

# LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne  
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese  
Sezione transfrontaliera

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

REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO - REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE  
CUP C11J05000030001

COORDINATION GENERALE – COORDINAMENTO GENERALE

DELAYS DE REALISATION DES TRAVAUX – CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

RAPPORT GENERAL DU PLANNING DES TRAVAUX COTE ITALIE –  
RELAZIONE GENERALE DEL CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI LATO ITALIA

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	08/02/2012	Première diffusion / Prima emissione	C. SALOT (BG)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
A	08/02/2013	Révision suite aux commentaires LTF Revisione a seguito commenti LTF	C. SALOT (BG)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO

CODE DOC	P	D	2	C	3	0	T	S	3	0	0	8	5	A		A	P	N	O	T
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice		Statut / Stato		Type / Tipo			

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C30	//	//	35	00	00	10	01
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA

 **Tecnimont  
Civil Construction**  
Dott. Ing. Aldo Mancarella  
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271/R



 **LTF**  
LYON TURIN FERROVIAIRE

LTF sas - 1091 Avenue de la Boisse - BP 80631 - F-73006 CHAMBERY CEDEX (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 LTF Tous droits réservés - Proprietà LTF 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

RESUME/RIASSUNTO .....	4
1. INTRODUZIONE .....	5
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	5
2.1 Documenti di progetto .....	5
2.2 Normativa .....	5
3. TEMPI DI REALIZZAZIONE DEL TUNNEL DI BASE .....	6
3.1 Tempo di inizio delle attività .....	6
3.2 Calendario di lavoro .....	6
3.3 Descrizione generale dei lavori .....	6
3.4 Velocità relative delle due canne .....	6
3.5 Fasi di lavoro .....	7
3.5.1 Cantierizzazione e lavori all'imbocco .....	7
3.5.2 Scavo e sostegni provvisori .....	7
3.5.3 Realizzazione dei riempimenti provvisori .....	10
3.5.4 Realizzazione dei rami di collegamento intertubo .....	10
3.5.5 Realizzazione del rivestimento definitivo e dei riempimenti definitivi .....	11
3.5.6 Realizzazione dei marciapiedi e finiture .....	11
3.6 Imprevisti .....	12
4. TEMPI DI REALIZZAZIONE DELLA DISCENDERIA DI LA MADDALENA, DELL'AREA DI SICUREZZA DI CLAREA E DELLA GALLERIA DI VENTILAZIONE DI VAL CLAREA .....	13
4.1 Tempo di inizio delle attività .....	13
4.2 Calendario di lavoro .....	13
4.3 Descrizione generale dei lavori .....	13
4.4 Lavori di preparazione a La Maddalena (da T0 a T0+16) .....	14
4.5 Primi scavi nell'area di sicurezza di Clarea (da T0+17 a T0+27) .....	14
4.6 Installazione di cantiere nell'area di sicurezza di Clarea e inizio scavo della galleria di ventilazione (da T0+27 a T0+32) .....	16
4.7 Scavo e rivestimento definitivo dell'area di sicurezza di Clarea e della galleria di ventilazione di Val Clarea (da T0+33 a T0+79) .....	16
4.7.1 Lavori nella galleria di ventilazione di Val Clarea .....	16
4.7.2 Lavori nell'area di sicurezza di Clarea .....	16
4.8 Smantellamento del cantiere sotterraneo, rivestimento definitivo della discenderia La Maddalena e finiture (da T0+80 a T0+93) .....	17
5. TEMPI DI REALIZZAZIONE NELLA PIANA DI SUSÀ .....	19
5.1 Area Nord Dora .....	19
5.1.1 da T0 a T0+6 mesi .....	19
5.1.2 Da T0+6 a T0+24 mesi .....	19
5.1.3 Da T0+24 a T0+30 mesi .....	19
5.2 Ponte sulla Dora .....	20
5.3 Area Sud Dora .....	20
5.3.1 Da T0+5 a T0+12 mesi .....	20
5.3.2 Da T0+13 a T0+25 mesi .....	21

6. TEMPI DI REALIZZAZIONE DEL TUNNEL DI INTERCONNESSIONE.....	22
6.1 Tempo di inizio delle attività.....	22
6.2 Calendario di lavoro .....	22
6.3 Descrizione generale dei lavori .....	22
6.4 Preparazione e realizzazione del Binario Dispari.....	22
6.5 Realizzazione del Binario Pari.....	23
7. TEMPI DI REALIZZAZIONE A BUSSOLENO.....	24
7.1 Tempo di inizio delle attività.....	24
7.2 Fasi di lavoro .....	24
7.2.1 da T0-24 mesi a T0.....	24
7.2.2 da T0+0 a T0+30 mesi.....	24
7.2.3 da T0+30 a T0+34 mesi.....	24
8. PLANNING DI POSA DEGLI IMPIANTI .....	24
8.1 Posa dell'armamento e degli impianti di linea .....	24
8.1.1 Attrezzaggio dei locali tecnici.....	24
8.1.2 Impianti non ferroviari.....	24
8.1.3 Impianti ferroviari.....	25
8.1.4 Installazione degli impianti negli edifici tecnici all'esterno.....	25
8.2 Planning delle prove di integrazione e di marcia a vuoto.....	26

## LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

<b>Figura 1</b> – Schemi riassuntivi dei metodi di scavo del Tunnel di Base dall'imbocco alla pk 57+400.....	8
<b>Figura 2</b> – Schemi riassuntivi dei metodi di scavo del Tunnel di Base dalla pk 57+400 alla pk 55+000.....	9
<b>Figura 3</b> – Schemi riassuntivi dei metodi di scavo del Tunnel di Base dalla pk 55+000 alla pk 52+000.....	10
<b>Figura 4</b> – Fasaggio degli scavi nell'area di sicurezza di Clarea.....	14
<b>Figura 5</b> – Cadenze di avanzamento e velocità di avanzamento per le varie sezioni dell'area di sicurezza di Clarea .....	15
<b>Figura 6</b> – Planning di costruzione del ponte sulla Dora a Susa.....	20

## LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

<b>Tabella 1</b> – Modo di scavo per il Tunnel di Base scavato dal lato italiano.....	8
---	---

## RESUME/RIASSUNTO

Ce document a pour but d'illustrer le planning de réalisation des ouvrages côté Italie, dans le cadre du Projet de la section transfrontalière de partie commune franco-italienne de la Nouvelle Liaison Lyon- Turin.

Il décrit les hypothèses et l'analyse ayant permis d'élaborer les plannings des principaux ouvrages ainsi que le planning général, résultant de leur intégration cohérente.

Les analyses effectuées ont permis de tirer les conclusions principales suivantes au sujet des échéances les plus importantes :

- Les travaux anticipés réalisés depuis le mois T0-24 mois permettent l'évacuation du marin du Tunnel de Base vers les sites de dépôt définitif par train dès le début du creusement. Ces travaux concernent deux viaducs sur la Dora Riparia (Bussoleno et Susa), et la réalisation du Tunnel d'Interconnexion.
- Temps de réalisation des ouvrages de Génie Civil en souterrain : T0+93 mois – 7 ans et 9 mois. Il correspond aux travaux de finition dans le site de sécurité de Clarea et la descenderie La Maddalena.
- Temps de réalisation des ouvrages de Génie Civil: T0+95 mois – 7 ans et 11 mois. Il correspond à la réalisation des bâtiments techniques de Susa Sud.
- Le "chemin critique" de construction des ouvrages souterrains en ligne correspond au tronçon du Tunnel de Base compris entre la station souterraine de Modane et le portail de Susa.

Il documento è finalizzato ad illustrare il cronoprogramma generale di realizzazione delle opere lato Italia previste nell'ambito del progetto della sezione transfrontaliera della parte comune italo-francese della Nuova Linea Torino-Lione.

Sono esplicitate le ipotesi e la analisi che hanno consentito di elaborare il cronoprogramma delle principali opere nonché il cronoprogramma generale, risultante dalla loro coerente integrazione.

Le analisi condotte hanno portato alle seguenti principali conclusioni in merito alle tempistiche di maggior rilevanza:

- I lavori anticipati realizzati dal mese T0-24 permettono l'evacuazione dei materiali di scavo del Tunnel di Base verso i siti di deposito definitivo con il treno all'inizio dello scavo. Questi lavori comprendono due viadotti sulla Dora Riparia, e la realizzazione del Tunnel di Interconnessione.
- Tempo per la realizzazione delle opere civili in sotterraneo: (T0+93 mesi – 7 anni e 9 mesi). Corrisponde ai lavori di finitura nell'area di sicurezza di Clarea e la discenderia di La Maddalena.
- Tempo per la realizzazione delle opere civili all'aperto: (T0+95 mesi – 7 anni e 11 mesi). Corrisponde alla realizzazione degli edifici a Susa Sud.
- Il "percorso critico" di costruzione delle opere sotterranee in linea corrisponde alla tratta di galleria di Base compresa tra la stazione sotterranea di Modane e l'imbocco di Susa.

## 1. Introduzione

Il documento è finalizzato ad illustrare il cronoprogramma generale di realizzazione delle opere sotterranee e all'aperto lato Italia previste nell'ambito del progetto della sezione transfrontaliera della parte comune italo-francese della Nuova Linea Torino-Lione.

Scopo della presente relazione è l'illustrazione degli aspetti di pianificazione della fase costruttiva delle opere, in particolare:

- Tunnel di Base – Galleria a due canne di cui 9.1 km sono scavati dall'imbocco di Susa;
- Area di sicurezza sotterranea di Clarea;
- Galleria di ventilazione di Val Clarea di lunghezza 4.5 km;
- Discenderia della Maddalena di lunghezza 7.2 km;
- Opere nella piana di Susa (imbocchi, viabilità, edifici, rilevati, ponte sulla Dora, passaggio sotto l'A32, deviazione del canale Coldimosso);
- Tunnel di Interconnessione – Galleria a due canne di lunghezza 1.9 km circa;
- Opere all'aperto a Bussoleno (connessione con la Linea Storica, ponti sulla Dora).

## 2. Documenti di riferimento

### 2.1 Documenti di progetto

- PD2-C3A-TS3-0086 Planning di riferimento per la costruzione;
- PD2-C3A-TS3-0087 Planning "chemin de fer" delle opere civili;
- PD2-C3A-TS3-0089 Planning generale degli impianti.

### 2.2 Normativa

Il quadro normativo di riferimento è trattato all'interno del documento PD2-C3A-TSE3-1113 "Soumission 44 - Normes Techniques - Cadre réglementaire".

### 3. Tempi di realizzazione del Tunnel di Base

#### 3.1 Tempo di inizio delle attività

Si prevede che i lavori di costruzione cominceranno a partire dal tempo iniziale T0, data di riferimento che rappresenta la data di inizio delle attività non anticipate di costruzione.

#### 3.2 Calendario di lavoro

Nel caso di avanzamento con TBM, la settimana lavorativa prevede:

- 3 turni di 8h al giorno (24h/24);
- Per lo scavo:
  - Settimana lavorativa di 6 giorni su 7;
  - 313 giorni lavorativi nell'arco dell'anno solare.
- 1 giorno dedicato alla manutenzione ordinaria ed alle eventuali indagini in avanzamento agli scavi.

Nel caso di avanzamento con metodi tradizionali, la settimana lavorativa prevede:

- 3 turni di 8h al giorno (24h/24);
- Per lo scavo:
  - Settimana lavorativa di 6 giorni su 7;
  - 313 giorni lavorativi nell'arco dell'anno solare.
- 1 giorno dedicato agli indagini in avanzamento agli scavi.

#### 3.3 Descrizione generale dei lavori

Sul lato Italia, le due canne del Tunnel di Base sono scavate dall'imbocco di Susa. I metodi di scavo (martellone, fresa) e le caratteristiche della fresa sono stati adattati alla geologia e ai rischi potenziali (vedi documenti PD2\_TSE3\_C3A\_0880 e PD2\_TSE3\_C3A\_0896 sui metodi di scavo).

I fronti di scavo incontrano quelli in provenienza dalla stazione di sicurezza di Modane (dal lato francese) alla pk 52+000 circa (BP). La lunghezza media di scavo è di circa 9.1 km.

I lavori realizzati includono la preparazione dell'imbocco, le gallerie in linea, i rami e i serbatoi per liquidi accidentalmente sversati dallo scavo fino alle finiture.

#### 3.4 Velocità relative delle due canne

Per quanto riguarda lo scavo meccanizzato, si considera un incremento progressivo delle cadenze fino ad un massimo del 10% per la seconda canna scavata. L'esperienza acquisita durante la realizzazione della prima canna consente di migliorare la prestazione media conseguibile nella seconda (questo effetto è meno evidente nell'avanzamento D&B).

Per uno "sfasamento" inferiore a 2 mesi tra le due canne, si considera che le macchine siano troppo vicine per poter usare questa esperienza.

### **3.5 Fasi di lavoro**

#### ***3.5.1 Cantierizzazione e lavori all'imbocco***

Il Tunnel di Base è sul percorso critico del cronoprogramma. Di conseguenza, la mobilitazione dei mezzi e del personale, la cantierizzazione e la preparazione dell'imbocco (scavi) viene realizzata subito dopo il tempo T0 fino al tempo T0+6 mesi

La galleria artificiale ubicata all'imbocco è realizzata in seguito fino al mese T0+11 mesi. Nella prima fase di scavo nelle rocce verdi, buona parte delle installazioni di cantiere sono ubicate all'interno della galleria artificiale.

#### ***3.5.2 Scavo e sostegni provvisori***

Le cadenze (velocità, produzioni) di avanzamento delle lavorazioni sono state valutate basandosi su un “giudizio esperto”. Le velocità sono stati condivise con il Comitato degli Esperti Tunnel composto da esperti internazionali in opere in sotterraneo.

Gli studi geologici condotti nell'ambito della presente fase progettuale hanno portato ad individuare zone di potenziale criticità lungo il tracciato delle due gallerie. Tali criticità possono essere qualitativamente assimilate al concetto di “accident” per significare la possibile occorrenza di condizioni geologiche sfavorevoli, in grado di generare un impatto negativo sull'avanzamento degli scavi.

Il progetto delle opere, sulla base dell'analisi di rischio, ha tenuto conto di tali contesti sfavorevoli, prevedendo come contromisura l'adozione di idonee sezioni tipo di sostegno e/o di interventi preventivi allo scavo di impermeabilizzazione e/o consolidamento.

La velocità delle tratte è stata adattata alle zone oggetto di trattamenti preventivi o zone di potenziale criticità. I valori proposti devono essere considerati come dei valori medi conservativi determinati tenendo conto della geologia, dei rischi di costruzione, del tipo di scavo (tipo di fresa, tipo di scavo convenzionale) e della logistica di costruzione.

Tengono anche conto dei lavori di consolidamento e di impermeabilizzazione preventivi agli scavi.

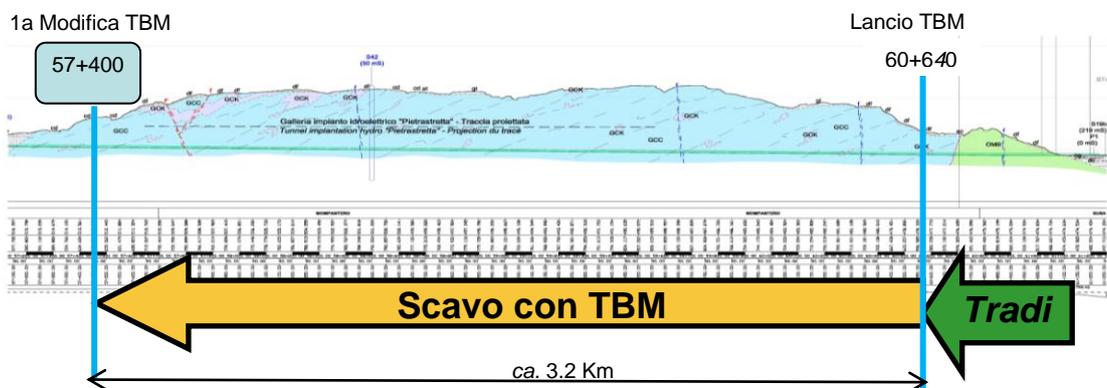
La tabella seguente riassume i modi di scavo e le velocità di avanzamento considerati per la tratta del Tunnel di Base realizzata dal lato italiano del tracciato.

Opera	Pk (BP)		Lunghezza [m]	Metodo di scavo	Direzione di scavo
	Inizio	Fine			
Tunnel di Base	Discenderia di Modane				↓
	32+800	52+000	19.200	D&B + TBM (aperta)	
	55+950	52+000	3.950	TBM Fresa mista Fronte aperto	↑
	57+400	55+950	1.450	TBM Fresa mista Fronte confinato	
	60+640	57+400	3.240	TBM Fresa mista Fronte aperto	
	61+060	60+640	420	Tradizionale	
	Imbocco Est Tunnel di Base				
Piana di Susa – Opere all'aperto					

**Tabella 1** – Modo di scavo per il Tunnel di Base scavato dal lato italiano

Al passaggio da uno scavo tradizionale ad uno scavo meccanizzato e da uno scavo meccanizzato ad uno scavo tradizionale, si sono dimezzate le velocità per una durata di due mesi per tenere conto della curva di apprendimento.

Le figure seguenti illustrano i vari metodi di scavo lungo la tratta del Tunnel di Base scavata dal lato italiano. Sono inoltre previste due modifiche ed una revisione generale della macchina, come specificato nella relazione PD2-C3A-TS3-0896-NOT “Scavo meccanizzato con fresa”, alla quale si rimanda per maggiori dettagli.

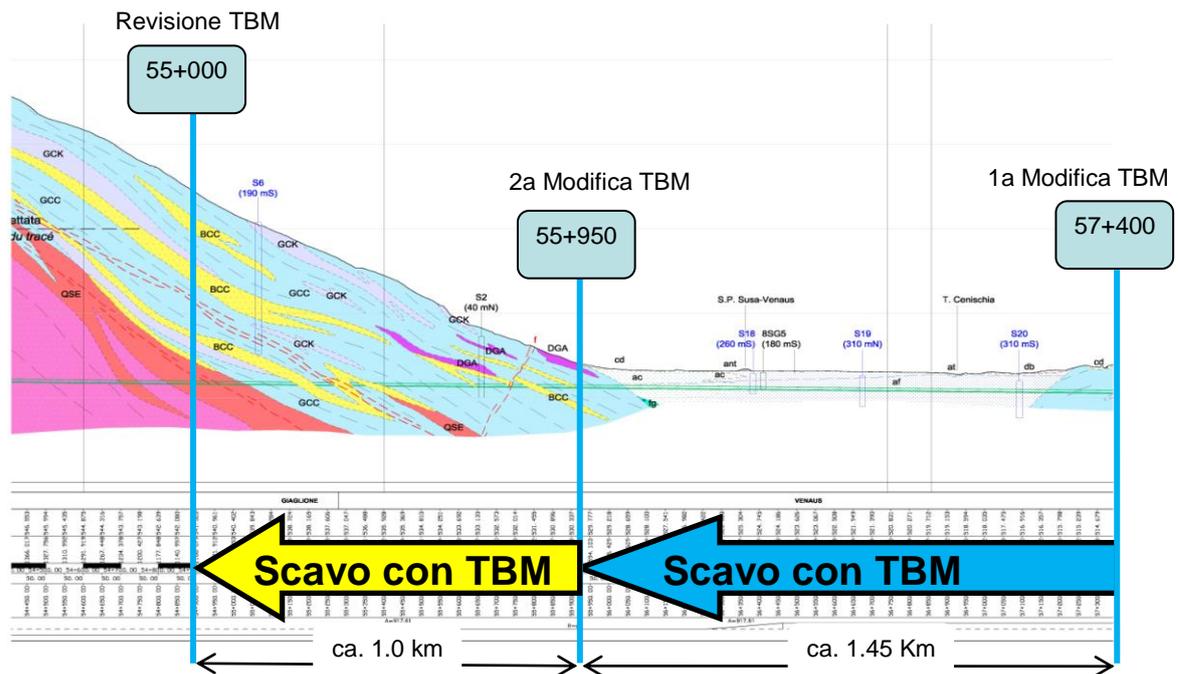


**Figura 1** – Schemi riassuntivi dei metodi di scavo del Tunnel di Base dall'imbocco alla pk 57+400 (Tradizionale + TBM a fronte aperto)

1.a Modifica TBM (Pk 57+400) :

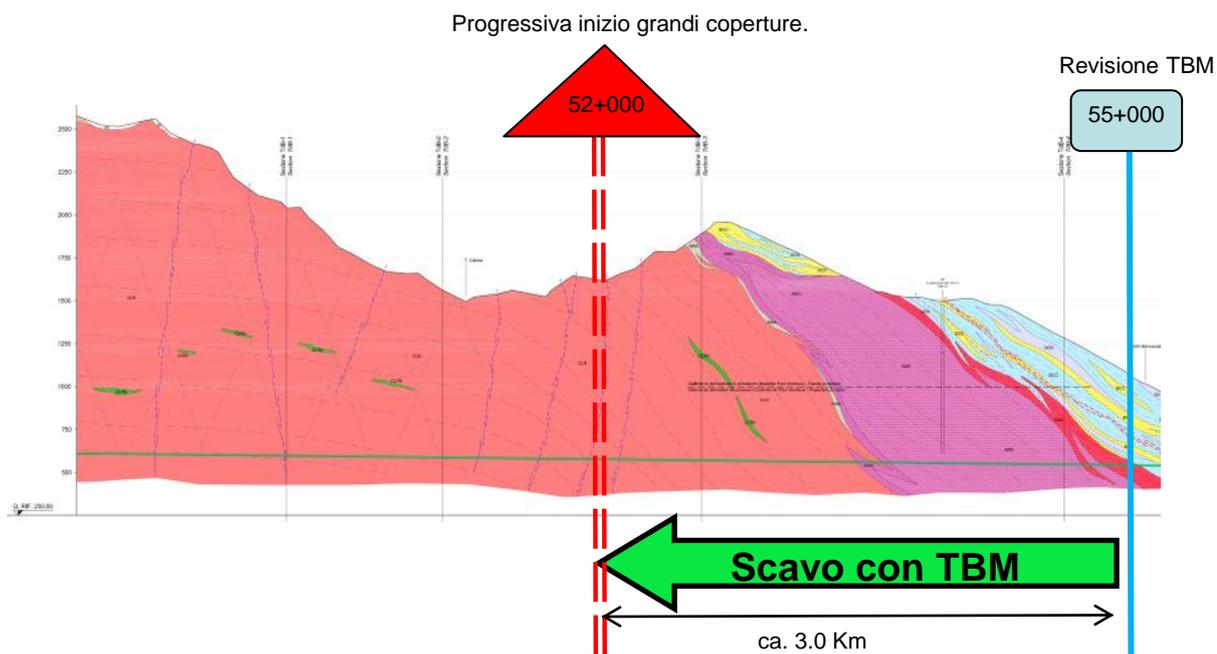
Nella 1.a Modifica della TBM a pK 57+400 è previsto in particolare la sostituzione di circa 50-60% dei dischi con scrapers e, soprattutto, il cambio di tipologia conci, che passano a spessore 45 cm e classe C45/55; la durata prevista per questa modifica è di circa **1-1,5 mesi**

Nella 2.a Modifica della TBM a pK 55+950 è previsto, fra l'altro, di modificare gli utensili con installazione 100% dischi da 19" e di installare una specifica attrezzatura per foraggi/infilaggi di consolidamento attraverso lo scudo di coda e per perforazione a distruzione attraverso i conci; la durata prevista per questa modifica è di circa **1,5-2 mesi**.



**Figura 2** – Schemi riassuntivi dei metodi di scavo del Tunnel di Base dalla pk 57+400 alla pk 55+000 (TBM a fronte confinato)

Alla Pk 55+000, una volta passata la zona a scaglie, si prevede di dover revisionare a fondo la fresa e tutte le sue installazioni per affrontare al meglio la tratta successiva di circa 3 km di rocce competenti (micascisti e gneiss del massiccio di Ambin) con importanti coperture fino a 1400 m, elevati battenti idraulici e con presenza di faglie sub-verticali.



**Figura 3** – Schemi riassuntivi dei metodi di scavo del Tunnel di Base dalla pk 55+000 alla pk 52+000

In contemporanea con l'avanzamento dei fronti di scavo, si posano in opera i sostegni provvisori.

Tra la pk 60+640 e la pk 52+000, con la fresa mista scudata, i conci vengono messi in opera in avanzamento subito a tergo dello scudo.

In definitiva, l'incontro tra i due fronti alla pk 52+000 avverrà al tempo T0+77 mesi

### **3.5.3 Realizzazione dei riempimenti provvisori**

Il riempimento in parte bassa ed i marciapiedi sono realizzati in parallelo allo scavo. Le fasi del riempimento sono:

- Riempimento provvisorio della parte bassa;
- Camminamento pedonale;
- Ventilazione;
- Sottoservizi.

Per permettere la realizzazione dei rami, gli elementi e le reti posizionati dal lato di questi ultimi saranno sopraelevati o allora dovranno essere messi tutti dallo stesso lato. Si noterà che, per questo fatto, la posizione di questi elementi non sarà sullo stesso lato del tunnel per le due canne. Per maggiori dettagli, si veda la relazione PD2-TSE3-C3A-0887.

### **3.5.4 Realizzazione dei rami di collegamento intertubo**

La realizzazione dei rami (o by-pass) segue quella dei riempimenti con distanza minima di 400 m dal fronte di scavo e massima di 1000 m.

Nell'ottica di rendere possibile l'anticipazione, rispetto al completamento delle opere civili, dell'installazione di componenti impiantistiche per la fase di esercizio, è stata studiata la fattibilità della realizzazione dei rami trasversali di collegamento intertubo in parallelo all'avanzamento del fronte di ciascuna canna.

Lo schema individuato prevede le seguenti fasi:

- Ad una distanza non inferiore a 400 metri dal fronte di scavo della canna in posizione più avanzata è possibile avviare lo scavo della prima parte del ramo di collegamento. La durata prevista per questi lavori è di circa 0.5 a 1 mese a seconda che si tratti di un ramo di tipo R0 o R1, rispettivamente;
- Al passaggio della seconda canna e ad analoga distanza dal fronte, risulta possibile completare lo scavo del ramo. La durata prevista è di 0.5 mesi;
- Completato lo scavo è possibile procedere al getto dei calcestruzzi di rivestimento e di quelli di finitura. La durata prevista è di 1 mese.

Dall'inizio dello scavo dalla seconda canna, il tempo medio di scavo e di rivestimento dei rami è di circa 1.5 mese (valore medio per i vari tipi di ramo).

### ***3.5.5 Realizzazione del rivestimento definitivo e dei riempimenti definitivi***

Le tratte scavate con metodo tradizionale dalla Francia consentono di ipotizzare che lo scavo ed il getto dell'arco rovescio e del riempimento possano avvenire parallelamente all'avanzamento del fronte, prevedendo normalmente una compartimentazione longitudinale mobile del tratto di galleria interessato, ossia alternando lungo i due paramenti della galleria lo scavo e getto dell'arco rovescio e l'utilizzo di una rampa in materiale riportato per consentire l'accesso al fronte superiore.

Alternativamente, è ipotizzabile il ricorso a ponti reticolari mobili e carrabili che consentono il transito dei mezzi in presenza di lavorazioni in arco rovescio.

Lato Italia, per la tratta scavata in tradizionale (nelle rocce verdi), si considera una velocità di avanzamento di 210 m/mese per la realizzazione del rivestimento definitivo a fine scavo del Tdb.

I tempi di realizzazione del rivestimento definitivo sono stati ottimizzati in maniera tale da farli coincidere con la disponibilità di aggregati per il calcestruzzo.

Il rivestimento definitivo della prima tratta in tradizionale (nelle rocce verdi) viene dunque realizzato dal mese T0+74 fino al mese T0+76. La seconda tratta (grandi coperture) viene realizzata in contemporanea con l'avanzamento mediante posa di conci.

### ***3.5.6 Realizzazione dei marciapiedi e finiture***

Il getto dei marciapiedi è previsto avvenire a fine lavori. Si considera una velocità di avanzamento di 2100 m/mese per la realizzazione dei marciapiedi.

Nello stesso tempo si effettuano i lavori di finitura e lo smontaggio della TBM in provenienza dalla stazione di sicurezza di Modane. La durata prevista per i lavori di finitura è di 5 mesi.

### 3.6 Imprevisti

Per le tratte scavate con TBM, oltre agli imprevisti di natura geologica, nella redazione del cronoprogramma si è tenuto conto anche della possibile occorrenza di fermi cantiere per importanti guasti meccanici. Tale evenienza è graficamente rappresentata nel cronoprogramma “spazio-tempo” mediante l’inserimento di un ritardo fittizio alla fine dello scavo; tale ritardo risulta proporzionato alla lunghezza della tratta scavata con TBM, nella misura di circa 2 mesi per ogni 10km di scavo.

L’impatto sui tempi di costruzione determinato dagli imprevisti (geologici e geomeccanici) è più convenientemente trattato, secondo un approccio probabilistico, mediante analisi DAT (Decision Aids in Tunneling), che è stato svolto nella presente fase progettuale (vedi relazione PD2-TSE3-C3A-8200 "Analisi DAT : illustrazione modello e presentazione risultati").

## **4. Tempi di realizzazione della discenderia di La Maddalena, dell'area di sicurezza di Clarea e della galleria di ventilazione di Val Clarea**

### **4.1 Tempo di inizio delle attività**

Si prevede che i lavori di costruzione cominceranno a partire dal tempo iniziale T0, data di riferimento che rappresenta la data di inizio delle attività non anticipate di costruzione.

### **4.2 Calendario di lavoro**

Nel caso di avanzamento con metodi tradizionali per le gallerie dell'area di sicurezza di Clarea e la galleria di ventilazione di Val Clarea la settimana lavorativa prevede:

- 3 turni di 8h al giorno (24h/24);
- Per lo scavo:
  - Settimana lavorativa di 6 giorni su 7;
  - 313 giorni lavorativi nell'arco dell'anno solare.
- 1 giorno dedicato agli eventuale indagini in avanzamento agli scavi.

### **4.3 Descrizione generale dei lavori**

Questo capitolo è dedicato alle opere sotterranee seguenti:

- Area di sicurezza di Clarea che comprende anche tutte le opere del Tunnel di Base dalla pk 47+618 BP alla pk 48+378 BP;
- Galleria di ventilazione di Val Clarea per un'estesa complessiva di circa 4537 m;
- Realizzazione delle nicchie per incrocio ed inversione dei veicoli nella discenderia di La Maddalena e del rivestimento definitivo di tutta la discenderia.

E' anche dedicato alle opere esterne ubicate all'imbocco di La Maddalena e all'imbocco di Val Clarea.

Le fasi maggiori di costruzione sono le seguenti:

- Da T0+6 a T0+16: Cantierizzazione, evacuazione dei materiali di scavo della galleria geognostica e scavo delle nicchie di incrocio in galleria;
- Da T0+16 a T0+27: Scavo D&B nell'area di sicurezza di Clarea per installazioni di cantiere in sotteraneo;
- Da T0+27 a T0+32: Scavo D&B area di sicurezza e galleria di ventilazione di Clarea;
- Da T0+32 a T0+77: Scavo D&B e rivestimento definitivo area di sicurezza e galleria di ventilazione di Clarea;
- Da T0+60 a T0+93: Rivestimento definitivo discenderia di La Maddalena e caverna tecnica area di sicurezza di Clarea, finiture nell'area di sicurezza e nella discenderia di La Maddalena.

Queste fase sono descritte nei capitoli seguenti e sono evidenziate sul cronoprogramma dettagliato PD2\_TS3\_C3A\_7854.

Per quanto riguarda la galleria geognostica di La Maddalena è ipotizzato che:

- La galleria è scavata fino alla pk 7181+18 (vedi planimetria PD2\_TS3\_C3A\_3810);
- Smantellamento delle installazioni di cantiere della galleria geognostica (eccetto installazioni di trattamento delle acque);
- Lo svincolo che permette l'accesso al cantiere dall'autostrada A32 è finalizzato al tempo T0.

#### 4.4 Lavori di preparazione a La Maddalena (da T0 a T0+16)

La mobilitazione dei mezzi e l'inizio della fase di progettazione sono previsti dal tempo T0 fino al tempo T0+6.

Dal tempo T0+6 fino al tempo T0+10 inizia la cantierizzazione ed il materiale di scavo della galleria geognostica di La Maddalena è evacuato verso Susa per la realizzazione di rilevati.

Sono previsti 22 nicchie di lunghezza variabile tra 30 e 45 m per l'incrocio e l'inversione dei veicoli nella discenderia di La Maddalena. Sono scavate con metodologia tradizionale dal tempo T0+10 al tempo T0+14. Con un sfasamento di 6 settimane e una durata di 4 mesi è realizzata la soletta in calotta (condotto di ventilazione) finalizzata a potenziare il sistema di ventilazione in fase di cantiere.

I lavori di preparazione della galleria finiscono al mese T0+16.

#### 4.5 Primi scavi nell'area di sicurezza di Clarea (da T0+17 a T0+27)

Il fasaggio dei lavori nell'area di sicurezza di Clarea è riassunto sulla figura seguente (estratto del documento PD2\_TS3\_C3A\_6452).

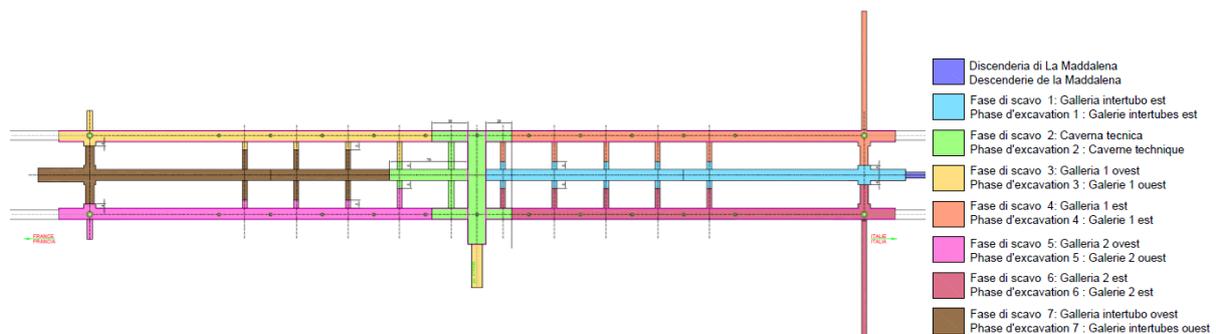
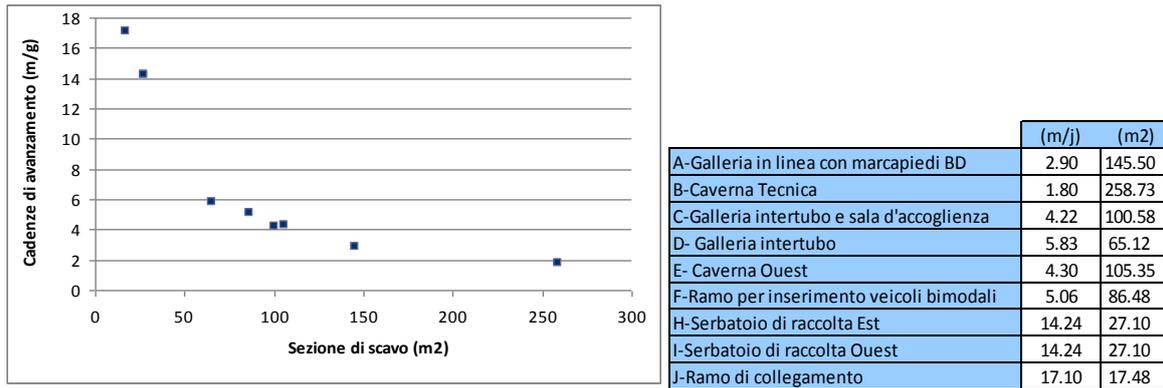


Figura 4 – Fasaggio degli scavi nell'area di sicurezza di Clarea



**Figura 5** – Cadenze di avanzamento e velocità di avanzamento per le varie sezioni dell'area di sicurezza di Clarea

Dal tempo T0+17 al tempo T0+21, sono realizzati i lavori di fase 1 dell'area di sicurezza di Clarea. Questi lavori sono:

- Scavo della galleria intertubo sulla tratta compresa tra la discenderia e la caverna tecnica (L=215m) con velocità di avanzamento di 5.8 m/g;
- Scavo della galleria intertubo con sala d'accoglienza sulla tratta compresa tra la discenderia e la caverna tecnica (L=191m) con velocità di avanzamento di 4.2 m/g;
- Campo di attacco dei 2 rami per inserimento veicoli bimodali (scavo dei primi sfondi) su una lunghezza di 4 m per ogni ramo;
- Campo di attacco dei 10 rami di comunicazione (scavo dei primi sfondi) su una lunghezza di 8 m per ogni ramo.

Dal tempo T0+21 al tempo T0+27 sono realizzati i lavori di fase 2 dell'area di sicurezza di Clarea:

- Scavo della caverna tecnica (L=115m) con velocità di avanzamento di 1.8 m/g;
- Campo di attacco delle gallerie in linea dalla caverna tecnica verso Italia (L=25m per ogni galleria);
- Campo di attacco delle gallerie in linea dalla caverna tecnica verso Francia (L=35m per ogni galleria);
- Scavo della galleria intertubo con sala d'accoglienza verso Francia su una lunghezza di 67m con velocità di avanzamento di 4.2 m/g e di 2 rami di comunicazione (L=28m per ogni ramo e velocità di avanzamento di 12 m/g);
- Campo di attacco di 2 rami di comunicazione (scavo dei primi sfondi) su una lunghezza di 8m per ogni ramo.

Questi lavori finiscono al mese T0+27. La configurazione dell'area in sotterraneo e dei campi di attacco consentono l'installazione del cantiere in sotterraneo e dalla sua logistica connessa alla circolazione dei mezzi.

#### **4.6 Installazione di cantiere nell'area di sicurezza di Clarea e inizio scavo della galleria di ventilazione (da T0+27 a T0+32)**

Dal tempo T0+27 al tempo T0+32, viene una fase di transizione con:

- L'installazione del cantiere sotterraneo nell'area di sicurezza di Clarea;
- L'inizio dello scavo della galleria di ventilazione di Val Clarea dall'area di sicurezza (L=264m).

Durante questa fase, la velocità di avanzamento dello scavo della galleria di ventilazione (2.2m/g) è dimezzata considerando che la logistica di cantiere non è ancora operativa.

#### **4.7 Scavo e rivestimento definitivo dell'area di sicurezza di Clarea e della galleria di ventilazione di Val Clarea (da T0+33 a T0+79)**

Al mese 33, il cantiere sotterraneo di Clarea è operativo. La logistica connessa permette la realizzazione di due fronti di scavo in contemporanea: uno per la galleria di ventilazione di Val Clarea e l'altro per l'area di sicurezza.

##### **4.7.1 Lavori nella galleria di ventilazione di Val Clarea**

Nella galleria di ventilazione di Val Clarea, si effettuano i lavori seguenti:

- Scavo della galleria (L=4153m) dal cantiere sotterraneo con una velocità di avanzamento di 4.3 m/g;
- Dal tempo T0+68 al tempo T0+74, preparazione del cantiere e realizzazione della paratia tipo berlinese all'imbocco della galleria;
- Al tempo T0+75 e T0+76, la tratta di galleria in terreni sciolti (L=50m) è scavata con velocità di avanzamento di 1.1 m/g.

Il rivestimento della galleria è realizzato dal cantiere sotterraneo in parallelo allo scavo dal tempo T0+60 al mese T0+77.

##### **4.7.2 Lavori nell'area di sicurezza di Clarea**

Nell'area di sicurezza di Clarea, sono realizzati i lavori seguenti

- In fase 3:
  - Galleria di linea con marciapiede del BD verso Francia (L=361m) con velocità di avanzamento 2.9 m/g;
  - Serbatoio di raccolta (L=20 m) con velocità di avanzamento di 12 m/g;
  - Ramo di comunicazione (L=20 m) con velocità di avanzamento di 12 m/g;
  - Ramo per inserimento veicoli bimodali (L=24 m) con velocità di avanzamento di 5.1 m/g;
  - Campo di attacco di 3 rami di comunicazione (scavo dei primi sfondi) su una lunghezza di 8m per ogni ramo.
- In fase 4:
  - Galleria di linea con marciapiede del BD verso l'Italia (L=371 m) con velocità di avanzamento 2.9 m/g;
  - Serbatoio di raccolta (L=56 m) con velocità di avanzamento di 12 m/g;

- 5 rami di comunicazione (L=20 m per ogni ramo) con velocità di avanzamento di 12 m/g;
- Ramo per inserimento veicoli bimodali (L=24 m) con velocità di avanzamento di 5.1 m/g.
- In fase 5:
  - Galleria di linea con marciapiede del BP verso Francia (L=361 m) con velocità di avanzamento 2.9 m/g;
  - Serbatoio di raccolta (L=20 m) con velocità di avanzamento di 12 m/g;
  - Ramo di comunicazione (L=20 m) con velocità di avanzamento di 12 m/g;
  - Ramo per inserimento veicoli bimodali (L=24 m) con velocità di avanzamento di 5.1 m/g;
  - Campo di attacco di 3 rami di comunicazione (scavo dei primi sfondi) su una lunghezza di 8m per ogni ramo.
- In fase 6:
  - Galleria di linea con marciapiede del BP verso Italia (L=371 m) con velocità di avanzamento 2.9 m/g;
  - Serbatoio di raccolta (L=56 m) con velocità di avanzamento di 12 m/g;
  - 5 rami di comunicazione (L=20 m per ogni ramo) con velocità di avanzamento di 12 m/g;
  - Ramo per inserimento veicoli bimodali (L=24 m) con velocità di avanzamento di 5.1 m/g.
- In fase 7:
  - Galleria intertubo e sala d'accoglienza verso Francia (L=125 m) con velocità di avanzamento 4.2 m/g;
  - Galleria intertubo verso Francia (L=184 m) con velocità di avanzamento 5.8 m/g;
  - Caverna ovest (L=20 m) con velocità di avanzamento 4.3 m/g;
  - 6 rami di comunicazione (L=20 m per ogni ramo) con velocità di avanzamento di 12 m/g;
  - 2 rami per inserimento veicoli bimodali (L=24 m) con velocità di avanzamento di 5.1 m/g.
- In fase 8:
  - Fase 8a: Rivestimento definitivo dei rami, della galleria intertubo lato Francia e dei serbatoi. Alla fine di questa fase, le frese in provenienza da Modane attraversano le gallerie di linea in corrispondenza dell'area di sicurezza ai tempi T0+67 e T0+68 per il BD e ai tempi T0+68 e T0+69 per il BP;
  - Fase 8b: Rivestimento definitivo e marciapiedi di tutte le gallerie dell'area di sicurezza eccetto nelle zone di cantiere e nella galleria intertubo tra la caverna tecnica e la discenderia di La Maddalena.

#### **4.8 Smantellamento del cantiere sotterraneo, rivestimento definitivo della discenderia La Maddalena e finiture (da T0+80 a T0+93)**

Dal tempo T0+80 al tempo T0+89 è realizzata la centrale di ventilazione di Val Clarea. In parallelo sono realizzate le finiture nella galleria di ventilazione.

La centrale di ventilazione di La Maddalena è realizzata dal tempo T0+80 fino al tempo T0+93. In parallelo sono realizzate il rivestimento definitivo della discenderia fino al tempo T0+89 (L=7200m circa con velocità di 40m/g con 4 squadre) con i lavori di finitura (dal tempo T0+90 fino al tempo T0+93).

Nell'area di sicurezza di Clarea, si effettua lo smantellamento del cantiere in concomitanza con la realizzazione del rivestimento definitivo della caverna tecnica e della galleria intertubo (la tratta non rivestita nella fase precedente) su una lunghezza di 572 m con velocità di avanzamento di 20m/g fino al tempo T0+89. I lavori di finitura sono effettuati fino al tempo T0+93.

Al mese T0+82 e subito dopo la fine della posa dei collettori d'acqua nel Tunnel di Base, le acque drenate dalla discenderia di La Maddalena vengono evacuate in maniera definitiva nel collettore d'acqua ubicato sotto il BD del Tunnel di Base. Il collegamento idrico è realizzato tramite un pozzo di accumulo scavato per la galleria geognostica di La Maddalena e un ramo di comunicazione del Tunnel di Base.

Nello stesso tempo, il sistema di pompaggio delle acque in fase di cantiere viene fermato e le acque drenate dal Tunnel di Base sono evacuate per gravità. Tutte le acque drenate al di là della pk 34+170 (BP) sono evacuate verso l'imbocco lato Italia.

## 5. Tempi di realizzazione nella Piana di Susa

### 5.1 Area Nord Dora

#### 5.1.1 da T0 a T0+6 mesi

I primi interventi ad essere realizzati sono quelli relativi alla riorganizzazione degli svincoli dell'autostrada A32, che, iniziati a T0, vengono completati entro T0+ 6 mesi

In questa fase viene realizzata la deviazione 1 in fase 1 della SS25 a est del sovrappasso sulla A32 per preparare i futuri lavori del nuovo sottopasso alla NLTL

In nord Dora vengono aperte la deviazione provvisoria della rampa di ingresso alla A32 direzione Frejus e, le rampe di uscita (provvisoria) ed ingresso alla A32 in direzione Torino.

In sud Dora vengono invece chiuse la pista di ingresso direzione Frejus e di uscita ed ingresso direzione Torino a servizio dell'Autoporto per consentire i lavori di costruzione della deviazione della A32 per la realizzazione del sottopasso della NLTL.

Si iniziano i lavori di costruzione del tratto sud (fase 1) del nuovo sottopasso della NLTL sotto la futura sede della deviazione provvisoria della A32 ed in seguito della variante alla SP24.

Per il mantenimento di tutte le direzioni di collegamento dello svincolo della A32 in nord Dora viene realizzato un nuovo innesto provvisorio del sistema di svincolo con la SS25.

Viene realizzata la deviazione 2 in fase 1 della SS25 in S. Giuliano per preparare i futuri lavori del nuovo sottopasso alla NLTL.

#### 5.1.2 Da T0+6 a T0+24 mesi

Può essere chiuso al traffico l'attuale incrocio di innesto del sistema di svincolo autostradale con la SS25 di S. Giuliano e si eseguono i lavori del nuovo sottopasso alla NLTL della SS25 sul lato est e la costruzione della rotonda sulla SS25 a S. Giuliano.

Vengono realizzate le opere propedeutiche alla futura realizzazione della deviazione provvisoria della LS Susa – Torino (collegamento della SS25 con l'impalcato sud di scavalco della A32, prima utilizzato dall'anello di svincolo autostradale, e deviazione provvisori del collegamento tra via Montello e la SS25).

La SS25 viene deviata sull'impalcato sud di scavalco della A32 e si realizzano le opere per la deviazione provvisoria della LS Susa – Torino.

Viene realizzata la deviazione provvisoria di via Montello per la realizzazione del nuovo sottopasso alla NLTL e viene realizzato il sottopasso alla NLTL di via Montello ed a seguire lo scatolare a setti di scavalco della LS sulla nuova linea.

Viene inoltre realizzato il prolungamento di via Montello verso Borgata Ambruna, in modo tale da consentirne il collegamento vario in tutte le fasi di lavoro sulla LS Susa – Torino.

#### 5.1.3. Da T0+24 a T0+30 mesi

Nello parte finale di questa fase, è completato il nuovo ponte ferroviario sulla Dora e l'imbocco del Tunnel di Base viene collegato all'area industriale dell'Autoporto con nastro trasportatore e binario ferroviario.

Viene smantellata la deviazione provvisoria della LS e vengono realizzate alcuni collegamenti e sistemazioni finali della viabilità.

Viene aperto il nuovo sottopasso alla NLTL di via Montello e riportata in sede definitiva la LS Susa – Torino.

In questa fase l'esercizio della linea ferroviaria è interrotto per una durata di 2-3 mesi per consentire la "cucitura" del tratto di nuovo adeguamento con l'esistente.

Viene smantellata la deviazione della LS Susa – Torino e realizzati i lavori di sistemazione finale della rotatoria lato Susa sulla SS25.

Nel corso degli stessi viene realizzato anche lo spostamento planimetrico verso nord del braccetto della SS25 lato Susa in modo tale da consentire la realizzazione del nuovo collegamento con l'area degli impianti sportivi richiesta dal Comune di Susa.

I collegamenti del cantiere con la A32 rimangono quelli illustrati nella fase precedente.

A seguito della smantellamento della deviazione provvisoria della LS Susa – Torino, vengono liberate e messe a disposizione le aree per il cantiere di realizzazione della Stazione Internazionale, descritta nella relazione PD2\_C3A\_AIA\_6102\_55-35-00\_Relazione sul Programma Lavori.

## 5.2 Ponte sulla Dora

Le fasi di costruzione del ponte sulla Dora sono in figure 6. Gli appoggi sono realizzati in ombra.

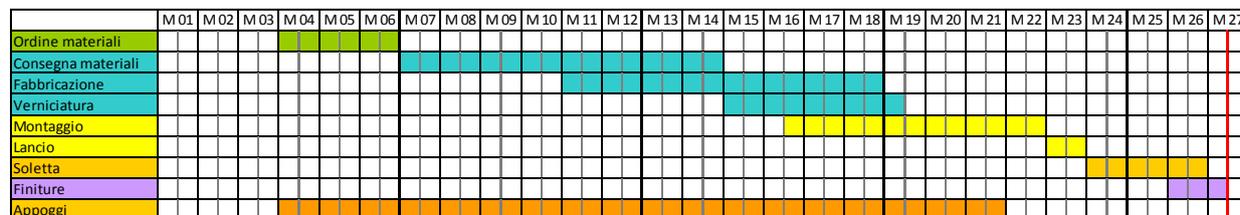


Figura 6 – Planning di costruzione del ponte sulla Dora a Susa

## 5.3 Area Sud Dora

La descrizione delle fasi di intervento come detto, parte dal T0, corrispondente all'avvio del cantiere delle opere della NLTL.

In Sud Dora si prevede però l'anticipazione di circa 2 anni dei lavori di realizzazione della canna dispari del Tunnel di Interconnessione, al fine di anticipare la possibilità di realizzare lo smarino dei futuri scavi su treno.

Con tale anticipo, nella Piana di Susa, vengono realizzati:

- l'imbocco Ovest del Tunnel di Interconnessione;
- lo spostamento del canale Coldimosso in corrispondenza dell'imbocco;
- le opere per la realizzazione del piazzale di carico ferroviario prospiciente l'imbocco (sottopasso Cattero, deviazione acquedotto di valle)

Tali opere sono quindi già realizzate anteriormente alla Fase A che segue.

### 5.3.1 Da T0+5 a T0+12 mesi

In sud Dora gli interventi iniziano a T0+5 mesi con le opere propedeutiche alla realizzazione della deviazione provvisoria della A32 (sottopasso NLTL fase 1, muri, deviazione canali a Bussoleno).

Viene realizzata la deviazione provvisoria di fase 1 della SP24 per la realizzazione del sottopasso Traduerivi.

### **5.3.2. Da T0+13 a T0+25 mesi**

Viene realizzato l'innalzamento in sede del piano autostradale e il sottopasso della NLT  
Viene realizzato il tratto sud del sottopasso Traduerivi e preparata la deviazione di fase 2 della SP24.

Si procede alla realizzazione della variante della SP24.

In questa fase viene attivata l'area di carico ferroviaria in configurazione con lunghezza ridotta del binario di carico.

Al completamento del sottopasso Traduerivi ed alla messa in esercizio della variante alla SP24 viene completato nella configurazione definitiva il piazzale ed il fascio binari di carico dell'Area Industriale.

## 6. Tempi di realizzazione del Tunnel di Interconnessione

### 6.1 Tempo di inizio delle attività

Sono previsti lavori anticipati sulla tratta Bussoleno – Tunnel di Interconnessione – Susa in modo tale che il Binario Dispari tra Bussoleno e Susa consenta il passaggio dei treni durante la fase di costruzione del Tunnel di Base. I lavori anticipati iniziano al tempo T0-24 (24 mesi prima dal tempo T0).

### 6.2 Calendario di lavoro

La settimana lavorativa prevede:

- 3 turni di 8h al giorno (24h/24);
- Per lo scavo con metodi tradizionali (D&B):
  - Settimana lavorativa di 6 giorni su 7;
  - 313 giorni lavorativi nell'arco dell'anno solare.
- 1 giorno dedicato agli indagini in avanzamento agli scavi.

### 6.3 Descrizione generale dei lavori

Questo capitolo è dedicato al Tunnel di Interconnessione che comprende:

- Due gallerie di linea di lunghezza 1740 m per il BD e 1850 m per il BP;
- Rami di comunicazione ubicati ad una distanza non superiore a 333 m;
- Caverne NLTL BP e BD (caverne che permettono l'arrivo di un fronte di scavo nella fase 2 del progetto con il futuro Tunnel dell'Orsiera).

### 6.4 Preparazione e realizzazione del Binario Dispari

I lavori anticipati iniziano al tempo T0-24 mesi con la preparazione del cantiere agli imbocchi.

Dopo la realizzazione dell'imbocco del Tunnel di Interconnessione lato Susa (da T0-23 fino a T0-20), inizia lo scavo della canna Dispari al tempo T0-19. Lo scavo finisce al tempo T0. La canna Dispari viene completata al tempo T0+3.

La galleria artificiale del BD lato Susa viene completata dal tempo T0-8 fino al tempo T0-5.

Lo scavo dell'imbocco lato Bussoleno (BD e BP) è realizzato da T0-23 a T0-19. La galleria artificiale del BD lato Bussoleno viene completata immediatamente dopo la fine dello scavo del BD del TdI, dal tempo T0+1 fino al tempo T0+3.

In parallelo allo scavo della canna Dispari sono realizzati l'arco rovescio, il rivestimento definitivo, i marciapiedi e lo scavo della caverna NLTL BD.

L'armamento provvisorio è realizzato dal tempo T0+6 al tempo T0+12 con velocità di 600 m/mese. Il collegamento ferroviario provvisorio viene attivato al tempo T0+13 e mantiene la sua attività fino al tempo T0+81.

## 6.5 Realizzazione del Binario Pari

Lo scavo della canna Pari è realizzato dal tempo T0 fino al tempo T0+22. In parallelo sono realizzati l'arco rovescio, il rivestimento definitivo, i marciapiedi, i rami e lo scavo della caverna NLTL BP fino al tempo T0+25.

La galleria artificiale del BP lato Bussoleno viene completata immediatamente dopo le finiture in galleria dal tempo T0+26 fino al tempo T0+29.

La galleria artificiale del BP lato Susa viene completata dal tempo T0+16 fino al tempo T0+19.

## 7. Tempi di realizzazione a Bussoleno

### 7.1 Tempo di inizio delle attività

Sono previsti lavori anticipati in modo tale che il Binario Dispari tra Bussoleno e Susa consente il passaggio dei treni durante la fase di costruzione del Tunnel di Base. I lavori anticipati iniziano al tempo T0-24 (24 mesi prima dal tempo T0).

### 7.2 Fasi di lavoro

#### 7.2.1 da T0-24 mesi a T0

- Installazione e delimitazione cantieri con interventi di mascheratura
- Risoluzioni interferenze reticolo canali e sottoservizi
- Spostamento binario dispari LS Torino-Modane
- Spostamento della SP24 con realizzazione della galleria artificiale di prima fase
- Realizzazione del Ponte Dora Ovest
- Realizzazione delle aree di cantiere trattamento e stoccaggio
- Realizzazione impianti di cantiere e binario provvisorio

#### 7.2.2 da T0+0 a T0+30 mesi

- Realizzazione sistemazioni idrauliche;
- Completamento rilevati ferroviari e muri di sostegno
- Demolizione ponte in muratura binario dispari LS Torino-Modane
- Realizzazione della galleria artificiale di seconda fase della SP24

#### 7.2.3 da T0+30 a T0+34 mesi

- Realizzazione del Ponte Dora Est

## 8. Planning di posa degli impianti

### 8.1 Posa dell'armamento e degli impianti di linea

#### 8.1.1 Attrezzaggio dei locali tecnici

Una parte dell'installazione degli impianti fuori linea può essere fatta in parallelo con i lavori di scavo delle opere civili in ogni tratta della galleria, dal momento in cui si è ad una distanza di circa 2 km dal fronte. Si tratta principalmente delle attrezzature dei locali tecnici dei rami di comunicazione: questi impianti sono consegnati e messi in opera in contenitori chiusi (come per il Lötschberg), il che permette di installarli in tutta sicurezza.

#### 8.1.2 Impianti non ferroviari

Alcuni impianti possono essere iniziati immediatamente dopo la fine dello scavo di una tratta, contemporaneamente alla fase di ultimazione delle opere civili, utilizzando le discenderie come accesso. Tutti questi lavori sono realizzati con una logistica stradale (pista carrabile singola in

galleria con incrocio ogni 333 m in corrispondenza dei rami).

Questi cantieri sono:

- La posa dei supporti primari dell' impianto di trazione elettrica;
- L'eventuale installazione dell'impianto di raffreddamento in galleria sulla tratta in territorio francese (opzionale, in funzione dell'effettivo rilevamento della temperatura)

Per ragioni di logistica di cantiere, gli altri lavori sono realizzati solo dopo la liberazione totale della tratta da parte delle opere civili. Si tratta :

- della stesa dei cavi e delle loro connessioni;
- della posa delle tubature d'acqua per il sistema antincendio

Questi lavori sono realizzati utilizzando in tunnel una logistica stradale.

### **8.1.3 Impianti ferroviari**

I cantieri degli impianti ferroviari sono realizzati a partire da Saint-Jean-de- Maurienne e da Susa Autoporto e hanno quindi bisogno che le tratte successive siano liberate dai cantieri civili e dagli altri cantieri impiantistici. Si tratta di:

- La posa dell'armamento;
- La posa della catenaria e del feeder;
- La posa degli impianti di segnalamento in linea.

La costruzione dell'armamento in galleria si effettua in due fasi: il montaggio a "secco"; poi il getto del calcestruzzo di binario. Per la posa dell'armamento, sono previste due basi di lavoro, una a Saint-Jean-de-Maurienne e l'altra a Susa Autoporto.

Si è cercato di equilibrare le lunghezze realizzate a partire da ogni base, poiché la distanza della base induce dei tempi di trasporto che abbassano significativamente le cadenze. Ciascuna base gestisce quindi i lavori fino alla stazione di sicurezza di Modane, che ha una posizione pressoché baricentrica.

Per ottimizzare il planning di realizzazione, i cantieri di posa dell'armamento, di getto del calcestruzzo di binario, di posa della catenaria e del feeder, e del segnalamento, si alternano sul binario pari e dispari del tunnel, per sottosezioni di circa 7-9 km.

L'attrezzaggio del Tunnel di Interconnessione viene anticipato di un anno circa rispetto al Tunnel di Base e questo, come evidenziano le esperienze positive in tal senso dei tunnel svizzeri, viene a costituire un campo prova e test su 2 km, per la successiva costruzione del tunnel di base di 57 km

### **8.1.4 Installazione degli impianti negli edifici tecnici all'esterno**

L'installazione degli impianti negli edifici tecnici viene effettuata nel momento in cui il civile mette a disposizione gli edifici o i locali tecnici. I principali locali previsti sono:

- Gli edifici tecnici di Saint-Jean-de-Maurienne e di Susa,
- I locali tecnici per il segnalamento e le telecomunicazioni,
- Le centrali di ventilazione e di raffreddamento.

## 8.2 Planning delle prove di integrazione e di marcia a vuoto

E' previsto un periodo di 12 mesi per le prove di integrazione del sistema e di marcia a vuoto.

Le prove di integrazione intervengono dopo il montaggio e le prove di ogni impianto e dopo le singole prove di ogni sottosistema (alimentazione elettrica, luci, ecc.). Le prove di integrazione coinvolgono soprattutto il PCC. Alcune prove, ad esempio quelle del sistema di segnalamento, richiedono la messa a disposizione del materiale rotabile. Queste prove di integrazione sono previste su un periodo di 6 mesi, di cui 3 mesi con materiale rotabile.

Le marce a vuoto sono un pre-esercizio che richiede l'intervento del futuro gestore dell'infrastruttura e la messa a disposizione dei tipi di materiale rotabile che si prevede di utilizzare sulla linea. La durata della marcia a vuoto è stimata a 6 mesi, tenuto conto delle interfacce multiple con le due reti d'accesso.

