

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
CONSTRUCTION – COSTRUZIONE
TUNNEL DE BASE CÔTE ITALIE – TUNNEL DI BASE LATO ITALIA**

**RAPPORT RELATIF À LA GESTION DES ROCHES VERTES –
RELAZIONE RELATIVA ALLA GESTIONE DELLE ROCCE VERDI**

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	16/12/2016	Première diffusion / Prima emissione	C. SALOT (BG) M. JANUTOLO (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
A	17/02/2017	Révision suite aux commentaires TELT / Revisione a seguito commenti TELT	C. SALOT (BG) M. JANUTOLO (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
B	16/03/2017	Révision suite aux commentaires TELT et passage au statut AP / Revisione a seguito commenti TELT e passaggio allo stato AP	C. SALOT (BG) M. JANUTOLO (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI



COD E DOC	P	R	V	C	3	A	T	S	3	7	6	1	0	B
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice		

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	33	02	02	10	07
------------------------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

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	5
1.1 Obiettivo	5
1.2 Modifiche rispetto al Progetto Definitivo Approvato.....	5
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
2.1 Documenti di progetto	6
2.2 Normativa	7
3. SCAVO DEL TUNNEL DI BASE NELLE ROCCE VERDI	7
3.1 Contesto	7
3.2 Indagini in avanzamento per riconoscimento delle zone con rocce verdi	9
3.3 Metodi di scavo.....	9
3.4 Procedure tecniche generali per lo svolgimento dei lavori.....	11
4. PERCORSO DELLO SMARINO E CONFEZIONAMENTO IN CONTENITORI.....	11
4.1 Scavo con TBM	11
4.2 Sezioni allargate in prossimità dell'imbocco	15
4.3 Trattamento delle acque.....	15
5. PERCORSO DEI MEZZI VERSO I DEPOSITI	16
6. STOCCAGGIO DEI MATERIALI.....	17
6.1 Stoccaggio in Maddalena 1	19
6.2 Stoccaggio in Maddalena 2.....	22
6.3 Considerazioni geologiche per le gallerie di stoccaggio	24
6.4 Impermeabilizzazione delle gallerie	25
6.5 Sintesi delle quantità messe in deposito	26
7. OPERE PROPEDEUTICHE ALL'IMBOCCO EST.....	28
8. FASAGGIO DI REALIZZAZIONE	28
8.1 Fasaggio di scavo.....	28
8.2 Lavaggio e smontaggio della TBM	29
9. GESTIONE DELLE ROCCE VERDI PER ALTRE TRATTE.....	30

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Principio della gestione delle rocce verdi in galleria nel Progetto Definitivo Approvato	5
Figura 2: Planimetria generale della zona interessata dalle rocce verdi	8
Figura 3: Profilo geologico della zona interessata dalle rocce verdi.....	8
Figura 4: Planimetria delle sezioni allargate all'imbocco Est del Tunnel di Base (PRV_C3A_7617_33-02-02).....	10
Figura 5: Profilo delle sezioni allargate all'imbocco Est del Tunnel di Base (PRV_C3A_7617_33-02-02).....	10
Figura 6: Aree in depressione (in rosso ed arancione, da CSP).....	11

Figura 7: Trasporto dello smarino e dei cassoni	12
Figura 8: Trasporto dello smarino nella zona di testa della TBM	12
Figura 9: Trasporto dello smarino e confezionamento	13
Figura 10: Tipi di cassoni (da CSP)	13
Figura 11: Confezionamento in contenitori	14
Figura 12: Carri gommati a doppia cabina	14
Figura 13: Trasporto dei contenitori e lavaggio dei mezzi	15
Figura 14: Scavo con martello demolitore nella zona di imbocco	15
Figura 15: Rappresentazione di un grande impianto di ultra filtrazione (da CSP)	16
Figura 16: Percorso dei mezzi dall'area di confezionamento fino all'area di stoccaggio	17
Figura 17: Planimetria delle zone di stoccaggio in Maddalena 1 e Maddalena 1bis (PRV_C3A_3803_26-48-10)	18
Figura 18: Planimetria delle zone di stoccaggio in Maddalena 2 (PRV_C3A_7520_26-48-11)	19
Figura 19: Sezione di stoccaggio nella sezione corrente di Maddalena 1 (PRV_C3A_7526_26-48-10)	20
Figura 20: Sezione di stoccaggio nelle nicchie NLS di Maddalena 1 (PRV_C3A_7527_26-48-10)	21
Figura 21: Sezione di stoccaggio nella nicchia esistente NE1 di Maddalena 1 (PRV_C3A_7523_26-48-10)	21
Figura 22: Sezione di stoccaggio nella nicchia esistente NE2 di Maddalena 1 (PRV_C3A_7528_26-48-10)	22
Figura 23: Sezione di stoccaggio nella sezione corrente di Maddalena 1bis (PRV_C3A_7554_26-48-10)	22
Figura 24: Sezione con il carroponte	23
Figura 25: Sezione di stoccaggio nella sezione corrente di Maddalena 2 (PRV_C3A_7533_26-48-11)	23
Figura 26: Sezione di stoccaggio nel ramo RLS di Maddalena 2 (PRV_C3A_7535_26-48-11)	24
Figura 27: Sezione trasversale di Maddalena 1 con il Tunnel di Base	26
Figura 28: Planning "chemin de fer" nella zona delle rocce verdi (PRV_C30_0086_35-00-00)	29
Figura 29: Zona di traslazione delle TBM	30

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Sintesi dei volumi da scavare nelle prasiniti	27
Tabella 2 – Sintesi delle quantità messe in deposito	27

RESUME / RIASSUNTO

Le présent rapport concerne la gestion des roches vertes rencontrées à la tête Est du Tunnel de Base et potentiellement asbestiformes.

Il s'appuie sur les réflexions menées avec le CSP au travers des différentes réunions de travail.

Les roches vertes seront excavées en priorité au tunnelier puis confinées dans des caisses directement sur le train suiveur du tunnelier. L'excavation au tunnelier s'est avéré la méthode la plus pertinente du point de vue de la sécurité des travailleurs.

Le transport s'effectuera en utilisant les trains sur pneus du tunnelier et restera souterrain jusqu'aux galeries de stockage.

Le stockage s'effectuera dans les tronçons de galeries non utilisées en phase d'exploitation de Maddalena 1 et de Maddalena 2. Le bilan des volumes d'excavation porte à la nécessité de créer une galerie parallèle à la galerie Maddalena 1 de longueur 1 km environ (accessible depuis Maddalena 1), nommée "Maddalena 1bis" afin de stocker la totalité du volume d'excavation prévu. Ces galeries seront remplies de mortier-ciment afin de constituer un dépôt stable et inaccessible en phase définitive.

Les procédures dans le cas de découverte de roches vertes dans d'autres tronçons du Tunnel de Base et d'autres ouvrages en souterrain sur le côté Italie (p. ex. Tunnel d'Interconnexion, galerie Maddalena 2, etc..) sont également fournies.

La presente relazione riguarda la gestione delle rocce verdi ubicate all'imbocco Est del Tunnel di Base e potenzialmente asbestiformi.

Si appoggia sulle riflessioni condotte con CSP attraverso varie riunioni di lavoro.

Le rocce verdi saranno scavate principalmente con TBM poi confinate in contenitori direttamente sul back-up della TBM. Lo scavo con TBM risulta il metodo più pertinente dal punto di vista della sicurezza dei lavoratori.

Il trasporto si effettuerà utilizzando i carri gommati della TBM e resterà in sotterraneo fino allo stoccaggio.

Lo stoccaggio si effettuerà nelle tratte delle gallerie Maddalena 1 e Maddalena 2 non utilizzate in fase di esercizio. Il bilancio dei volumi di scavo porta alla necessità di creare una galleria parallela a Maddalena 1 di lunghezza 1 km (accessibile da Maddalena 1), denominata "Maddalena 1bis", al fine di stoccare l'intero volume di scavo previsto. Queste gallerie saranno riempite di malta cementizia al fine di costituire un deposito stabile ed inaccessibile in fase definitiva.

Si forniscono inoltre le procedure nel caso di rinvenimento di rocce verdi in altre tratte del tunnel di Base ed altre opere in sotterraneo sul lato Italia (es. Tunnel di Interconnessione, galleria Maddalena 2, ecc..).

1. Introduzione

1.1 Obiettivo

La maggioranza delle tematiche relative alle rocce verdi sono state affrontate in priorità dal punto di vista della sicurezza dei lavoratori. Perciò numerosi elementi della progettazione provengono dalle riflessioni condotte dal CSP e ne sono dunque indissociabili.

Le scelte realizzate in fase di progetto sono state riportate nei verbali delle riunioni tra TELT, il CSP e TSE3. Questi elementi, ai quali TSE3 si conforma, fanno l'oggetto di una presentazione che è stata finalizzata il 21/11/2016.

Questa relazione presenta le varie tematiche relative alle rocce verdi come i metodi di scavo, il confezionamento dei materiali di scavo, il trasporto e lo stoccaggio in sotterraneo. Tratta anche del fasaggio e delle cadenze di avanzamento.

Sulla base del modello geologico di riferimento, in relazione al tema delle rocce verdi sono identificati due principali ambiti operativi, per i quali sono definite due modalità di gestione.

Il primo ambito è quello relativo allo scavo del primo tratto del Tunnel di Base a partire dall'imbocco Est, per una lunghezza di 350-400 m circa. Questa relazione tratta principalmente di quest'ambito (§ 3, 4, 5, 6, 7 e 8).

Per le altre porzioni del tracciato, il modello geologico di riferimento non indica ulteriori settori per i quali sia accertato l'attraversamento di ammassi rocciosi contenenti minerali asbestiformi; il modello prospetta piuttosto una possibilità remota di attraversamento di rocce (ad es. calcescisti, micascisti di Clarea o zone di faglia) con intercalazioni di metabasiti o di mineralizzazioni asbestiformi, per le quali una minima aliquota potrebbe essere caratterizzata da tenori in asbesto superiori ai limiti di legge. La gestione di questi materiali di scavo viene trattata al § 9.

1.2 Modifiche rispetto al Progetto Definitivo Approvato

Per quanto riguarda il primo ambito operativo citato al paragrafo precedente (imbocco Est), in Progetto Definitivo Approvato si era previsto lo scavo con Martello Demolitore Idraulico da Susa. La gestione del materiale di scavo prevedeva la sigillatura del marino in big bags e il successivo trasporto a discarica, a mezzo ferrovia, nei siti di smaltimento in Germania (distanze da percorrere fino a 1400 km).

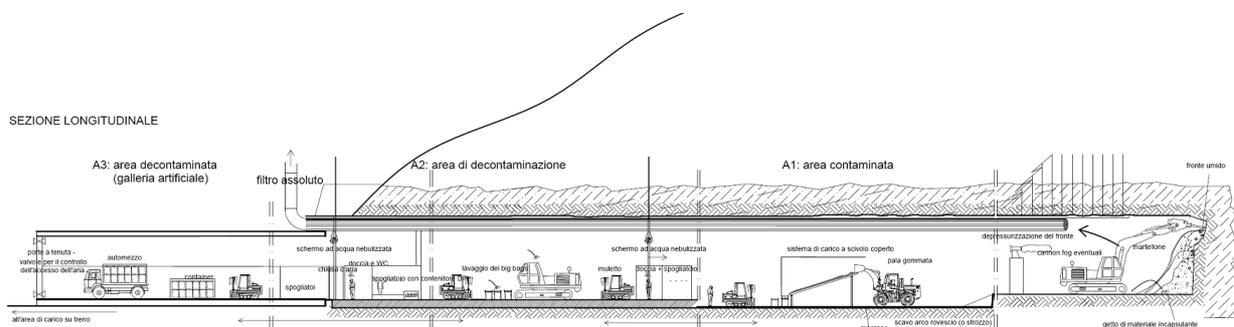


Figura 1: Principio della gestione delle rocce verdi in galleria nel Progetto Definitivo Approvato

Il Progetto di Variante (PRV) porta ad una variazione delle configurazioni di scavo e delle opere nella zona di Maddalena (si veda ad es. la relazione PRV_C30_7190_20-00-50), generando

parti di opere che non hanno particolari funzionalità in fase di esercizio. Queste gallerie sono dunque utilizzate per lo stoccaggio delle rocce verdi. Lo stoccaggio in sotterraneo anziché l'evacuazione via treno ed il cambiamento del metodo di scavo (TBM anziché martello demolitore) porta a cambiamenti notevoli in merito alla logistica ed al confezionamento dello smarino. Al fine di illustrare tali modalità di gestione è stata creata la presente relazione (le rocce verdi erano precedentemente trattate, assieme ad altri argomenti, nella relazione PD2_C3A_0880_33-02-02).

2. Documenti di riferimento

2.1 Documenti di progetto

Documenti di progetto per lo stoccaggio delle rocce verdi in Maddalena 1:

- PRV_C3A_3803_26-48-10_30-04 Planimetria generale
- PRV_C3A_3810_26-48-10_30-01 Planimetria 1 di 3
- PRV_C3A_3811_26-48-10_30-02 Planimetria 2 di 3
- PRV_C3A_3812_26-48-10_30-03 Planimetria 3 di 3
- PRV_C3A_7526_26-48-10_40-14 Sistemazione interna – Sezione corrente
- PRV_C3A_7527_26-48-10_40-15 Sistemazione interna – Nicchie NLS
- PRV_C3A_7523_26-48-10_40-16 Sistemazione interna – Nicchia NE1
- PRV_C3A_7528_26-48-10_40-17 Sistemazione interna – Nicchia NE2
- PRV_C3A_7528_26-48-10_40-18 Sistemazione interna – Galleria Maddalena 1bis per stoccaggio rocce verdi.

Documenti di progetto per lo stoccaggio delle rocce verdi in Maddalena 2:

- PRV_C3A_7520_26-48-11_30-01 Planimetria
- PRV_C3A_7533_26-48-11_40-06 Sistemazione interna – Sezione corrente
- PRV_C3A_7535_26-48-11_40-04 Sistemazione interna – Ramo RLS

Documenti di progetto per il Tunnel di Base:

- PRV_C3A_0435_26-19-00_10-01 Relazione generale sezione corrente lato Italia
- PRV_C3A_3948_26-19-00_40-02 Profilo geotecnico-geomeccanico lato Italia 2/2
- PRV_C3A_7476_26-19-20_40-31 Ramo di connessione in fase di cantiere da BP a BD
- PRV_C3A_0880_33-02-02_10-01 Relazione sui metodi di scavo delle gallerie
- PRV_C3A_0896_33-02-02_10-05 Scavo meccanizzato con fresa

Documenti di progetto per l'imbocco lato Susa e le sezioni allargate:

- PRV_C3A_3969_26-19-20_40-01 Sezione tipo A1 in corrispondenza degli imbocchi - 1/2
- PRV_C3A_3970_26-19-20_40-02 Sezione tipo A1 in corrispondenza degli imbocchi - 2/2
- PRV_C3A_7477_26-19-20_40-32 Sezione tipo A2 in corrispondenza degli imbocchi - 1/2
- PRV_C3A_7478_26-19-20_40-33 Sezione tipo A2 in corrispondenza degli imbocchi - 2/2
- PRV_C3A_3972_26-19-20_40-04 Sezione tipo C in corrispondenza degli imbocchi
- PRV_C3A_7614 a 7617_33-02-02_30-04 a 07 Fasaggio di scavo all'imbocco

Documenti di progetto per l'area di sicurezza di Clarea:

- PRV_C3A_3701_26-46-10_30-09 Configurazione planimetrica
- PRV_C3A_7484_26-46-10_40-23 Galleria logistica – Sezione tipo R-R

Documenti di progetto per il planning di costruzione e il fasaggio di scavo:

- PRV_C30_0085_35-00-00_10-01 Relazione generale sul programma lato Italia
- PRV_C30_0086_35-00-00_90-01 Planning "chemin de fer" di riferimento
- PRV_C3A_7760_33-02-02_10-06 Relazione descrittiva relativa al fasaggio

Documenti di progetto per la geologia:

- PRV_C3B_0090_00-01-03_10-01 Relazione geologica di sintesi
- PRV_C3B_0086_00-04-03_10-03 Gestione del materiale contenente amianto
- PRV_C3B_00-01-03_30-01_0001 Carta geologica (lato Italia)
- PRV_C3B_00-01-03_40-03_0142 Profilo geologico del tunnel di base (lato Italia)

Altri documenti:

- Presentazione CSP/TSE3 del 21/11/2016.

2.2 Normativa

Il quadro normativo di riferimento è trattato nell'allegato 4.1 del Dossier Preliminare della Sicurezza (documento PRV_C1_0003_00-00-00_10-03).

3. Scavo del tunnel di Base nelle rocce verdi

3.1 Contesto

L'area relativa alla zona di Mompantero, ove è previsto il portale est del Tunnel di Base, è caratterizzata dalla presenza di rocce ofiolitiche (rocce basiche e ultrabasiche) appartenenti all'Unità tettonometamorfica della Zona Piemontese.

Per una tratta di 350 m - 400 m circa fino all'imbocco Est del TdB, il tunnel sarà scavato nelle prasiniti (OMB), litotipi potenzialmente asbestiformi, comprese nel gruppo delle "rocce verdi". Le prasiniti sono rocce generalmente massive, isotrope, di buone caratteristiche fisico-meccaniche, con resistenze comparabili a quelle di diversi litotipi presenti nelle altre tratte del Tunnel di Base, ad esempio calcescisti (GCC) e gneiss (GCK). Hanno anche altre proprietà come inalterabilità chimica e meteorica, insolubilità nell'acqua, tessibilità, resistenza al fuoco.

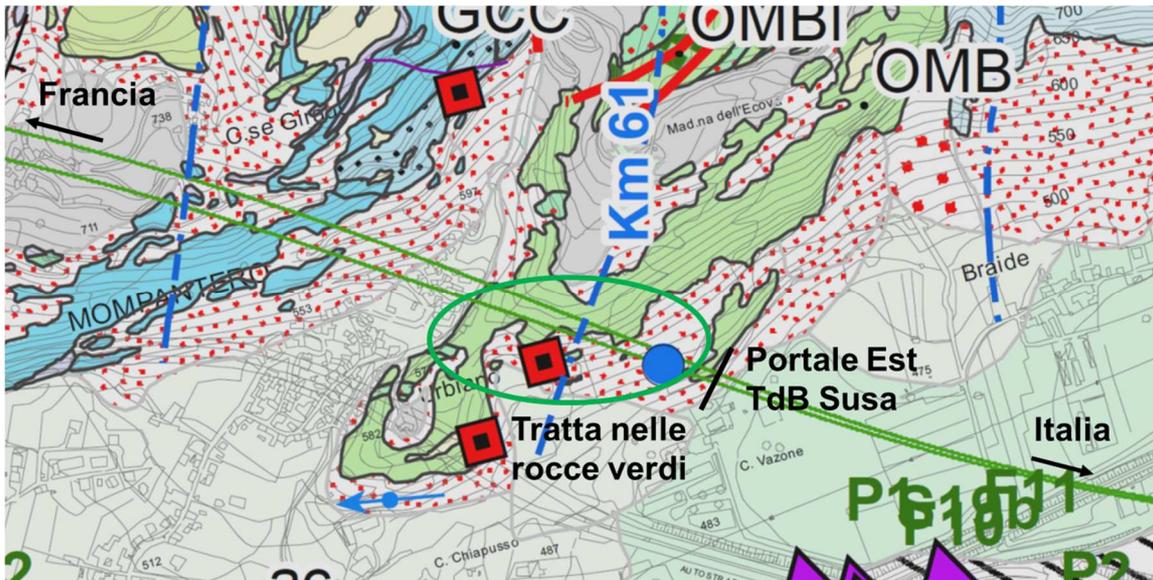


Figura 2: Planimetria generale della zona interessata dalle rocce verdi

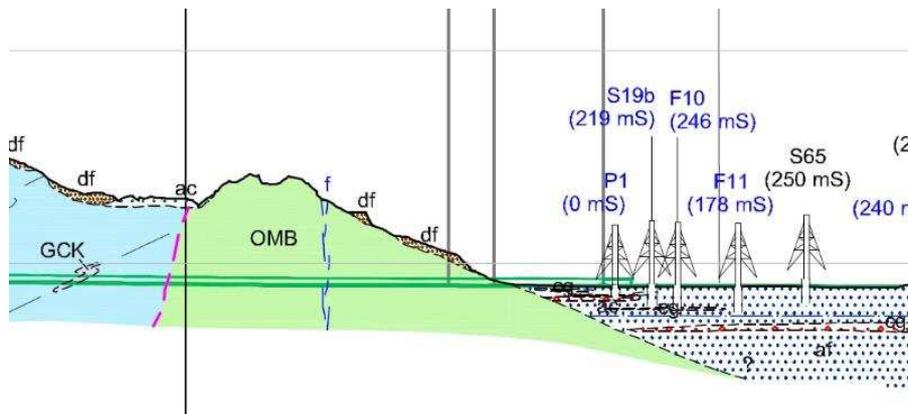


Figura 3: Profilo geologico della zona interessata dalle rocce verdi

Il termine asbesto viene applicato ad un gruppo di silicati appartenenti alla famiglia degli anfiboli e del serpentino caratterizzati da una tessitura di tipo fibroso. Gli ammassi minerali asbestiformi sono generalmente legati e circoscritti a vene e fratture mineralizzate o a zone di taglio duttile-fragile. Per maggiori dettagli sulla geologia, si vedano le relazioni PRV_C3B_0090_00-01-03 e PRV_C3B_0086_00-04-03.

Il volume da scavare in rocce verdi (OMB) nel settore di Mompantero è pari a circa **80 000 m³** in posto (si veda il § 6.5). Di questo volume solo una ridotta parte potrà potenzialmente contenere asbesto, tuttavia la discriminazione certa dei settori con concentrazioni superiori ai limiti di legge è di difficile valutazione. Non avendo potuto eseguire sondaggi dalla superficie per una verifica diretta della presenza di amianto il progetto, a titolo cautelativo, considera che tutto il prodotto di scavo ottenuto lungo il tratto nella formazione OMB (prasiniti e scisti prasinitici) è considerato come rifiuto pericoloso classificato dal codice CER 170503.

3.2 Indagini in avanzamento per riconoscimento delle zone con rocce verdi

Gli interventi di monitoraggio in avanzamento sulla TBM scudata definiti nella relazione PRV_C3A_0452_26-19-00 (§ 4.2) per finalità geognostiche avranno come obiettivo anche il riconoscimento delle zone con rocce verdi e/o mineralizzazioni asbestiformi. In particolare, si dovrà eseguire un sondaggio in avanzamento in prossimità del contatto tra calcescisti piemontesi e prasiniti (OMB), al fine di definire esattamente la progressiva di passaggio alle rocce verdi e di identificare la presenza o meno di ammassi minerali asbestiformi nella zona di faglia/fratturata situata al contatto litologico.

3.3 Metodi di scavo

La Delibera CIPE del 3 agosto 2011 n. 101 di approvazione del Progetto Preliminare ha richiesto di non utilizzare esplosivi in presenza di rocce amiantifere.

Per l'abbattimento, ai fini dello scavo, della "pietra verde" occorrono tuttavia notevole forza e consumo energetico: l'abbattimento non si può attuare con attrezzi deboli (quali pale, frese puntuali, utensili a mano), ma occorrono mezzi che concentrino l'azione di rottura su una punta, che penetra più facilmente nella roccia e riesce a spaccarla. Questi mezzi sono il Martello Demolitore Idraulico o le grandi frese integrali (TBM).

I vantaggi dello scavo con TBM rispetto al Martello Demolitore sono:

- Gli utensili a disco delle TBM rompono la roccia senza abraderla e quindi senza creare polvere (mentre i martelli demolitori creano polvere);
- Nelle TBM è già prevista una brumizzazione per il raffreddamento della testa;
- Le TBM garantiscono un maggiore automatismo e regolazione ("industria viaggiante");
- La grande testa rotante della TBM porta numerosi utensili a disco e quindi ha una produttività molto più alta di un martellone. Il cantiere complessivamente dura meno rispetto allo scavo tradizionale e presenta delle conseguenze positive sul planning e sull'impatto dell'intero cantiere;
- Nessuna presenza di lavoratori in prossimità del fronte (solo in corrispondenza della macchina) e contatto meno diretto dei lavoratori con la roccia (presenza della testa fresante e dello scudo – TBM scudata): confinamento delle emissioni al fronte.

La TBM risulta essere la soluzione scelta per lo scavo del Tunnel di Base. Il martello demolitore sarà utilizzato nelle zone specifiche seguenti dove non è possibile usare la TBM, ovvero per l'allargamento delle sezioni nella zona del portale di Susa (sezioni tipo A1, A2 e C) che presentano una sezione di scavo maggiore rispetto alla sezione corrente del Tunnel di Base.

Mentre la produttività media dello scavo con martello demolitore è di circa 130-160 mc/gg, la velocità media della TBM è di 4.0 m/gg (per consentire il confezionamento dello smarino), cioè circa 315 mc/gg.

Gestion des roches vertes / Gestione delle rocce verdi

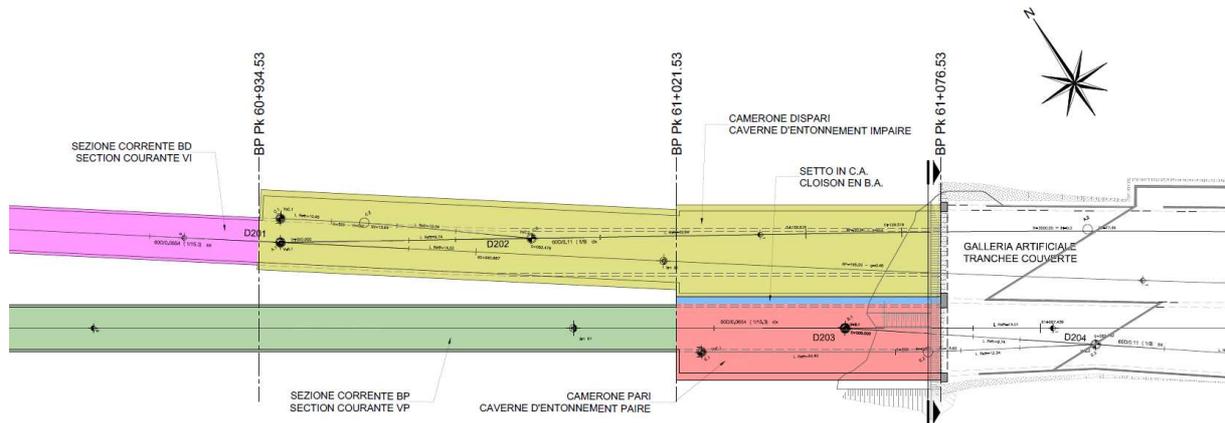


Figura 4: Planimetria delle sezioni allargate all'imbocco Est del Tunnel di Base (PRV_C3A_7617_33-02-02)

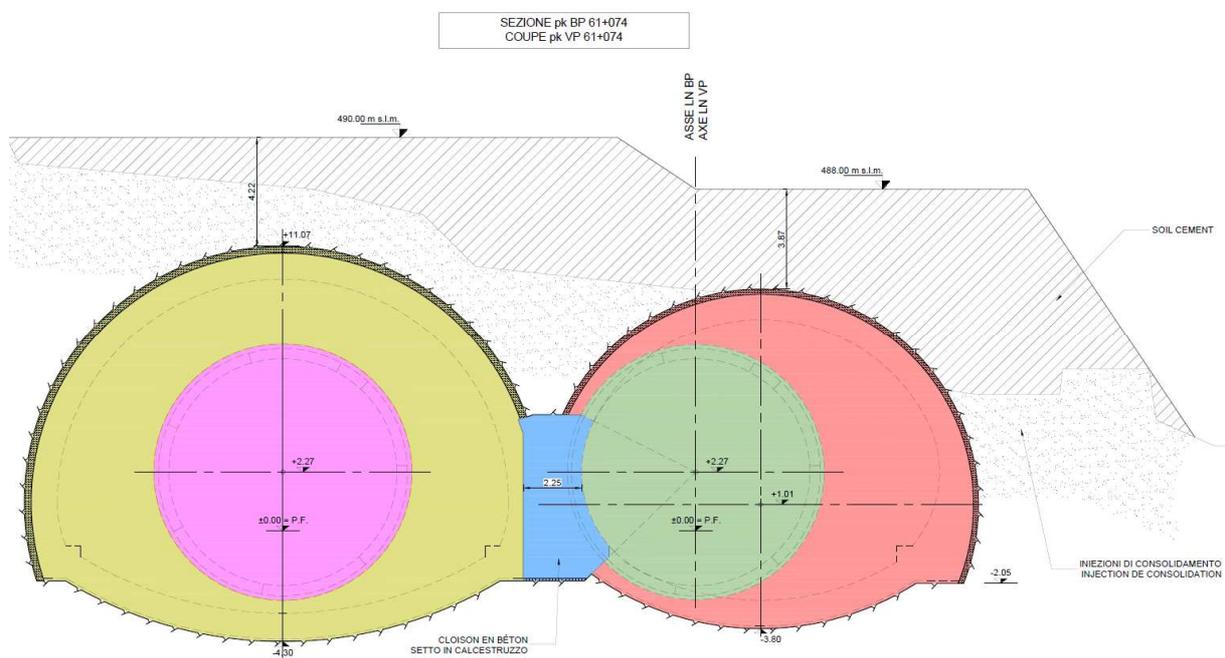


Figura 5: Profilo delle sezioni allargate all'imbocco Est del Tunnel di Base (PRV_C3A_7617_33-02-02)

La TBM potrà inoltre disporre delle specifiche seguenti:

- Avanzamento con sistemi integrati di verifica della morfologia del terreno;
- Aree compartimentate in depressione.

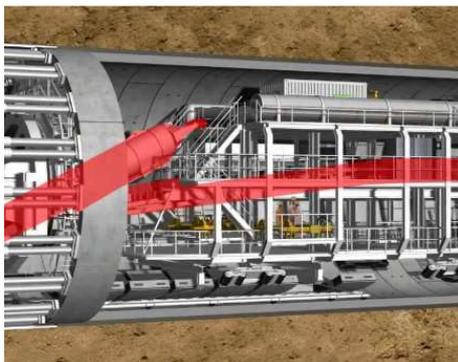


Figura 6: Aree in depressione (in rosso ed arancione, da CSP)

3.4 Procedure tecniche generali per lo svolgimento dei lavori

Data l'inalterabilità delle fibre, i provvedimenti di sicurezza sono tutti sostanzialmente orientati secondo tre principi base:

- Impedire il sollevamento nell'aria delle fibre eventualmente liberatesi (il provvedimento più efficace e più diffuso è l'irrorazione con acqua);
- Impedire la diffusione nell'ambiente delle fibre che potessero eventualmente liberarsi (il provvedimento più corrente è la ventilazione artificiale, orientata a tenere in depressione l'ambiente di lavoro);
- Meccanizzare ed automatizzare tutte le varie operazioni di scavo, sgombero, trasporto, deposito del materiale scavato (il "marino") allo scopo di ridurre al minimo indispensabile il numero degli operatori che devono essere presenti nell'ambiente potenzialmente inquinabile.

La gestione dello scavo, del trasporto del marino e della messa in deposito permanente ed isolato del marino stesso è organizzata secondo i tre criteri sopra elencati, con gli adeguamenti che sono illustrati nel seguito.

Nel presente caso del Tunnel di Base, tutte le operazioni di scavo, trasporto e deposito avvengono in ambiente chiuso (le gallerie) senza mai uscire all'esterno: ciò, già di per sé, evita la diffusione incontrollata di fibre. Questi ambienti chiusi sono relativamente piccoli (gallerie di 6 m e 10 m di diametro) e, con la presenza delle macchine, le zone di operazione hanno spazi limitati, che richiedono appositi mezzi e procedure.

Occorre procedere con specifiche attenzioni:

- Evitare operazioni che favoriscano il sollevamento di polveri e fibre;
- Evitare operazioni che possano, anche solo accidentalmente, indurre il rischio di sversamenti incontrollati del marino inquinato;
- Evitare operazioni di rovesciamento di contenitori (ad es. per il loro svuotamento);
- Favorire l'uso di contenitori fissi, il che consente di impiegare contenitori anche di grande volume e peso lordo;
- Utilizzare alimentatori di materiale con capacità di regolare e dosare il flusso del materiale movimentato.

Nelle varie zone di lavoro, l'area di scavo viene compartimentata tramite barriere fisiche spostabili corredate da passaggi per mezzi e maestranze con suddivisione in tre aree distinte A1-A2-A3 rappresentate con apposito colore:

-  A3, area decontaminata;
-  A2, area di decontaminazione (intermedia);
-  A1, area contaminata.

4. Percorso dello smarino e confezionamento in contenitori

4.1 Scavo con TBM

La figura seguente illustra il trasporto dello smarino prima e dopo il suo confezionamento.

Gestion des roches vertes / Gestione delle rocce verdi

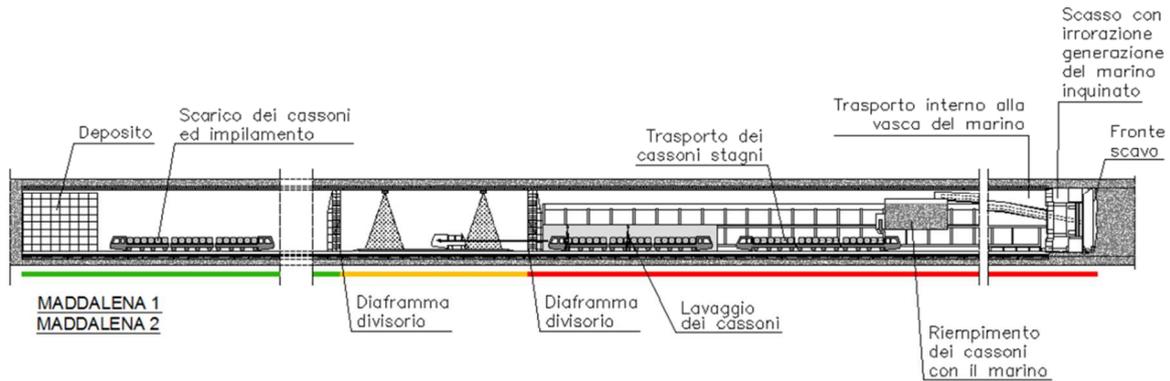


Figura 7: Trasporto dello smarino e dei cassoni

Lo schema operativo nella zona di scavo è rappresentato nella figura seguente. Il nastro che permette l'evacuazione dello smarino dalla testa della TBM viene realizzato a tronchi separati con lunghezze limitate (max 50 m), chiuso ed in depressione con aspirazioni localizzate nelle giunzioni. La lunghezza limitata dei tronchi consente di poter sostituire rapidamente il nastro in caso di guasto.

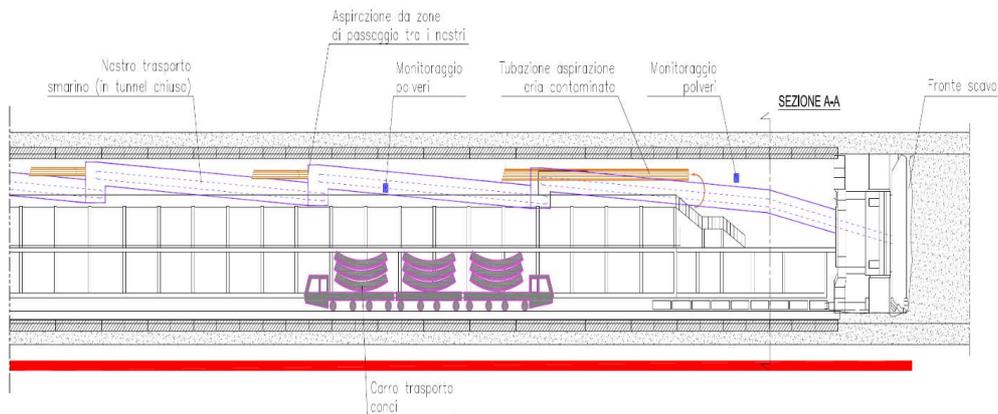


Figura 8: Trasporto dello smarino nella zona di testa della TBM

Lo smarino viene portato in un cassone sigillato (copribile in modo stagno) installato a bordo della TBM nella sezione del back-up.

Gestion des roches vertes / Gestione delle rocce verdi

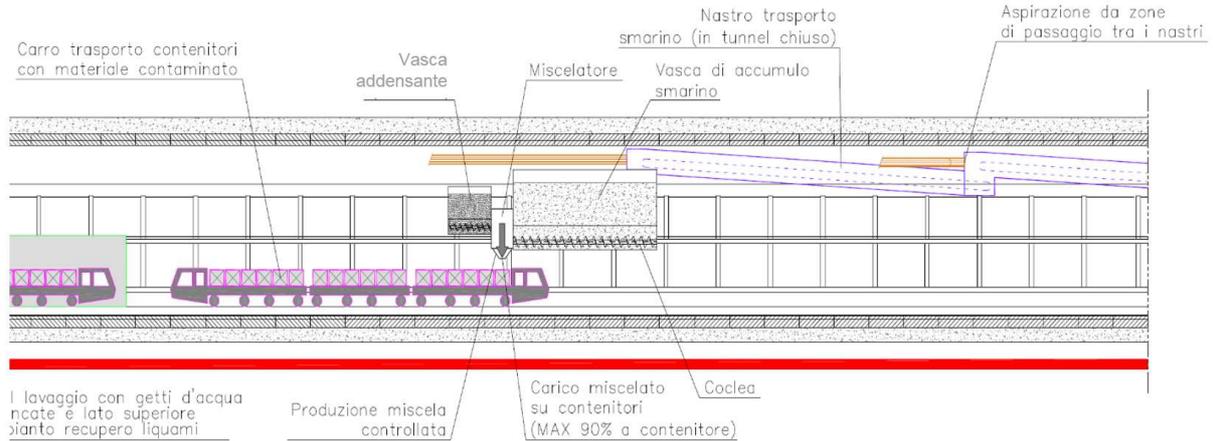


Figura 9: Trasporto dello smarino e confezionamento

Sul fondo a pareti inclinate del cassone si prevede l'installazione di un trasportatore a coclea. La "vite senza fine" opera all'interno di uno spezzone di tubo e vi fa scorrere il materiale granulare, con velocità nota e regolabile e quindi con portata regolabile per dosare la quantità di materiale trasportato nell'unità di tempo. Il materiale vi viene spinto e non rotolato (quindi non viene sollevata polvere) e viene scaricato assialmente all'imboccatura del tubo in un punto preciso, con un flusso confinato e quindi senza rischio di sversamento.

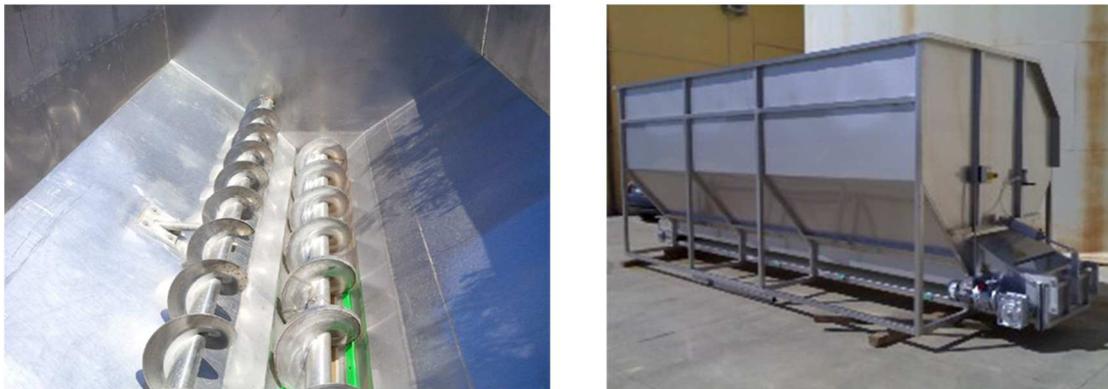


Figura 10: Tipi di cassoni (da CSP)

L'impiego di cassoni con scarico a coclea permette di:

- Installare a bordo della TBM contenitori fissi di grande capacità, tali da contenere l'intera produzione di marino di una spinta;
- Installare a bordo della TBM anche due cassoni in parallelo con funzione di volano per consentire l'alternarsi dei mezzi di trasporto nel punto di carico senza interrompere la produzione della TBM.

A fianco dei cassoni si dispone una vasca con materiale addensante. Tale materiale addensante è costituito da polimeri a catena lunga. Tali polimeri sono normalmente utilizzati in combinazione con schiume per il trattamento dei terreni di scavo difficili in gallerie scavate con EPB. Permettono di aumentare la coesione del terreno, ad es. nel caso di ghiaie e sabbie grossolane.

Si crea quindi un conglomerato addensato composto da marino di rocce verdi e polimeri.

Questo conglomerato viene confezionato in contenitori rettangolari (casseri a perdere) di plastica.

I contenitori possono essere di Polietilene ad alta densità (PEHD), con nervature, come si usa normalmente per i cassoni industriali. Le specifiche per questi cassoni saranno definite più in dettaglio in sede di Progetto Esecutivo. Le dimensioni di questi contenitori sono 1 m x 1 m x 2 m. I contenitori verranno sigillati in modo da essere stagni. Saranno quindi trasportati ed accatastati tal quali nel deposito.

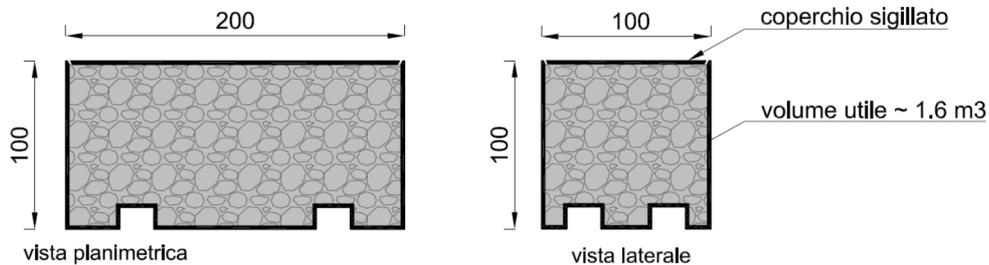


Figura 11: Confezionamento in contenitori

Per il trasporto dei contenitori, si utilizzano carri gommati a doppia cabina come per il trasporto dei conci, così non è necessario invertire la marcia e quindi non sono necessari rami specifici per la manovra di inversione.



Figura 12: Carri gommati a doppia cabina

I mezzi vengono lavati nella zona di decontaminazione (A2) e proseguono verso le gallerie di stoccaggio in zona decontaminata (A3).

Gestion des roches vertes / Gestione delle rocce verdi

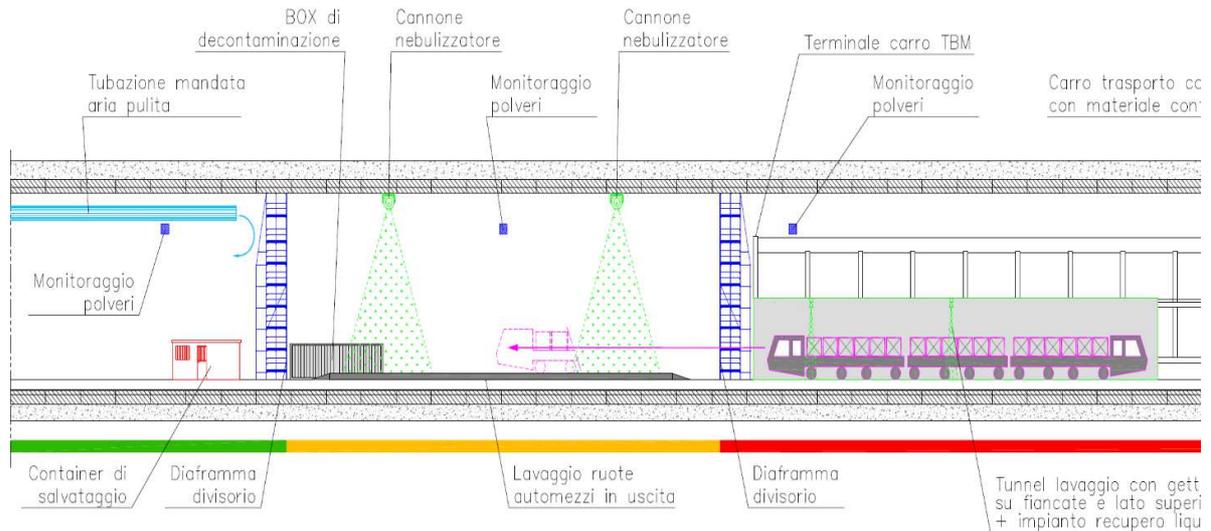


Figura 13: Trasporto dei contenitori e lavaggio dei mezzi

4.2 Sezioni allargate in prossimità dell'imbocco

L'allargamento delle sezioni all'imbocco viene realizzato con martello demolitore, secondo le procedura di sicurezza in corso di scavo già adottata nel Progetto Definitivo Approvato.

La metodologia eseguita per il confezionamento dello smarino rimane invariata rispetto a quanto presentato precedentemente. Il modulo di back-up dedicato al confezionamento dello smarino viene mantenuto all'interno della galleria in modo da poter essere utilizzato anche in questa fase.

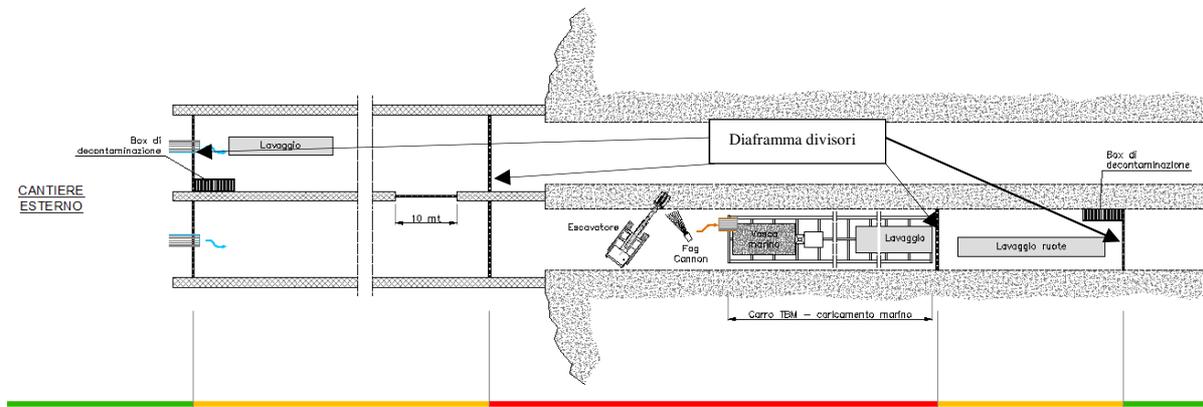


Figura 14: Scavo con martello demolitore nella zona di imbocco

4.3 Trattamento delle acque

Il trattamento delle acque avverrà nel primo ramo di comunicazione del TdB al di fuori delle rocce verdi a partire dall'imbocco di Susa, ovvero alla pk 60+700. L'impianto è costituito da:

- Un impianto di ultra filtrazione;
- Un impianto di osmosi inversa;
- Un impianto filtro-pressa.

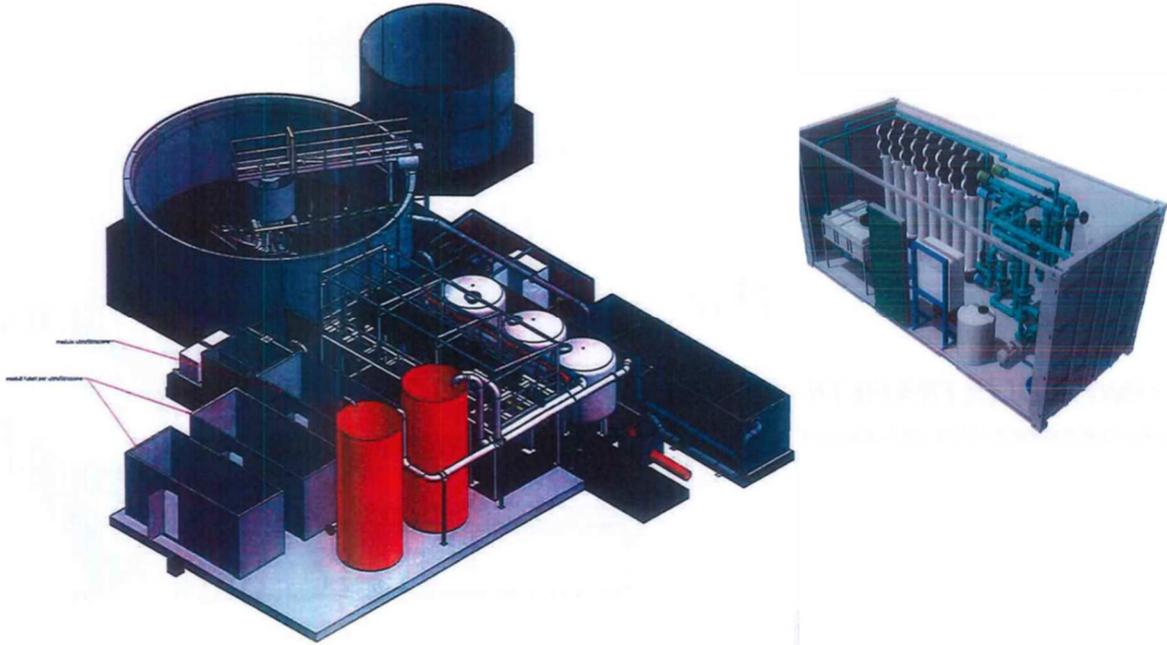


Figura 15: Rappresentazione di un grande impianto di ultra filtrazione (da CSP)

5. Percorso dei mezzi verso i depositi

Il percorso dei mezzi viene illustrato nella figura seguente. Dalla zona delle rocce verdi, i mezzi circolano in ciascuna canna del Tunnel di Base. La comunicazione tra le canne ubicata all'innesto tra Maddalena 2 e il Tunnel di Base (denominata "ramo di connessione in fase cantiere da BP a BD") permette sia l'accesso dei mezzi a Maddalena 2 per lo stoccaggio, sia di raggruppare tutti i mezzi che continuano verso Maddalena 1 lungo la canna BP. Il percorso verso Maddalena 1 implica il transito nell'area di sicurezza di Clarea e nella galleria di connessione 1, siccome l'obiettivo è di mantenere il percorso in sotterraneo.

I mezzi scelti per il trasporto dei contenitori, stretti e lunghi, non riescono a girare nel ramo per inserimento dei veicoli bimodali dell'area di sicurezza di Clarea per raggiungere la galleria di connessione 1. Ne risulta la creazione di una galleria logistica che collega la galleria in linea alla galleria intertubo dell'area di sicurezza. In corrispondenza della galleria in linea, infatti, i mezzi potranno cambiare la cabina di marcia e quindi ripartire nell'altra direzione. Peraltro, la galleria in linea potrà essere utilizzata come stoccaggio dei contenitori vuoti. Al rientro, durante l'inversione della marcia, i mezzi scarichi possono essere caricati dei contenitori che possono poi portare nell'area di confezionamento del marino. Questa galleria è indicata sulla planimetria dell'area di sicurezza di Clarea (si veda il documento PRV_C3A_3701_26-46-10) e presenta una sezione denominata R-R (rappresentata nell'elaborato PRV_C3A_7484_26-46-10). Tale galleria presenta la stessa sezione della galleria di connessione 1 - tratta a doppio senso di marcia.

Gestion des roches vertes / Gestione delle rocce verdi

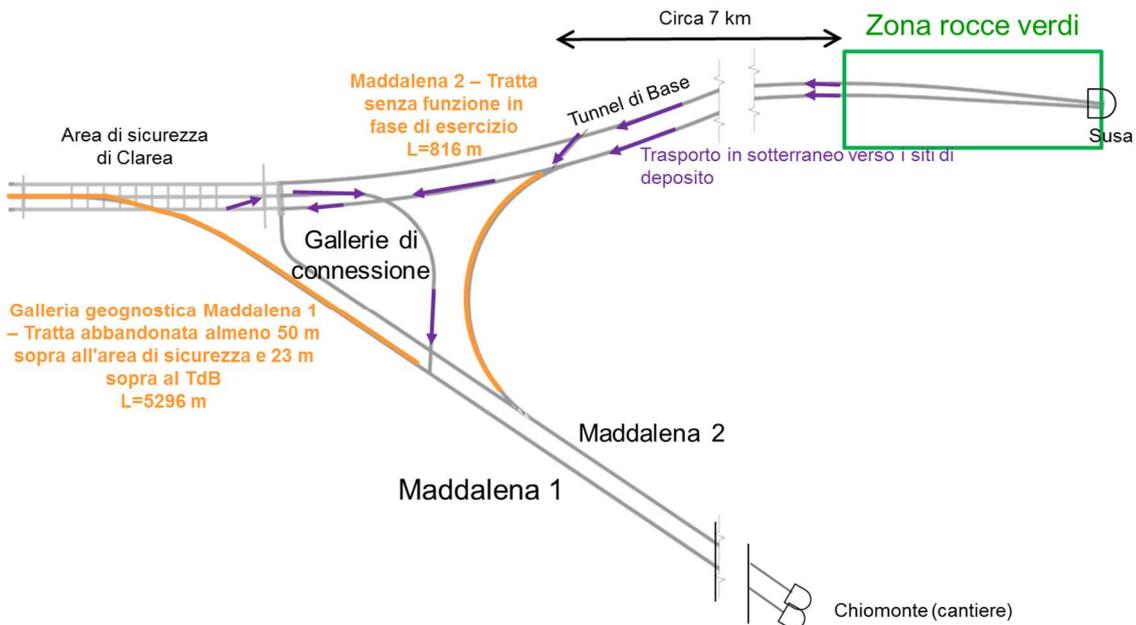


Figura 16: Percorso dei mezzi dall'area di confezionamento fino all'area di stoccaggio

6. Stoccaggio dei materiali

Tutto il volume di scavo potrà essere riposto nei depositi seguenti:

- Maddalena 1 che comprende: una tratta non utilizzata in fase di esercizio della linea ferroviaria di lunghezza 5.3 km circa, con nicchie ubicate in generale ogni 400 m, due nicchie esistenti e due rami di inversione; una galleria di stoccaggio di lunghezza 1.1 km circa, parallela a Maddalena 1 e ubicata tra le PM 4900 e 6000 circa, denominata "Maddalena 1bis";
- Maddalena 2 nella tratta non utilizzata in fase di esercizio, di lunghezza 820 m circa, compresa tra l'innesto della galleria di connessione 2 e l'innesto del Tunnel di Base; in questa tratta si prevede un ramo di inversione.

Le aree di stoccaggio sono rappresentate nelle figure seguenti.

Gestion des roches vertes / Gestione delle rocce verdi

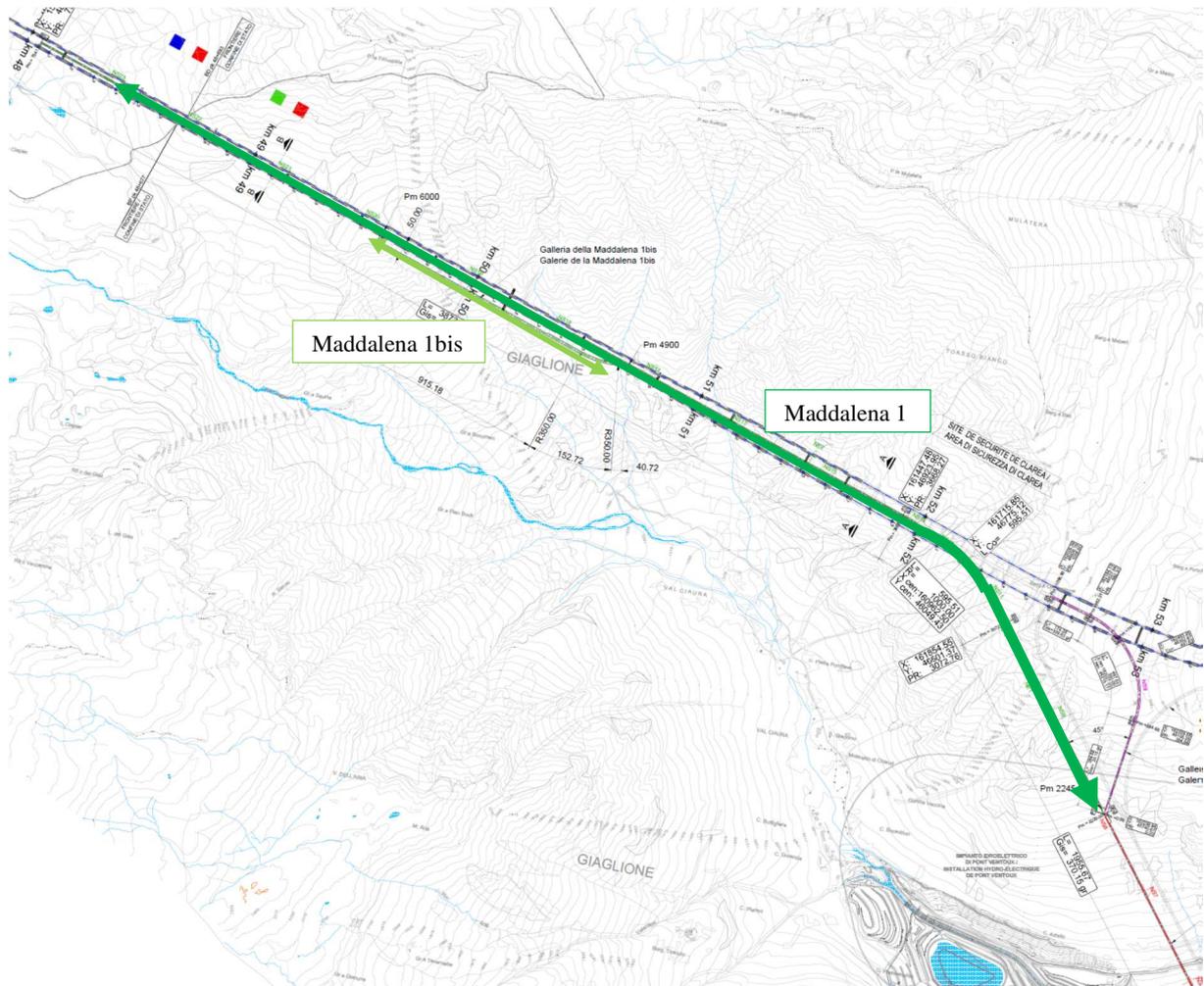


Figura 17: Planimetria delle zone di stoccaggio in Maddalena 1 e Maddalena 1bis (PRV_C3A_3803_26-48-10)

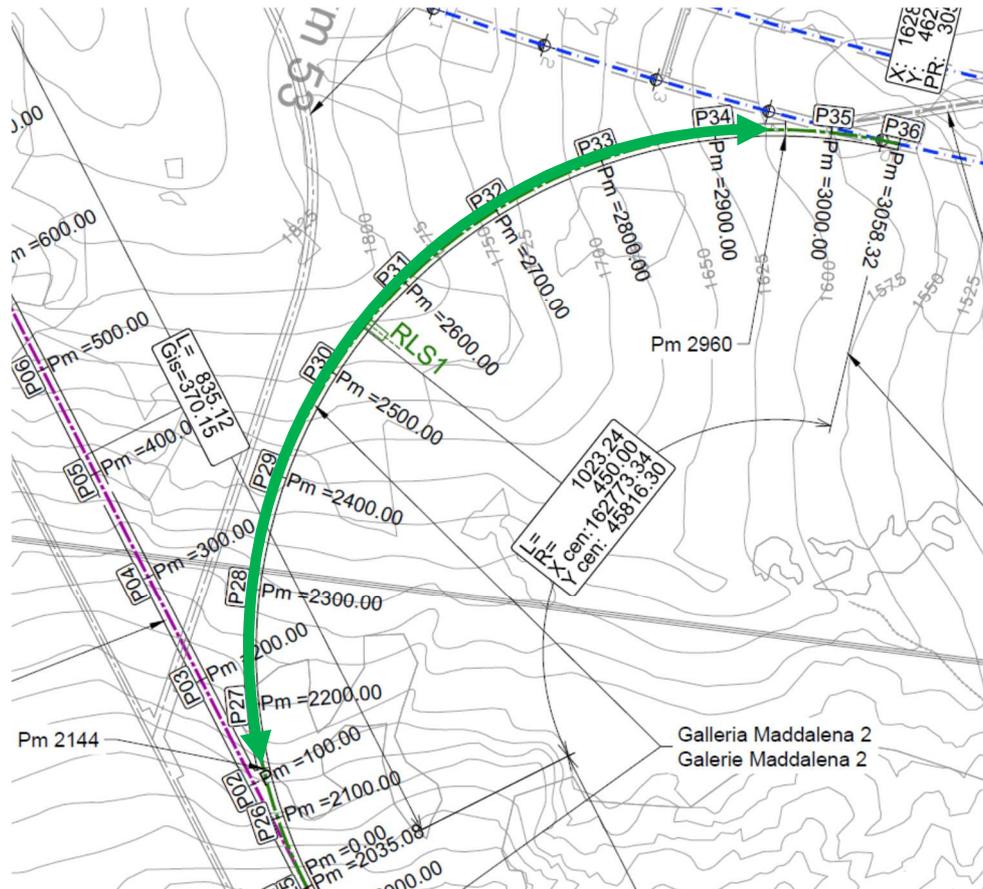


Figura 18: Planimetria delle zone di stoccaggio in Maddalena 2 (PRV_C3A_7520_26-48-11)

6.1 Stoccaggio in Maddalena 1

La sezione di stoccaggio per la sezione corrente di Maddalena 1 è rappresentata nella figura seguente.

Gestion des roches vertes / Gestione delle rocce verdi

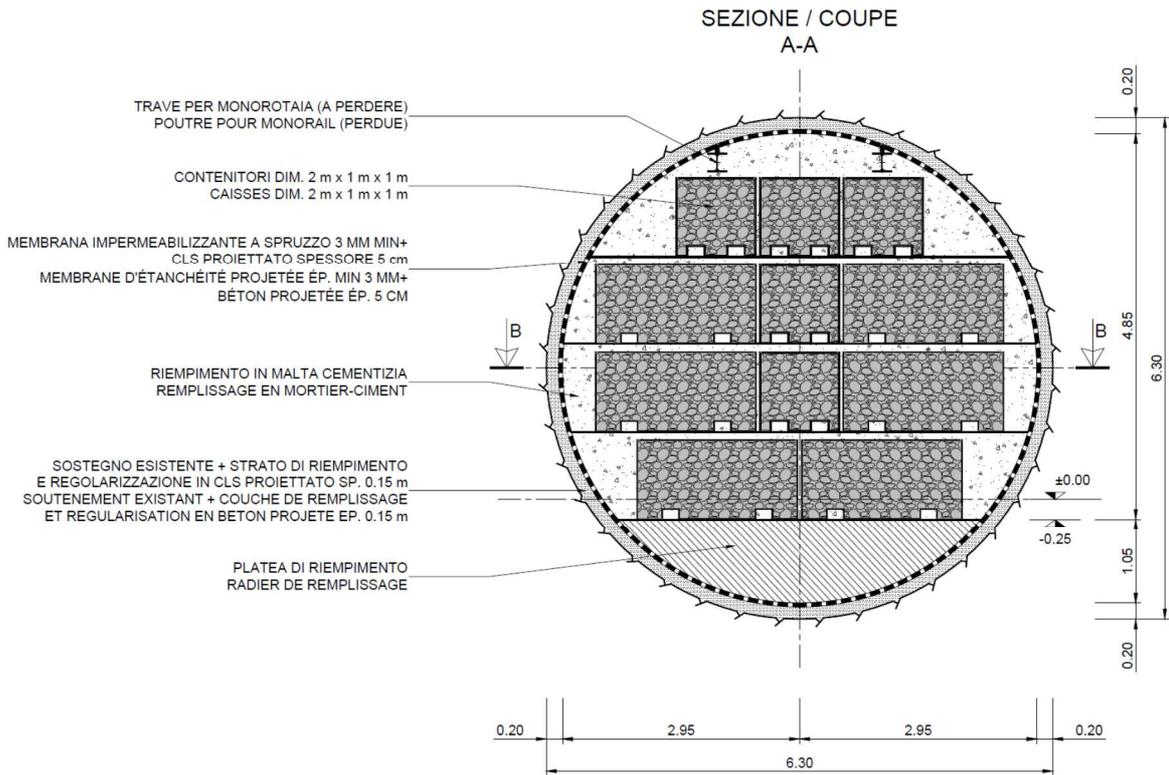


Figura 19: Sezione di stoccaggio nella sezione corrente di Maddalena 1 (PRV_C3A_7526_26-48-10)

La sezione è di dimensioni limitate. L'esperienza mineraria di operare tipicamente in spazi ristretti fornisce le tecnologie adeguate per il trasporto: l'utilizzo di una monorotaia. Il trasporto aereo longitudinale su monorotaia è infatti particolarmente indicato per ambienti ristretti ove il piano viabile è occupato da altri servizi (se ne è fatto uso per es. per la realizzazione del tunnel di Base del S. Gottardo). La monorotaia è ancorata alla volta della galleria. Su di essa scorre un organo a fune per il sollevamento in verticale dei contenitori. Il posizionamento dei contenitori all'interno della sezione può essere poi effettuato sia mediante la monorotaia sia con l'ausilio di sollevatori telescopici.

Le altre sezioni di stoccaggio in Maddalena 1 sono rappresentate nelle figure seguenti.

Gestion des roches vertes / Gestione delle rocce verdi

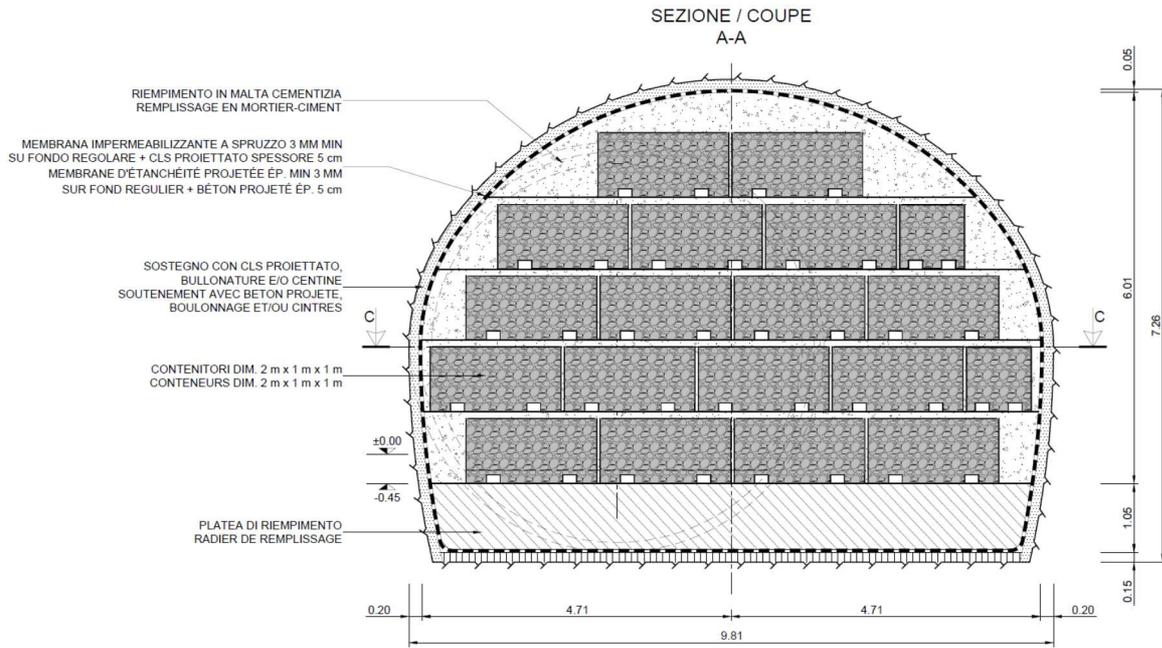


Figura 20: Sezione di stoccaggio nelle nicchie NLS di Maddalena 1 (PRV_C3A_7527_26-48-10)

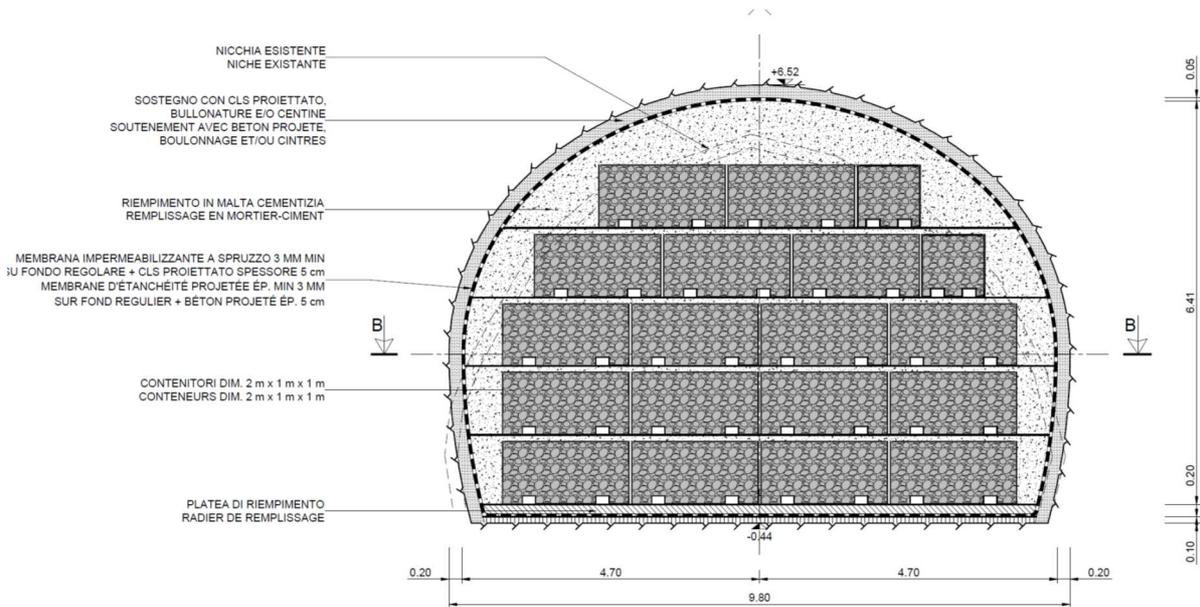


Figura 21: Sezione di stoccaggio nella nicchia esistente NE1 di Maddalena 1 (PRV_C3A_7523_26-48-10)

Gestion des roches vertes / Gestione delle rocce verdi

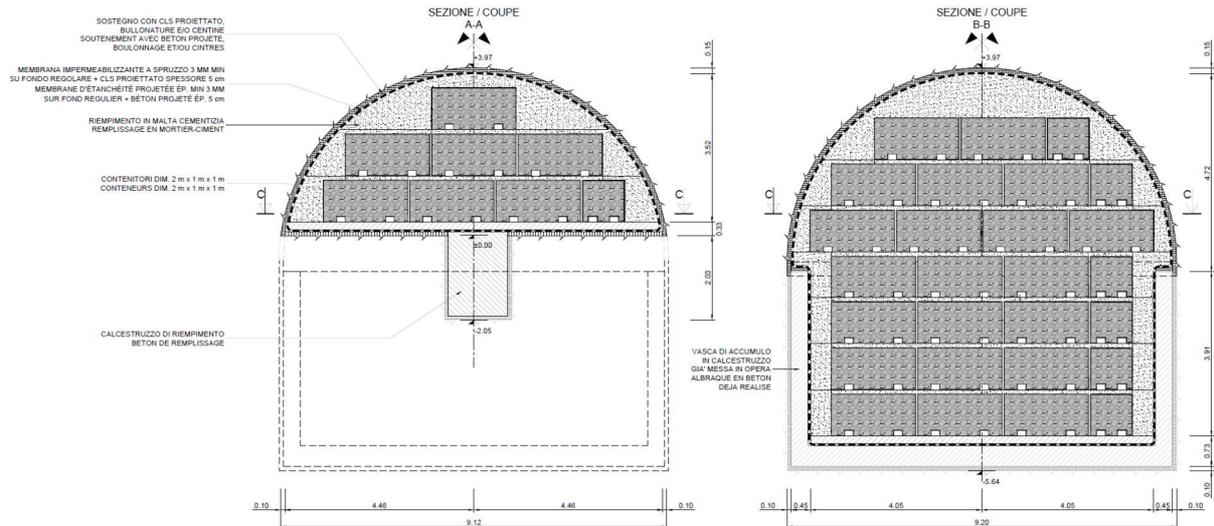


Figura 22: Sezione di stoccaggio nella nicchia esistente NE2 di Maddalena 1 (PRV_C3A_7528_26-48-10)

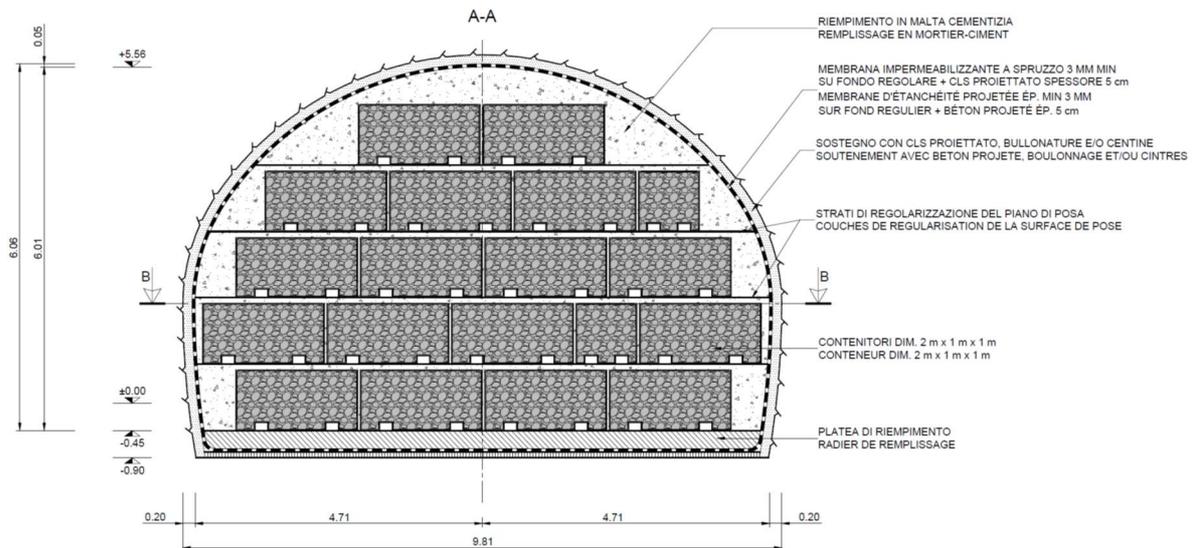


Figura 23: Sezione di stoccaggio nella sezione corrente di Maddalena 1bis (PRV_C3A_7554_26-48-10)

I pianali di trasporto carichi arrivano di punta e ripartono nello stesso modo, sempre a marcia avanti. Lo spazio laterale è piuttosto limitato, specialmente nella sezione corrente di Maddalena 1, per cui lo scarico dei mezzi deve essere attuato pure di punta utilizzando argani su monorotaia.

6.2 Stoccaggio in Maddalena 2

Nel deposito Maddalena 2, il maggior spazio consente di utilizzare in luogo della monorotaia un carroponete mobile su ruote gommata.

Gestion des roches vertes / Gestione delle rocce verdi

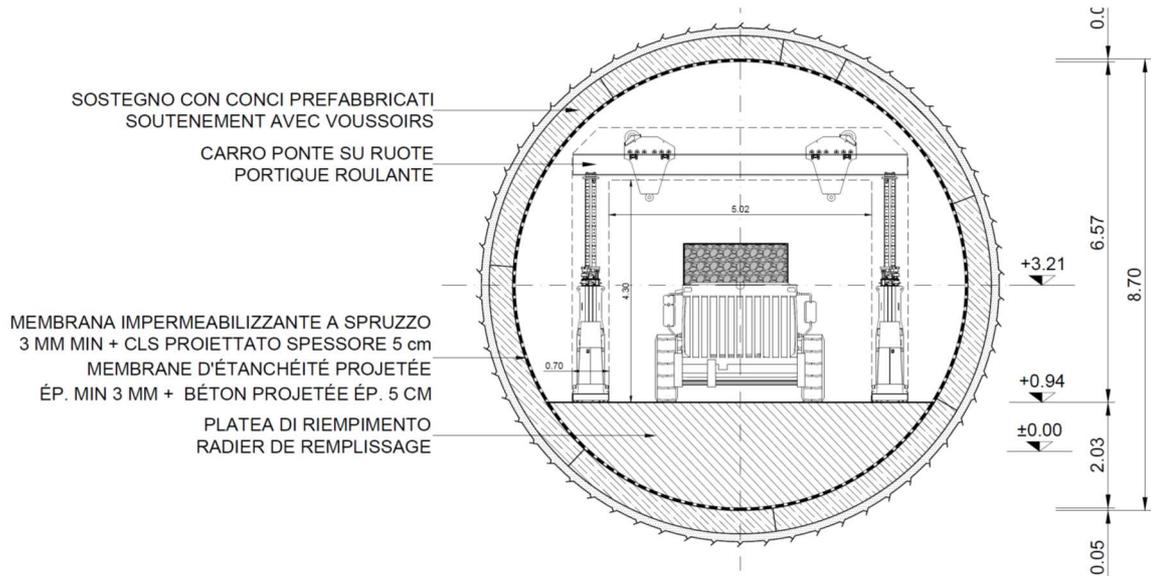


Figura 24: Sezione con il carro ponte

Lo stoccaggio è realizzato su 6 livelli.

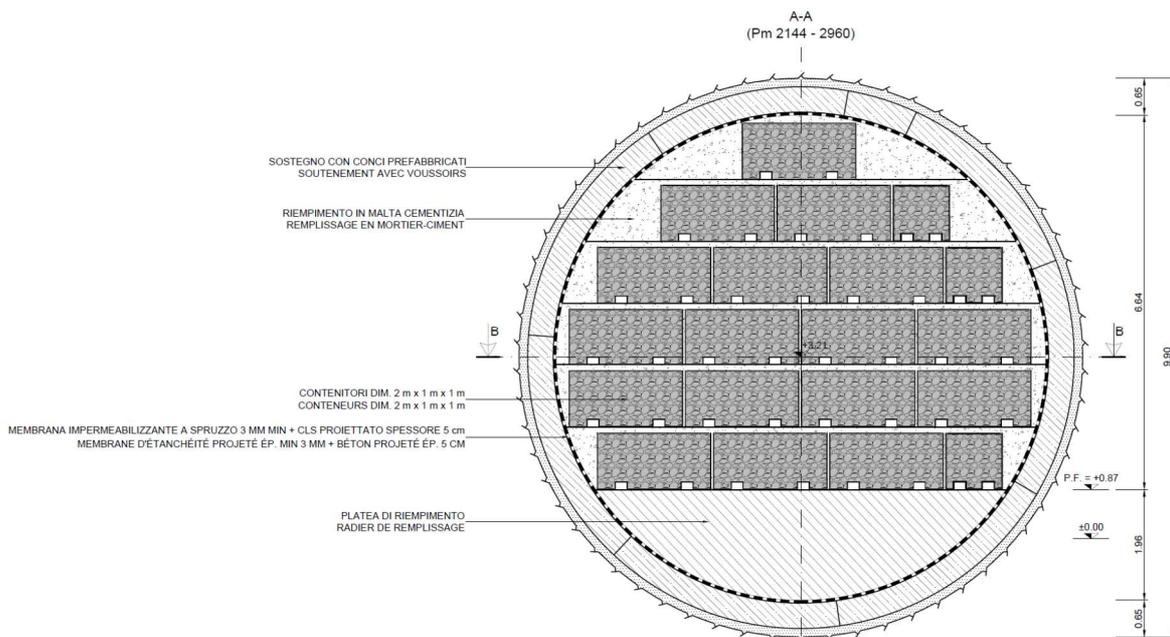


Figura 25: Sezione di stoccaggio nella sezione corrente di Maddalena 2 (PRV_C3A_7533_26-48-11)

Gestion des roches vertes / Gestione delle rocce verdi

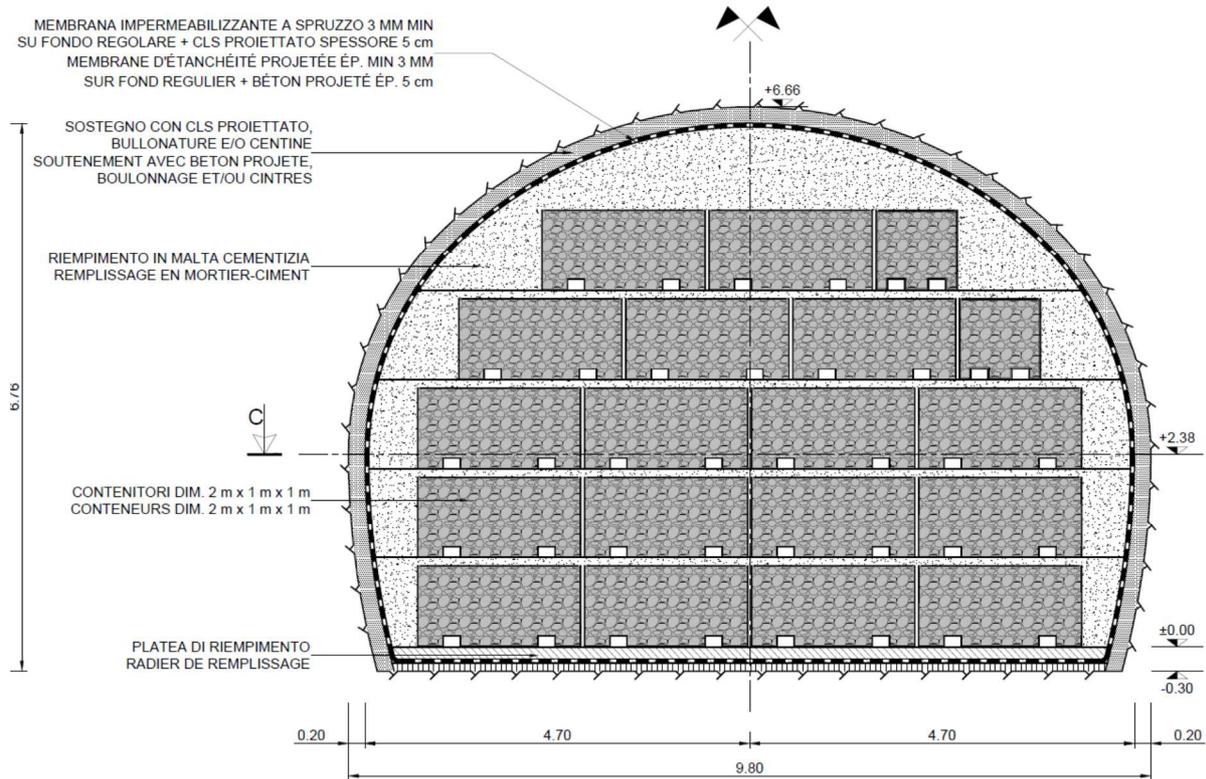


Figura 26: Sezione di stoccaggio nel ramo RLS di Maddalena 2 (PRV_C3A_7535_26-48-11)

6.3 Considerazioni geologiche per le gallerie di stoccaggio

Dal punto di vista geologico e geomeccanico i tratti di gallerie in cui si prevede lo stoccaggio delle rocce verdi sono in generale caratterizzati da un assetto geologico abbastanza omogeneo, ubicati esclusivamente nei litotipi del Complesso di Clarea, con assenza di importanti criticità strutturali e ammasso roccioso di qualità geomeccaniche variabili da discrete a buone.

Nel tratto della Galleria Maddalena 1 oltre PM 2245 il Cunicolo esplorativo ha intercettato esclusivamente i micascisti i grigio scuri, i micascisti quarzosi e gli gneiss minuti (a glaucofane più o meno albitizzati) del Complesso di Clarea.

La scistosità principale è orientata con direzione media NE-SW, con locali deviazioni N-S, valori dell'immersione variabili da verso 90 a 140, l'inclinazione della scistosità presenta angoli variabili da bassi a medi.

Per quanto riguarda i sistemi di discontinuità (giunti e fratture) ricorrono con una certa frequenza un numero medio di 4-5 famiglie, in taluni casi tra loro coniugate, in genere disposte secondo sistemi NE-SW e NW-SE e in taluni casi N-S.

Nel dettaglio le orientazioni medie sono:

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

I sistemi F2 e F4b sembrerebbero essere i più pervasivi, di questi il sistema F4b sembra risultare più pervasivo e ricorrente a partire da circa PM 4200.

Per quanto riguarda i sistemi di faglie predominano quelle di direzioni medie NE-SW e più limitatamente NNE-SSW e ENE-WSW.

In generale tutte le faglie attraversate sono classificabili in faglie minori, di spessori massimi decimetrici.

Dal punto di vista geomeccanico l'ammasso è caratterizzato da valori di RMR compresi tra 34 e 85, classi geomeccaniche variabili da II a IV (III prevalente) e indici di GSI variabili da 30 a 80.

Dal punto di vista idrogeologico le venite d'acqua in galleria sono state di modesta entità e non si sono avute particolari criticità.

Relativamente alla Galleria Maddalena 1 bis, parallela a Maddalena 1 e ubicata tra le PM 4900 e 6000, la geologia attesa, in considerazione della sua vicinanza con quella della Maddalena 1, sarà identica a quella attraversata dal Cunicolo esplorativo in questo tratto.

Nel dettaglio, anch'essa sarà ubicata all'interno dei micascisti di Clarea, l'assetto strutturale sarà del tutto simile a quello descritto per la Galleria Maddalena 1. Dal punto di vista geomeccanico l'ammasso roccioso presenterà valori dell'indice RMR variabili tra 42 e 67, classi geomeccaniche variabili da II a III e GSI compreso tra 45 e 70.

Per l'ulteriore descrizione dell'assetto geologico e strutturale si rimanda agli elaborati PRV_C3B_7200_26-48-01_10-01 e PRV_C3B_7206_26-48-01_40-01.

Lungo il tratto destinato allo stoccaggio della Galleria Maddalena 2, pur non essendo stato indagato direttamente dal Cunicolo esplorativo, si attende un assetto geologico confrontabile a quello riscontrato tra le PM 2000 e 2700 della Galleria Maddalena 1.

Dal punto di vista geologico il tratto di galleria attraverserà i micascisti grigio scuri, i micascisti quarzosi e gli gneiss minuti (a glaucofane più o meno albitizzati) del Complesso di Clarea.

La scistosità principale sarà verosimilmente orientata con direzione media NE-SW, con locali deviazioni N-S, valori dell'immersione variabili da verso 90 a 140, e inclinazione tendente a orientarsi con angoli prossimi all'orizzontale. In questo tratto l'orientazione dello scavo sarà circa parallela alla direzione delle discontinuità principali (scistosità, fratture e faglie), pertanto la loro intersezione con la galleria svilupperà un'inclinazione apparente con andamento circa suborizzontale.

I sistemi di discontinuità (giunti e fratture) saranno principalmente disposti con direzione NE-SW.

Dal punto di vista geomeccanico si attendono condizioni con qualità dell'ammasso da discrete a buone, valori di RMR compresi tra 51 e 70, classi geomeccaniche variabili da II a III (III prevalente) e GSI compresi tra 55 e 70.

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.

Per una descrizione di dettaglio si rimanda agli specifici elaborati PRV_C3B_7201_26-48-01_10-02, PRV_C3B_7207_26-48-01_40-03 e PRV_C3B_7209_26-48-01_40-05.

6.4 Impermeabilizzazione delle gallerie

Le gallerie di stoccaggio verranno impermeabilizzate su tutta la sezione e ritombate completamente, in modo da impedire all'acqua di falda (ovvero alle circolazioni idriche nell'ammasso roccioso) di penetrare all'interno della sezione ed essere eventualmente contaminate.

Nel caso del deposito in Maddalena 1, le due canne del TdB e la galleria di connessione 1 sottostanti fungono da dreno e vengono realizzate prima della messa in deposito delle rocce verdi, quindi non vi è problema di pressione idrostatica né a breve né a lungo termine.

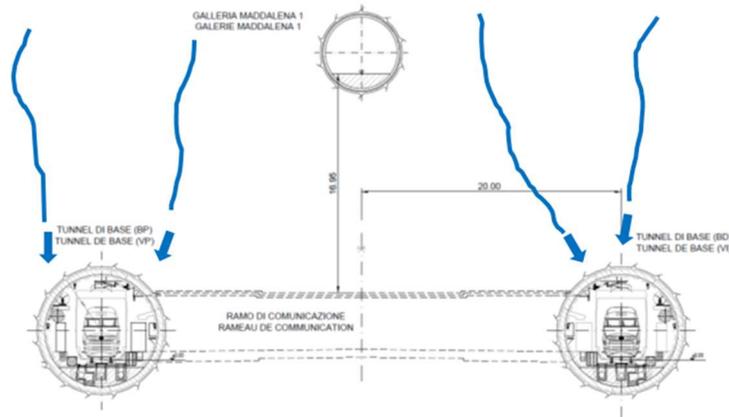


Figura 27: Sezione trasversale di Maddalena 1 con il Tunnel di Base

Nel caso del deposito in Maddalena 2, prima dello stoccaggio la galleria sarà drenata mediante fori attraverso i conci per non creare una pressione idrostatica sul rivestimento. Appena prima del conferimento definitivo dei contenitori i fori di drenaggio verranno riempiti ed inoltre sarà disposta un'impermeabilizzazione all'intradosso dell'anello di conci. Il ritombamento completo della galleria con malta cementizia e la rigidità del materiale all'interno dei contenitori ne garantisce la stabilità a lungo termine. L'impermeabilizzazione sarà realizzata in due tempi: contestualmente allo scavo la parte inferiore; a tratte successive durante il riempimento con il marino la parte superiore.

6.5 Sintesi delle quantità messe in deposito

I volumi di scavo nella zona delle rocce verdi, per quanto riguarda le opere in sotterraneo nella tratta prossima all'imbocco, sono riassunti nella tabella seguente.

Gestion des roches vertes / Gestione delle rocce verdi

Opera	pk inizio	pk fine	L (m)	sez. (m3/m)	volume (m3)
TdB					
sezione corrente TBM BP	60695,0	61076,0	379	76	28804
sezione corrente TBM BD	60695,0	61075,0	379	76	28804
allargo tratta C	60934,5	61021,5	87	97	8439
setto BP	61021,5	61076,0	53	13	683
allargo tratta A1 BP	61021,5	61056,5	35	90	3150
allargo tratta A1 BD	61021,5	61056,5	35	159	5565
allargo tratta A2 BP	61056,5	61076,0	18	92	1610
allargo tratta A2 BD	61056,5	61076,0	18	161	2818
					79872
Rami					
Ramo R0 sez allargata	60884,0		8	40	320
Ramo R0 sez allargata	60700,0		12	40	480
				totale	80 672
			fattore di espansione	volume materiale sciolto	
			1,6		129 075

Tabella 1 – Sintesi dei volumi da scavare nelle prasiniti

Considerando un coefficiente di espansione di 1.6 (come definito nella relazione PRV_C3B_0086_00-04-03), il volume di materiale sciolto è pari a circa 130 000 m3.

Le quantità disponibili per il deposito sono elencate nella tabella seguente. I depositi sono sufficienti per ospitare il volume di scavo previsto.

Opere	lunghezza (m)	n° casse sulla sezione	volume effettivo di materiale per ogni cassa (m3/m)	tolleranza long. (m)	volume di roccia sciolto (m3)
Maddalena 1 - sez. corrente	4771	8,5	1,6	0,05	61 641
Maddalena 1 - rami inversione	21,2	18	1,6	0,05	580
Maddalena 1 - nicchie	525	18	1,6	0,05	14 364
Maddalena 1 - nicchia NE1	24	18	1,6	0,05	657
Maddalena 1 - nicchia NE2 tratto A	27,2	7	1,6	0,05	289
Maddalena 1 - nicchia NE2 tratto B	26,2	25	1,6	0,05	996
Maddalena 2 - sez. corrente	816	18,5	1,6	0,05	22 946
Maddalena 2 - ramo RLS	20	18	1,6	0,05	547
Maddalena 1bis	1159	18	1,6	0,05	31 710
			Volume tot		133 730
			Differenza rispetto al volume da stoccare		4655

Tabella 2 – Sintesi delle quantità messe in deposito

7. Opere propedeutiche all'imbocco Est

Prima dell'arrivo delle frese all'imbocco Est a Susa, occorre riprofilare il versante per la preparazione della zona in cui verrà realizzata la galleria artificiale. Questo comporta sbancamenti con relative bullonature di sostegno, la realizzazione di un rilevato in soil cement al fine di avere copertura sufficiente per la galleria naturale ed il consolidamento mediante iniezioni del terreno e/o ammasso roccioso in quell'area.

Si eseguiranno inoltre gli ombrelli di infilaggio e la struttura in c.a. al portale descritti nella relazione PRV_C3A_3949_26-19-00.

Infine si realizzerà la galleria artificiale. Per maggiori dettagli si veda la relazione PRV_C3A_1100_26-70-00.

Sulla base della geomorfologia del versante, come riportato nell'elaborato PRV_C3B_0124_26-70-01, si prevede che gli sbancamenti avverranno nei depositi quaternari e non nel substrato roccioso. Si fa presente che non si è potuto eseguire sondaggi dalla superficie per identificare il contatto litologico tra depositi e roccia. In fase esecutiva, prima dell'avvio delle operazioni di sbancamento, sarà necessario accertarsi di questa assunzione.

Sulla base delle attuali conoscenze, le operazioni di sbancamento non avverranno dunque nelle rocce verdi. Frammenti di rocce verdi saranno estratti solo dalle perforazioni per gli infilaggi e per le bullonature di sostegno. Le perforazioni saranno eseguite usando l'acqua come fluido di perforazione / lubrificante per abbattere le polveri. I cuttings saranno incapsulati in big bags e portati in discarica per rifiuti pericolosi.

8. Fasaggio di realizzazione

8.1 Fasaggio di scavo

Le frese raggiungono le rocce verdi al mese 78 (BP) e al mese 83 (BD). Si fermano durante 3 mesi appena prima di questa zona in maniera tale che le frese e la logistica di cantiere siano messe in conformità con il potenziale carattere asbestiforme della roccia. Si sfrutterà il fermo della TBM per realizzare il ramo RLS in Maddalena 2.

Lo scavo con fresa prosegue con una velocità ridotta di 4.0 m/gg che consente il trattamento, il trasporto e lo stoccaggio in sotterraneo delle rocce verdi. Le frese escono a Susa e sono traslate nella galleria artificiale al mese 85 (BP) e al mese 91 (BD) dove vengono lavate e decontaminate prima di essere smontate all'aperto.

La realizzazione a Susa della galleria artificiale, compresa la mobilitazione dei mezzi, le installazioni di cantiere e la preparazione dell'imbocco sono previste in anticipo, dal mese 72 al mese 83.

Una galleria pilota di lunghezza di circa 55 m è scavata e riempita di cls a partire dalla canna BP per costituire in fase definitiva un setto tra le due canne del Tunnel di Base. I lavori che necessitano lo smontaggio dei conci sono realizzati durante i mesi 86 e 87 (durata: 1.5 mese). Segue l'allargo per la realizzazione del camerone BP di lunghezza 55 m mediante MDI (Martello Demolitore Idraulico), con una velocità di 32 m/mese (scavo di 130-140 mc/gg) durante i mesi 87 e 88.

Lo scavo dei cameroni sul BD viene realizzato con lo stesso metodo dal mese 91 al mese 97. Le velocità di scavo variano da 30 m/mese (per la tratta C di lunghezza 87 m) a 19 m/mese (per la tratta A di lunghezza 55 m) considerando una produzione di scavo di 130-140 mc/gg.

Gestion des roches vertes / Gestione delle rocce verdi

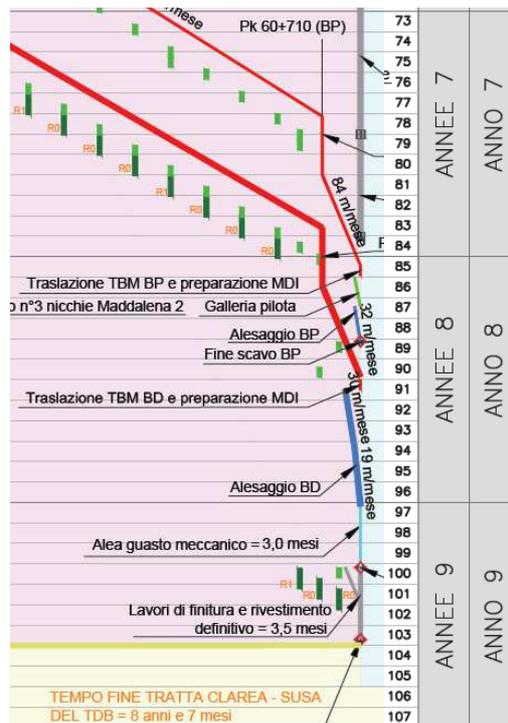


Figura 28: Planning "chemin de fer" nella zona delle rocce verdi (PRV_C30_0086_35-00-00)

Il volume di stoccaggio dei materiali di scavo dell'allargamento del Binario Dispari corrisponde alla capacità di stoccaggio di Maddalena 2. Ne risulta che lo stoccaggio in Maddalena 2 inizierà solo al mese 91 in modo tale che la logistica delle TBM (reti, approvvigionamento conci, ecc...) non sia modificata prima della fine della sua attività di scavo (al mese 91 avviene la traslazione della macchina nella galleria artificiale).

8.2 Lavaggio e smontaggio della TBM

Le TBM escono a Susa nella galleria artificiale (zona contaminata) precedentemente realizzata. Lo scatolare è completamente chiuso, non vi è nessun contatto dal cantiere verso l'esterno fino all'estremità finale dello scatolare. Le TBM sono traslate nella galleria artificiale; le operazioni di lavaggio e decontaminazione avvengono all'interno di essa, in prossimità dell'imbocco, laddove la sezione dello scatolare è più grande e quindi vi è spazio sufficiente per tali lavorazioni.

Gestion des roches vertes / Gestione delle rocce verdi

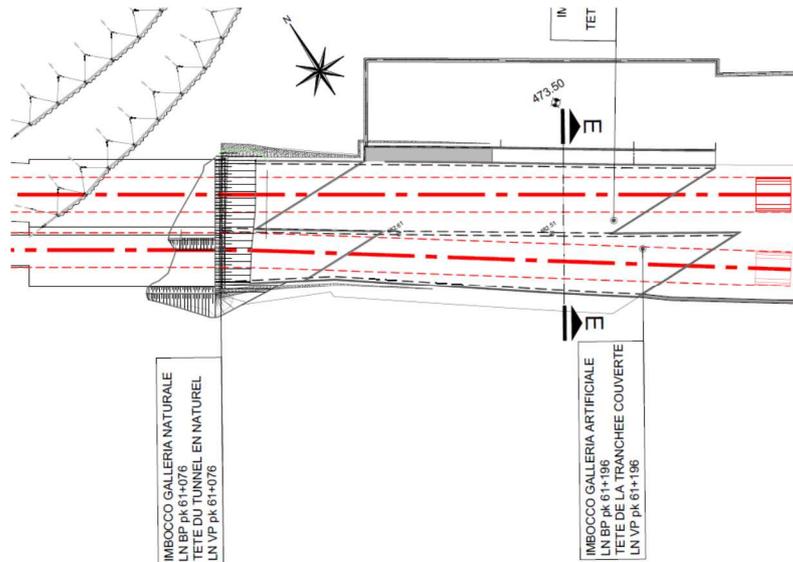


Figura 29: Zona di traslazione delle TBM

Lo smontaggio viene realizzato all'esterno dopo una seconda fase di traslazione. Rispetto al Progetto Definitivo Approvato, l'altezza dello scatolare è stata aumentata di 70 cm (35 cm verso l'alto e 30 cm verso il basso) per permettere la traslazione della TBM al suo interno.

9. Gestione delle rocce verdi per altre tratte

Tratte in tradizionale

Nel caso di scavo in tradizionale (compreso Tunnel di Interconnessione) in cui si rinvenissero rocce ed intercalazioni con presenza di asbesto, si procederà come segue:

- possibilità di scavo in condizioni umide;
- sistema di depurazione dell'acqua con filtri assoluti per il suo riutilizzo per la bagnatura del fronte;
- indagine in avanzamento a ricoprimento totale tramite sondaggio orizzontale dal fronte di scavo;
- sistema di ventilazione in aspirazione con filtri assoluti posti a monte dell'emissione; tale sistema determina una depressurizzazione del fronte che richiama esclusivamente aria dall'esterno per la ventilazione della galleria;
- sistema di compartimentazione della galleria scavata con carro attrezzato con barriere e locali per la decontaminazione del personale e dei mezzi; tale carro si sposta in avanti durante lo scavo determinando l'allungamento della zona decontaminata alle spalle del fronte di scavo e mantenendo la zona contaminata limitatamente al settore più prossimo al fronte;
- Nell'area di decontaminazione il rivestimento provvisorio dovrà già essere presente;
- Il materiale di risulta sarà sigillato al fronte in big bags che una volta decontaminati (tramite lavaggio in sistemi a doccia) saranno trasferiti nello stoccaggio sotterraneo descritto al § 6.

Procedura per il riconoscimento di minerali asbestiformi in fase di scavo

- Prelievo di campioni lapidei ed eventualmente di fibre dal fronte e dalle carote dei sondaggi in avanzamento;

- preparazione delle sezioni per l'analisi ottica e morfologica al microscopio tramite frantumazione/macinazione che si eseguirà direttamente in cantiere nel laboratorio predisposto;
- quantificazione della concentrazione in amianto da eseguire in cantiere attraverso la comparazione del campione prelevato con concentrazioni standard che dovranno essere predisposti e/o stabiliti e/o condivisi con le autorità e agenzie ambientali competenti, preventivamente all'avvio dello scavo.

Tratte in meccanizzato

Sebbene i dati relativi al modello geologico di riferimento indichino per i tratti scavati con TBM (al di fuori della zona dell'imbocco Est) una probabilità da nulla a bassa di rinvenimento di rocce verdi, nel corso dell'avanzamento dello scavo saranno attivati i seguenti presidi di controllo:

- esecuzione di sondaggi in avanzamento in corrispondenza di tratti caratterizzati da condizioni mineralogiche o strutturali predisponenti la formazione di mineralizzazioni asbestiformi (es. in presenza di porzioni particolarmente fratturate dell'ammasso roccioso o di discontinuità come faglie, master joint ecc.) con esecuzione di analisi come descritto precedentemente;
- monitoraggio del marino con campionamento del materiale di risulta e analisi di laboratorio nel corso dello scavo, lungo tratti le cui condizioni strutturali e litologiche possono indicare la presenza di condizioni favorevoli alla presenza di mineralizzazioni fibrose, comunque coerentemente con quanto previsto dal piano di utilizzo del materiale di scavo.

Come già detto al § 3.2, le indagini ed i monitoraggi in avanzamento avranno come finalità aggiuntiva l'individuazione delle eventuali zone con rocce verdi.

Nel caso in cui si rinvenissero rocce ed intercalazioni con presenza di asbesto, si procederà come segue:

- possibilità di scavo in condizioni umide;
- sistema di depurazione dell'acqua con filtri assoluti per il suo riutilizzo per la bagnatura del fronte;
- sistema di ventilazione in aspirazione con filtri assoluti posti a monte dell'emissione; tale sistema determina una depressurizzazione del fronte che richiama esclusivamente aria dall'esterno per la ventilazione della galleria;
- sistema di compartimentazione della galleria scavata con carro attrezzato con barriere e locali per la decontaminazione del personale e dei mezzi; tale carro si sposta in avanti durante lo scavo determinando l'allungamento della zona decontaminata alle spalle del fronte di scavo e mantenendo la zona contaminata limitatamente al settore più prossimo al fronte;
- Nell'area di decontaminazione il rivestimento provvisorio dovrà già essere presente;
- Il materiale di risulta sarà sigillato al fronte in big bags che una volta decontaminati (tramite lavaggio in sistemi a doccia) saranno trasferiti nello stoccaggio in sotterraneo descritto al § 6.

Nella relazione PRV_C3A_6042_33-01-02_10-02 "Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione" si definisce la quantità di materiale di scavo con possibile concentrazione elevata in amianto al di fuori dei primi 350-400 m in prossimità dell'imbocco.

Gestion des roches vertes / Gestione delle rocce verdi

Tale quantità è pari a circa 2600 m³ di roccia in posto, ovvero a circa 4200 m³ di materiale sciolto. Si nota che l'eccedente di volume negli stoccaggi previsti (cfr. tabella 2) è inferiore a tale quantità, che può quindi essere stoccata al loro interno.