

LAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

PARTE IN TERRITORIO ITALIANO – PROGETTO IN VARIANTE
(OTTEMPERANZA ALLA PRESCRIZIONE N. 235 DELLA DELIBERA CIPE 19/2015)

CUP C11J05000030001 – PROGETTO DEFINITIVO

GENIE CIVIL – OPERE CIVILI

TUNNEL DE BASE – TUNNEL DI BASE

GALERIE DE LA MADDALENA – GALLERIA DELLA MADDALENA

GALERIE MADDALENA 2 – OPERE CIVILI – GALERIE MADDALENA 2 – GENIE CIVIL

RAPPORT TECHNIQUE SUR L'AUSCULTATION – RELAZIONE TECNICA DI MONITORAGGIO

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	15/10/2016	Première diffusion PRV – Prima diffusione PRV	M. JANUTOLO (BG) C. SALOT (BG) G. QUESTI (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
A	27/01/2017	Révision suite aux commentaires TELT et passage au statut AP / Revisione a seguito commenti TELT e passaggio allo stato AP	M. JANUTOLO (BG) C. SALOT (BG) G. QUESTI (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI



CODE DOC	P	R	V	C	3	A	T	S	3	7	5	5	7	A
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	26	48	21	10	04
------------------------------	------------	----	----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ECHELLE / SCALA
-



TELT sas – Savoie Technolac - Bâtiment "Homère"
13 allée du Lac de Constance – 73370 LE BOURGET DU LAC (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952
Propriété TELT Tous droits réservés – Proprietà TELT Tutti i diritti riservati

Co projet
est cofinancé par
l'Union européenne
(DG-TREN)



Questo progetto
è cofinanziato
dall'Unione europea
(TEN-T)

SOMMAIRE / INDICE

1. INTRODUZIONE	4
1.1 Generalità.....	4
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
2.1 Quadro normativo di riferimento.....	4
2.2 Documenti di progetto	4
3. STAZIONI DI MONITORAGGIO	5
3.1 Galleria Maddalena 2 – sezioni scavate in tradizionale (primi 160 m).....	5
3.2 Galleria Maddalena 2 – sezione con conci prefabbricati.....	5
3.3 Galleria di connessione 2.....	6
3.4 Disposizioni generali per scavo in tradizionale	6
3.5 Altre misure	7
4. SOGLIE DI ATTENZIONE E DI ALLARME.....	7
4.1 Galleria Maddalena 2 – sezioni scavate in tradizionale.....	7
4.2 Galleria Maddalena 2 – sezione con conci prefabbricati.....	8
4.3 Galleria di connessione 2.....	8

RESUME / RIASSUNTO

Le présent rapport décrit le plan de surveillance prévu pour le creusement des galeries Maddalena 2 et de connexion 2.

Dans les sections creusées en méthode traditionnelle, l'auscultation prévoit la mesure des convergences à travers mire et prismes et extensomètres multibases (à partir desquels on peut déduire l'extension de la zone plastique), la mesure des contraintes dans le béton projeté avec des cellules de pression et au pied des cintres avec des cellules de chargement.

Dans les sections creusées au tunnelier à bouclier, l'auscultation prévoit des extensomètres à corde vibrante dans les voussoirs et des mires topographiques fixées aux voussoirs.

Les seuils d'attention et d'alarme sont définis en fonction des résultats des calculs effectués.

La presente relazione descrive il piano di monitoraggio previsto per lo scavo delle gallerie Maddalena 2 e di connessione 2.

Per le sezioni scavate con metodo tradizionale, il monitoraggio prevede la misura delle convergenze tramite mire e prismi ed estensimetri multibase (da cui si può dedurre anche l'estensione della fascia plastica) e la misura delle sollecitazioni nel cls proiettato tramite celle di pressione e al piede delle centine tramite celle di carico.

Nelle sezioni scavate con TBM scudata, il monitoraggio prevede estensimetri a corda vibrante nei conci e mires topografiche fissate ai conci.

Vengono definite inoltre le soglie di attenzione e di allarme sulla base dei risultati dei calcoli effettuati.

1. Introduzione

1.1 Generalità

La presente relazione descrive il sistema di monitoraggio da mettere in opera durante lo scavo della galleria Maddalena 2 e della galleria di connessione 2, fornendone le soglie di attenzione e di allarme.

Con il monitoraggio del comportamento della sezione scavata e provvista di sostegno si verificano le ipotesi ed i criteri che sono stati definiti durante la fase di progettazione. Nel caso di differenze fra il comportamento incontrato e quello previsto, i parametri ed i criteri usati per la determinazione del comportamento allo scavo ed il sostegno di prima fase devono essere rivisti. Nel caso in cui le convergenze e le sollecitazioni sui sostegni di prima fase siano maggiori di quelli previsti, è necessaria un'indagine dettagliata sui motivi del differente comportamento. Se necessario, sono da eseguire ulteriori indagini. Se invece il comportamento del sistema è migliore di quello previsto, sono comunque utili delle analisi per capirne le motivazioni ed i risultati devono essere usati per calibrare il modello.

Il piano di indagini si propone essenzialmente i seguenti obiettivi:

- Verifica tridimensionale dell'evoluzione deformativa della cavità in relazione sia al fattore tempo ed al progressivo allontanamento del fronte, sia alle caratteristiche geostrukturali e geomeccaniche dell'ammasso;
- Controllo 3D dello sviluppo della fascia plastica in avanzamento;
- Verifica dell'interazione ammasso-sistema di supporto;
- Analisi dello stato di sollecitazione nelle strutture di sostegno, con particolare attenzione ad eventuali condizioni di anisotropia tensionale.

Il sistema di monitoraggio proposto ed illustrato nel dettaglio nel seguito è stato definito rispettando le attività minime di monitoraggio del capitolato costruzioni opere civili RFI ed anche sulla base delle raccomandazioni AFTES GT19R2F1 "Méthodes d'auscultation des ouvrages souterrains".

Il monitoraggio è molto importante per scavo con metodo tradizionale al fine di controllare le convergenze ed il comportamento dei sostegni. Nel caso di TBM scudate, lo scopo principale del monitoraggio è quello di controllare lo stato tensionale e deformativo dei conci.

Il monitoraggio è previsto per le sezioni correnti (è escluso il ramo RLS di sviluppo limitato e scavato in un ammasso di buona qualità).

2. Documenti di riferimento

2.1 Quadro normativo di riferimento

Il quadro normativo di riferimento è trattato nell'allegato 4.1 del Dossier Preliminare della Sicurezza (documento PRF_C1_0003_00-00-00_10-03).

2.2 Documenti di progetto

- PRV_C3A_7540_26-48-21 Relazione tecnica descrittiva
- PRV_C3A_7541_26-48-21 Relazione tecnica e di calcolo dei sostegni
- PRV_C3A_7542_26-48-21 Relazione di calcolo del rivestimento definitivo
- PRV_C3A_7543_26-48-21 Sezione corrente – sezione tipo sostegno S2
- PRV_C3A_7544_26-48-21 Sezione corrente – sezione tipo sostegno S1

Rapport technique sur l'ascultation Maddalena 2 / Relazione tecnica di monitoraggio Maddalena 2

- PRV_C3A_7545_26-48-21 Zona di innesto con connessione 2 – sezione tipo sostegno
- PRV_C3A_7546_26-48-21 Zona di innesto con il TdB – sezione tipo sostegno
- PRV_C3A_7635_26-48-23 Sezione corrente – sezione tipo sostegno S1
- PRV_C3A_7636_26-48-23 Sezione corrente – sezione tipo sostegno S2
- PRV_C3A_7637_26-48-23 Sezione corrente – sezione tipo sostegno S3
- PRV_C3A_7550_26-48-21 Carpenterie – sezione corrente TBM
- PRV_C3A_7555_26-48-21 Stazioni di monitoraggio in avanzamento
- PRV_C3A_7639_26-48-23 Stazioni di monitoraggio in avanzamento.

3. Stazioni di monitoraggio

3.1 Galleria Maddalena 2 – sezioni scavate in tradizionale (primi 160 m)

Come si può vedere nell'elaborato PRV_C3A_7555_26-48-21, vi sono due tipi di stazioni di monitoraggio: principali e secondarie.

Le stazioni principali comprendono:

- 6 mire ottiche rimovibili
- 5 estensimetri multibase di lunghezza pari a 12 m
- 2 celle di carico idrauliche installate al di sotto del piede delle centine
- 5 celle di pressione radiali.

La distanza tra le stazioni principali varia tra 50-100 m a seconda delle condizioni geologiche ed il comportamento del sostegno.

Le stazioni secondarie comprendono solo 6 mire ottiche rimovibili. La distanza tra le stazioni secondarie varia tra 20 e 30 m a seconda delle condizioni geologiche e del comportamento del sostegno. Da notare che la stazione principale comprende le mire ottiche e quindi vale anche come stazione secondaria.

Sulla base del profilo geologico/geomeccanico PRV_C3A_7207_26-48-01, si definiscono indicativamente le PM seguenti per l'ubicazione delle stazioni principali e secondarie:

- PM 25: stazione secondaria
- PM 50: stazione principale
- PM 75: stazione secondaria
- PM 100: stazione principale
- PM 125: stazione secondaria
- PM 150: stazione principale.

3.2 Galleria Maddalena 2 – sezione con conci prefabbricati

Anche in questo caso, sono previste stazioni principali e stazioni secondarie. Nel caso delle stazioni principali, i conci sono strumentati con 6 estensimetri a corda vibrante fissati alle gabbie d'armatura lato intradosso ed estradosso in direzione tangenziale e 6 mire topografiche fissate ai conci. Nel caso delle stazioni secondarie si prevedono solo delle mire topografiche.

La distanza minima tra stazioni principali è di 500 m e tra stazioni secondarie di 250 m. Saranno comunque adattate in funzione della geologia e si prevede una stazione fondamentale ad ogni cambiamento litologico o zona di faglia incontrata.

La frequenza di lettura è variabile nel tempo in funzione dell'avanzamento della macchina e quindi della distanza dal fronte di scavo. Questa può essere eseguita 2-3 volte al giorno nei

Rapport technique sur l'ascultation Maddalena 2 / Relazione tecnica di monitoraggio Maddalena 2

primi giorni di installazione (quando il fronte è vicino), poi ogni giorno ed infine ogni settimana quanto il fronte dista 200 m e l'ammasso non presenta fenomeni dipendenti dal tempo.

Le stazioni sono rappresentate nell'elaborato PD2_C3A_3981_26-19-30.

3.3 Galleria di connessione 2

Come si può vedere nell'elaborato PRV_C3A_7639_26-48-23, è previsto l'utilizzo di due tipologie di stazioni di monitoraggio: stazioni principali e stazioni secondarie.

Stazioni secondarie

Le stazioni secondarie avranno la funzione specifica di monitorare le convergenze della sezione di scavo per stabilire l'evoluzione deformativa della cavità. I dati raccolti verranno immagazzinati in appositi data-base sempre a disposizione della direzione lavori.

L'equipaggiamento delle stazioni secondarie comprende:

- 6 mire ottiche.

La distanza tra le stazioni secondarie è di massimo 50 m. Le misure saranno effettuate fino al getto del rivestimento definitivo.

Stazioni principali

Le stazioni principali, oltre che permettere il monitoraggio delle convergenze della sezione di scavo per la definizione dell'evoluzione deformativa della cavità, permetteranno di monitorare il comportamento dell'ammasso roccioso intorno alla cavità mediante estensimetri multibase. Inoltre tali sezioni saranno dotate di strumenti per l'analisi dello stato di sollecitazione delle strutture del sostegno. I dati raccolti verranno immagazzinati in appositi data-base sempre a disposizione della direzione lavori.

L'equipaggiamento delle stazioni principali comprende:

- 6 mire ottiche rimovibili;
- 5 celle di pressione radiali, da installare nel cls proiettato
- 3 estensimetri multibase di lunghezza non inferiore a 16 m.

Sulla base del tracciato (prima in rettilineo, poi in curva), si definiscono le seguenti progressive per le stazioni principali: PM 300 (rettilineo), PM 600 (rettilineo), PM 900 (curva), PM 1000 (curva). Le condizioni geologiche previste sono piuttosto omogenee, per cui la scelta di tali progressive serve a valutare l'effetto della diversa orientazione della galleria nei confronti della scistosità. La misura sarà effettuata fino a 5 diametri del fronte o fino al getto del rivestimento definitivo.

Occorre prevedere almeno una stazione principale anche in corrispondenza della sezione di innesto con Maddalena 2 e, in modo analogo, della sezione di innesto tra Maddalena 2 e TdB.

3.4 Disposizioni generali per scavo in tradizionale

Le mire devono essere posizionate a distanza non superiore a 100 cm dal fronte di scavo e la lettura di "zero" deve essere immediata. Le mire installate sui piedritti devono essere poste ad una quota non superiore ad 1 m sopra la quota dei piani dei centri.

Rapport technique sur l'ascultation Maddalena 2 / Relazione tecnica di monitoraggio Maddalena 2

La lettura dovrà avvenire almeno con frequenza giornaliera. Allo scopo di apprezzare in modo adeguato l'effetto tempo ed allontanamento dal fronte nei primi metri, nel primo giorno dall'installazione si effettuerà una lettura ogni 4 ore e nei successivi 3 giorni una lettura ogni 12 ore.

Le distanze tra le stazioni di monitoraggio saranno comunque adattate in funzione delle effettive condizioni geologiche incontrate e del comportamento del sostegno. In particolare, dovrà essere prevista una stazione in corrispondenza di faglie, zone fratturate e cambiamenti litologici.

Per maggiori dettagli sul sistema di monitoraggio si veda il capitolato RFI.

3.5 Altre misure

Oltre alle stazioni di monitoraggio, per lo scavo in tradizionale è necessario eseguire un rilievo del fronte di scavo ad ogni avanzamento.

Inoltre, nel complesso di Clarea, sarà anche disposto un sistema per il rilevamento dei fenomeni di rockburst con metodi microsismici come messo in opera nel cunicolo esplorativo della Maddalena.

Il monitoraggio microsismico avrà le seguenti finalità:

- determinazione della posizione delle sorgenti di rocknoise
- valutazione dei livelli di magnitudo
- studio del meccanismo focale
- caratterizzazione statistica degli ammassi rocciosi in funzione del numero di eventi microsismici e della loro energia
- valutazione del rischio di rockburst.

Come proposto per il cunicolo esplorativo, qualora in alte frequenze dei sonogrammi (superiori a 250 Hz) compaiano tracce continue perduranti oltre 3 ore un sistema di allerta può essere attivato, previa verifica visiva e uditiva dell'ammasso nei primi 3 diametri dal fronte di scavo e verifica dei sonogrammi stessi.

Per maggiori dettagli sul sistema di monitoraggio si veda il capitolato RFI.

4. Soglie di attenzione e di allarme

4.1 Galleria Maddalena 2 – sezioni scavate in tradizionale

Le soglie di attenzione e di allarme riguardano le misure delle convergenze e degli sforzi sulle centine. Non si forniscono valori di pressione nel cls proiettato in quanto più difficili da definire a priori dato che l'introduzione del dispositivo di misura ne può modificare lo stato iniziale di sollecitazione.

Le soglie sono state definite sulla base del calcolo effettuato nel documento PRV_C3A_7541_26-48-21, considerando gli spostamenti radiali e sottraendo le convergenze prima del fronte di scavo.

Per la sezione tipo S2, si è considerata la sezione nei depositi fluvioglaciali, che fornisce gli spostamenti maggiori. La soglia di attenzione è stata fissata pari a circa l'80 % del valore di spostamento calcolato mentre la soglia di allarme al 120 % di tale valore. Si ottiene dunque la soglia di attenzione pari a 7 cm e la soglia di allarme pari a 10 cm. Per le centine HEB200, considerando la ripartizione degli sforzi tra centine e cls proiettato per la sezione nei depositi glaciali indifferenziati, si fissa a 730 kN la soglia di attenzione e 1090 kN la soglia di allarme.

4.2 Galleria Maddalena 2 – sezione con conci prefabbricati

Vale quanto definito nell'elaborato PD2_C3A_0452_26-19-00.

4.3 Galleria di connessione 2

Le soglie di attenzione e di allarme riguardano le misure delle convergenze. Non si forniscono valori di pressione nel cls proiettato in quanto più difficili da definire a priori dato che l'introduzione del dispositivo di misura ne può modificare lo stato iniziale di sollecitazione.

Le soglie sono state definite in funzione del comportamento dell'ammasso roccioso sulla base dei calcoli effettuati nel documento PRV_C3A_3730_26-46-20_Relazione tecnica e di calcolo dei sostegni (i calcoli della galleria di connessione sono effettuati tramite la sezione E-E dell'area di sicurezza di Clarea).

Si considera la sezione tipo S4 (denominata S3 nella galleria di connessione 2) che fornisce gli spostamenti più grandi (sebbene sempre contenuti).

Si fissa la soglia di attenzione a 2.5 cm (circa l'80% della convergenza calcolata, sottraendo la convergenza prima del fronte) e la soglia di allarme a 4 cm (circa il 120% della convergenza calcolata).