

**NUOVA LINEA TORINO LIONE - NOUVELLE LIGNE LYON TURIN  
PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE - PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE  
SEZIONE TRANSFRONTALIERE PARTE IN TERRITORIO ITALIANO  
SECTION TRANSFRONTALIERE PARTIE EN TERRITOIRE ITALIEN**

**LOTTO COSTRUTTIVO 1 /LOT DE CONSTRUCTION 1  
CANTIERE OPERATIVO 04C /CHANTIER DE CONSTRUCTION 04C  
SVINCOLO DI CHIOMONTE IN FASE DI CANTIERE  
ECHANGEUR DE CHIOMONTE DANS LA PHASE DE CHANTIER  
PROGETTO ESECUTIVO - ETUDES D'EXECUTION  
CUP C11J05000030001 - CIG 6823295927**

**OPERE D'ARTE  
PIANO DI MONITORAGGIO DELLE STRUTTURE ESISTENTI**

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	30/04/2017	Première diffusion / Prima emissione	C.BELTRAMI (-)	L.BARBERIS (MUSINET ENG.)	F.D'AMBRA (MUSINET ENG.)
A	30/09/2017	Révision suite aux commentaires TELT/ Revisione a seguito commenti TELT	C.BELTRAMI (-)	L.BARBERIS (MUSINET ENG.)	F.D'AMBRA (MUSINET ENG.)
B	29/06/2018	Modifica titolo progetto Modifications titre du projet	P.LESCE (MUSINET ENG.)	P.D'ALOISIO (MUSINET ENG.)	L.BARBERIS (MUSINET ENG.)

<b>1</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>N</b>	<b>V</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>W</b>	<b>0</b>
Cat.Lav. Cat.Trav.	Lotto/Lot		Contratto/Contrat				Opera/Oeuvre			Tratto Tronçon	Parte Partie				

<b>E</b>	<b>S</b>	<b>H</b>	<b>O</b>	<b>C</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>B</b>
Fase Phase	Tipo documento Type de document		Oggetto Object		Numero documento Numéro de document			Indice Index	

**INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE/  
/INTEGRATION SPECIALISTE**



Dott. Ing. Piero D'ALOISIO  
Albo di Torino  
N° 5193 S

**SCALA / ÉCHELLE**  
-

**IL PROGETTISTA/LE DESIGNER**



Dott. Arch. Corrado GIOVANNETTI  
Albo di Torino  
N° 2736

**L'APPALTATORE/L'ENTREPRENEUR**

**IL DIRETTORE DEI LAVORI/LE MAÎTRE D'ŒUVRE**

**SOMMAIRE / INDICE**

1. INTRODUZIONE .....	4
2. SISTEMA DI MONITORAGGIO (ESISTENTE).....	6
2.1 Aspetti generali .....	6
2.2 Viadotto Clarea .....	6
2.3 Monitoraggio delle vibrazioni .....	7
2.4 Monitoraggio del versante .....	7
2.5 Monitoraggio geotecnico .....	7
3. SISTEMA DI MONITORAGGIO (PROGETTO).....	9
3.1 Aspetti generali .....	9
3.2 Viadotto Clarea .....	10
3.3 Monitoraggio geotecnico del versante .....	11
3.4 Monitoraggio geotecnico delle berlinesi .....	11
4. VALORI DI SOGLIA .....	14
5. ALLEGATI .....	15

## **LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE**

-

## 1. INTRODUZIONE

Nell'ambito dei lavori di realizzazione della Linea Ferroviaria Alta Velocità Torino-Lione, Lotto 04C ed in particolare della realizzazione del “Nuovo Svincolo de La Maddalena sulla A32” nel comune di Chiomonte, allo sbocco Vallone Tiraculo-Rio Clarea sul versante orografico destro del rio Clarea, prima del tratto in cui lo stesso si immette nella Dora in prossimità delle “Gorge di Susa”, il presente documento ha per oggetto la definizione del piano di monitoraggio delle opere esistenti in fase di realizzazione del nuovo svincolo ed in particolare dei seguenti elementi:

- **Viadotto Clarea e nuove opere in affiancamento**
- **Opere di sostegno sul versante in sinistra orografica del torrente Clarea**
- **Opere di sostegno del piazzale di manovra**

L'attività di monitoraggio è generalmente finalizzata a registrare il comportamento di opere preesistenti contestualmente all'esecuzione di lavorazioni che ne possano disturbare l'assetto geometrico e quindi la stabilità e la resistenza strutturale.

Con riferimento al presente Progetto Esecutivo, i principali effetti indotti dalle lavorazioni e dalle nuove opere sono rappresentati da deformazioni permanenti del terreno in corrispondenza delle fondazioni esistenti, con conseguenti cedimenti differenziali, traslazionali e/o rotazionali.

Nel caso delle pile in valle, i cedimenti sono principalmente indotti dal sovraccarico esercitato dalle nuove fondazioni mentre per le opere in versante ed in particolare per quelle in sinistra orografica del torrente Clarea, tali effetti sono riconducibili principalmente all'esecuzione degli scavi e delle sistemazioni di versante.

Nella tabella successiva si riassumono le principali opere previste a progetto cui è associato un livello di influenza sulle opere preesistenti, valutato tenendo in conto della **vicinanza** e dell'**invasività** delle lavorazioni.

<b>Opera</b>	<b>Influenza sulle opere preesistenti</b>
<i>Rampa di uscita – Viadotto A</i>	<i>Bassa</i>
<i>Rampa di uscita – Viadotto B</i>	<i>Bassa</i>
<i>Rampa di uscita - Allargamento</i>	<i>Alta</i>
<i>Rampa di ingresso – Allargamento</i>	<i>Alta</i>
<i>Adeguamento sismico Clarea</i>	<i>Media</i>
<i>Galleria artificiale strada per Giaglione</i>	<i>Bassa</i>
<i>Berlinesi FF.OO. in sinistra orografica</i>	<i>Alta</i>
<i>Berlinesi piazzale di manovra</i>	<i>Media</i>

Tenuto conto della tipologia di manufatti nonché della tipologia di intervento previsto dal presente progetto, per tutta la durata del cantiere si dovranno prevedere due livelli di monitoraggio:

- monitoraggio di tipo visivo (controllo “continuo” ed immediato)
- monitoraggio di tipo numerico (elevata precisione ma necessità di interpretazione delle risultanze)

Si evidenzia che allo stato attuale, le opere esistenti sono già in parte soggette all'attività di monitoraggio conseguente alla realizzazione del deposito dello smarino (deponia) in corrispondenza del versante Sud, al fine di individuare e quantificare gli effetti deformativi indotti dall'accumulo del materiale. Tali installazioni si ritengono pienamente valide e quindi utilizzabili ai fini della presente attività di monitoraggio; si precisa inoltre che, qualora dismesse, tali installazioni andranno ripristinate contestualmente alla realizzazione dei nuovi sistemi di monitoraggio.

## 2. SISTEMA DI MONITORAGGIO (ESISTENTE)

### 2.1 Aspetti generali

Il sistema di monitoraggio delle opere interessate dall'esecuzione della deponia, attualmente attivo, si articola in:

- monitoraggio topografico delle pile, dell'impalcato e del versante;
- monitoraggio termometrico delle pile e dell'impalcato;
- monitoraggio delle pile tramite clinometri di superficie;
- monitoraggio tramite fessurimetri ed estensimetri a filo;
- monitoraggio geotecnico tramite estenso-inclinometri;
- monitoraggio piezometrico;
- monitoraggio vibrometrico;
- monitoraggio temperatura ambientale.

Di seguito si richiamano in sintesi le caratteristiche dei sistemi di monitoraggio installati, demandando ai relativi documenti di dettaglio per ulteriori specifiche (p.e. modalità di acquisizione).

Tali installazioni si ritengono pienamente valide e quindi utilizzabili ai fini della presente attività di monitoraggio; si precisa inoltre che, qualora dismesse, tali installazioni andranno ripristinate contestualmente alla realizzazione dei nuovi sistemi di monitoraggio.

### 2.2 Viadotto Clarea

Per quanto riguarda il viadotto Clarea, sono state installate due differenti sezioni di misura:

- Sezione di Tipo A: monitoraggio della pila e dell'interfaccia tra il viadotto e la pila stessa;
- Sezione di Tipo B: monitoraggio della temperatura dell'impalcato

La sezione tipo A è presente in corrispondenza delle pile P8, P9 e P10 ed è costituita da:

- N.9 mire ottiche (microprismi) per il controllo topografico 3D (CTC) di cui:
  - N.3 mire alla base della pila;
  - N.3 mire in sommità della pila (in adiacenza dell'interfaccia con il concio di testa-pila);
  - N.3 mire sull'impalcato (in adiacenza con la sommità delle pile);
- N.3 riscontri di livellazione (CPL) alla base della pila;
- N.12 termometri (TM) per la valutazione del gradiente termico all'interno del manufatto di cui
  - N.4 alla base della pila;
  - N.4 a metà altezza;
  - N.4 a metà altezza dei setti terminali.

I termometri lungo il tratto scatolare delle pile sono disposti nella mezzeria di ciascun lato mentre quelli del setto terminale sono disposti su ciascuna faccia trasversale a circa 30-40cm dallo spigolo e su lati opposti rispetto all'asse longitudinale della pila.

- N.2 clinometri di superficie biassiali (CL) per il monitoraggio delle pile sia in senso longitudinale che trasversale, di cui:
  - N.1 in sommità della pila;
  - N.1 alla base della pila.
- N.3 fessurimetrie e/o estensimetri a filo (FS3d) per il monitoraggio dei movimenti relativi tra pila ed impalcato nella direzione verticale, trasversale e longitudinale.

Per quanto concerne le pile P2, P3 e P4, la sezione A è costituita dai soli riscontro topografici.

La sezione Tipo B (ne sono state installate 8, tutte sull'impalcato della carreggiata direzione Torino) è invece costituita da:

- N.6 termometri (TM) di cui:
  - N.1 all'intradosso della soletta superiore e N.1 all'estradosso della soletta inferiore;
  - N.4 in corrispondenza degli spigoli interni del cassone, più precisamente sulle nervature, a circa 25cm dall'intradosso della soletta superiore e dall'estradosso della soletta inferiore.

### 2.3 Monitoraggio delle vibrazioni

Ad integrazione della strumentazione di cui sopra, è stato previsto un vibrometro triassiale automatico (P03\_V01) installato alla base della pila P3, individuata come una delle pile maggiormente soggette a potenziali effetti dinamici indotti dalle operazioni di cantiere.

### 2.4 Monitoraggio del versante

Per quanto concerne il monitoraggio delle condizioni di stabilità del versante, attualmente è attivo un solo punto di controllo (riscontro ottico denominato MV01), costituito da un blocco roccioso considerato significativo.

### 2.5 Monitoraggio geotecnico

Le deformazioni del terreno nella zona compresa tra il deposito del mario e l'opera autostadale sono rilevate in modo automatico attraverso l'installazione di una colonna estenso-inclinometrica allestita in un sondaggio verticale ubicato alla base del pendio del rilevato della strada che porta al piazzale degli uffici, tra le pile P3 e P9. Tale strumentazione permette di misurare gli spostamenti verticali e orizzontali del sottosuolo, alle profondità di: 5, 10, 15, 20, 30, 40, 60, 80m.

La testa di supporto della strumentazione è dotata di un riscontro topografico per poter effettuare eventuali rilievi di posizione.

Ad integrazione della colonna estenso-inclinometrica, il monitoraggio geotecnico è stato completato con l'automatizzazione del piezometro a tubo aperto esistente (profondità 30m), denominato DA2, ubicato tra la pila P3 e la zona di deposito. Al suo interno è stato installato un trasduttore di pressione a corda vibrante che consente il rilievo in continuo ed automatico dell'altezza di falda.

### 3. SISTEMA DI MONITORAGGIO (PROGETTO)

#### 3.1 Aspetti generali

Ad integrazione e completamento dell'attuale sistema di monitoraggio attivato in corrispondenza delle opere prossime alla deponia, si prevede l'installazione di analoghi dispositivi in corrispondenza dei seguenti elementi strutturali:

- **Viadotto Clarea (Salita)**
  - Pila P4, P5, P6
  - Spalla SP2
  - Impalcato P4-P5, P5-P6, P6-SP2
- **Viadotto Clarea (Discesa)**
  - Pila P11, P12
  - Spalla SP4
  - Impalcato P10-P11, P11-P12, P12-SP4
- **Allargamento Clarea (Salita)**
  - Pila UP2, UP7, UP8, UP9
  - Impalcato UP6-UP7, UP7-UP8, UP8-UP9
- **Allargamento Clarea (Discesa)**
  - Pila IP1, IP2, IP3, IP4, IP5
  - Impalcato IP1-IP2, IP2-IP3, IP3-IP4, IP4-IP5
- **Berlinesi in SX orografica torrente Clarea**
- **Berlinesi piazzale di manovra**

Entrando più in dettaglio, si prevede quanto segue:

- monitoraggio visivo delle pile, dell'impalcato e delle berlinesi;
- monitoraggio topografico delle pile, dell'impalcato, del versante e delle berlinesi;
- monitoraggio termometrico delle pile e dell'impalcato;
- monitoraggio delle pile tramite clinometri di superficie;
- monitoraggio temperatura ambientale.

I monitoraggi strumentali andranno eseguiti con frequenza mensile (max 1/mese) e comunque contestualmente alle lavorazioni principali (p.e. vari di impalcati, getti delle solette...).

Per quanto riguarda invece il monitoraggio visivo, si prevede una frequenza settimanale (max 1/settimana); le risultanze andranno annotate in appositi verbali nelle cui conclusioni andrà previsto un quadro di raffronto con le letture precedenti in modo tale da evidenziare eventuali anomalie e procedere quindi con opportune e tempestive attività di verifica.

### 3.2 Viadotto Clarea

In analogia a quanto già previsto per le pile prossime alla deponia, si prevedono le installazioni tipologiche riassunte in tabella.

Sezione tipologica di monitoraggio	Ubicazione	Tipo di installazione	Specifiche installazione
<b>A</b>	Pile P4, P5, P6, P11, P12, UP2, UP7, UP8, UP9, IP1, IP2, IP3, IP4, IP5	Mira topografica (CTC)	N.3 mire alla base N.3 mire in sommità N.3 mire su impalcato in prossimità della concio testa pila
		Riscontro di livellazione (CPL)	N.3 riscontri alla base
		Termometri (TM)	N.4 termometri (uno su ciascuna faccia) alla abse N.4 termometri a metà altezza N.4 termometri in sommità
		Clinometri (CL)	N.1 in sommità N.1 alla base
<b>A</b>	Spalle SP2, SP4	Mira topografica (CTC)	N.3 mire alla base N.3 mire in sommità
		Riscontro di livellazione (CPL)	N.3 riscontri alla base
		Clinometri (CL)	N.1 in sommità N.1 alla base
<b>B</b>	Impalcato	Termometri (TM)	N.1 all'intradosso soletta N.1 all'estradosso controsoletta N.4 agli spigoli del cassone

### 3.3 Monitoraggio geotecnico del versante

Il monitoraggio del versante orografico sinistro del torrente Clarea sarà principalmente basato su letture topografiche di mire ottiche posizionate lungo il versante stesso. Sarà inoltre integrato dalle letture ai clinometri già previsti sulle vicine spalle del viadotto Clarea esistente.

Le mire ottiche saranno installate ove possibile su appositi pilastri di fondazione installati nel terreno.

Le mire saranno disposte secondo una maglia a quinconce su due allineamenti, separati da un dislivello verticale di 5 m l'uno dall'altro e interasse (fra due mire successive di uno stesso allineamento) di 10m.

In particolare l'allineamento inferiore sarà posto a quota 672m s.l.m.m. e quello superiore a quota 677 m s.l.m.m.; quote e interasse di posizionamento diversi potranno essere definiti in fase di installazione del sistema di monitoraggio in funzione dell'effettiva accessibilità dei luoghi e di eventuali interferenze con strutture esistenti.

La lettura di zero sarà eseguita prima dell'inizio di qualsiasi attività di cantiere; le letture successive saranno effettuate con frequenza minima settimanale, che diverrà di n. 2 giornaliera durante le fasi di scavo per la realizzazione della pista di accesso per la sorveglianza del cantiere e successivamente degli scavi di fondazione delle pile UP9 e IP5.

Al termine degli scavi di fondazione e fino al ritombamento delle stesse, la frequenza diverrà di n. 2 letture /settimana fino al termine della realizzazione delle opere di fondazione e al ritombamento degli scavi secondo quanto previsto dal progetto.

In seguito, la frequenza potrà essere diminuita a n. 1 lettura settimana fino al completamento delle opere.

Le letture, in ogni fase, potranno essere infittite o diradate, in accordo con la Direzione Lavori, in funzione dell'andamento rilevato degli spostamenti nel tempo: una stabilizzazione degli spostamenti e inclinazioni potrà consentire di diradare le letture

Ulteriori letture saranno effettuate in ogni caso quando richiesto dalla DL.

### 3.4 Monitoraggio geotecnico delle berlinesi

Il monitoraggio geotecnico, in aggiunta a quanto già previsto nel sistema di monitoraggio esistente, si concentrerà principalmente su:

- deformazioni delle berlinesi previste a sostegno degli scavi per la realizzazione del piazzale di manovra e movimenti del versante retrostante;
- deformazioni delle berlinesi previste a sostegno degli scavi per la realizzazione delle pile UP9 e IP5, sul versante orografico sinistro del torrente Clarea.

Sia per le berlinesi previste sul versante sinistro del torrente Clarea che per quelle previste per la realizzazione del piazzale di manovra, si prevede di installare mire topografiche per la misura degli spostamenti e clinometri di superficie per la misura delle rotazioni, secondo quanto di seguito dettagliato.

Si realizzeranno sezioni di monitoraggio ogni 10m di sviluppo di berlinese e comunque con un numero minimo di n. 1 sezione per ciascun segmento rettilineo di berlinese (fatta eccezione per i risvolti chiamati solo a raccordare gli scavi al piano campagna).

Ciascuna sezione di monitoraggio comprenderà:

- n. 3 mire ottiche disposte in sommità della berlinese, a metà altezza (circa) dello scavo massimo e in prossimità della quota di fondo scavo;
- n. 2 clinometri di superficie, posti alla sommità e in prossimità del fondo scavo.

Gli strumenti in sommità alle berlinesi (mira ottica e clinometro) saranno installati subito dopo la realizzazione del cordolo di testa dei micropali, prima dell'inizio degli scavi.

La lettura di zero a questi strumenti avverrà subito dopo la loro installazione, anche in questo caso prima dell'inizio degli scavi.

Gli altri strumenti saranno installati a mano a mano che lo scavo raggiunge le quote previste; la lettura di zero a questi strumenti sarà effettuata prima di procedere oltre con gli scavi (ma dopo avere messo in sicurezza lo scavo con i tiranti e le travi di ripartizione eventualmente previsti a quella quota).

Le letture saranno giornaliere fino a ultimazione degli scavi, quindi si proseguirà con una frequenza di n. 2 letture / settimana, che potranno essere infittite o diradate, in accordo con la Direzione Lavori, in funzione dell'andamento rilevato degli spostamenti nel tempo: una stabilizzazione degli spostamenti e inclinazioni potrà consentire di diradare le letture.

La seguente tabella definisce la sezione tipo di monitoraggio berlinesi che si applica, in forma generale, sia alle berlinesi sul versante sinistro del torrente Clarea, sia a quelle previste per la realizzazione del piazzale di manovra.

Sez. tipo	Ubicazione	Distribuzione	Strumento	Strumenti / sezione
C	Berlinesi	1/10m di berlinese almeno 1 sezione di monitoraggio per ciascun tratto rettilineo di berlinese	Mira topografica (CTC)	n.3
			Clinometri (CL)	n. 2

**Tabella 1** – Sezione tipo monitoraggio berlinesi

Più in particolare, le quote degli strumenti (assolute o relative, a seconda dei casi), per le varie berlinesi considerate, saranno le seguenti.

<b>Pila UP9 - Berlinese di monte</b>				
Mira 1	Mira 2 <sup>(**)</sup>	Mira 3	Clinometro 1	Clinometro 2
quota [m s.l.m.]				
sommità cordolo	676.0	fondo scavo +0.5m	sommità cordolo	fondo scavo +0.5m
<b>Pila UP9 - Berlinese di valle</b>				
Mira 1	Mira 2 <sup>(**)</sup>	Mira 3	Clinometro 1	Clinometro 2
quota [m s.l.m.]				
sommità cordolo	663.0	655.7	sommità cordolo	655.7
<b>Berlinese scavo pila IP5</b>				
Mira 1	Mira 2 <sup>(**)</sup>	Mira 3	Clinometro 1	Clinometro 2
quota [m s.l.m.]				
sommità cordolo	658.2 / 661.0 <sup>(*)</sup>	655.7	sommità cordolo	655.7
<b>Berlinese piazzale di manovra</b>				
Mira 1	Mira 2 <sup>(**)</sup>	Mira 3	Clinometro 1	Clinometro 2
quota [m s.l.m.]				
sommità cordolo	675.3 <sup>(*)</sup>	fondo scavo +0.5m	sommità cordolo	fondo scavo +0.5m

<sup>(\*)</sup> quote tipiche pari a circa metà altezza di scavo, da adeguare localmente in funzione delle quote di sommità della paratia

<sup>(\*\*)</sup> ove non fosse possibile posizionare la mira 2 (vertici con altezza di scavo tendente a zero) si posizioneranno solo le mire 1 e 3

**Tabella 2** – Quota / posizione di installazione strumenti

#### 4. VALORI DI SOGLIA

I valori di soglia degli spostamenti differenziali massimi ammissibili delle pile del viadotto Clarea sono stati valutati nel corso del progetto definitivo del Deponia cui si rimanda per i dettagli ed in particolare per la giustificazione di tali valori (rif. *PP2\_MA2\_ITF\_0317\_A\_Deposito marino – Rilevato di deposito – Relazione*).

In particolare:

- cedimento differenziale verticale ammissibile tra due pile adiacenti: 1.0cm
- cedimento differenziale orizzontale ammissibile tra due pile adiacenti: 1.5cm

Questi valori sono da intendersi validi sia per la sezione di base che per quella di sommità della pila.

I valori di soglia sono pertanto considerati nella valutazione dei “*valori di attenzione*” e di “*allarme*”.

##### Cedimenti differenziali verticali

Valore di attenzione: 50% del valore limite ammissibile =  $0.50 \times 1.00 = 0.50$  cm

Valore di allarme: 70% del valore limite ammissibile =  $0.70 \times 1.00 = 0.70$  cm

##### Cedimenti differenziali orizzontale

Valore di attenzione: 50% del valore limite ammissibile =  $0.50 \times 1.50 = 0.75$  cm

Valore di allarme: 70% del valore limite ammissibile =  $0.70 \times 1.50 = 1.05$  cm

I valori di soglia considerati rappresentano i valori dei cedimenti e degli spostamenti limiti considerati in fase di progetto del viadotto ovvero tali valori rappresentano la massime distorsioni traslazionali (verticali ed orizzontali) per la quale la struttura è stata progettata e verificata.

Operativamente, i valori di soglia saranno verificati ad ogni ciclo di misura della stazione topografica e produrranno una segnalazione della soglia dopo n.3 eventi consecutivi al di fuori dei range prefissati.

Si segnala che nella documentazione d'archivio non esistono report e rilievi relativi antecedenti al piano di monitoraggio attualmente attivo.

Per eventuali ed ulteriori informazioni e dettagli, si rimanda al documento “*6146.5\_Sistema di monitoraggio delle opere autostradali – Relazione di sintesi finale*”.

## 5. ALLEGATI