

LIAISON 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 1 – OPERE CIVILI – GALLERIA MADDALENA 1 – 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	08/02/2013	Première diffusion / Prima emissione	M. JANUTOLO (BG) L. PEANO (BG) E. GARIN (BG)		L. CHANTRON M. PANTALEO
A	15/10/2016	Première diffusion PRV – intégration du retour d'expérience de La Maddalena et rajout de la galerie de connexion 1 / Prima diffusione PRV - integrazione del ritorno di esperienza della Maddalena e aggiunta della galleria di connessione 1	M. JANUTOLO (BG) C. SALOT (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
B	27/01/2017	Révisione suite aux commentaires de TELT / Revisione a seguito commenti TELT	M. JANUTOLO (BG) C. SALOT (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
C	14/03/2017	Passage au statut AP / Passaggio allo stato AP	M. JANUTOLO (BG) C. SALOT (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI

CODE DOC	P	R	V	C	3	A	T	S	3	3	8	3	7	C
	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	20	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

Ce 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
1.2 Modifiche rispetto al Progetto Definitivo Approvato.....	4
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
2.1 Quadro normativo di riferimento.....	4
2.2 Documenti di progetto	5
3. STAZIONI DI MONITORAGGIO	5
3.1 Galleria Maddalena 1 - nicchie.....	5
3.2 Galleria Maddalena 1bis	6
3.3 Galleria di connessione 1	6
4. SOGLIE DI ATTENZIONE E DI ALLARME.....	8
4.1 Galleria Maddalena 1	8
4.2 Galleria Maddalena 1bis	8
4.3 Galleria di connessione 1	8

Rapport technique sur l'auscultation Maddalena 1 / Relazione tecnica di monitoraggio Maddalena 1

RESUME / RIASSUNTO

Le présent rapport décrit le plan de surveillance prévu pour la réalisation des niches de la galerie Maddalena 1 et pour le creusement des galeries Maddalena 1bis et de connexion 1.

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) et la mesure des contraintes dans le béton projeté avec des cellules de pression.

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 la realizzazione delle nicchie della galleria Maddalena 1 e per lo scavo delle gallerie Maddalena 1bis e di connessione 1.

Per il monitoraggio si è prevista 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.

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 delle nicchie della galleria Maddalena 1 e durante lo scavo delle gallerie Maddalena 1bis e di connessione 1 (sezione corrente), 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 geostrutturali e geomeccaniche dell'ammasso;
- Controllo 3D dello sviluppo della fascia plastica in avanzamento;
- Verifica dell'interazione ammasso-sistema di supporto.

1.2 Modifiche rispetto al Progetto Definitivo Approvato

Si elencano di seguito le variazioni rispetto allo stesso documento emesso nel Progetto Definitivo Approvato; si rimanda alla relazione PRV_C3A_3820_26-48-20 per la descrizione delle modifiche geometriche e funzionali della galleria della Maddalena.

- Integrazione del ritorno di esperienza della galleria geognostica. Il monitoraggio durante lo scavo è stato cospicuo e permette di avere un riferimento sia per la determinazione del sistema di monitoraggio che, soprattutto, durante lo scavo delle opere in oggetto, per l'interpretazione delle letture e delle registrazioni dei sistemi messi in opera. Si rimanda alla relazione PRV_C3B_7200_26-48-01 per i monitoraggi installati nel cunicolo ed i risultati di tali monitoraggi. Occorre notare che le convergenze sono state contenute. Il ritorno di esperienza permette inoltre di definire le nicchie situate negli ammassi rocciosi più fratturati in cui la messa in opera del monitoraggio risulta più importante. Inoltre, i calcoli effettuati che si basano sul ritorno di esperienza della Maddalena hanno permesso di definire le soglie di attenzione/ di allarme.
- Aggiunta delle gallerie Maddalena 1bis e di connessione 1.

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_3820_26-48-20 Relazione tecnica descrittiva
- PRV_C3A_3821_26-48-20 Relazione di calcolo sezione corrente
- PRV_C3A_3835_26-48-20 Relazione di calcolo delle nicchie
- PRV_C3A_3822_26-48-20 Nicchie NLS e NS1 a 7 – sezione tipo sostegno S1
- PRV_C3A_3823_26-48-20 Nicchie NLS e NS1 a 7 – sezione tipo sostegno S2
- PRV_C3A_7570_26-48-20 Zona di innesto, nicchia NS8 – sezione tipo sostegno S1
- PRV_C3A_7631_26-48-20 Zona di innesto, nicchia NS8 – sezione tipo sostegno S2
- PRV_C3A_3836_26-48-20 Stazioni di monitoraggio
- PRV_C3A_7634_26-48-22 Stazioni di monitoraggio in avanzamento
- PRV_C3A_7623_26-48-22 Sezione corrente doppio senso – sezione tipo sostegno S1
- PRV_C3A_7624_26-48-22 Sezione corrente doppio senso – sezione tipo sostegno S2
- PRV_C3A_7625_26-48-22 Sezione corrente doppio senso – sezione tipo sostegno S3
- PRV_C3A_7626_26-48-22 Sezione corrente senso unico – sezione tipo sostegno S1
- PRV_C3A_7627_26-48-22 Sezione corrente senso unico – sezione tipo sostegno S2
- PRV_C3A_7628_26-48-22 Sezione corrente senso unico – sezione tipo sostegno S3
- PRV_C3A_7629_26-48-22 Nicchia NS8 e NS9 – sezione tipo sostegno S1
- PRV_C3A_7630_26-48-22 Nicchia NS8 e NS9 – sezione tipo sostegno S2.

3. Stazioni di monitoraggio

3.1 Galleria Maddalena 1 - nicchie

Dato il carattere puntuale delle nicchie e considerando inoltre il fatto che la galleria in sezione corrente è già scavata al momento della realizzazione delle nicchie, vi è un solo tipo di stazione di monitoraggio che comprende:

- 4 mire ottiche rimovibili per misurare le deformazioni del cavo
- 2 estensimetri multibase di lunghezza non inferiore a 12 m per la misura delle deformazioni e dell'estensione della fascia plastica.

La lettura dovrà avvenire almeno con frequenza giornaliera fino alla stabilizzazione degli spostamenti, poi settimanale per le 4 settimane successive ed infine mensile, nel caso in cui gli spostamenti si mantengano stabili, fino al getto dei rivestimenti definitivi.

In particolare, si predisporrà tale sistema per la sezione tipo S2, ovvero quella applicata nel caso di ammassi di qualità da mediocre a discreta, mediamente fratturati. Per il caso di roccia di buona qualità (sezione tipo S1) non è necessario un monitoraggio.

Si ha una sola stazione di monitoraggio per nicchia, ubicata sull'asse (ovvero al centro) della nicchia. Le mire devono essere posizionate a distanza non superiore a 100 cm dal fronte di scavo e la lettura di “zero” deve essere immediata.

Si prevede di monitorare 4 nicchie. Sulla base del ritorno di esperienza e della geometria, si possono definire le 4 nicchie seguenti:

- La nicchia d'innesto con la connessione 1, data la sezione più grande e l'innesto tra due sezioni.

Rapport technique sur l'auscultation Maddalena 1 / Relazione tecnica di monitoraggio Maddalena 1

- Nicchia NLS5, dove sono state messe in opera nel cunicolo le sezioni F4 e F5 ed è stato rilevato un GSI che varia da 50 a 58, il che implica la messa in opera della sezione tipo S2 per l'intera nicchia (GSI<60).
- Nicchia NLS9, dove è stata messa in opera nel cunicolo la sezione F4, il che implica, secondo le regole descritte nella relazione PRV_C3A_3835_26-48-20, la messa in opera della sezione tipo S2 per l'intera nicchia. Il GSI è pari a 65 o 70. Lungo il cunicolo si sono osservati fenomeni di instabilità in calotta.
- Un'ulteriore nicchia per la tratta di cui non si è ancora a disposizione del ritorno di esperienza (ultimi 2 km circa, laddove la copertura è la più grande), che presenti un GSI attorno a 50. Nel caso non si verificasse tale eventualità, si considererà allora la nicchia NLS4, che presenta GSI di 50.

3.2 Galleria Maddalena 1bis

Siccome la galleria Maddalena 1 bis è parallela e a 50 m di distanza dalla galleria geognostica già scavata e monitorata, vi è un solo tipo di stazione di monitoraggio che 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.

Due stazioni almeno sono da predisporre lungo la galleria, una in corrispondenza del GSI più basso (pari a 45 sulla base delle attuali conoscenze), in cui si è applicata la sezione tipo S2, ed una in corrispondenza dell'applicazione della sezione tipo S1 (GSI>60).

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.

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 ora e nei successivi 3 giorni una lettura ogni 12 ore. La misura sarà effettuata fino a 5 diametri del fronte.

E' inoltre necessario eseguire un rilievo del fronte di scavo ad ogni avanzamento.

3.3 Galleria di connessione 1

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 “Méthodes d'auscultation des ouvrages souterrains”.

E' 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:

Rapport technique sur l'auscultation Maddalena 1 / Relazione tecnica di monitoraggio Maddalena 1

- 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.

La misura sarà effettuata fino a 5 diametri del fronte o fino al getto del rivestimento definitivo.

La galleria presenta un cambio di direzione importante. Si definisce quindi l'ubicazione delle stazioni ai PM 190, 635 e 970, in modo di averne una su ogni tratto di tracciato (rispettivamente 1° rettilineo – con sezione a senso unico –, curva e 2° rettilineo – entrambe con sezione a doppio senso).

Disposizioni generali

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.

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 ora e nei successivi 3 giorni una lettura ogni 12 ore.

Le distanze tra le stazioni di monitoraggio saranno comunque adattate in funzione delle condizioni geologiche e del comportamento del sostegno. In particolare, dovrà essere prevista una stazione in corrispondenza di eventuali faglie, zone fratturate e cambiamenti litologici (comunque non previsti allo stato attuale delle conoscenze).

Altre misure

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

Inoltre sarà anche disposto un sistema per il rilevamento dei fenomeni di rockburst con metodi microsismici come messo in opera nella galleria geognostica 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 la galleria geognostica, 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 1

Le soglie di attenzione e di allarme riguardano le misure delle convergenze.

Le soglie sono state definite in funzione del comportamento dell'ammasso roccioso sulla base del calcolo effettuato nel documento PRV_C3A_3835_26-48-20_Relazione di calcolo delle nicchie, considerando gli spostamenti radiali dovuti allo scavo della nicchia (sottraendo dunque agli spostamenti totali quelli dovuti allo scavo del cunicolo realizzato in precedenza). Inoltre si sottraggono le convergenze prima del fronte di scavo.

Si considera il caso di calcolo con GSI 50, 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 (entrambi ottenuti sottraendo lo spostamento prima del fronte). Si ottiene dunque la soglia di attenzione pari a 5 cm e la soglia di allarme pari a 7.5 cm.

4.2 Galleria Maddalena 1bis

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 del calcolo effettuato nel documento PRV_C3A_3821_26-48-20_Relazione di calcolo sezione corrente.

Si considera il caso di calcolo con GSI 45, 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 3.5 cm e la soglia di allarme pari a 5 cm.

4.3 Galleria di connessione 1

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 per la sezione R-R (i calcoli della galleria di connessione 1 sono effettuati tramite l'area di sicurezza di Clarea).

Le soglie sono definite solo per la sezione a doppio senso a senso di circolazione in quanto i calcoli della sezione a senso unico (sezione "piccola") forniscono spostamenti radiali millimetrici. Si considera la sezione tipo S3 (S4 per l'area di sicurezza di Clarea) che fornisce gli spostamenti più grandi (sebbene sempre contenuti).

Rapport technique sur l'auscultation Maddalena 1 / Relazione tecnica di monitoraggio Maddalena 1

Si fissa la soglia di attenzione a 3 cm (circa il 90% della convergenza calcolata, sottraendo lo spostamento prima del fronte) e la soglia di allarme a 4 cm (circa il 120% della convergenza calcolata).