

LIASON 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

GEOLOGIE – GEOLOGIA

TUNNEL DE BASE – TUNNEL DI BASE
GALERIE DE LA MADDALENA - GALLERIA DELLA MADDALENA
GALERIE GEOLOGIE, HYDROGEOLOGIE, GEOTECHNIQUE –
GALLERIA - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA, GEOTECNICA

Rapport général nœud Maddalena / Relazione generale nodo Maddalena

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	10/12/2016	Première diffusion / Prima emissione	G. MANCARI (GEODATA)	A. EUSEBIO C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
A	17/03/2017	Reception observations TELT / Recepimento osservazioni TELT	G. MANCARI (GEODATA)	A. EUSEBIO C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
B	10/04/2017	Reception observations TELT / Recepimento osservazioni TELT	G. MANCARI (GEODATA)	A. EUSEBIO C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI



CODE DOC	P	R	V	C	3	B	T	S	3	7	2	0	1	B
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3B	//	//	26	48	01	10	02
------------------------------	------------	----	----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

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 – Propriété TELT Tutti i diritti riservati

Ce projet
est financé par
l'Union européenne
(DG-TREN)



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

SOMMAIRE / INDICE

1. INTRODUZIONE	5
2. DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE	7
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	9
3.1 Inquadramento geologico di superficie	10
3.2 Inquadramento geologico a quota progetto	12
4. GALLERIA DELLA MADDALENA 2	14
4.1 Tratto Pk 0+000 – 0+120 ca.	16
4.2 Tratto Pk 0+120 – 0+200 ca.	16
4.3 Tratto Pk 0+200 – 1+150 ca.	16
4.4 Tratto Pk 1+150 – 1+350 ca.	17
4.5 Tratto tra 1+350 – 3+060 ca.	17
5. SITO DI SICUREZZA DI CLAREA	18
6. GALLERIA DI CONNESSIONE 1	20
7. GALLERIA DI CONNESSIONE 2	22
8. GALLERIA MADDALENA 1BIS	24

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Schema planimetrico del settore nodo Maddalena- Sito di sicurezza di Clarea – Tunnel di Base (figura non in scala).	8
Figura 2 – Schema 3D del settore nodo Maddalena- Sito di sicurezza di Clarea – Tunnel di Base.	8
Figura 3 – Tracciati delle opere relative al nodo Maddalena – Sito di Clarea.	10
Figura 4 – Stralcio carta geologica del settore Maddalena –Sito di Clarea –Tunnel di Base. .	11
Figura 5 – Ricostruzione geologica 3D del settore Maddalena –Sito di Clarea –Tunnel di Base.	13
Figura 6 – Stralcio del profilo geologico-geomeccanico della Galleria della Maddalena 2. ...	15
Figura 7 – Sezione geomeccanica in pianta del Sito di sicurezza di Clarea.	19
Figura 8 – Stralcio profilo geologico-geomeccanico longitudinale della Galleria di Connessione 1.	22
Figura 9 – Stralcio profilo geologico-geomeccanico longitudinale della Galleria di Connessione 2.	24
Figura 10 – Stralcio profilo geologico-geomeccanico longitudinale della Galleria Maddalena 1bis.	26

RESUME / RIASSUNTO

La présente étude fait partie du Projet de Référence en Variante de la Nouvelle Ligne Ferroviaire Turin-Lyon et vise à la description géologique, géomécanique, hydrogéologique des nouveaux ouvrages réalisés dans le cadre de cette étape de la conception.

La variante « sécurité » implique une série de modifications au projet « Progetto Definitivo Approvato », est expressément prévu dans cette nouvelle phase de l'étude un déplacement à la Maddalena du point d'attaque de l'excavation de la partie italienne du Tunnel de Base, précédemment situé à Susa.

La relocalisation du point d'attache de l'excavation, ainsi que impliquer le déplacement du chantier principal de Susa à La Maddalena, détermine la nécessité de concevoir et de construire des nouveaux ouvrages souterrains dans la zone située entre La Madalena de Chiomonte et la pk (BP) 52+500 et 54+000 du Tunnel de Base, traversant la moyenne/basse Val Clarea.

Ces nouveaux ouvrages sont les suivants:
Tunnel de La Maddalena (avec portail situé à La Maddalena, dans la commune de Chiomonte) avec fonction de ventilation de la zone de sécurité de Clarea et d'extraction des fumées du Tunnel de Base et en partie pour le stockage permanent des roches vertes provenant de l'excavation du Tunnel de Base.

Tunnel de Connexion 1 de longueur totale de 1056 m, avec une pente maximale dell'8.45% avec fonction d'accès partiel pour les véhicules bimodaux et de sauvetage et de liaison du tunnel exploratoire de La Maddalena avec la zone de sécurité de Clarea au pk 52+589,5 BP du Tunnel de Base.

Tunnel de Connexion 2 de longueur totale de 1058,2 m, avec une pente maximale de 3,86%, avec fonction de ventilation partielle et d'extraction des fumées et de connexion du tunnel de la Maddalena 2 avec la zone de sécurité de Clarea au pk 52 + 589,5 BP du Tunnel de base.

Il presente elaborato si inquadra nell'ambito del Progetto di Riferimento in Variante della Nuova Linea Ferroviaria Torino-Lione ed è finalizzato alla descrizione di carattere geologico, geomeccanico, idrogeologico relativa alle nuove opere sviluppate nell'ambito di questa fase progettuale.

La variante sicurezza comporta una serie di modifiche al progetto di Progetto Definitivo Approvato, nello specifico è prevista in questa nuova fase di studio lo spostamento alla Maddalena dell'attacco dello scavo del lato italiano del Tunnel di Base, in precedenza ubicato a Susa.

La delocalizzazione del punto di attacco dello scavo, oltre a comportare lo spostamento del principale cantiere da Susa alla Maddalena, determina la necessità di progettare e realizzare nuove opere in sotterraneo nel settore compreso tra la Maddalena di Chiomonte e circa le pk (BP) 52+500 e 54+000 del Tunnel di Base, attraversando la medio-bassa Val Clarea.

Queste nuove opere sono:

Galleria della Maddalena 2 (con portale situato alla Maddalena, in comune di Chiomonte) con funzione di ventilazione dell'area di sicurezza di Clarea e di estrazione fumi del Tunnel di Base e in parte per lo stoccaggio irreversibile delle rocce verdi provenienti dallo scavo del Tunnel di Base.

Galleria di connessione 1 di lunghezza totale di 1056 m, con una pendenza massima dell'8.45%, con funzione di parziale accesso dei veicoli bimodali e di soccorso e di collegamento del Cunicolo esplorativo della Maddalena all'area di sicurezza di Clarea in corrispondenza della progressiva pk 52+589.5 BP del Tunnel de Base.

Galleria di connessione 2 di lunghezza totale di 1058.2 m, con una pendenza massima del 3.86 % con funzione di parziale ventilazione e di estrazione fumi e di collegamento della Galleria della Maddalena

Rapport général nœud Maddalena / Relazione generale nodo Maddalena

Galerie Maddalena 1 bis de longueur totale de 1159 m tunnel, avec une pente maximale de 1,1%, avec fonction de stockage irréversible des roches vertes provenant de l'excavation du Tunnel de Base.

En outre, sont partie de cette phase de variante, aussi les modifications suivantes par rapport au projet de « Progetto Definitivo Approvato »:

Déplacement du site de sécurité Clarea de la position précédente de « Progetto Definitivo Approvato » à la position actuelle entre environ les pk 51+700-52+ 600 du Tunnel de Base ; dans la phase précédente du « Progetto Definitivo Approvato » le tunnel géognostique avait la fonction d'accès pour les véhicules bimodaux et de service de sauvetage à la zone de sécurité de Clarea sur toute sa longueur. L'actuelle variante à la conception entraîne le déplacement de la zone de sécurité et donc à l'utilisation d'une partie seulement du tunnel pour l'accès de secours. Pour le tronçon restant de la galerie, il est prévu la mise en dépôt de roches vertes. Voir à ce sujet la relation PRV_C30_7190_20-00-50_10-02.

Elimination du tunnel de ventilation de Clarea, prévu dans la précédente phase de « Progetto Definitivo Approvato » sur le versant droit de la Val Clarea.

Pour la conception de ces nouveaux ouvrages et les considérations géologiques ont été principalement utilisé les nouvelles données provenant de l'excavation du tunnel géognostiques de La Maddalena.

Les tracés des nouveaux ouvrages traversent pour leur plein développement le Massif cristallin d'Ambin que affleure largement sur le côté gauche de la moyenne et haute Vallée de Susa, en dessous des unités océaniques pertinent à la Zone Piémontaise.

2 all'area di sicurezza di Clarea in corrispondenza della progressiva pk 52+589.5 BP del Tunnel de Base.

Galleria Maddalena 1bis di lunghezza totale di 1159 m, con pendenza massima dell'1.1%, con funzione di stoccaggio irreversibile delle rocce verdi provenienti dallo scavo del Tunnel di Base.

Inoltre, fanno parte di questa fase di Variante anche le seguenti modifiche rispetto al progetto di Progetto Definitivo Approvato:

spostamento del Sito di sicurezza di Clarea dalla precedente posizione di Progetto Definitivo Approvato all'attuale posizione compresa tra circa le pk 51+700 – 52+600 del Tunnel di Base nella precedente fase di Progetto Definitivo Approvato il Cunicolo esplorativo aveva la funzione di accesso dei veicoli bimodali e dei servizi di soccorso all'area di sicurezza di Clarea per tutta la sua lunghezza. L'attuale variante progettuale porta allo spostamento dell'area di sicurezza e quindi all'utilizzo di solo una parte della galleria per l'accesso dei soccorsi. Per la restante tratta della galleria, si prevede la messa in deposito delle rocce verdi. Si veda a questo proposito la relazione PRV_C30_7190_20-00-50_10-02.

Eliminazione della Galleria di Ventilazione di Clarea, prevista nella precedente fase di Progetto Definitivo Approvato sul versante destro della Val Clarea.

Per la progettazione di queste nuove opere e le considerazioni di carattere geologico sono stati principalmente utilizzate le nuove informazioni provenienti dallo scavo del Cunicolo esplorativo della Maddalena.

I tracciati delle nuove opere attraversano per il loro intero sviluppo il basamento cristallino del Massiccio d'Ambin che affiora diffusamente sul versante sinistro della media e alta Val di Susa, al di sotto delle Unità Oceaniche di pertinenza della Zona Piemontese.

1. Introduzione

Il presente elaborato si inquadra nell'ambito del Progetto di Riferimento in Variante della Nuova Linea Ferroviaria Torino-Lione ed è finalizzato alla descrizione di carattere geologico, geomeccanico ed idrogeologico relativa alle nuove opere sviluppate nell'ambito di questa fase progettuale.

La variante sicurezza comporta una serie di modifiche al progetto di Progetto Definitivo Approvato, nello specifico, in questa nuova fase di studio, è prevista lo spostamento alla Maddalena di Chiomonte dell'attacco dello scavo del lato italiano del Tunnel di Base, in precedenza ubicato a Mompantero.

La delocalizzazione del punto di attacco dello scavo, oltre a comportare lo spostamento del principale cantiere da Susa alla Maddalena, determina la necessità di progettare e realizzare nuove opere in sotterraneo nel settore compreso tra la Maddalena di Chiomonte e il tracciato del Tunnel di Base nell'intorno delle pk (BP) 52+500 e 54+000.

Nel dettaglio le nuove opere previste sono:

- **Galleria della Maddalena 2** di lunghezza totale di 3058 m (con portale situato alla Maddalena, in comune di Chiomonte) con funzione di ventilazione del Sito di sicurezza di Clarea, di estrazione fumi del Tunnel di Base e in parte per lo stoccaggio irreversibile delle rocce verdi provenienti dallo scavo del Tunnel di Base.
- **Galleria di connessione 1** di lunghezza totale di 1056 m, con una pendenza massima dell'8.45% con funzione di parziale accesso dei veicoli bimodali, di soccorso e di collegamento del Cunicolo esplorativo della Maddalena all'area di sicurezza di Clarea in corrispondenza della progressiva pk 52+589.5 BP del Tunnel de Base.
- **Galleria di connessione 2** di lunghezza totale di 1058.2 m, con una pendenza massima del 3.86 % con funzione di parziale ventilazione, di estrazione fumi e di collegamento della Galleria della Maddalena 2 al Sito di sicurezza di Clarea in corrispondenza della progressiva pk 52+589.5 BP del Tunnel de Base.
- **Galleria Maddalena 1bis** di lunghezza totale di 1159 m, con pendenza massima dell'1.1%, con funzione di stoccaggio irreversibile delle rocce verdi provenienti dallo scavo del Tunnel di Base.

Inoltre, fanno parte di questa fase di Variante anche le seguenti modifiche rispetto al progetto di Progetto Definitivo Approvato:

- **spostamento del Sito di sicurezza di Clarea** dalla precedente posizione di Progetto Definitivo Approvato all'attuale posizione compresa tra circa le pk 51+760 – 52+590 del Tunnel di Base. Nella precedente fase di Progetto Definitivo Approvato il Cunicolo esplorativo aveva in fase di esercizio la funzione di accesso dei veicoli bimodali e dei servizi di soccorso al Sito di sicurezza di Clarea per tutta la sua lunghezza. L'attuale variante progettuale porta allo spostamento del Sito di sicurezza e quindi all'utilizzo di solo una parte della galleria per l'accesso dei soccorsi. Per la restante tratta del Cunicolo esplorativo, si prevede la messa in deposito delle rocce verdi. Si veda a questo proposito la relazione PRV_C30_7190_20-00-50_10-02 e PRV_C3A_3820_26-48-20_10-01.
- **eliminazione della Galleria di Ventilazione di Clarea**, prevista nella precedente fase di Progetto Definitivo Approvato sul versante destro della Val Clarea.

Rapport général nœud Maddalena / Relazione generale nodo Maddalena

Per la progettazione di queste nuove opere e le considerazioni di carattere geologiche sono stati principalmente utilizzate le informazioni provenienti dallo scavo del Cunicolo esplorativo della Maddalena.

2. Descrizione generale delle opere

Nelle Figura 1 e Figura 2 sono presentati gli schemi geometrici relativi alla zona in cui si colloca il nodo delle gallerie del settore Maddalena –Sito di Clarea –Tunnel di Base.

- Il Cunicolo esplorativo della Maddalena (di seguito anche indicato come Galleria di Maddalena 1) presenta i primi 2220 m dedicati all'accesso dei servizi di soccorso (in fase di cantiere per i lavori di realizzazione dell'area di sicurezza) e la restante tratta per lo stoccaggio delle rocce verdi. La pendenza massima è del 3.3%. Lungo la galleria Maddalena 1 nella tratta di accesso dei servizi di soccorso sono previste 7 nicchie di incrocio dei veicoli. Lungo la tratta destinata alla messa in deposito sotterraneo delle rocce verdi, sono previste 15 nicchie per la logistica di stoccaggio.
- Galleria Maddalena 1bis di lunghezza totale di 1159 m, con pendenza massima dell'1.1%, con funzione di stoccaggio irreversibile delle rocce verdi provenienti dallo scavo del Tunnel di Base. Rispetto alla Galleria Maddalena 1, la galleria Maddalena 1 bis presenta tracciato parallelo con distanza di circa 50 m ed è compresa tra le Pk 4+900 e 6+000 della Galleria Maddalena 1.
- La Galleria di Maddalena 2 ha una lunghezza totale di 3058.3 m, di cui i primi 2144 m dedicati alla ventilazione e la restante tratta per lo stoccaggio delle rocce verdi. Nel dettaglio fino all'innesto con la galleria di connessione 2 (PM 2035), presenta funzione di ventilazione dell'area di sicurezza di Clarea e di estrazione fumi del Tunnel di Base. Queste funzioni continuano con la galleria di connessione 2, mentre nella tratta rimasta di Maddalena 2 si effettua lo stoccaggio irreversibile delle rocce verdi e non sarà più accessibile in fase di esercizio. La pendenza massima è del 4 %.
- La Galleria di connessione 1 ha una lunghezza totale di 1056 m, con una pendenza massima dell'8.45%., con funzione di parziale accesso dei veicoli bimodali, di soccorso e di collegamento del Cunicolo esplorativo della Maddalena all'area di sicurezza di Clarea.
- La Galleria di connessione 2 ha una lunghezza totale di 1058.2 m, con una pendenza massima del 3.86 %, con funzione di parziale ventilazione, di estrazione fumi e di collegamento della Galleria della Maddalena 2 al Sito di sicurezza di Clarea in corrispondenza della progressiva pk 52+589.5 BP del Tunnel de Base.

Rapport général nœud Maddalena / Relazione generale nodo Maddalena

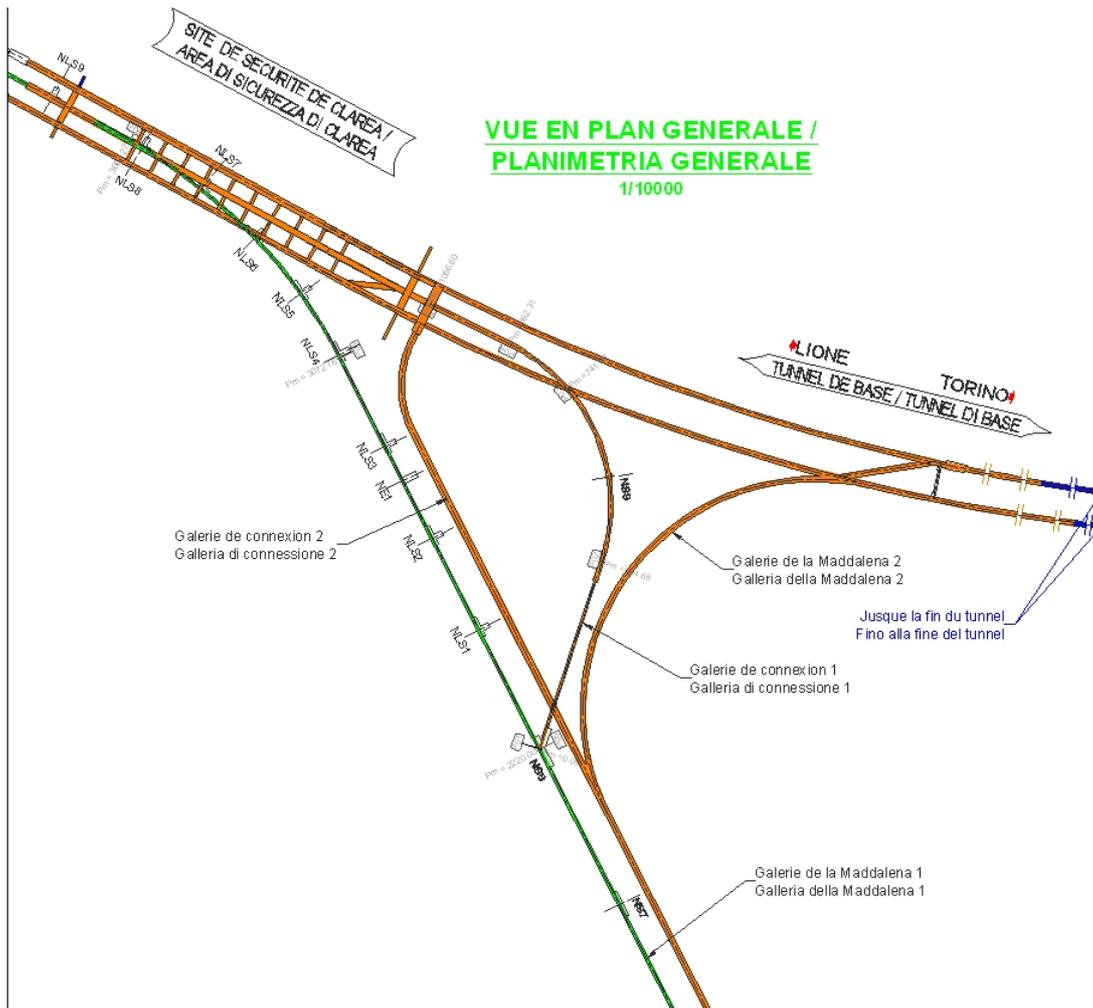


Figura 1 – Schema planimetrico del settore nodo Maddalena- Sito di sicurezza di Clarea – Tunnel di Base (figura non in scala).

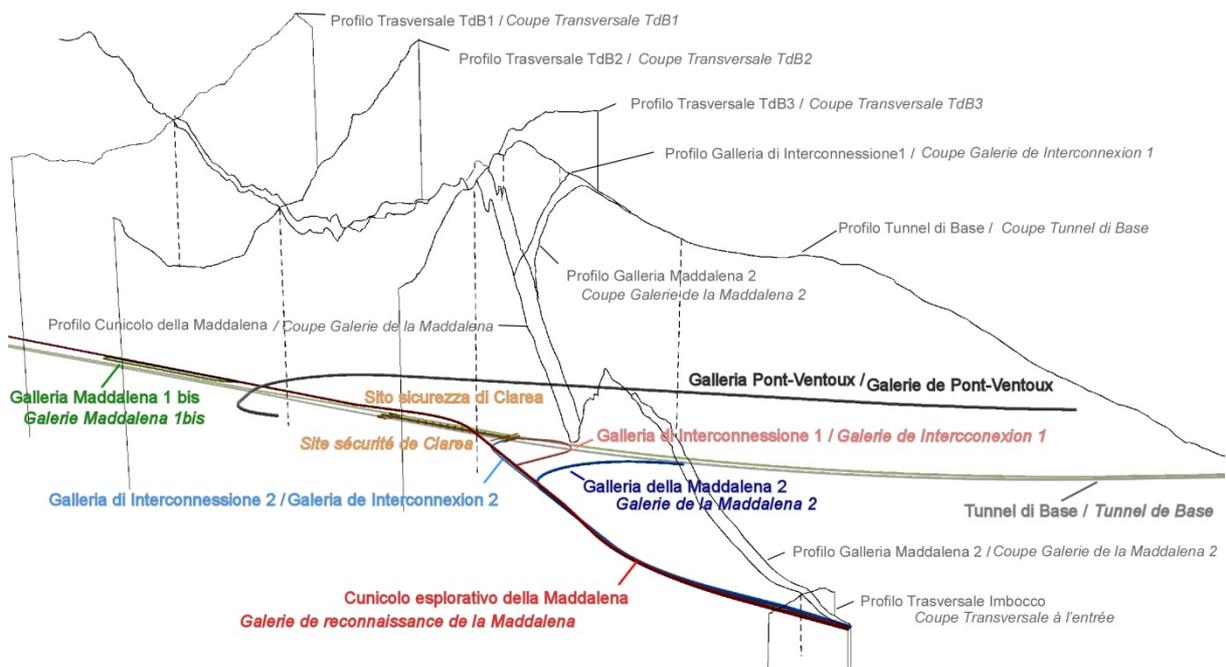


Figura 2 – Schema 3D del settore nodo Maddalena- Sito di sicurezza di Clarea – Tunnel di Base.

Rapport général nœud Maddalena / Relazione generale nodo Maddalena

Come accennato in precedenza, la variante progettuale ha come conseguenze la sostituzione della galleria di ventilazione di Val Clarea prevista in Progetto Definitivo Approvato con una nuova galleria denominata Maddalena 2 (con portale situato alla Maddalena, in comune di Chiomonte) e lo scavo di questa galleria con una TBM scudata che si innesta poi nel Tunnel di Base proseguendo sul Binario Pari dello stesso fino al portale di Susa.

Siccome la TBM si innesta sul Tunnel di Base alla pk 53+514 mentre il Sito di sicurezza di Clarea è previsto più a monte, la Galleria di Connessione 2 permette di congiungere la Galleria Maddalena 2 con la caverna tecnica del Sito di Sicurezza.

Fino all'innesto con la Galleria di Connessione 2 (PM 2035), la Galleria Maddalena 2 presenta la funzione di ventilazione del Sito di sicurezza di Clarea e di estrazione fumi del Tunnel di Base. Queste funzioni continuano con la Galleria di Connessione 2, mentre nella tratta rimasta di Maddalena 2 si effettua lo stoccaggio irreversibile delle rocce verdi e non sarà più accessibile in fase di esercizio.

Il Cunicolo esplorativo della Maddalena è un'opera realizzata ai fini di una migliore conoscenza geologica/geomeccanica/idrogeologica dell'ammasso roccioso. Dal portale situato alla Maddalena, in comune di Chiomonte, la galleria si avvicina al Tunnel di Base e successivamente si dispone tra le due canne del Tunnel di Base, in posizione superiore e correndo parallela ad esse, per una lunghezza di circa 4 km sui 7.02 km totali.

Nel Progetto Definitivo Approvato la galleria aveva la funzione di accesso dei veicoli bimodali e dei servizi di soccorso al Sito di sicurezza di Clarea per tutta la sua lunghezza. La variante progettuale a seguito della prescrizione n. 235 in fase di approvazione del Progetto Definitivo da parte del CIPE porta allo spostamento del Sito di sicurezza e quindi all'utilizzo di solo una parte della galleria per l'accesso dei soccorsi. Per la restante tratta della galleria, si prevede la messa in deposito delle rocce verdi. Si veda a questo proposito la relazione PRV_C30_7190_20-00-50_10-02.

La tratta di galleria destinata in esercizio all'accesso dei soccorsi, con la relativa Galleria di Connessione 1, sarà utilizzata in fase cantiere per i lavori di realizzazione del Sito di sicurezza.

Lungo la Galleria di Maddalena 1 nella tratta di accesso dei servizi di soccorso sono previste 7 nicchie di incrocio dei veicoli.

All'innesto con la Galleria di Connessione 1, è prevista una sezione allargata, con un ramo di inversione dei veicoli e lo spazio per una cabina telecomunicazione.

Lungo la tratta della Galleria di Maddalena 1 destinata alla messa in deposito sotterraneo delle rocce verdi, sono previste 27 nicchie per la logistica di stoccaggio. Inoltre sono integrate le nicchie esistenti.

3. Inquadramento geologico generale

Le nuove opere previste in questa fase di Variante costituiscono una serie di gallerie accessorie propedeutiche per lo scavo del Tunnel di Base e del Sito di Sicurezza di Clarea.

Il settore in cui si ubicano le opere è indicato nella Figura 3. Come anticipato in precedenza, le nuove opere interessano il settore compreso tra la zona della Maddalena di Chiomonte e la media e alta Val Clarea, per buona parte sul suo versante sinistro.

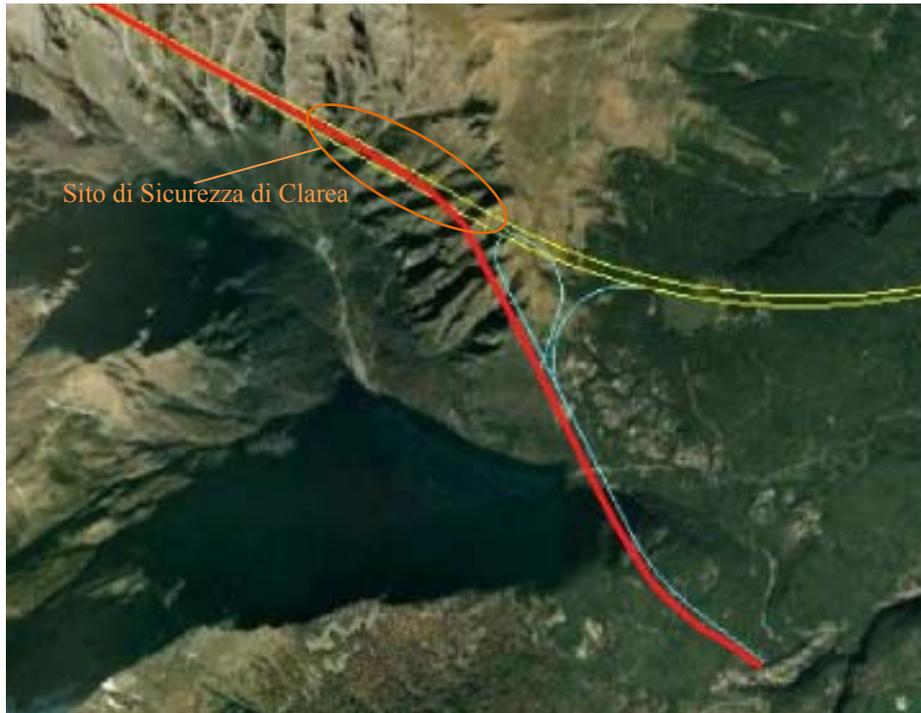


Figura 3 – Tracciati delle opere relative al nodo Maddalena – Sito di Clarea.

3.1 Inquadramento geologico di superficie

I tracciati delle nuove gallerie attraversano per il loro intero sviluppo il basamento cristallino del Massiccio d'Ambin che affiora diffusamente sul versante sinistro della media e alta Val di Susa, al di sotto delle Unità Oceaniche di pertinenza della Zona Piemontese. All'interno di questa unità si distingue un basamento cristallino, costituito da due complessi polimetamorfici distinti e sovrapposti in una tipica struttura a "cipolla" (Complesso di Clarea e Complesso di Ambin), e una copertura mesozoica conservata in lembi.

- Il Complesso di Ambin è costituito da rocce metamorfiche quali gneiss leucocrati massicci a giadeite ("Gneiss aplitici" (auct.)) e gneiss occhiadini ad albite e clorite (paragneiss e micascisti albitico-cloritici con livelli di micascisti quarzoso-conglomeratici).
- Il Complesso di Clarea affiora geometricamente in posizione inferiore rispetto al Complesso di Ambin ed è costituito da micascisti e gneiss minuti albitizzati pervasivamente riequilibrati in facies scisti blu e micascisti con tessiture e paragenesi in facies anfibolitica di età pre-alpina preservate. Del Complesso di Clarea fanno anche parte corpi e livelli di metabasiti budinate con relitti di associazioni metamorfiche pre-alpine.
- La copertura mesozoica invece, affiora limitatamente nella parte bassa della Val Clarea e lungo il confine di stato. Essa comprende una successione "autoctona" costituita principalmente da micascisti foliati e crenulati e livelli di carbonati e una successione "alloctona" i cui termini prevalenti sono rappresentati da due formazioni: le quarziti del rio Seguret e i Calcescisti della Beaume (mi).

Le Quarziti del Rio Seguret sono rocce a grana fine di colore bianco-verdastro, caratterizzate da un fabric massiccio ed una composizione prevalentemente quarzosa. Esse comprendono quarziti massicce, listate di colore bianco-verdastro, con locali livelli di quarzo-micascisti a cloritoide. I Calcescisti della Beaume sono rocce compatte, biancastre, con grana grossolana, costituite da calcescisti albitici a rara mica

bianca e quarzo con intercalazioni di breccie e clasti centimetrici di marmi, dolomie triassiche e micascisti.

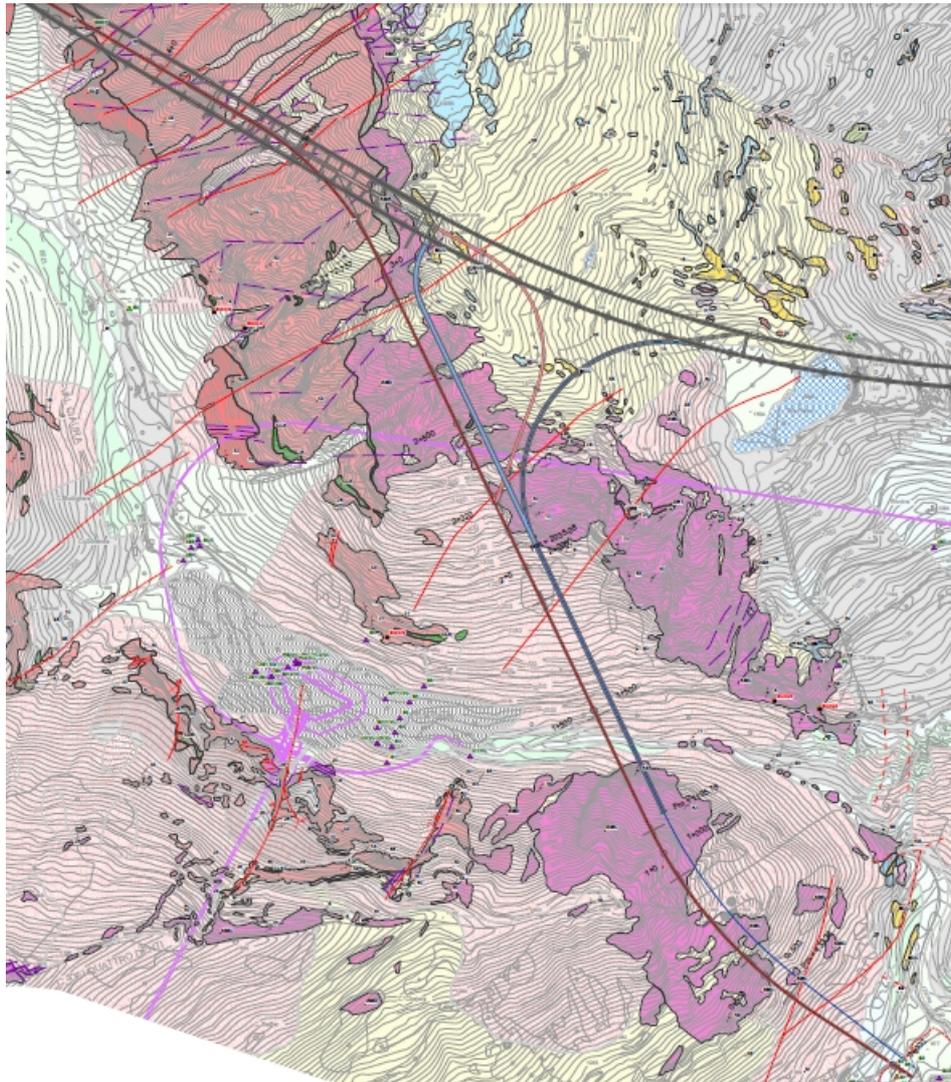


Figura 4 – Stralcio carta geologica del settore Maddalena –Sito di Clarea –Tunnel di Base.

I dati di superficie mettono evidenziano come la tettonica fragile, post-metamorfica, sviluppa famiglie di fratture a persistenza variabile, generalmente ettometrica, con estensione e ricorrenza seguibile anche per alcuni chilometri; tali strutture esercitano un marcato controllo sull'assetto strutturale dell'area. Le principali famiglie di fratture sono orientate lungo direttrici N60-70E e N120E e secondariamente N20E e N160E.

Il sistema di fratturazione più persistente, con la maggiore distribuzione areale e con le maggiori evidenze morfologiche, risulta essere quello orientato N60-70E. Tale sistema interessa non solo la media-alta Valle di Susa, ma coinvolge i versanti rocciosi fino all'alto vallone d'Ambin, dove origina trincee, sdoppiamenti di cresta e piccole depressioni allungate sommitali legate a fenomeni di Deformazioni Gravitative Profonde di Versante (DGPV). Le fratture appartenenti a questo sistema sono caratterizzate da immersione prevalente a SE con valori d'inclinazione maggiori di 60° fino a subverticali.

Il sistema di fratture N60-70E è generalmente associato a piani di taglio con analoga orientazione, caratterizzati da persistenze prevalentemente ettometriche e spaziatura variabile tra i 200 m ed i 1000 m. Si tratta in maggioranza di strutture relativamente poco mature,

Rapport général nœud Maddalena / Relazione generale nodo Maddalena

generalmente segmentate, la cui proiezione in profondità non è generalmente così diretta. L'insieme dei diversi segmenti di persistenza ettometrica può in taluni casi suggerire la presenza di strutture con sviluppo chilometrico. Si tratterebbe tuttavia di strutture che, anche in base alle evidenze di terreno, risulterebbero comunque formate da un insieme di piani con estensione laterale limitata più che da un piano discreto continuo di estensione laterale elevata.

La cinematica di queste faglie testimonia più episodi di riattivazione, ma nel complesso sembra essere caratterizzata prevalentemente da movimenti normali con componente di trascorrenza destra, associati a fasi estensionali tardive che hanno coinvolto la catena.

A scala regionale l'insieme di queste discontinuità appartiene ad un'ampia zona di deformazione che coinvolge principalmente il basamento e le coperture dell'unità d'Ambin, dalla zona M. Seguret fino alla Val Cenischia e all'alta Val Clarea (Col Clapier- Lago di Savine), nota come "zona di deformazione Seguret-Col Clapier" (ZSC), caratterizzata dalla presenza di sistemi di Master Joints. Nella ZSC i versanti rocciosi sono tagliati da discontinuità persistenti sub parallele alle principali incisioni vallive.

3.2 Inquadramento geologico a quota progetto

Dal punto di vista geologico di sottosuolo, le informazioni acquisite nello scavo del Cunicolo esplorativo della Maddalena hanno sottolineato una buona corrispondenza tra i dati raccolti in profondità e le evidenze di superficie.

Come già precedentemente accennato, i dati provenienti dal ritorno di esperienza della Maddalena (si veda anche elaborato PRV_C3B_7200_26-48-01_10-01) costituiscono la base su cui è stato elaborato il Modello Geologico relativo alle nuove opere introdotte in questa fase di variante.

In considerazione della notevole vicinanza tra alcuni dei tracciati delle nuove opere e quello del Cunicolo della Maddalena buona parte delle previsioni geologiche sulle nuove opere hanno un elevato grado di affidabilità, in modo particolare lungo la Galleria Maddalena 1bis, lungo il tratto rettilineo della Galleria della Maddalena 2 e lungo il tracciato della Galleria di Connessione 2.

Nel tratto di massiccio in cui si localizzano le nuove opere, il Cunicolo esplorativo della Maddalena non ha incontrato particolari criticità, le condizioni geomeccaniche sono risultate da ottime nel primo settore degli gneiss aplitici del Complesso di Ambin, a medio-buone fino a circa pk 3+000; nel settore compreso tra le pk 4+900 e 6+000, ove si localizza la Galleria della Maddalena 1bis, il Cunicolo esplorativo della Maddalena ha riscontrato condizioni geomeccaniche variabili da discrete a buone.

Allo stesso tempo anche dal punto di vista idrogeologico non si sono avuti particolari problemi e le venute d'acqua al fronte e in galleria sono state di portate molto limitate.

Nella Figura 5 è presentato uno stralcio geologico 3D del settore relativo al nodo Maddalena – Sito di Clarea – Tunnel di Base.

Rapport général nœud Maddalena / Relazione generale nodo Maddalena

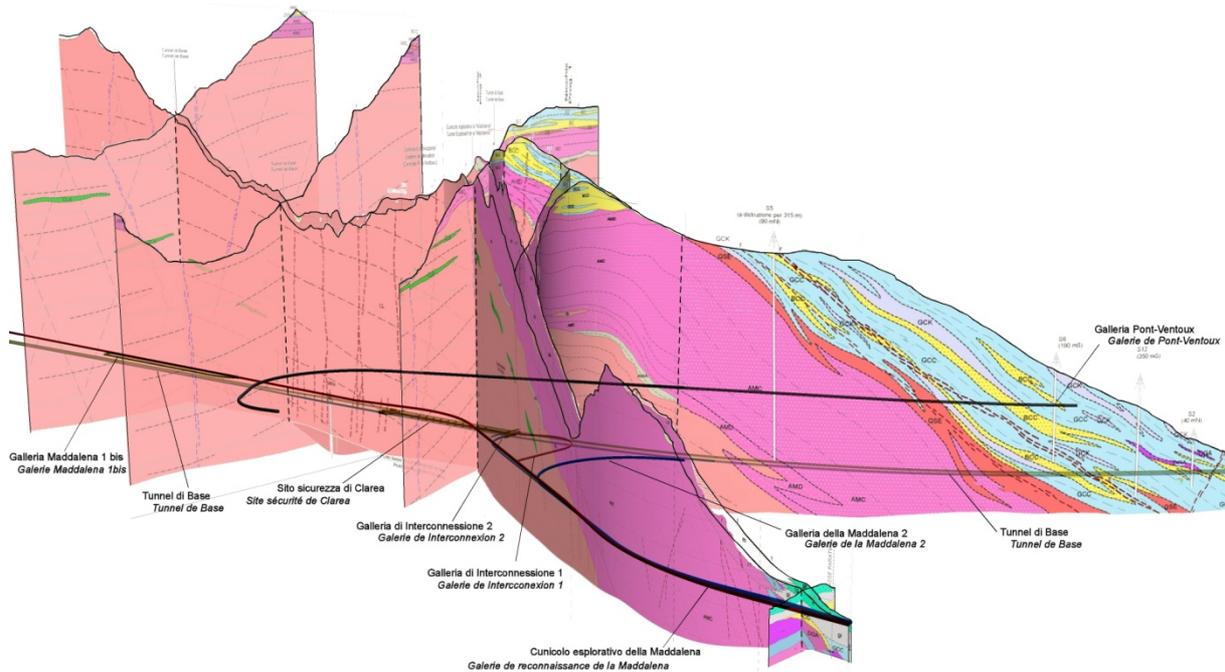


Figura 5 – Ricostruzione geologica 3D del settore Maddalena –Sito di Clarea –Tunnel di Base.

Per una descrizione dettagliata delle condizioni geologiche si rimanda ai prossimi capitoli specifici per le diverse opere e agli elaborati grafici:

- ✓ PRV_C3B_7202_26-48-01_30-01 - Carta geologico-geomorfologica;
- ✓ PRV_C3B_7205_26-47-01_40-02 - Sezione geomeccanica - Area di sicurezza di Clarea;
- ✓ PRV_C3B_7206_26-48-01_40-01 - Profilo geomeccanico as-built con applicazione delle sezioni tipo - Galleria Maddalena 1;
- ✓ PRV_C3B_7207_26-48-01_40-03 - Profilo geologico-geomeccanico Galleria della Maddalena 2;
- ✓ PRV_C3B_7208_26-48-01_40-04 - Profilo geologico-geomeccanico gallerie di connessione 1 e 2;
- ✓ PRV_C3B_7209_26-48-01_40-05 Profilo idrogeologico in asse alla Galleria della Maddalena 2;
- ✓ PRV_C3B_7210_26-48-01_40-06 - Profilo idrogeologico in asse gallerie di connessione 1 e 2;
- ✓ PRV_C3B_7213_26-48-01_40-09 - Modellazione 3D - Nodo Maddalena;
- ✓ PRV_C3B_7214_26-48-01_40-07 – Profilo geologico-geomeccanico e idrogeologico in asse alla Galleria Maddalena 1bis.

4. Galleria della Maddalena 2

Il tracciato della Galleria della Maddalena 2 si svilupperà per buona parte con andamento parallelo e molto prossimo a quello dell'attuale Cunicolo esplorativo della Maddalena, per tale motivo le informazioni raccolte durante lo scavo di quest'ultimo possono, a seconda dei settori, essere proiettate sulla Maddalena 2 con grado di affidabilità medio-elevato. È quindi altamente probabile che le stesse strutture geologiche e le medesime condizioni idrogeologiche saranno incontrate nello scavo della Maddalena 2 e, almeno per il tratto parallelo, all'incirca alle stesse progressive. Le condizioni geologico-strutturali e idrogeologiche attese saranno verosimilmente quelle incontrate nel Cunicolo esplorativo e il modello geologico lungo il tracciato della galleria Maddalena 2 sarà pertanto affine alle condizioni riscontrate nel Cunicolo esplorativo della Maddalena, almeno nel tratto in cui i due tracciati delle gallerie corrono paralleli.

A livello generale, per tale settore, le informazioni ricavate dallo scavo del Cunicolo esplorativo presentano un quadro geologico generalmente buono, con qualità dell'ammasso roccioso principalmente da buona a ottima e buona corrispondenza delle condizioni di scavo. Le sezioni tipo applicate nel primo tratto del Cunicolo (corrispondente a buona parte del tracciato della Maddalena 2) sono state di tipo leggero, generalmente senza centinature o limitatamente con utilizzo di centine leggere.

Dal punto di vista idrogeologico non si prevedono particolari criticità connesse a venute d'acqua in galleria, che ne in genere nell'adiacente Cunicolo della Maddalena sono state di modesta entità.

Dal punto di vista geomeccanico generale si stima che l'ammasso roccioso alla quota di progetto presenti qualità geomeccanica prevalentemente compresa tra la classe II e la classe III di Bieniawsky, più limitatamente settori con classe I e solo in corrispondenza delle limitate faglie, sempre di importanza minore, decadimenti fino a classe IV.

Di seguito viene data una descrizione per tratte dell'assetto geologico alla quota della galleria, in Figura 6 è riportato uno stralcio del profilo geologico-geomeccanico per il quale si rimanda all'elaborato PRV_C3B_7207_26-48-01_40-03 e all'elaborato PRV_C3B_7209_26-48-01_40-05 per le analisi di dettaglio.

Rapport général nœud Maddalena / Relazione generale nodo Maddalena

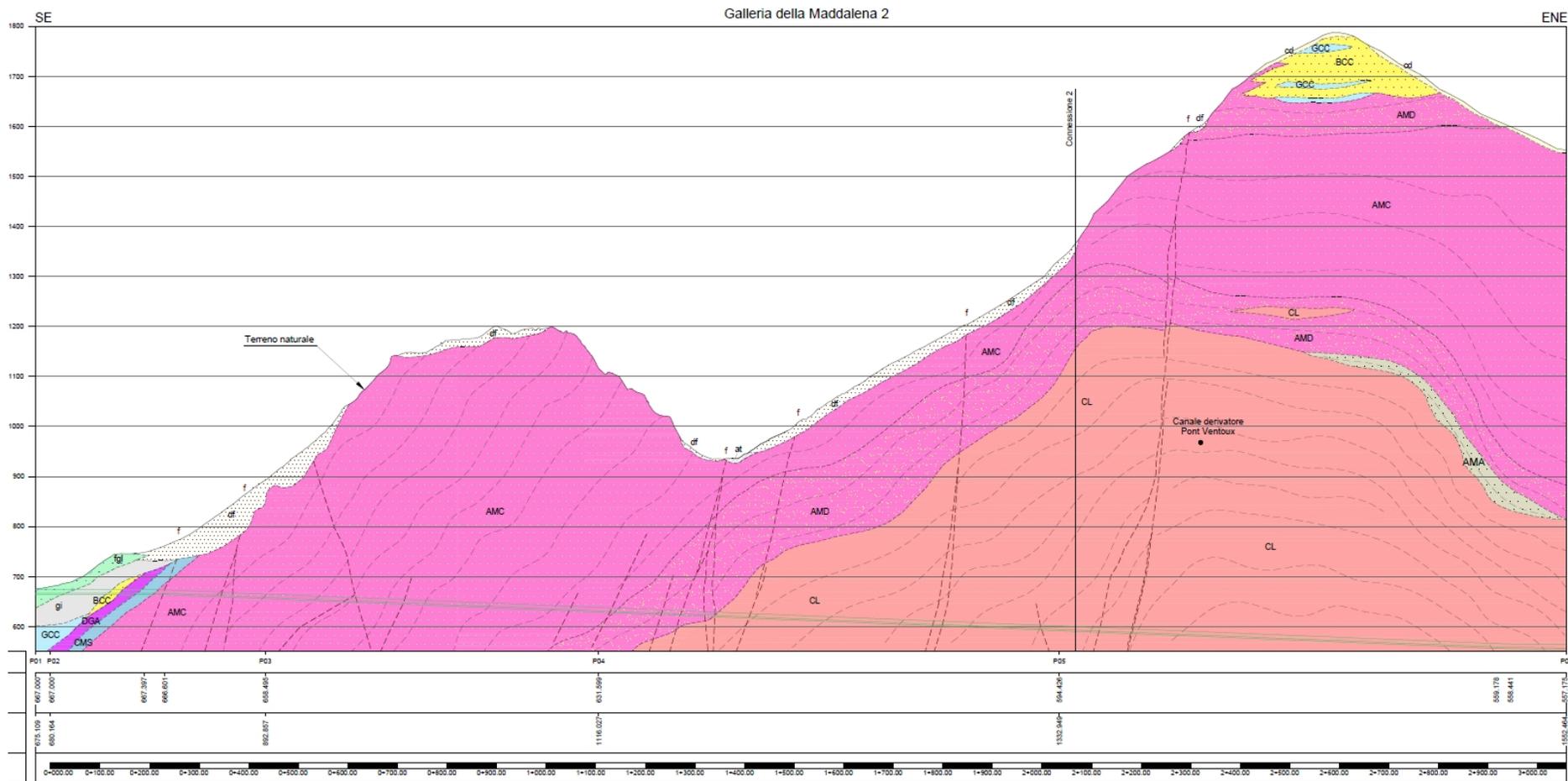


Figura 6 – Stralcio del profilo geologico-geomeccanico della Galleria della Maddalena 2.

4.1 Tratto Pk 0+000 – 0+120 ca.

Lungo questo tratto, circa nei primi 120 m, sono previsti i depositi sciolti, rappresentati da depositi glaciali e fluvio glaciali. Lungo tale settore lo scavo del Cunicolo esplorativo della maddalena non ha incontrato particolari problemi sia dal punto di vista geotecnico che idrogeologico (non si sono riscontrate venute d'acqua). È previsto di scavare questo primo settore con metodologia tradizionale.

4.2 Tratto Pk 0+120 – 0+200 ca.

Lungo questo tratto saranno verosimilmente incontrati litotipi di diversa natura rappresentati nell'ordine dalle carniole, afferenti agli orizzonti tettonici di scollamento, dolomie e marmi dolomitici, e micascisti e scisti carbonatici, come messo in evidenza durante lo scavo del Cunicolo della Maddalena.

Lo scavo di questo primo settore non si ritiene comporti particolari problemi sia in termini geotecnici/geomeccanici che idrogeologici. Come per il tratto precedente è previsto di scavare questo settore con metodologia tradizionale.

4.3 Tratto Pk 0+200 – 1+150 ca.

Lungo questo tratto è previsto l'attraversamento degli gneiss aplitici del Complesso di Ambin (AMC). di colore da grigio scuro a grigio chiaro, fino a verde chiaro per presenza di clorite. Queste rocce di origine metamorfica presentano grana medio fine, struttura eteroblastica e tessitura da isotropa a debolmente foliata, per effetto dell'alternanza di livelli sialici di quarzo e subordinatamente feldspati e livelli lepidoblastici di mica bianca. . Lungo il settore compreso tra le pk 0+950 e 1+050 è verosimile sia presente un tratto caratterizzato da alternanze tra gneiss albitici minuti e micascisti quarzosi, come messo in evidenza dallo scavo del Cunicolo esplorativo.

Dal punto di vista geologico strutturale questo tratto è caratterizzato da un ammasso generalmente sano, massivo, con scistosità mal definita di media inclinazione verso lo scavo, le principali famiglie di giunti e faglie risultano orientate circa sub-parallele ai piani di scistosità. L'unica struttura tettonica degna di nota è quella incontrata nel Cunicolo della Maddalena al contatto con gli gneiss minuti/micascisti quarzosi (AMD) e i micascisti di spessore metrico/plurimetrico che tuttavia non ha comportato particolari problemi nel suo attraversamento. Nel settore compreso tra pk 1+050 e 1+150 è verosimile che la fratturazione possa essere più marcata.

Dal punto di vista geomeccanico lungo questo settore si attendono condizioni con qualità dell'ammasso da discrete a ottime. In particolare lo scavo del Cunicolo della Maddalena ha riscontrato per tale settore:

- $52 \leq \text{RMR} \leq 98$, classe geomeccanica da **I** a **III** (**II** prevalente)
- $54 \leq \text{GSI} \leq 98$, valore medio **76,5**

Dal punto di vista idrogeologico le condizioni attese lungo la galleria sono variabili da condizioni di fronte bagnato a stillicidi con valori di portate generalmente inferiori a 125 l/min per 10 m di galleria.

Da Pk 0+200 ca in poi lo scavo sarà eseguito con TBM scudata.

Va inoltre precisata la possibilità di intercettare nella Galleria della Maddalena 2 un settore con concentrazioni di Arsenico riscontrato nello scavo del Cunicolo della Maddalena e che pertanto è molto probabile possa essere presente anche nella Galleria della Maddalena 2. Verosimilmente questo settore con anomalie nei tenori in Arsenico dovrebbe ubicarsi in una

Rapport général nœud Maddalena / Relazione generale nodo Maddalena

porzione limitata nell'intorno del contatto tra i micascisti CMS e i litotipi afferenti agli gneiss aplitici del Complesso di Ambin AMC, per un tratto stimato di circa .120 m di lunghezza, verosimilmente tra le pk 0+213 e 0+333 per una quantità totale stimata di circa 24.500 t.

4.4 Tratto Pk 1+150 – 1+350 ca.

In questo settore si prevede di incontrare i litotipi rappresentati dagli gneiss albitici minuti (granofels ad albite, quarzo e fengite) passanti a micascisti quarzosi. In generale la roccia è di colore scuro, a grana medio fine, tessitura in genere foliata dovuta all'alternanza di livelli di scisti nerastri intensamente laminati con gneiss minuti, micascisti e vene di quarzo.

Come accennato, nel Cunicolo della Maddalena, il contatto con i precedenti gneiss aplitici è risultato essere di tipo tettonico duttile. La scistosità principale è orientata con direzione media NE-SW, valori dell'immersione variabili da verso 90 a 140. Le discontinuità principali sono rappresentate da due sistemi pervasivi di orientazione F1 120-145/46-70° e F1b 85-115/5-30°

Dal punto di vista geomeccanico lungo questo settore si attendono condizioni con qualità dell'ammasso da discrete a buone. In particolare lo scavo del Cunicolo della Maddalena ha riscontrato per tale settore:

- $40 \leq \text{RMR} \leq 66$, classe geomeccanica da II a IV (III prevalente)
- $43 \leq \text{GSI} \leq 70$, valore medio 53,5

Dal punto di vista idrogeologico le condizioni attese lungo la galleria sono generalmente da con fronte bagnato con valori di portate generalmente inferiori a 25 l/min per 10 m di galleria.

4.5 Tratto tra 1+350 – 3+060 ca.

A partire dalla pk 1+350 si prevede si attraversare i micascisti grigio scuri, i micascisti quarzosi e gli gneiss minuti (a glaucofane più o meno albitizzati) del Complesso di Clarea.

Il passaggio tra il Complesso di Ambin e quello di Clarea è verosimilmente accompagnato da una zona con intensa fratturazione, come riscontrato nel Cunicolo esplorativo della Maddalena.

Come nei tratti precedenti la scistosità principale è orientata con direzione media NE-SW, con locali deviazioni N-S, valori dell'immersione variabili da verso 90 a 140, con inclinazione tendente a orientarsi con angoli prossimi all'orizzontale.

Per quanto riguarda i sistemi di discontinuità (giunti e fratture) ricorrono con una certa frequenza un numero medio di 5-6 famiglie, in taluni casi tra loro coniugate, in genere disposte secondo sistemi NE-SW e NW-SE e in taluni casi N-S. Le famiglie più pervasive sono quelle indicate F1, F1b e F2 e F4b, tra queste le F1 e F1b sono quasi sempre impostate sulla scistosità preesistente.

Nel dettaglio le orientazioni medie sono:

- F1 120-145/46-70
- F1b 85-115/5-30
- F2 315-350/50-60
- F4b 190/70

Come evidenziato nel Cunicolo della Maddalena, anche i sistemi di faglie, in taluni casi, come i sistemi di giunti, sembrano impostarsi sulla scistosità preesistente, con giaciture medie 120/45. Oltre alle precedenti sono anche previsti sistemi di faglie ad alto angolo, orientate sempre in prevalenza lungo direzioni medie NE-SW e più limitatamente ENE-WSW.

Rapport général nœud Maddalena / Relazione generale nodo Maddalena

Nel dettaglio i sistemi di faglia principali sono orientati con direzioni medie NE-SW, in taluni casi con deviazioni NNE-SSW e ENE-WSW, meno ricorrenti, seppur presenti, sono anche i sistemi N-S e E-W. Questi sistemi risultano in accordo con l'assetto strutturale fragile presente in superficie.

In generale tutte le faglie che si andranno ad attraversare saranno faglie minori, di spessori massimi decimetrici. Generalmente queste strutture sembrano sviluppare principalmente roccia di faglia costituita da cataclasite e solo limitatamente gouge argilloso.

Dal punto di vista geomeccanico lungo questo settore si attendono condizioni con qualità dell'ammasso da discrete a buone. In particolare lo scavo del Cunicolo della Maddalena ha riscontrato per tale settore:

- $44 \leq \text{RMR} \leq 85$, classe geomeccanica da **I** a **IV** (**III** prevalente)
- $50 \leq \text{GSI} \leq 85$, valore medio **65**

Dal punto di vista idrogeologico le condizioni attese lungo la galleria sono variabili da condizioni di fronte bagnato a stillicidi con valori di portate generalmente inferiori a 125 l/min per 10 m di galleria.

5. Sito di sicurezza di Clarea

Nell'attuale fase di Variante è previsto lo spostamento del Sito di sicurezza di Clarea in una nuova posizione all'incirca tra le Pk (BP) 51+700 – 52+600 del Tunnel di Base.

Questa nuova posizione del Sito di Clarea è all'incirca coincide con il settore già scavato dal scavato dal Cunicolo esplorativo della Maddalena tra circa le pk 3+000 e 4+000 riferite allo stesso Cunicolo. È dunque verosimile che l'assetto geologico e le condizioni d'ammasso roccioso riscontrate nel Cunicolo siano in buona parte da attendersi anche durante lo scavo del Sito di sicurezza di Clarea.

A vantaggio di ciò, il ritorno di esperienza dello scavo della galleria esplorativa della Maddalena è in grado di fornire dati con un elevato grado di affidabilità, in ragione del suo tracciato per buona parte in asse alla nuova ubicazione del sito di Clarea; anche dove non in asse i due tracciati sono comunque molto prossimi e i dati di scavo della Maddalena possono essere proiettati con elevato grado di affidabilità. In particolare il tratto di Cunicolo compreso tra Pk 3+000 - 4+000 coincide all'incirca con il settore del massiccio ove è ubicato il Sito di sicurezza di Clarea (Figura 7).

Rapport général nœud Maddalena / Relazione generale nodo Maddalena

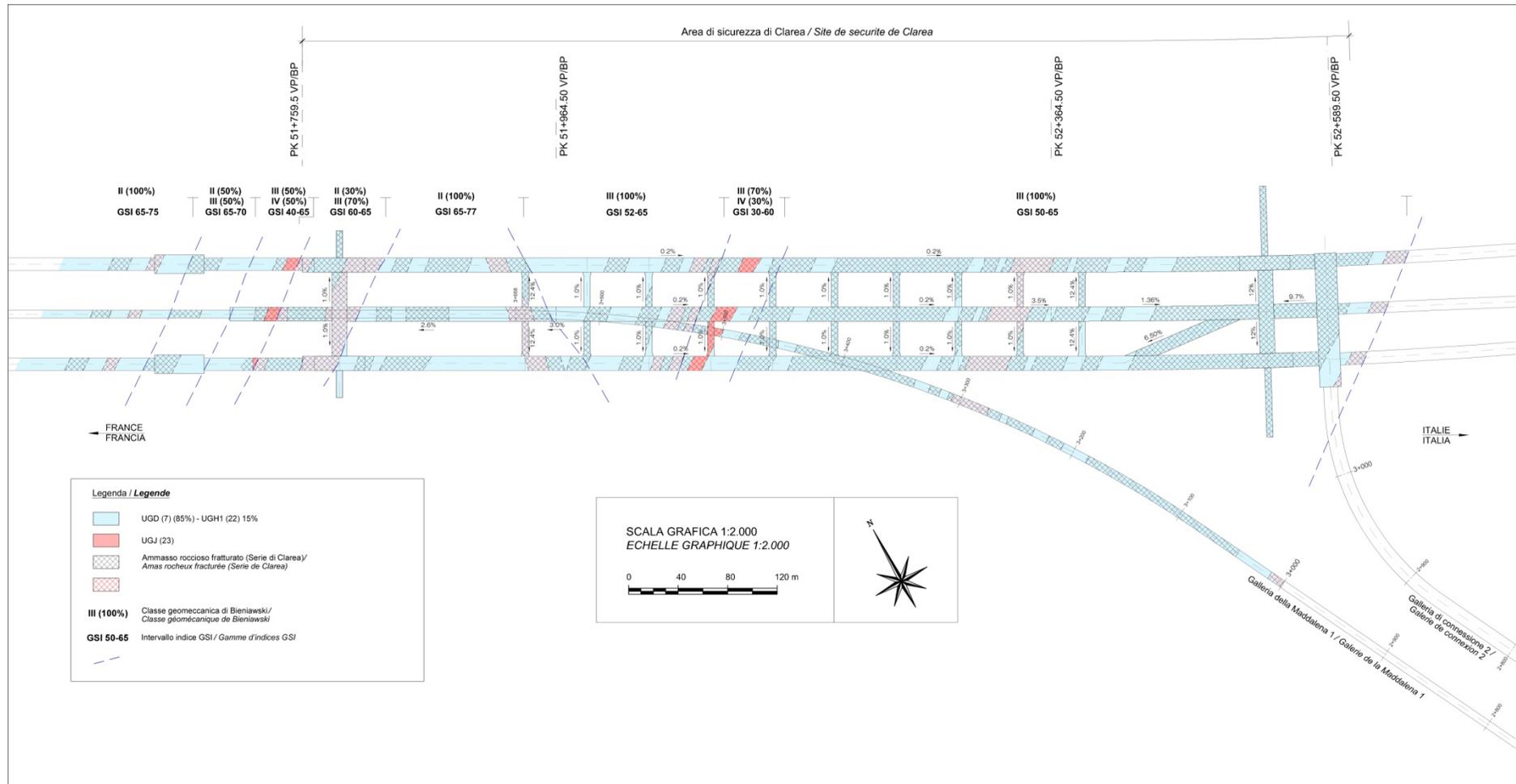


Figura 7 – Sezione geomeccanica in pianta del Sito di sicurezza di Clarea.

Rapport général nœud Maddalena / Relazione generale nodo Maddalena

In questo settore il Cunicolo esplorativo a fronte di una generale buona qualità geomeccanica dell'ammasso (predominanza di classi geomeccaniche II e III e valori dell'indice di GSI compresi tra 40 e 80,).

I dati esistenti evidenziano in questo settore una generale buona qualità dell'ammasso roccioso, con predominanza di classi geomeccaniche II e III, locali peggioramenti si sono avuti solo in corrispondenza di limitate faglie su tratte di modesta estensione. In accordo con le classi geomeccaniche anche i valori dell'Indice di GSI sono in genere compresi tra 40 e 80, a differenza di un singolo caso lungo una faglia con valore minimo di 30. Ciò nonostante l'avanzamento del Cunicolo esplorativo ha riscontrato un inizio di problemi nella risposta dell'ammasso allo scavo, sottolineati dalla discordante applicazione delle sezioni tipo, con messa in opera di sostegni più "pesanti" con uso di centine a discapito delle generali buone condizioni geomeccaniche. In particolare il comportamento allo scavo ha presentato una serie di problemi di stabilità dell'ammasso concentrati soprattutto in calotta, fenomeni di rottura fragile e rilasci gravitativi, legati soprattutto all'orientazione della scistosità, alla sua intersezione con sistemi di fratture pervasive e allo stato tensionale in situ.

È dunque verosimile attendersi simile risposta dell'ammasso roccioso anche durante lo scavo del Sito di sicurezza, con tutte le differenze dovute alla differente metodologia di scavo (tradizionale nel caso del Sito di Clarea) e alle diverse dimensioni di scavo (notevolmente più grandi nel caso del Sito di Clarea).

Relativamente i fenomeni di rilascio gravitativo, rappresentati per lo più da distacchi di cunei/blocchi rocciosi, nel Cunicolo esplorativo si sono verificati principalmente a partire da circa Pk 3+500 (coincidente con circa il settore centrale del Sito di Clarea) coinvolgendo buona parte della calotta ed in alcuni casi il settore superiore dei paramenti.

Nel settore compreso tra circa pk 3+500 e 5+500, nonostante valori di $RMR > 50$ e $GSI > 55$, si sono verificati rilasci gravitativi di una certa entità. Tali fenomeni di instabilità hanno comportato la necessità della messa in opera di sostegni per mezzo di centinature sia leggere (sezioni tipo F3C_1 e FMV) che pesanti (F4 e F5) al posto delle previste bullonature.

Come già accennato in precedenza, dal punto di vista strutturale i fenomeni di rilasci gravitativi sono stati correlati alla presenza e intersezione di alcune ricorrenti famiglie di discontinuità. In particolare, nei tratti caratterizzati da instabilità, l'ammasso roccioso è risultato interessato dalle discontinuità F4b, mediamente immergenti verso Sud con angoli elevati e dalla scistosità principale a basso angolo con direzione sub parallela all'andamento del Cunicolo, immergente verso lo scavo.

Dal punto di vista idrogeologico, nel settore interessato dalla nuova posizione del Sito di Clarea, i dati idrogeologici acquisiti evidenziano in generale una circolazione idrica sotterranea di modesta entità e senza strutture acquifere di particolare rilevanza.

Per una analisi di dettaglio, si rimanda anche all'elaborato PRV_C3B_7205_26-47-01_40-02 relativo alla sezione geomeccanica del Sito di Clarea.

Per una descrizione di dettaglio del settore e dei fenomeni riscontrati nel Cunicolo esplorativo della Maddalena si rimanda anche all'elaborato PRV_C3B_7200_26-48-01_10-01.

6. Galleria di Connessione 1

In considerazione del suo tracciato, la Galleria di Connessione 1 riprende in parte le condizioni geologiche attese per il tratto in corrispondenza della Galleria della Maddalena 2 e in parte a quelle attese nel Tunnel di Base in corrispondenza del settore tra Pk (BP) 52+600 e 53+000 ed in parte le informazioni as built del Cunicolo della Maddalena nel tratto tra le Pk 2+200 e 3+050 circa.

In Figura 8 è riportato uno stralcio del profilo geologico-geomeccanico per il quale si rimanda all'elaborato PRV_C3B_7208_26-48-01_40-04 per una analisi di dettaglio.

Rapport général nœud Maddalena / Relazione generale nodo Maddalena

La Galleria di Connessione 1 sarà scavata all'interno del Complesso di Clarea, caratterizzato dai micascisti grigio scuri, i micascisti quarzosi e gli gneiss minuti (a glaucofane più o meno albitizzati).

La scistosità principale è orientata con direzione media NE-SW, con inclinazione generalmente medio-bassa.

Per quanto riguarda i sistemi di discontinuità (giunti e fratture) in questo tratto, come messo in evidenza dal Cunicolo della Maddalena, ricorrono con una certa frequenza un numero medio di 5-6 famiglie, in taluni casi tra loro coniugate, in genere disposte secondo sistemi NE-SW e NW-SE e in taluni casi N-S. Le famiglie più pervasive sono quelle indicate F1, F1b e F2, tra queste le F1 e F1b sono quasi sempre impostate sulla scistosità preesistente.

Nel dettaglio le orientazioni medie sono:

- F1 120-145/46-70
- F1b 85-115/5-30
- F2 315-350/50-60

Sono anche previsti limitati sistemi di faglie a medio alto angolo, orientate sempre in prevalenza lungo direzioni medie NE-SW e più limitatamente ENE-WSW, rappresentative di faglie minori con spessori massimi decimetrici. È verosimile in tal senso possa essere intercettata una struttura nel settore compreso tra le Pk 0+950 e 0+1000.

Dal punto di vista geomeccanico si attendono condizioni con qualità dell'ammasso da discrete a buone. In particolare lo scavo del Cunicolo della Maddalena ha riscontrato per tale settore:

- **$51 \leq RMR \leq 67$** , classe geomeccanica da **II a III**
- **$55 \leq GSI \leq 70$** , valore medio **63**

Dal punto di vista idrogeologico le condizioni attese lungo la galleria sono variabili da condizioni di fronte bagnato a deboli venute verosimilmente in corrispondenza di settori con presenza di una maggiore fratturazione, per una analisi più dettagliata delle condizioni idrogeologiche attese si rimanda anche all'elaborato PRV_C3B_7210_26-48-01_40-06.

Rapport général nœud Maddalena / Relazione generale nodo Maddalena

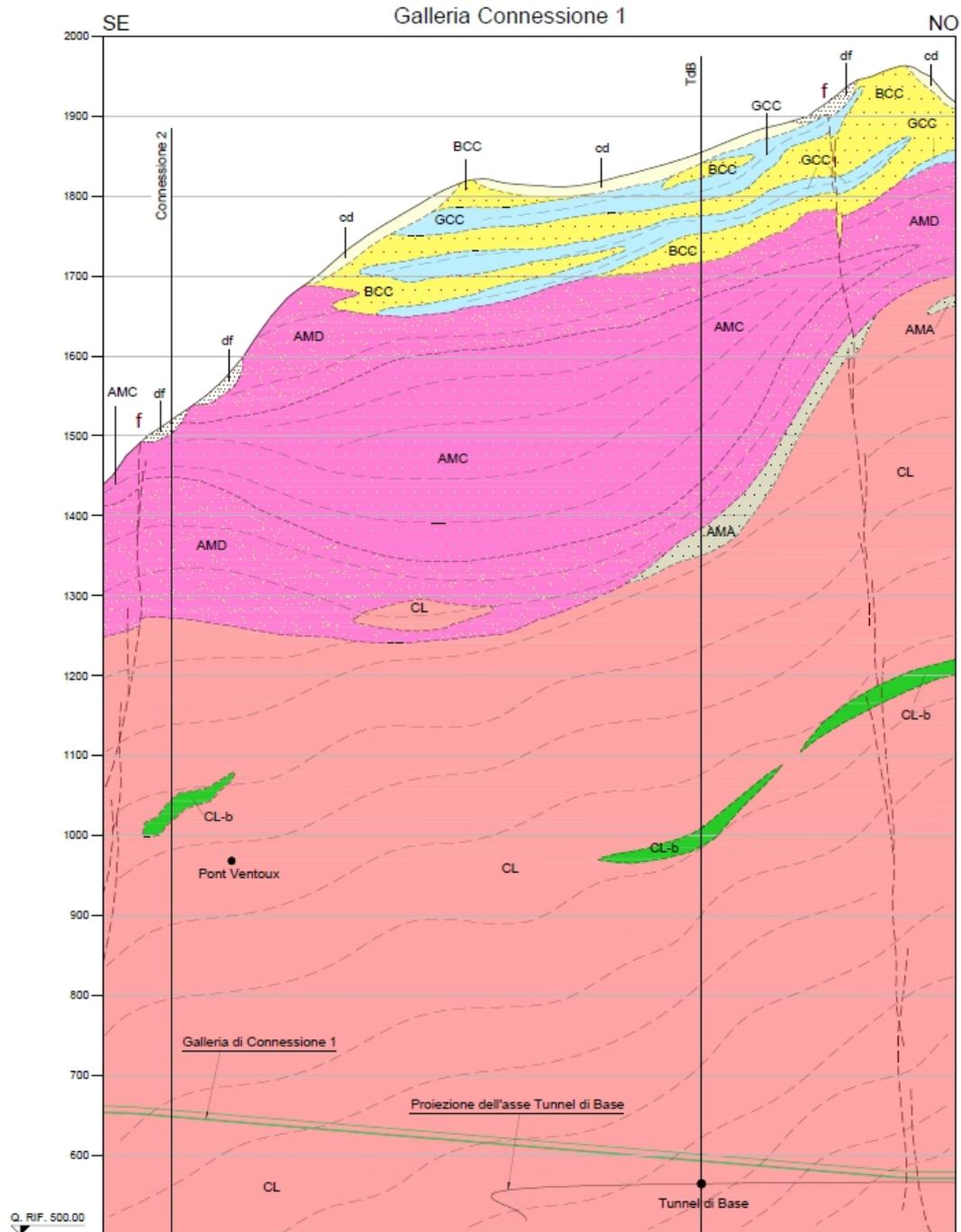


Figura 8 – Stralcio profilo geologico-geomeccanico longitudinale della Galleria di Connessione 1.

7. Galleria di Connessione 2

Come per la prima parte rettilinea della Galleria della Maddalena 2, anche nella ricostruzione dell'assetto geologico lungo la Galleria di Connessione 2 la proiezione delle informazioni acquisite durante lo scavo del Cunicolo esplorativo della Maddalena risultano di elevata affidabilità, in considerazione dell'orientazione e dell'estrema vicinanza tra i due tracciati.

In Figura 9 è riportato uno stralcio del profilo geologico-geomeccanico per il quale si rimanda all'elaborato PRV_C3B_7208_26-48-01_40-04 per una analisi di dettaglio.

La Galleria di Connessione 2 sarà scavata all'interno del Complesso di Clarea, caratterizzato dai micascisti grigio scuri, i micascisti quarzosi e gli gneiss minuti (a glaucofane più o meno albitizzati).

Rapport général nœud Maddalena / Relazione generale nodo Maddalena

La scistosità principale è orientata con direzione media NE-SW, con inclinazione generalmente medio-bassa.

Per quanto riguarda i sistemi di discontinuità (giunti e fratture) in questo tratto, come messo in evidenza dal Cunicolo della Maddalena, ricorrono con una certa frequenza un numero medio di 5-6 famiglie, in taluni casi tra loro coniugate, in genere disposte secondo sistemi NE-SW e NW-SE e in taluni casi N-S. Le famiglie più pervasive sono quelle indicate F1, F1b e F2, tra queste le F1 e F1b sono quasi sempre impostate sulla scistosità preesistente.

Nel dettaglio le orientazioni medie sono:

- F1 120-145/46-70
- F1b 85-115/5-30
- F2 315-350/50-60

Sono anche previsti sistemi di faglie a medio alto angolo, orientate sempre in prevalenza lungo direzioni medie NE-SW e più limitatamente ENE-WSW.

In generale tutte le faglie che si andranno ad attraversare saranno faglie minori, di spessori massimi decimetrici. Generalmente queste strutture sembrano sviluppare principalmente roccia di faglia costituita da cataclasite e solo limitatamente gouge argilloso. È verosimile che si intercettino faglie nel settore compreso tra Pk 0+050 e 0+100 e nell'intorno di Pk 0+950.

Dal punto di vista geomeccanico si attendono condizioni con qualità dell'ammasso da discrete a buone. In particolare lo scavo del Cunicolo della Maddalena ha riscontrato per tale settore:

- $51 \leq RMR \leq 67$, classe geomeccanica da **II a III**
- $55 \leq GSI \leq 75$, valore medio **65**

Dal punto di vista idrogeologico le condizioni attese lungo la galleria sono variabili da condizioni di fronte bagnato a deboli venute verosimilmente in corrispondenza di settori con presenza di una maggiore fratturazione, per una analisi più dettagliata delle condizioni idrogeologiche attese si rimanda anche all'elaborato PRV_C3B_7210_26-48-01_40-06.

Rapport général nœud Maddalena / Relazione generale nodo Maddalena

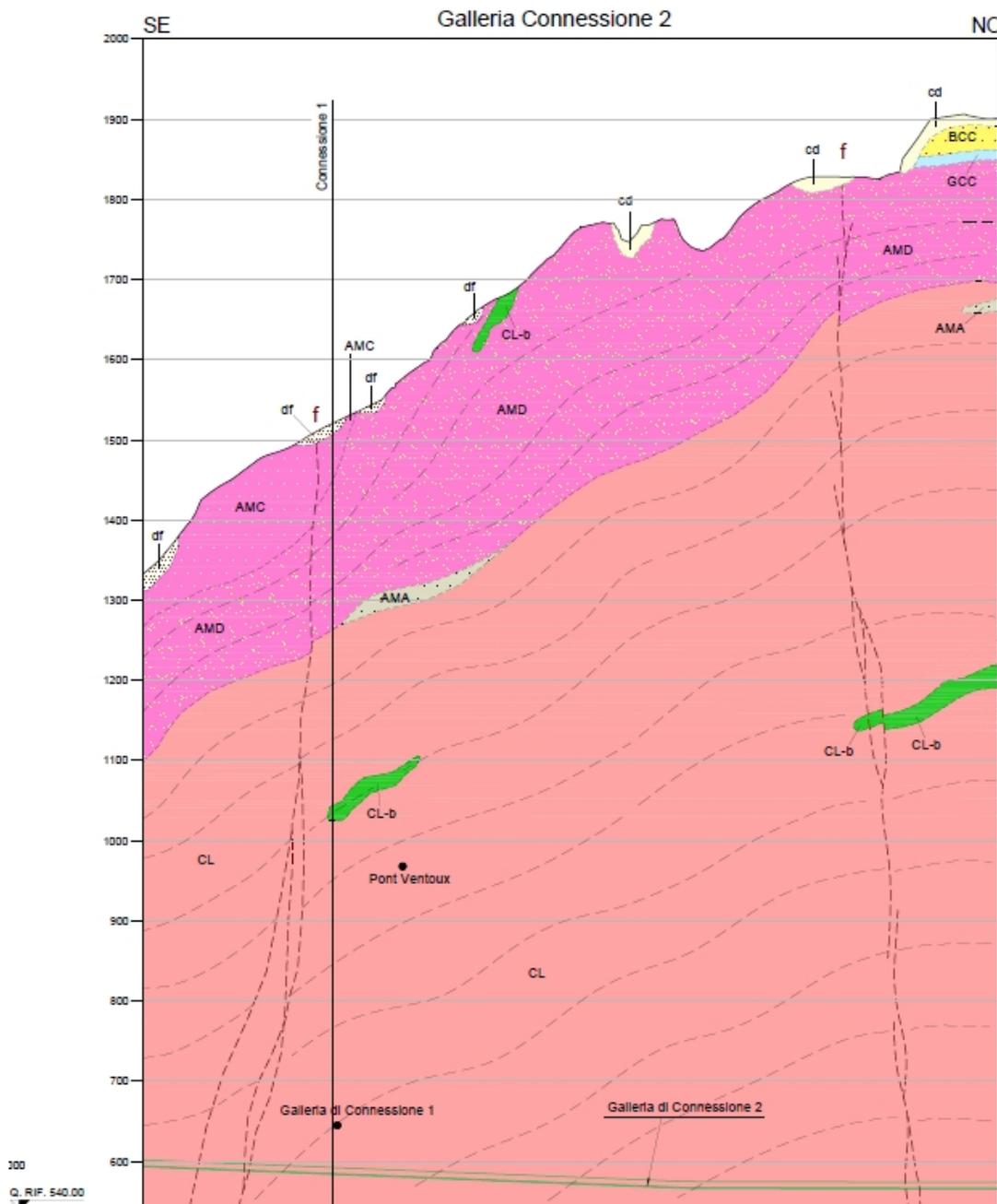


Figura 9 – Stralcio profilo geologico-geomeccanico longitudinale della Galleria di Connessione 2.

8. Galleria Maddalena 1bis

Come già accennato in precedenza, per consentire lo stoccaggio completo dei volumi di scavo provenienti dall'intera tratta di TdB in cui si possono incontrare rocce potenzialmente asbestiformi, si è resa necessaria la realizzazione di un'ulteriore galleria di circa 1,1 km, parallela a Maddalena 1 (interdistanza di 50 m tra le due gallerie) e compresa tra le Pk 4+900 e 6+000 (lunghezza totale di 1159 m), denominata "Maddalena 1bis". Il posizionamento di tale galleria nei confronti dell'attuale galleria esplorativa è dovuto a considerazioni geometriche (possibilità di avere un tracciato rettilineo e con pendenza uniforme) e geomeccaniche, sulla base delle osservazioni nel cunicolo in quella tratta.

Rapport général nœud Maddalena / Relazione generale nodo Maddalena

In considerazione del suo tracciato, la Galleria Maddalena 1bis riprende in buona parte le condizioni geologiche riscontrate nello stesso settore in corrispondenza della Galleria della Maddalena 1.

In Figura 10 è riportato uno stralcio del profilo gologico-geomeccanico per il quale si rimanda all'elaborato PRV_C3B_7214_26-48-01_40-07.

La Galleria Maddalena 1bis sarà interamente scavata all'interno del Complesso di Clarea, caratterizzato dai micascisti grigio scuri, i micascisti quarzosi e gli gneiss minuti (a glaucofane più o meno albitizzati).

La scistosità principale è orientata con direzione compresa tra NNE-SSW o NE-SW, con locali deviazioni verso WNW-ESE, inclinazione generalmente medio-bassa.

Per quanto riguarda i sistemi di discontinuità (giunti e fratture) in questo tratto, come messo in evidenza dalla Galleria della Maddalena 1, ricorrono con una certa frequenza un numero medio di 5-6 famiglie, in taluni casi tra loro coniugate, in genere disposte secondo sistemi NNE-SSW, NE-SW e in taluni casi circa N-S e E-W. Le famiglie più pervasive sono quelle indicate F1, F1b, F2 e F4b tra queste le F1b sono quasi sempre impostate sulla scistosità preesistente.

Nel dettaglio le orientazioni medie sono:

- F1 110-135/45-70
- F1b 110-130/20, 290-300/10-15 e 200/35
- F2 280-340/45
- F4b 170-200/70

Sono anche previsti limitati sistemi di faglie a medio alto angolo, orientate sempre in prevalenza lungo direzioni NE-SW, NW-SE, E-W e più limitatamente N-S, rappresentative di faglie minori con spessori massimi centimetrici, a volte a struttura anastomosata. È verosimile in tal senso possano essere intercettate strutture di limitata potenza all'incirca alle Pk 0+250; 0+625; 0+835, 0+940 e 1+070.

Dal punto di vista geomeccanico si attendono condizioni con qualità dell'ammasso da discrete a buone. In particolare lo scavo della Galleria della Maddalena 1 ha riscontrato per tale settore:

- $42 \leq \text{RMR} \leq 65$, classe geomeccanica da **II a III**
- $45 \leq \text{GSI} \leq 70$, valore medio **64**

Dal punto di vista idrogeologico le condizioni attese lungo la galleria sono variabili da condizioni di fronte bagnato a deboli venute verosimilmente in corrispondenza di settori con presenza di una maggiore fratturazione che generalmente si accompagnano alle strutture sopra indicate.

Rapport général nœud Maddalena / Relazione generale nodo Maddalena

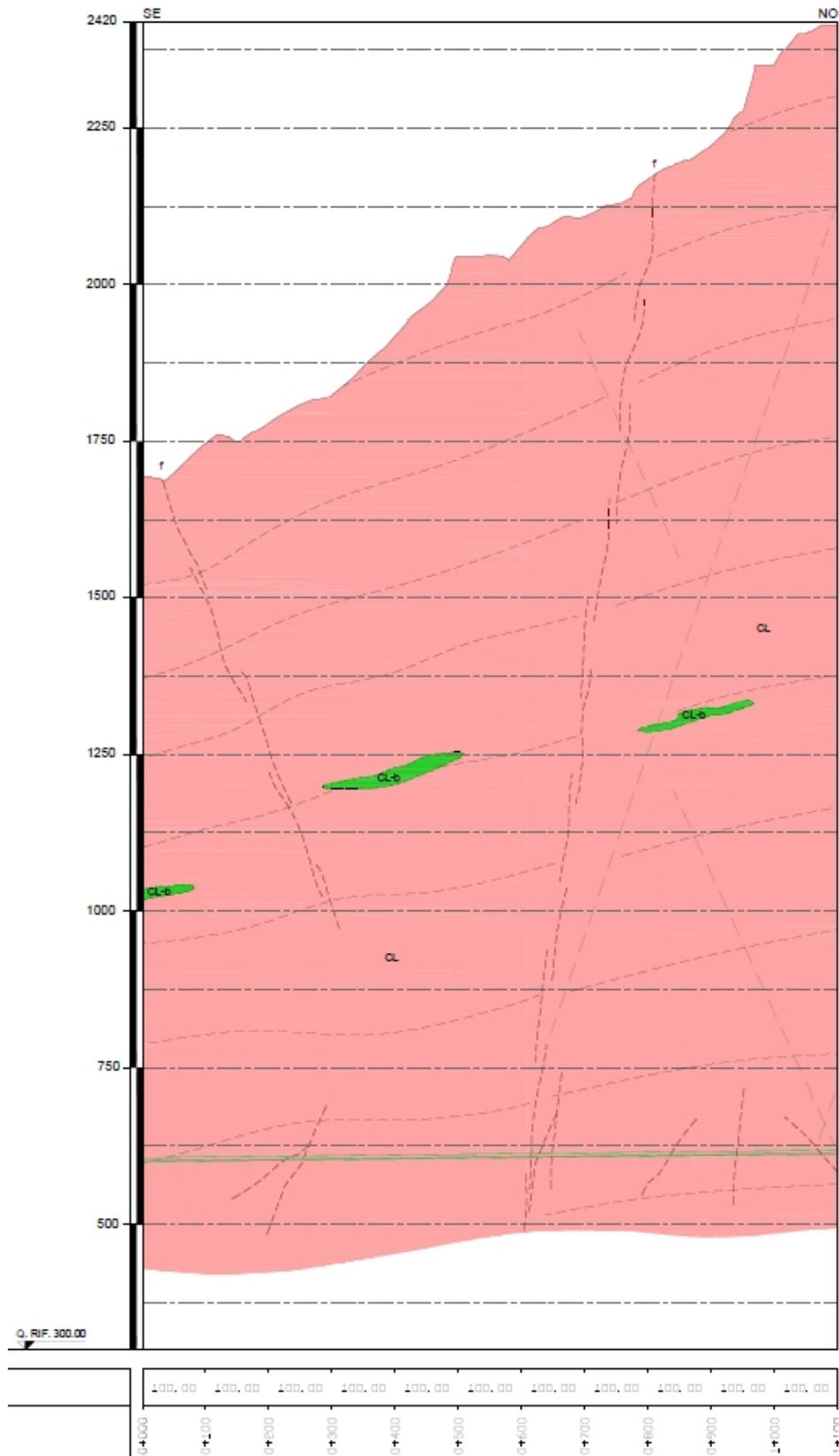


Figura 10 – Stralcio profilo geologico-geomeccanico longitudinale della Galleria Maddalena 1bis.