrazioni e/o azioni correttive necessarie.

## 6 SEZIONI DI MONITORAGGIO

In funzione delle caratteristiche progettuali delle opere e della presenza o meno di opere esistenti si è previsto il monitoraggio delle seguenti sezioni, le quali fanno riferimento al rilevato di progetto. Nella tabella seguenti sono riportate le sezioni di riferimento oggetto di monitoraggio, nelle fasi provvisoriale e di progetto.

Per quanto riguarda l'ubicazione degli strumenti elencati per ogni sezione si rimanda alla tavola relativa al monitoraggio strumentale delle sezioni.

Progressiva	Descrizione sezione	Tipo di sezione
28+900	affiancamento-tipo2	Rilevato
35+950	Pendio a rischio frana	Trincea
37+150	Variante	Rilevato
37+700	Variante	Rilevato
38+643	affiancamento-tipo1	Rilevato

Vi è da precisare che il caposaldo topografico, per tutti i tipi di sezione, dovrà essere installato in posizione idonea e fissa da poter tragaruardare tutte le mire installate nell'opera esistente e nel rilevato ferroviario di progetto.

Per quanto riguarda la sezione alla pk 35+950 relativa al pendio a rischio frana il monitoraggio è esteso alla intera fase di corso d'opera (interventi su pendio, scavi sede, realizzazione muri, realizzazione affiancamento ferroviario e completamento della piattaforma ferroviaria).

**MONITORAGGIO**

Relazione del monitoraggio delle opere di linea

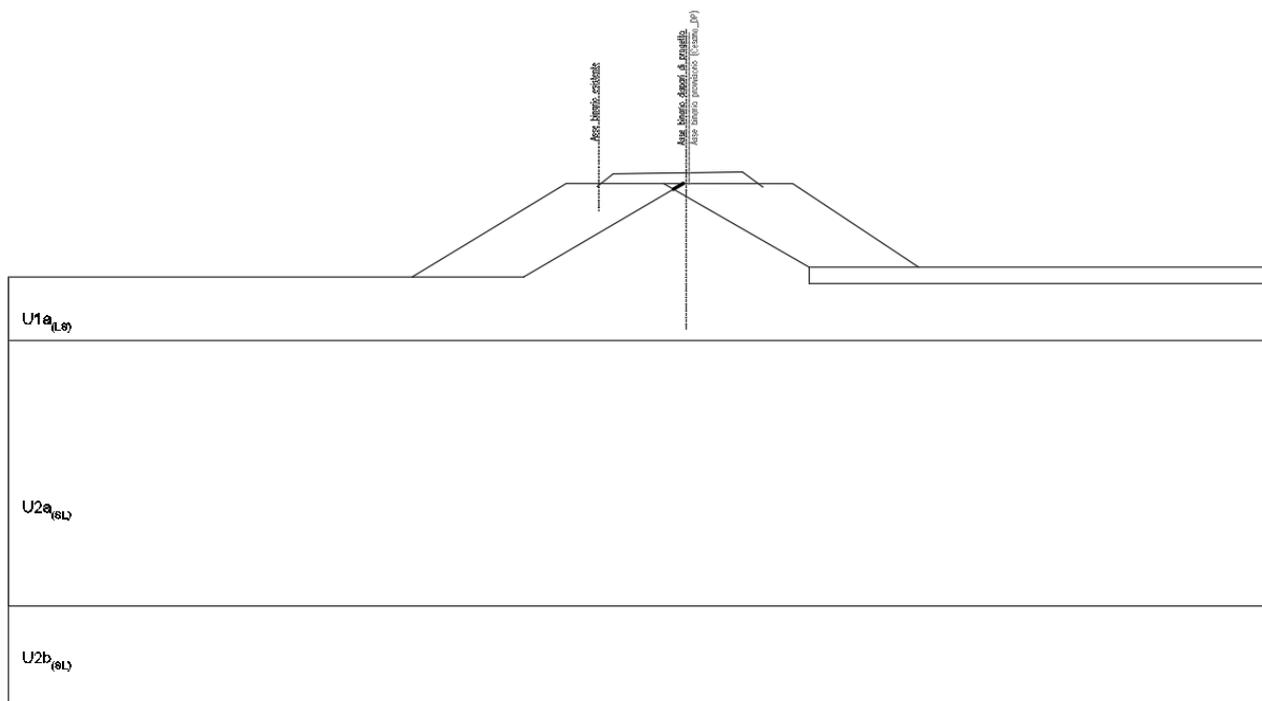
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D29RG	MF0000 001	A	12 di 18

**6.1 Strumentazione installata per la sezione “affiancamento-tipo2” – (rif. Pk 28+900)**

La sezione prevede l’installazione della strumentazione seguente:

- N° 1 assestometro multipunto: (nello schema “AMM”)
- N° 2 inclinometro: (nello schema “TI”); dove l’inclinometro nei pressi del piezometro con lunghezza di 25m
- N° 1 piezometri: (nello schema “P”)
- N° 1 caposaldo topografiche nei pressi della sezione
- N° 7 mire topografiche:
  - o n°3 mire per la sola fase di esercizio binario esistente
  - o n°4 mire nei pressi del rilevato ferroviario di progetto e in fase finale

Di seguito si riporta sinteticamente le unità incontrate nella sezione in studio.



Inoltre per questa sezione, allo scopo di monitorare e valutare il cedimento, e quindi anche il controllo longitudinale, del rilevato esistente indotto dall’applicazione del carico rappresentato dal nuovo corpo di rilevato

**MONITORAGGIO**

**Relazione del monitoraggio delle opere di linea**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D29RG	MF0000 001	A	13 di 18

che si deve realizzare, si è proceduto considerando Standard di qualità geometrica del binario con velocità fino a 300 Km/h” (doc. TCAR STAR 01001C del 28/06/2007) di inserire una coppia di mire a 3 e a 9 m di distanza rispetto alla sezione di calcolo.

## 6.2 Strumentazione installata per la sezione “pendio a rischio frana” – (rif. Pk 35+950)

Il monitoraggio ha lo scopo di valutare l’efficacia degli interventi e di verificare la rispondenza dei risultati ottenuti con le ipotesi progettuali. Il monitoraggio è previsto per il versante stesso e per gli interventi di miglioramento e di rinforzo.

A seguito dell’analisi del pendio effettuata nella relazione geotecnica generale la sezione prevede l’installazione, prima dell’esecuzione dei lavori lungo la linea ferroviaria, della strumentazione seguente:

- N° 1 piezometri a tubo aperto: (nello schema “P”) profondità 20m
- N° 1 caposaldo topografiche nei pressi della sezione
- N° 7 mire topografiche (nello schema MT)
- N° 1 inclinometro (nello schema “TI”) profondità 10m
- N°1 estenso-clinometro colonna estenso inclinometrica, profondità 10m (nello schema “TIC”)

Viene prevista una ulteriore protezione contro gli eventuali distacchi di materiale dal versante sulla sede ferroviaria. L’opera consiste in un muro in c.a. fondato su micropali con duplice funzione:

- protezione dall’eventuale distacco di materiale non trattenuto dalla rete metallica e dal rivestimento vegetativo;
- stabilizzazione del piede della scarpata.

Pertanto a seguito della realizzazione del muro si prevede l’installazione di:

- N°4 tiltometro in testa e lungo l’estensione del muro con interasse di circa 30m; posto in testa al muro e ruotando lo strumento di 90° per la misurazione delle due direzioni.

Le misurazioni dovranno essere scadenze mensilmente allo scopo di verificare il buon funzionamento degli strumenti installati e di disporre comunque di misure significative per intervenire tempestivamente qualora si riscontrino anomalie. La durata del monitoraggio si prevede che seguirà gli sviluppi progettuali e lavorativi in sito e, a lavori ultimati, per tutto l’anno successivo le misurazioni saranno sempre a cadenza mensile; a seguito di quest’anno, si suggerisce una scadenza bimensile.

Inoltre, si suggeriscono sistemi automatici in quanto è necessario avere un monitoraggio in tempo reale.

**MONITORAGGIO**

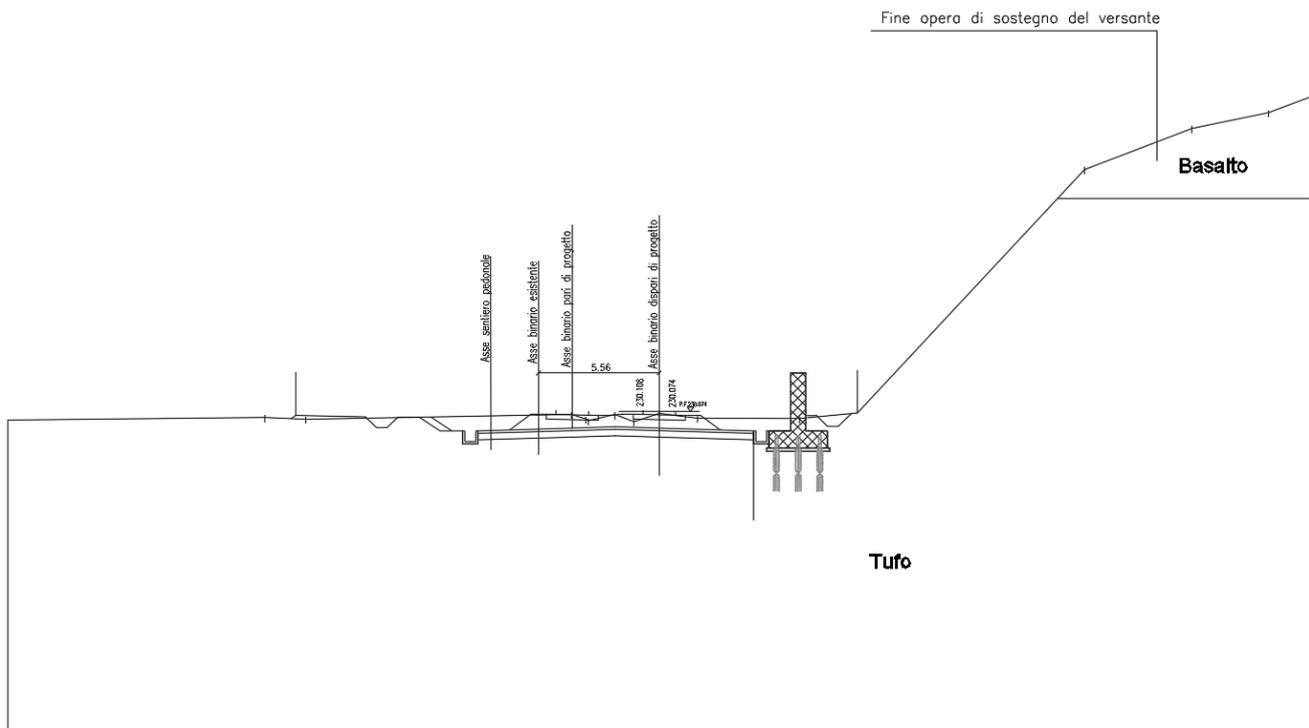
Relazione del monitoraggio delle opere di linea

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D29RG	MF0000 001	A	14 di 18



**Figura 1 – Esempio di colonna estenso-clinometro per il monitoraggio 3D (nominato in planimetria NR1J01D29PZMF0000001A come TIC)**

Di seguito si riporta sinteticamente le unità incontrate nella sezione in studio.



**MONITORAGGIO**

Relazione del monitoraggio delle opere di linea

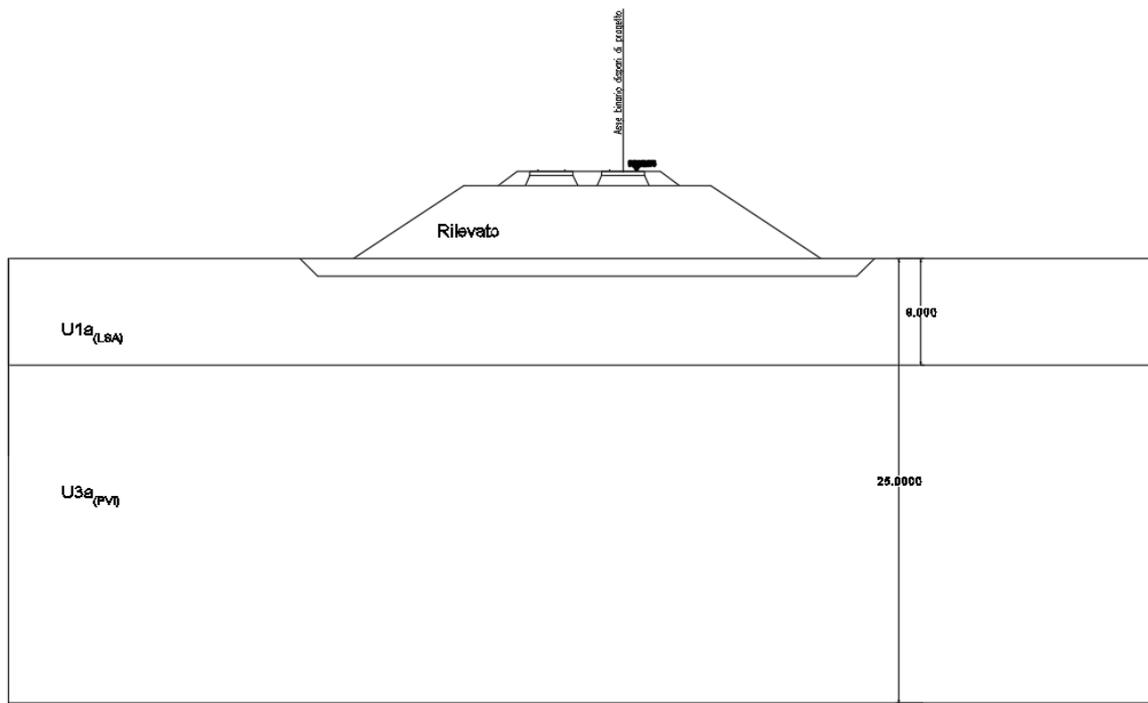
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D29RG	MF0000 001	A	15 di 18

### 6.3 Strumentazione installata per la sezione “variante” - (rif pk. 37+150)

La sezione prevede l’installazione della strumentazione seguente:

- N° 1 assestimetro multipunto: (nello schema “AMM”)
- N° 1 inclinometro: (nello schema “TI”)
- N° 1 piezometri: (nello schema “P”)
- N° 1 caposaldo topografiche nei pressi della sezione
- N° 4 mire topografiche

Di seguito si riporta sinteticamente le unità incontrate nella sezione in studio.



### 6.4 Strumentazione installata per la sezione “variante” - (rif pk. 37+700)

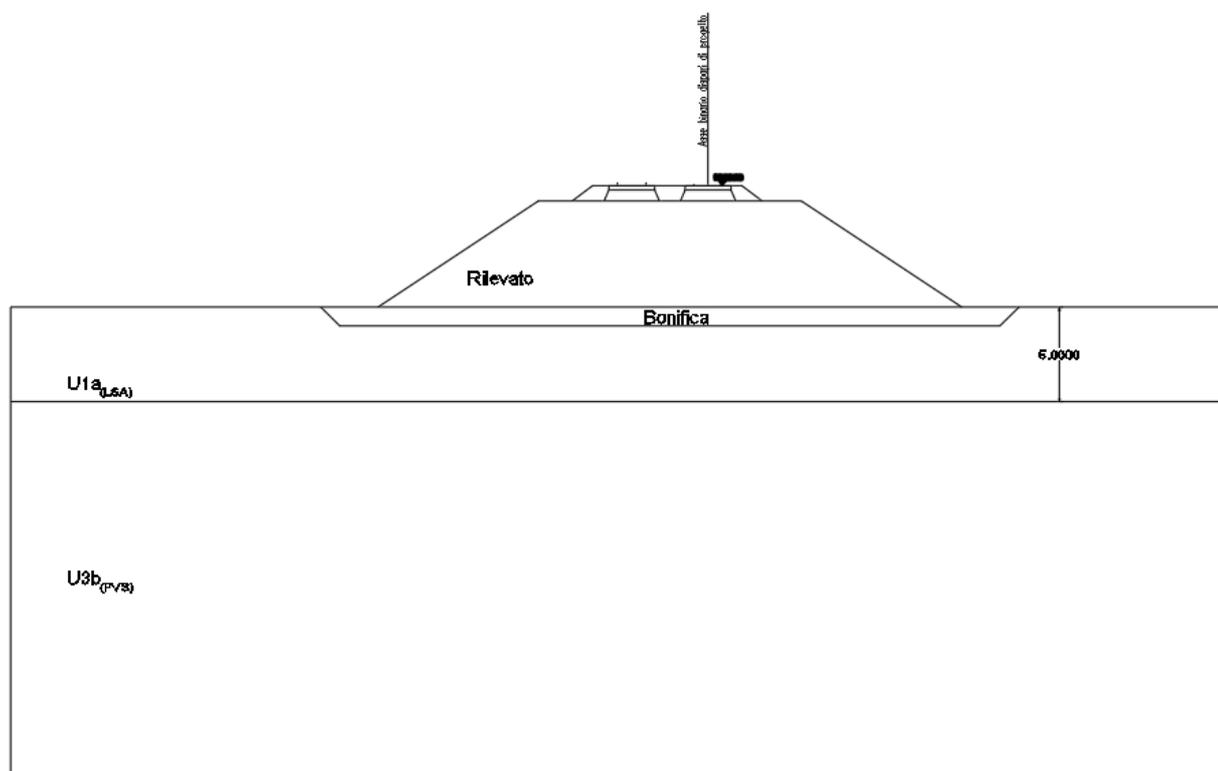
La sezione prevede l’installazione della strumentazione seguente:

- N° 1 assestimetro multipunto: (nello schema “AMM”)
- N° 1 inclinometro: (nello schema “TI”)
- N° 1 piezometri: (nello schema “P”)

<b>MONITORAGGIO</b> Relazione del monitoraggio delle opere di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01	D29RG	MF0000 001	A	16 di 18

- N° 1 caposaldo topografiche nei pressi della sezione
- N° 4 mire topografiche: (nello schema MT)

Di seguito si riporta sinteticamente le unità incontrate nella sezione in studio.



## 6.5 Strumentazione installata per la sezione “affiancamento-tipol”- (rif pk. 38+643)

La sezione prevede l’installazione della strumentazione seguente:

- N° 2 assestimetri multipunto: installati e attivi a fine costruzione ampliamento rilevato (nello schema “AMM”)
- N° 2 inclinometri: uno per binario esistente e un secondo in fase finale (nello schema “TI”); il primo con lunghezza di 20m e il secondo con lunghezza di 25m
- N° 2 piezometri: installati da subito, attivi in tutte le fasi (nello schema “P”)
- Un terzo piezometro (riportato in figura planimetrica), è da prevedere disassato dalla sezione.

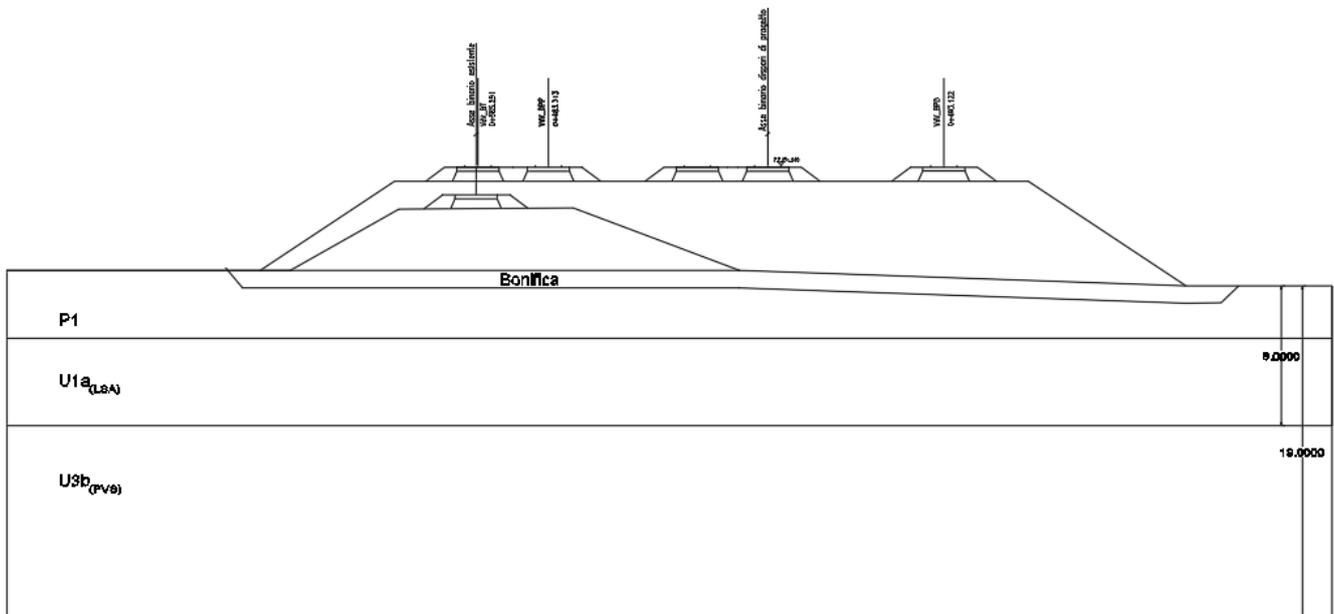
**MONITORAGGIO**

Relazione del monitoraggio delle opere di linea

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D29RG	MF0000 001	A	17 di 18

- N° 1 caposaldo topografiche nei pressi della sezione
- N° 9 mire topografiche:
  - o n°3 mire per la sola fase di esercizio binario esistente affiancato
  - o n°4 mire nei pressi del rilevato ferroviario di progetto affiancante + n°2 mire in fase finale

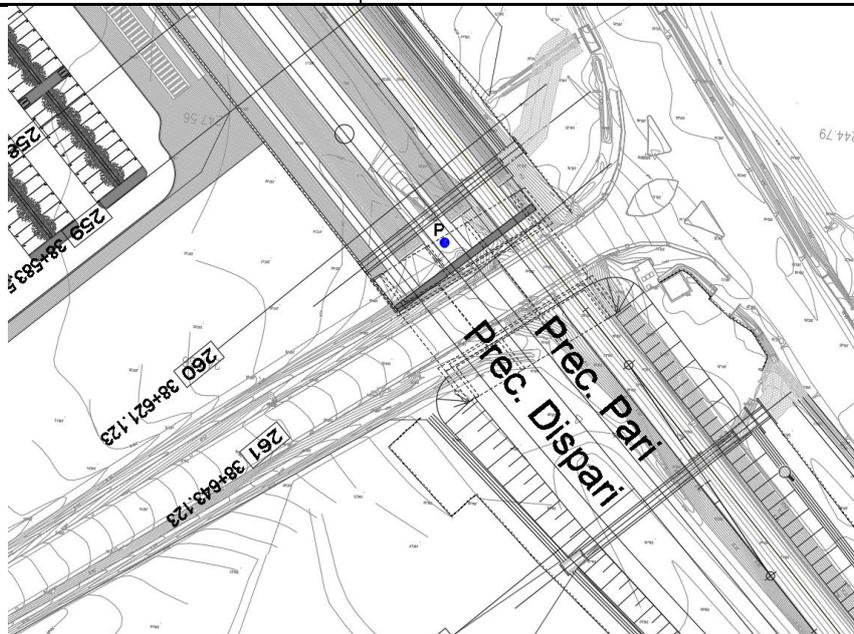
Di seguito si riporta sinteticamente le unità incontrate nella sezione in studio.



**MONITORAGGIO**

Relazione del monitoraggio delle opere di linea

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D29RG	MF0000 001	A	18 di 18



Inoltre per questa sezione, allo scopo di monitorare e valutare il cedimento, e quindi anche il controllo longitudinale, del rilevato esistente indotto dall'applicazione del carico rappresentato dal nuovo corpo di rilevato che si deve realizzare, si è proceduto considerando Standard di qualità geometrica del binario con velocità fino a 300 Km/h” (doc. TCAR STAR 01001C del 28/06/2007) di inserire una coppia di mire a 3 e a 9 m di distanza rispetto alla sezione di calcolo.

Nella tabella sottostante si riportano i numeri totali degli strumenti di monitoraggio nelle sezioni analizzate.

Strumentazione	Numero totali di strumenti	Profondità sezioni in rilevato(m)	Numero totali di strumenti - sezione pendio a rischio frana	Profondità sezione pendio a rischio frana (m)
Assestimetri multipunto	5	20	-	-
Inclinometri	3	20	2	10
	2	25		
Piezometro	6	20	1	20
Mire topografiche	24	-	7	-
Caposaldo topografico	4	-	1	-
Tiltometro	-	-	4	-