

# LIASON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne  
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese  
Sezione transfrontaliera

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

PARTE IN TERRITORIO ITALIANO – PROGETTO IN VARIANTE  
(OTTEMPERANZA ALLA PRESCRIZIONE N. 235 DELLA DELIBERA CIPE 19/2015)  
CUP C11J05000030001 – PROGETTO DEFINITIVO  
COORDINATION GENERALE – COORDINAMENTO GENERALE  
GENERALITES - ELABORATI GENERALI  
RAPPORTS GENERAUX - RELAZIONI GENERALI  
RAPPORT GENERAL DESCRIPTIF COTE ITALIE – VOL.2 DI 2  
RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA LATO ITALIA – VOL.2 DI 2



Indice	Date / Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	09-01-2013	Emissione e revisione PD2	M. PANTALEO	C. OGNIBENE	L. CHANTRON
A	08-02-2013	Emissione e revisione PD2			M. PANTALEO
B	08-02-2013				
C	28.02.2017	Première diffusion PRV Prima emissione PRV	C. OGNIBENE	F. MAGNORFI S. GARAVOGLIA G. BOVA	L. CHANTRON A. MORDASINI
D	17.04.2017	Révision suite aux commentaires TELT Revisione a seguito commenti TELT	C. OGNIBENE	F. MAGNORFI S. GARAVOGLIA G. BOVA	L. CHANTRON A. MORDASINI

CODE DOC	P	R	V	C	3	0	T	S	3	0	0	0	4	D
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C30	//	//	20	00	00	10	03
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

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

1. PREAMBULE	8
2. LE PROJET PRELIMINAIRE MODIFICATIF (PP2)	12
3. LES ETUDES DE PHASAGE	13
4. LA REVISION DU PROJET DEFINITIF (PD2)	15
5. LE PROJET DE REFERENCE FINAL/PROJET DEFINITIF EN VARIANTE (PRF/PRV)	18
5.1 L'approbation du projet définitif et du SIA 2013 et les prescriptions du CIPE	18
5.1.1 <i>Les répercussions conceptuelles de la prescription n°235 – L'étude sur la sûreté</i>	18
5.1.2 <i>Le nouveau périmètre des études</i>	23
5.1.3 <i>Les principaux contenus du Projet de Référence en Variante (PRV)</i>	23
5.1.4 <i>Cohérence de la solution 3 de l'étude de sûreté par rapport aux retombées environnementales par rapport aux autres alternatives</i>	24
5.2 Les variantes	25
6. LE TRACE	26
6.1 ORIGINE DU TRACE	27
6.2 DESCRIPTION DU TRACÉ	30
6.2.1 <i>Tracé voie directe de la NLLT</i>	30
6.2.2 <i>Tracé de l'Interconnexion</i>	32
6.2.3 <i>Plan des voies de la Gare internationale de Susa</i>	33
6.2.4 <i>Plan des voies de l'Aire Technique et de Sécurité de Suse</i>	33
6.2.5 <i>Plan des voies de la Gare de Bussoleno</i>	34
6.2.6 <i>Vitesse de tracé</i>	35
6.2.7 <i>Appareils de voie</i>	36
6.2.8 <i>Normes de référence et principaux paramètres adoptés</i>	36
7. GÉOLOGIE, GÉOTECHNIQUE ET HYDROGÉOLOGIE	38
7.1 MODÈLE GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE	38
7.2 FIABILITE DU MODELE GEOLOGIQUE	40
7.3 GEOLOGIE	45

## INDICE

1. PREMESSA	8
2. IL PROGETTO PRELIMINARE IN VARIANTE (PP2)	12
3. GLI STUDI DI FASAGGIO	13
4. LA REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO (PD2)	15
5. IL PROGETTO DI RIFERIMENTO FINALE/PROGETTO DEFINITIVO IN VARIANTE (PRF/PRV)	18
5.1 L'approvazione del Progetto Definitivo e del SIA 2013 e le prescrizioni del CIPE	18
5.1.1 <i>Le ripercussioni progettuali della prescrizione n. 235 – Lo studio sulla sicurezza</i>	18
5.1.2 <i>Il nuovo perimetro degli studi</i>	23
5.1.3 <i>I contenuti principali del Progetto di Riferimento in Variante (PRV)</i>	23
5.1.4 <i>Coerenza della soluzione 3 dello Studio Sicurezza rispetto le ricadute ambientali rispetto alle altre alternative</i>	24
5.2 Le varianti	25
6. IL TRACCIATO	26
6.1 GENESI DEL TRACCIATO	27
6.2 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	30
6.2.1 <i>Tracciato linea di corsa NLLT</i>	30
6.2.2 <i>Tracciato dell'Interconnessione</i>	32
6.2.3 <i>Piano binari della Stazione internazionale di Susa</i>	33
6.2.4 <i>Piano binari dell'Area Tecnica e di Sicurezza di Susa</i>	33
6.2.5 <i>Piano Binari della Stazione di Bussoleno</i>	34
6.2.6 <i>Velocità di tracciato</i>	35
6.2.7 <i>Deviatoi</i>	36
6.2.8 <i>Norme di riferimento e principali parametri adottati</i>	36
7. MODELLO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO	38
7.1 MODELLO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO	38
7.2 AFFIDABILITA DEL MODELLO GEOLOGICO	40
7.3 GEOLOGIA	45

7.3.1 Description géologique de la section en territoire français	45	7.3.1 Descrizione geologica della tratta in territorio francese	45
7.3.2 Description géologique du tronçon Modane – Suse	45	7.3.2 Descrizione geologica del tratto Modane-Susa	45
7.3.3 Géologie de la Plaine de Suse	48	7.3.3 Descrizione geologica della Piana di Susa	48
7.3.4 Géologie du secteur Plaine de Susa Piana – Bussoleno	48	7.3.4 Descrizione geologica del tratto Piana di Susa – Bussoleno	48
7.3.5 Géologie du Site de Sécurité de Clarea	49	7.3.5 Descrizione geologica dell'Area di Sicurezza di Clarea	49
7.3.6 Description géologique de la galerie de la Maddalena 2	49	7.3.6 Descrizione geologica della Galleria della Maddalena 2	49
7.3.7 Description géologique des galeries de connexion 1 et 2	50	7.3.7 Descrizione geologica delle Gallerie di Connessione 1 e 2	50
7.3.8 Description géologique des galerie Maddalena Ibis	51	7.3.8 Descrizione geologica della Galleria Maddalena Ibis	51
7.3.9 Gestion des matériaux contenant de l'amiante	51	7.3.9 Gestione del materiale contenente amianto	51
7.3.10 Analyse de la présence de minéralisation uranifère et émissions de gaz radon	52	7.3.10 Analisi della presenza di mineralizzazione uranifere e emissioni di gas radon	52
7.4 GEOTECHNIQUE ET GEOMECHANIQUE	54	7.4 GEOTECNICA E GEOMECCANICA	54
7.4.1 Synthèse du modèle géotechnique et géomécannique de référence du Tunnel de Base et du Tunnel de l'Interconnexion	54	7.4.1 Sintesi del modello geotecnico e geomeccanico di riferimento del Tunnel di Base e della Galleria dell'Interconnessione	54
7.4.2 Tunnel de l'Interconnexion	59	7.4.2 Tunnel dell' Interconnessione	59
7.4.3 Synthèse du modèle géotechnique et géomécannique de référence du tronçon à l'air libre dans la plaine de Suse et à Bussoleno	59	7.4.3 Sintesi del modello geotecnico e geomeccanico di riferimento del tratto all'aperto nella Piana di Susa ed a Bussoleno	59
7.5 HYDROGEOLOGIE	59	7.5 IDROGEOLOGIA	59
7.5.1 Hydrogéologie du Tunnel de Base	60	7.5.1 Idrogeologia del Tunnel di Base	60
7.5.2 Tunnel de l'Interconnexion	63	7.5.2 Tunnel dell'interconnessione	63
7.5.3 Evaluation des débits et des températures des eaux de drainage du Tunnel de Base à la tête de Suse	63	7.5.3 Valutazione portate e delle temperature delle acque drenate dalle gallerie al portale di Susa	63
7.5.4 Evaluation du risque d'impact sur les ressources hydriques (côté Italie)	64	7.5.4 Valutazione del rischio di impatto sulla risorsa idrica (lato Italia)	64
8. HYDROLOGIE ET HYDRAULIQUE	66	8. IDROLOGIA E IDRAULICA	66
8.1 HYDROLOGIE	66	8.1 IDROLOGIA	66
8.1.1 Hydrologie de la Dora Riparia	66	8.1.1 Idrologia della Dora Riparia	66
8.1.2 Hydrologie des cours d'eau mineurs	67	8.1.2 Idrologia dei corsi d'acqua minori	67
8.1.3 Hydrologie de la plateforme ferroviaire à ciel ouvert	68	8.1.3 Idrologia della piattaforma ferroviaria all'aperto	68
8.2 HYDRAULIQUE	68	8.2 IDRAULICA	68
8.2.1 Hydraulique du tronçon Suse-Bussoleno	68	8.2.1 Idraulica del tratto Susa- Bussoleno	68
8.2.2 Hydraulique de la zone de Salbertrand	73	8.2.2 Idraulica della zona di Salbertrand	73
8.2.3 Hydraulique de la zone de Colombera (Chiomonte)	74	8.2.3 Idraulica della zona di Colombera (Chiomonte)	74
8.2.4 Hydraulique du Torrent Clarea	75	8.2.4 Idraulica del Torrente Clarea	75
9. DESCRIPTION DU GENIE CIVIL	76	9. DESCRIZIONE DELLE OPERE CIVILI	76

## Rapport general descriptif PRV – Volume 2

## Relazione generale illustrativa PRV – Volume 2

9.1 TUNNEL DE BASE	76	9.1 TUNNEL DI BASE	76
9.1.1 Généralités	76	9.1.1 Generalità	76
9.1.2 Recueil et évacuation des eaux	78	9.1.2 Raccolta ed evacuazione delle acque	78
9.1.3 Etanchéité	81	9.1.3 Impermeabilizzazione	81
9.1.4 Génie civil pour l'équipement ferroviaire	81	9.1.4 Opere civili per l'attrezzaggio ferroviario	81
9.1.5 Site de sécurité de Clarea ed ouvrages annexes	86	9.1.5 Opere in sotterraneo costituenti il nodo Maddalena-Clarea	86
9.1.6 Tête des Galeries Maddalena 1 et Maddalena 2	98	9.1.6 Imbocco delle Gallerie Maddalena 1 e Maddalena 2	98
9.1.7 Centrale de ventilation de la Maddalena	99	9.1.7 Centrale di ventilazione della Maddalena	99
9.1.8 Tête Italie du Tunnel de Base	100	9.1.8 Imbocco lato Italia del Tunnel di Base	100
9.2 TRONCON A L'AIRE LIBRE DANS LA PLAINE DE SUSE	<b>Error!</b>	9.2 TRATTO ALL'APERTO NELLA PIANA DI SUSA	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>		<b>Bookmark not defined.</b>	
9.2.1 Ouvrages extérieurs à la tête Est du Tunnel de Base	105	9.2.1 Opere esterne all'imbocco Est del Tunnel di Base	105
9.2.2 Plateforme ferroviaire entre la tête Est du Tunnel de Base et le Pont sur la Dora	105	9.2.2 Corpo ferroviario tra l'imbocco del Tunnel di Base ed il Ponte sulla Dora	105
9.2.3 La Gare Internationale de Suse	105	9.2.3 La Stazione Internazionale di Susa	105
9.2.4 Ouvrage d'art de franchissement de la Dora Riparia à Suse	115	9.2.4 Opera d'arte di scavalco della Dora Riparia a Susa	115
9.2.5 Passage inférieur ferroviaire de l'Autoroute A32	119	9.2.5 Sottopasso ferroviario dell'autostrada A32	119
9.2.6 Le Site de Sécurité et le faisceau de service de Suse	119	9.2.6 L'Area di Sicurezza ed il Fascio Binari di Servizio di Susa	119
9.2.7 Les interventions sur la voirie et sur les infrastructures ferroviaires existantes dans la Plaine de Suse	125	9.2.7 Gli interventi sulla infrastrutture viarie e ferroviarie esistenti nella Piana di Susa	125
9.2.8 Tête Ouest du Tunnel de l' Interconnexion	129	9.2.8 Imbocco lato Ovest Tunnel Interconnessione	129
9.3 TRONCON PLAINE DE SUSE – BUSSOLENO (INTERCONNEXION)	131	9.3 TRATTA PIANA DI SUSA – BUSSOLENO (INTERCONNESSIONE)	131
9.3.1 Description du tunnel de l'Interconnexion	132	9.3.1 Descrizione del Tunnel dell' Interconnessione	132
9.3.2 Les ouvrages de génie civil à l'air libre de l'Interconnexion (Tronçon de Bussoleno)	135	9.3.2 Le opere civili all'aperto dell' Interconnessione (Tratto di Bussoleno)	135
9.4 OUVRAGES DE COMPENSATION DU BRUIT	142	9.4 OPERE DI MITIGAZIONE AL RUMORE	142
9.5 OUVRAGES DE COMPENSATION DES VIBRATIONS	142	9.5 OPERE DI MITIGAZIONE DELLA VIBRAZIONI	142
10. INTERFERENCES AVEC LES RESAUX ENTERRES OU AERIENS	144	10. INTERFERENZE CON I SOTTO-SOPRA SERVIZI	144
11. EXPROPRIATIONS, SERVITUDES ET OCCUPATION TEMPORAIRE	145	11. ESPROPRI, ASSERVIMENTI E OCCUPAZIONE TEMPORANEA	145
12. ARMEMENT ET TECHNOLOGIE FERROVIAIRE	146	12. ARMAMENTO E TECNOLOGIA FERROVIARIA	146
12.1 PREAMBULE	146	12.1 PREMESSA	146
12.2 ARMEMENT	146	12.2 ARMAMENTO	146

## Rapport general descriptif PRV – Volume 2

## Relazione generale illustrativa PRV – Volume 2

12.3 ELECTRIFICATION	148	12.3 ELETTRIFICAZIONE	148
12.3.1 Généralités	148	12.3.1 Generalità	148
12.3.2 Sous-stations électriques - Postes d'Alimentation	149	12.3.2 Sottostazioni elettriche- Posti di Alimentazione	149
12.3.3 Postes d'Autotransformation	150	12.3.3 Posti di Autotrasformazione	150
12.3.4 Ligne Primaire 132 kV	151	12.3.4 Linea Primaria 132 kV	151
12.3.5 Equipements 3 kVcc	153	12.3.5 Impianti 3 kVcc	153
12.3.6 Distribution 20 kV	153	12.3.6 Distribuzione 20 kV	153
12.3.7 Distribution électrique basse tension et éclairage	155	12.3.7 Distribuzione elettrica in bassa tensione e illuminazione	155
12.4 SIGNALISATION ET CONTROLE	156	12.4 SEGNALAMENTO E CONTROLLO	156
12.5 TELECOMMUNICATIONS	157	12.5 TELECOMUNICAZIONI	157
12.6 VENTILATION	163	12.6 VENTILAZIONE	163
12.6.1 Généralités	163	12.6.1 Generalità	163
12.6.2 Ventilation hygiénique des tunnels	169	12.6.2 Ventilazione igienica dei tunnel	169
12.6.3 Ventilation des descenderies	169	12.6.3 Ventilazione delle discenderie	169
12.6.4 Ventilation des locaux techniques	170	12.6.4 Ventilazione dei locali tecnici	170
12.6.5 Ventilation des sites de sécurité	171	12.6.5 Ventilazione delle Aree di Sicurezza	171
12.6.6 Rameaux de communication	172	12.6.6 Rami di comunicazione	172
12.6.7 Portes sur les communications paire/impair	173	12.6.7 Porte sulle comunicazioni pari/dispari	173
12.7 PORTES	175	12.7 PORTE	175
12.8 ECLAIRAGE	175	12.8 ILLUMINAZIONE	175
12.8.1 Éclairage Tunnel	175	12.8.1 Illuminazione Gallerie	175
12.8.2 Éclairage des rameaux de liaison entre les deux tubes du tunnel	177	12.8.2 Illuminazione Rami di collegamento tra le due canne della galleria	177
12.8.3 Éclairage des Descenderies	177	12.8.3 Illuminazione delle Discenderie	177
12.8.4 Éclairage des Sites de sécurité en souterrain	177	12.8.4 Illuminazione delle Aree di sicurezza in galleria	178
12.8.5 Éclairage Plateformes de tête	178	12.8.5 Illuminazione Piazzali di imbocco	178
12.8.6 Éclairage des Cheminements et des aiguillages	178	12.8.6 Illuminazione Camminamenti e punte scambi	178
12.8.7 Éclairage des Locaux techniques des tunnels	179	12.8.7 Illuminazione dei Locali tecnici delle gallerie	179
12.9 EQUIPEMENTS DE SECURITE	179	12.9 IMPIANTI DI SICUREZZA	179
12.9.1 Détection incendie en tunnel	180	12.9.1 Rilevamento incendi in galleria	180
12.9.2 Détection incendie dans les locaux techniques	180	12.9.2 Rilevamento incendi nei locali tecnici	180
12.9.3 Détection thermographique	180	12.9.3 Rilevamento termografico	180
12.9.4 Détection du gabarit	181	12.9.4 Rilevamento della sagoma	181
12.9.5 Détection de déraillement	181	12.9.5 Rilevamento di deragliamento	181
12.9.6 Détection boîtes chaudes	182	12.9.6 Rilevamento boccole calde	182

## Rapport general descriptif PRV – Volume 2

## Relazione generale illustrativa PRV – Volume 2

12.9.7	<i>Signalisation de sécurité dans les rameaux de liaison du tunnel</i>	183
12.9.8	<i>Stations météorologiques</i>	184
12.10	EQUIPEMENTS DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE	185
12.10.1	<i>Installation d'extinction avec bouches incendie</i>	186
	<i>Système anti-incendie en tunnel</i>	189
12.10.3	<i>Systèmes de brumisation</i>	190
12.10.4	<i>Equipements d'extinction à gaz inerte</i>	191
13.	PHASE DE CONSTRUCTION – LOGISTIQUE –TRANSPORT ET MISE EN DEPOT DES MATERIAUX D'EXCAVATION	192
13.1	CRITERES GENERAUX	192
13.1.1	<i>Phase de construction</i>	192
13.1.2	<i>Gestion des matériaux d'excavation et logistique</i>	193
13.1.3	<i>Sites de dépôt définitifs</i>	194
13.2	CONSTRUCTION DES OUVRAGES SOUTERRAINS	194
13.2.1	<i>Scénario de construction</i>	194
13.2.2	<i>Revêtement avec tunneller à jupe</i>	195
13.2.3	<i>Revêtement en méthode traditionnelle et tunnelier ouvert</i>	196
13.2.4	<i>Noeud Maddalena-Clarea</i>	196
13.2.5	<i>Avancements dans les terrains potentiellement amiantifères</i>	199
13.2.6	<i>Avancements dans les terrains avec présence potentielle de radon ou d'uranium</i>	200
13.2.7	<i>Refroidissement</i>	201
13.2.8	<i>Creusement des rameaux</i>	202
13.3	CONSTRUCTION DES OUVRAGES DANS LE TRONCON PLAINE DE SUSE - BUSSOLENO	203
13.4	CHANTIERS POUR LA CONSTRUCTION	205
13.4.1	<i>Généralités</i>	205
13.5	GESTION DES MATERIAUX D'EXCAVATION, VALORISATION ET TRANSPORT	209
13.5.1	<i>Matériaux d'excavation</i>	209
13.5.2	<i>Logistique de transport, gestion et valorisation des matériaux d'excavation</i>	211

12.9.7	<i>Segnalamento di sicurezza nei rami di collegamento del tunnel</i>	183
12.9.8	<i>Stazioni meteorologiche</i>	184
12.10	IMPIANTI ANTINCENDIO	185
12.10.1	<i>Impianto di spegnimento ad idranti</i>	186
12.10.2	<i>Sistema antincendio in tunnel</i>	189
12.10.3	<i>Impianti a brumizzazione</i>	190
12.10.4	<i>Impianti di spegnimento a gas inerte</i>	191
13.	CANTIERIZZAZIONE – LOGISTICA -TRASPORTO E MESSA A DEPOSITO DEL MATERIALE DI RISULTA DEGLI SCAVI	192
13.1	CRITERI GENERALI	192
13.1.1	<i>Cantierizzazione</i>	192
13.1.2	<i>Gestione dei materiali di scavo e logistica</i>	193
13.1.3	<i>Siti di deposito definitivi</i>	194
13.2	COSTRUZIONE DELLE OPERE IN SOTTERRANEO	194
13.2.1	<i>Scenario di costruzione</i>	194
13.2.2	<i>Rivestimento con TBM scudata</i>	195
13.2.3	<i>Rivestimento in tradizionale e con TBM aperta</i>	196
13.2.4	<i>Nodo Maddalena-Clarea</i>	196
13.2.5	<i>Avanzamenti nei terreni potenzialmente amiantiferi</i>	199
13.2.6	<i>Avanzamenti nei terreni con potenziale presenza di radon o uranio</i>	200
13.2.7	<i>Raffreddamento</i>	201
13.2.8	<i>Scavo dei rami</i>	202
13.3	COSTRUZIONE DELLE OPERE NEL TRATTO PIANA DI SUSA - BUSSOLENO	203
13.4	CANTIERI PER LA COSTRUZIONE	205
13.4.1	<i>Generalità</i>	205
13.5	GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO, VALORIZZAZIONE E TRASPORTO	209
13.5.1	<i>Materiali di scavo</i>	209
13.5.2	<i>Logistica di trasporto, gestione e valorizzazione dei materiali di scavo</i>	211

## Rapport general descriptif PRV – Volume 2

## Relazione generale illustrativa PRV – Volume 2

13.6 MISE EN DEPOT DEFINITIF DES DEBLAIS NON REUTILISABLES ET DES DEBLAIS EN SURPLUS	214	13.6 MESSA A DEPOSITO DEFINITIVO DEI MATERIALI NON RIUTILIZZABILI E DEI MATERIALI IN SURPLUS	214
13.6.1 Site de Caprie	217	13.6.1 Sito di Caprie	217
13.6.2 Site de Torrazza	220	13.6.2 Sito di Torrazza	220
13.7 CONSTRUCTION D'EQUIPEMENTS FERROVIAIRES ET NON FERROVIAIRES	222	13.7 COSTRUZIONE IMPIANTI FERROVIARI E NON FERROVIARI	222
13.7.1 Phasage et méthode de construction	222	13.7.1 Fasizzazione e metodo di costruzione	222
13.7.2 Aires pour les chantiers d'équipements	223	13.7.2 Aree per i cantieri degli impianti	223
14. ENVIRONNEMENT	225	14. AMBIENTE	225
14.1 ASPECTS GENERAUX	225	14.1 ASPETTI GENERALI	225
14.2 LE MODELE PRESSION-ETAT-REponses	228	14.2 IL MODELLO PRESSIONE-STATO-RISPOSTE	228
14.3 LES PHASES DE L'ANALYSE ENVIRONNEMENTALE	229	14.3 LE FASI DEL LAVORO PER L'ANALISI AMBIENTALE	229
14.4 DOCUMENTATION DE BASE	229	14.4 DOCUMENTAZIONE DI BASE	229
14.5 PRINCIPAUX ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX DU PROJET	230	14.5 PRINCIPALI ASPETTI AMBIENTALI DEL PROGETTO	230
14.5.1 Environnement anthropique	231	14.5.1 Ambiente antropico	231
14.5.2 Environnement géologique, eaux superficielles souterraines	232	14.5.2 Ambiente geologico, acque superficiali e sotterranee	232
14.5.3 Environnement biotique	233	14.5.3 Ambiente biotico	233
14.5.4 Paysage	234	14.5.4 Paesaggio	234
14.6 LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DE LA PHASE DE CONSTRUCTION	234	14.6 LA GESTIONE AMBIENTALE DELLA FASE DI COSTRUZIONE	234
14.7 REHABILITATIONS ET REMISES EN ETAT ENVIRONNEMENTALES A LA FIN DES TRAVAUX	235	14.7 RECUPERI E RIPRISTINI AMBIENTALI A FINE LAVORI	235
14.8 RELATIONS ENTRE LES ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX DU PROJET ET LES THEMES IMPORTANTS DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE	240	14.8 RELAZIONI FRA GLI ASPETTI AMBIENTALI DI PROGETTO E I TEMI RILEVANTI DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE	240

## 1. PREAMBULE

Ce rapport constitue le Rapport General descriptif du Projet de Variante (dans la suite appelé aussi « PRV ») de la partie en territoire italien, entre la frontière franco-italienne et Bussoleno, de la Section Transfrontalière de la Nouvelle Ligne Lyon Turin (NLLT).

Ce projet représente l'évolution des études réalisées depuis 2009 et qui sont à ce jour au niveau du projet définitif en Italie (Projet Définitif, encore appelé « PD2 ») et à un niveau de fiabilité des coûts équivalent en France (Projet de Référence ou « PR »).

Ces dossiers ont fait l'objet de procédures d'instruction propres à chaque pays, conclues par des décisions d'approbation comprenant le cadre des prescriptions :

- Décision Ministérielle en France du 2 juin 2015,
- Délibération du « Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) » n°19/2015 du 20 février 2015, en Italie.

En parallèle, les coûts doivent être certifiés par un tiers extérieur comme cela a été convenu entre la France et l'Italie dans le cadre de l'accord binational de janvier 2012. La certification a conduit à l'émission de recommandations.

Ces différentes procédures entraînent la nécessité d'une révision finale du Projet de Référence, qui offrira également l'occasion d'intégrer les retours d'expérience des travaux de reconnaissances selon leur état d'avancement.

On a donc rédigé le Projet de Référence Finale, dans la suite appelé aussi PRF, de l'ensemble de la Section Transfrontalière.

## 1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione generale descrittiva del Progetto di Variante (nel seguito denominato anche come “PRV”) della parte in territorio italiano, tra il confine italo-francese e Bussoleno, della Sezione Transfrontaliera della Nuova Linea Torino Lione (NLTL)

Questo progetto rappresenta l'evoluzione degli studi realizzati in precedenza sulla Sezione Transfrontaliera a partire dal 2009 e che sono ad oggi allo stesso livello di affidabilità dei costi sia in Italia (Progetto Definitivo, detto anche “PD2”) che in Francia (Progetto di Riferimento, denominato anche “PR”).

Tali dossier sono stati istruiti con procedure specifiche per ogni paese concluse tramite atti approvativi comprensivi del quadro prescrittivo:

- Decisione Ministeriale in Francia del 2 giugno 2015,
- Delibera del Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) n.19/2015 del 20 febbraio 2015 in Italia

Parallelamente, i costi devono essere certificati da parte di un terzo esterno come stabilito tra la Francia e l'Italia nell'ambito dell'accordo binazionale del gennaio 2012. La prima fase di questa certificazione si è conclusa con l'emissione di raccomandazioni.

Queste varie procedure hanno implicato la necessità di una revisione finale del Progetto di Riferimento, offrendo inoltre l'occasione d'integrare i ritorni di esperienza tratti dai lavori geognostici in base al loro stato di avanzamento.

Si è quindi proceduto ad elaborare Il Progetto di Riferimento Finale, nel seguito chiamato anche PRF, dell'intera Sezione Transfrontaliera



Pour la section en territoire italien, la délibération CIPE n. 19/2015 contient un certain nombre de prescriptions, à prendre en compte lors des études d'exécution. Cependant, la prescription n 235 portant sur une étude pour une configuration différente du plan des chantiers afin de garantir la protection des personnes physiques par rapport à la sûreté, a conduit à identifier de nouvelles solutions de conception. Chacune d'entre elles présente ses propres criticités à étudier et à résoudre, y-compris en comparant différentes propositions de résolutions afin d'identifier, par le biais de critères de sélection spécifique, la solution la plus appropriée. Cela a donné lieu à un Projet de Variante (ci-après également dénommé « PRV »), lui aussi développé à un niveau de « projet définitif » selon la loi italienne, comprenant également la révision de l'Etude d'Impact Environnemental (SIA)

Le PRV est donc un sous-ensemble du PRF, dont il fait partie. Ce dossier sera publié conformément à la loi pour obtenir une nouvelle approbation de la part du CIPE en suivant le même processus que celui du dossier PD2.

Le Rapport s'articule de la manière suivante :

- Volume 1 : Projet fonctionnel (fondements et principales normes de référence du projet, synthèse des études fonctionnelles d'exploitation, synthèse des études fonctionnelles de sécurité) ;
- Volume 2 : Projet technique de la partie en territoire italien (tracé, géologie, géotechnique, hydrogéologie, génie civil, armement, équipements technologiques et ferroviaires, organisation des chantiers, environnement) ;

Per la tratta in territorio italiano, la delibera CIPE N.19/2015 contiene una serie di prescrizioni, ottemperabili nella fase di progetto esecutivo. Tuttavia, la prescrizione n. 235 relativa ad uno studio per una diversa configurazione della cantierizzazione in modo da garantire la sicurezza delle persone rispetto all'ordine pubblico, ha portato ad individuare nuove soluzioni progettuali, ciascuna con le proprie criticità da analizzare e risolvere, anche confrontando fra loro diverse proposte di risoluzione arrivando a determinare, tramite opportuni criteri di scelta, la soluzione più adeguata. Tutto ciò ha dato origine ad un Progetto di Variante (nel seguito denominato anche "PRV"), sviluppato sempre a livello di progetto definitivo ai sensi della legislazione italiana, accompagnandolo con l'attività di revisione dello Studio di Impatto Ambientale (SIA)

Il PRV rappresenta quindi un sotto-insieme del PRF essendone parte integrante. Tale dossier sarà oggetto di pubblicazione ai sensi di legge per ottenere una nuova approvazione da parte del CIPE seguendo un iter analogo al dossier PD2.

La relazione è suddivisa nei seguenti volumi:

- Volume 1: Progetto funzionale (motivazioni e principali standard progettuali di riferimento, sintesi degli studi funzionali di esercizio, , sintesi degli studi funzionali sulla sicurezza) ;
- Volume 2: Progetto tecnico della tratta in territorio italiano (tracciato, geologia, geotecnica, idrogeologia, opere civili, armamento, impianti tecnologici e ferroviari, cantierizzazione, ambiente);

Comme indiqué par l'accord binational du 30 janvier 2102, la liaison Lyon – Turin comporte une « section internationale » située entre Saint-Didier-de-la-Tour et le nœud ferroviaire de Turin. Celle-ci est constituée de trois parties :

- Partie française entre les environs de Saint-Didier-de-la-Tour et les environs de Montmélian ;
- Partie commune franco-italienne, entre les environs de Montmélian en France et de Chiusa S. Michele en Italie ;
- Partie italienne des environs de Chiusa S. Michele au nœud de Turin.

La partie commune franco-italienne comprend la « **section transfrontalière** », entre Saint-Jean-de-Maurienne et Suse/Bussoleno, qui correspond à la première phase objet du présent dossier.

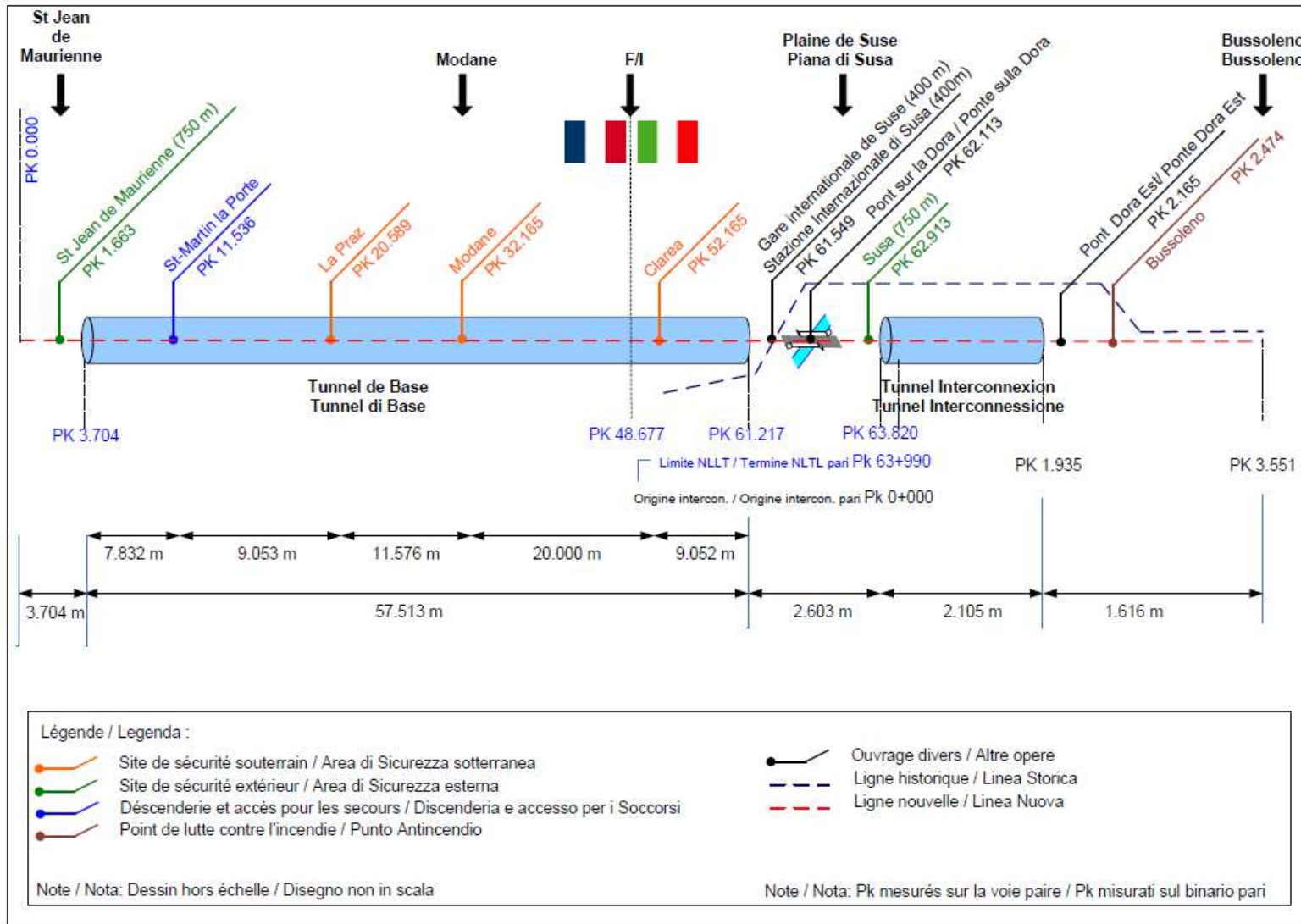
Elle est constituée de la connexion dans la gare de Saint-Jean-de-Maurienne, du tunnel de base transfrontalier, de la traversée de la Plaine de Suse, du tunnel de l'interconnexion et de l'insertion dans la gare de Bussoleno.

Come indicato nell'Accordo Binazionale del 30 gennaio 2012, il collegamento Torino - Lione comporta una “sezione internazionale” tra Saint-Didier de-la-Tour e il Nodo ferroviario di Torino. Esso è costituito da tre parti:

- Parte francese, tra i dintorni di Saint-Didier-de-la-Tour e i dintorni di Montmélian;
- Parte comune italo-francese, tra i dintorni di Montmélian in Francia e di Chiusa S. Michele in Italia;
- Parte italiana dai dintorni di Chiusa S. Michele al nodo di Torino.

La parte comune italo-francese, comprende la “**sezione transfrontaliera**”, da Saint-Jean-de-Maurienne a Suse/Bussoleno, che corrisponde alla prima fase oggetto del presente dossier.

E' costituita dalla connessione nella stazione di Saint-Jean-de-Maurienne, dal tunnel di base transfrontaliero, dall'attraversamento della Piana di Susa, dal tunnel dell'Interconnessione e dall'ingresso nella stazione di Bussoleno.



## 2. LE PROJET PRELIMINAIRE MODIFICATIF (PP2)

L'hypothèse de départ pour développer le Projet Préliminaire Modificatif (PP2) de 2010 était qu'il n'existe pas a priori de tracé prédéfini à développer techniquement, mais uniquement un couloir de référence, fruit des travaux de l'Observatoire Technique du Lyon-Turin et objet de l' "Accord de Pracatinat" du 29/6/2008.

A partir de là, après avoir approfondi les problématique techniques et fonctionnelles connexes et, parallèlement, la connaissance du territoire et de l'environnement, y compris la définition d'un modèle géologique et hydrogéologique préliminaire de référence, les retombées sur le territoire ont été évaluées et de possibles alternatives locales ont été définies pour, sinon résoudre, du moins atténuer les points critiques mis en évidence.

Dans ce contexte, et en conformité avec les Spécifications de Projet de l'Observatoire Lyon – Turin, les différentes alternatives de projet de tracé ont été étudiées en tenant compte de :

- l'invariabilité du tracé dans le tronçon en territoire Français, déjà Déclarée d'Utilité Publique (DUP). Une légère modification altimétrique a été requise en cours d'étude pour le site de sécurité de Clarea et son accès ;
- la présence des équipements hydroélectriques de Pont Ventoux dans le tronçon italien du Tunnel de Base du Montcenis ;
- l'exigence de réaliser la Gare Internationale de Suse, le Site de Sécurité et le faisceau de voies de service avec les bâtiments annexes et équipements ferroviaires de la Plaine de Suse ;
- l'exigence de réaliser le Site de Sécurité desservant le Tunnel de l'Orsiera et le tunnel RFI dans la Plaine des Chiuse ;
- l'exigence d'interconnecter la ligne historique avec la nouvelle ligne dans la zone des Chiuse ;

## 2. IL PROGETTO PRELIMINARE IN VARIANTE (PP2)

Il presupposto principale da cui si è partiti per sviluppare il Progetto Preliminare in Variante (PP2) del 2010 è che non esiste a priori un tracciato della linea predefinito che debba essere sviluppato dal punto di vista tecnico, ma solamente un corridoio di riferimento scaturito in sede di Osservatorio Tecnico della Torino-Lione e denominato « Accordo di Pracatinat » del 29/6/2008.

A partire di qui, dopo aver approfondito le problematiche tecniche e funzionali connesse e, contestualmente, aver approfondito la conoscenza del territorio e dell'ambiente, ivi compresa la definizione di un modello geologico e idrogeologico preliminare di riferimento, sono state valutate le ricadute sul territorio e sono state definite delle possibili alternative locali che, in qualche modo, risolvono, o comunque riducono, le criticità evidenziate.

In questo contesto, ed in conformità con le Specifiche Progettuali dell'Osservatorio Torino-Lione, le varie alternative di tracciato sono state studiate tenendo in conto:

- dell'invarianza del tracciato della tratta in territorio francese, già in possesso di Dichiarazione di Pubblica Utilità (DUP). Una modesta variazione altimetrica è richiesta dallo sviluppo del progetto dell'area di Sicurezza di Clarea e relativo accesso.
- della presenza degli impianti idroelettrici di Pont Ventoux nel tratto italiano del Tunnel di Base del Montcenisio;
- dell'esigenza di realizzare la Stazione internazionale di Susa, l'Area di Sicurezza ed il fascio binari di servizio con relativi fabbricati ed impianti ferroviari nella Piana di Susa;
- dell'esigenza di realizzare l'Area di Sicurezza a servizio del Tunnel dell'Orsiera e della galleria RFI nella Piana delle Chiuse;
- dell'esigenza di interconnettere la linea storica con la nuova linea nella zona delle Chiuse;

- la liaison avec le projet qu'étudie RFI pour le tronçon italien (Plaine des Chiuse - Orbassano – Settimo Torinese).

Le Groupement TSE3 a élaboré le Projet Préliminaire Modificatif (PP2) remis à LTF en juillet 2010 et approuvé le 3 août 2011 par Délibération du Comité Interministériel pour la Programmation Economique (CIPE) n° 57/2011.

### 3. LES ETUDES DE PHASAGE

Par lettre du 23 décembre 2010, le Président de la Commission Intergouvernementale franco-italienne (CIG) pour la nouvelle liaison ferroviaire Lyon-Turin a demandé à LTF de lancer les études techniques, juridiques et économiques qui permettent d'évaluer la pertinence des options de réalisation par phases fonctionnelles successives de la partie commune franco-italienne du projet Lyon-Turin. Pour répondre à cette demande, LTF a envoyé fin janvier 2011 une note proposant le programme pour ces études (réf. PP2/DEP/LTF/0015/0). Ce programme a été accepté par la CIG le 4 février 2011.

L'étude de phasage a donc été réalisée pendant la période de février à mai 2011, étude illustrée par une série de graphiques et de descriptions résumés dans la Soumission 71: "études de phasage".

Sur la base des demandes de la CIG, trois familles de phasage ont été étudiées, mettant en évidence, en termes de fonctionnalité, conception et impact environnemental, les points forts et les points faibles, aussi bien par rapport au projet non phasé qu'entre elles. Ces familles étaient les suivantes :

- Phasage transversal, c'est à dire réalisation d'un premier tube équipé du Tunnel de Base et du Tunnel de l'Orsiera et du second tube non équipé du point de vue ferroviaire.

- del collegamento con il progetto che RFI sta eseguendo per la tratta italiana (Piana delle Chiuse - Orbassano – Settimo Torinese).

Il raggruppamento TSE3 ha quindi sviluppato il Progetto Preliminare in Variante (PP2) consegnato a LTF nel luglio 2010. ed approvato il 3 agosto 2011 con Delibera del Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) n° 57/2011.

### 3. GLI STUDI DI FASAGGIO

Con lettera del 23 dicembre 2010, il Presidente della Commissione Intergovernativa Italo-Francese per il nuovo collegamento ferroviario Torino-Lione ha richiesto ad LTF di avviare gli studi tecnici, giuridici ed economici che permettano di valutare la pertinenza di opzioni di realizzazione per fasi funzionali successive della parte comune del progetto Torino-Lione. Per rispondere a questa richiesta, LTF ha inviato a fine gennaio 2011 una nota riportante il programma proposto per questi studi (rif. PP2/DEP/LTF/0015/0). Questo programma è stato accettato dalla CIG il 4 febbraio 2011.

E' stato quindi sviluppato lo studio di fasaggio nel periodo febbraio – maggio 2011, studio che è illustrato in una serie di elaborati grafici e descrittivi che sono riassunti nella Consegna 71: "studi di fasaggio".

Anche sulla scorta delle richieste della CIG sono stati studiate tre famiglie di fasaggi evidenziandone, dal punto di vista funzionale, progettuale ed ambientale, i punti di forza e di debolezza, sia rispetto al progetto non fasato, sia di una soluzione rispetto alle altre. Queste famiglie erano:

- Fasaggio trasversale, cioè la realizzazione di una prima canna attrezzata del Tunnel di Base e del Tunnel dell'Orsiera e della seconda canna senza attrezzarla dal punto di vista ferroviario.
- Fasaggio longitudinale, cioè la realizzazione del Tunnel di Base e ed il suo collegamento il più rapido possibile con la Linea Storica, rimandando a tempi più lunghi la realizzazione della Galleria

- Phasage longitudinal, c'est à dire réalisation du Tunnel de base et de sa liaison la plus proche possible avec la Ligne Historique. Pour ce type de phasage, quatre solutions différentes ont été étudiées.
- Phasage constitué de l'union du phasage longitudinal et du phasage transversal.

Pour chaque solution des indications ont été fournies concernant les délais et les coûts de réalisation par rapport aux hypothèses du projet non phasé (PP2).

Après examen de l'étude, la CIG, au cours de la réunion du 6 juillet 2011, a approuvé la réalisation de l'ouvrage par phases, en choisissant la solution développée dans le Projet Définitif qui consiste à exécuter le Tunnel de Base intégralement de Saint-Jean-de-Maurienne à Suse pour la réalisation de la Gare Internationale et du Site Technique de Suse comme prévu au PP2 (à l'exception des modifications et approfondissements demandés par le C.I.P.E.), en connectant la NLLT directement à la Ligne Historique Turin-Modane dans la gare de Bussoleno. A l'avenir, la Nouvelle Ligne se poursuivra sous l'Orsiera comme prévu au PP2, le Site de Sécurité de Chiusa S. Michele sera réalisé et il rejoindra la partie nationale, mais l'Interconnexion avec la Ligne Historique demeurera à Bussoleno, en renonçant à celle de Chiusa.

dell'Orsiera. Per questo tipo di fasaggio vennero studiate quattro diverse soluzioni.

- Fasaggio costituito dalla unione del fasaggio longitudinale e di quello trasversale.

Per ciascuna soluzione vennero fornite indicazioni circa i tempi e costi di realizzazione, raffrontati con l'ipotesi di progetto non fasato (PP2).

Dopo aver esaminato lo studio la CIG, nella riunione del 6 luglio 2011, ha approvato la realizzazione dell'opera per fasi, scegliendo la soluzione che viene sviluppata nel Progetto Definitivo, che consiste nell'eseguire il Tunnel di Base integralmente da Saint-Jean-de-Maurienne a Susa, nel realizzare la Stazione Internazionale e l'Area Tecnica di Susa come previsto nel PP2 (fatti salvi le modifiche e gli approfondimenti richiesti dal C.I.P.E.), nel collegare la NLLT direttamente alla Linea Storica Torino-Modane nella stazione di Bussoleno. In futuro la Nuova Linea proseguirà sotto l'Orsiera come previsto nel PP2, sarà realizzata l'Area di Sicurezza di Chiusa S. Michele, ove si collegherà alla tratta nazionale, ma l'Interconnessione con la Linea Storica rimarrà a Bussoleno, rinunciando a quella di Chiusa.

#### 4. LA REVISION DU PROJET DEFINITIF (PD2)

A la suite :

- de l'approbation par le CIPE du Projet Préliminaire Modificatif intervenue le 2 août 2011,
- des prescriptions contenues dans la Délibération du CIPE et de celles de la Commission VIA,
- des desiderata des Collectivités Locales exprimés au sein de l'Observatoire Turin-Lyon et de ses groupes de travail,
- de la demande du CIPE d'exécuter, pour des raisons économiques, un projet divisé en phases fonctionnelles,

le Projet Préliminaire Modificatif a été réexaminé en partant du tracé et en tenant compte de tous les aspects, depuis l'environnement jusqu'aux équipements ferroviaires, en révisant, entre autres, le modèle d'exploitation ferroviaire, l'hydraulique, la géologie et l'hydrogéologie, le génie civil, les équipements ferroviaires, les installations de chantier, etc.

Cette révision a comporté notamment :

- En application de la prescription de prendre en compte la première phase de construction, le report à une phase ultérieure l'étude du tronçon de la NLLT allant de l'extrémité est de la Plaine de Suse jusqu'à la Plaine des Chiuse, comprenant le Tunnel de l'Orsiera, l'Interconnexion de Chiuse et le Site de Sécurité de Chiusa S. Michele ;
- En conformité avec la prescription de considérer la première phase de réalisation, la conception de l'Interconnexion à Bussoleno, avec la restructuration consécutive de l'entrée ouest de la gare RFI de Bussoleno ;
- En conformité avec la prescription de la Commission VIA de préserver la Cascina Vazone à la tête est du Tunnel de Base et de celle de la Commune de Suse de préserver autant que possible les constructions en Plaine de Suse, une roto-translation du tracé vers l'Est, autour du Pont de la Dora ;

#### 4. LA REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO (PD2)

A seguito:

- dell'approvazione da parte del CIPE del Progetto Preliminare di Variante intervenuta il 3 agosto 2011,
- delle prescrizioni contenute nella Delibera CIPE e di quelle della Commissione VIA,
- dei desiderata degli Enti Locali espresse in sede di Osservatorio Torino-Lione e dei suoi Gruppi di Lavoro,
- della richiesta CIPE di eseguire per motivazioni economiche un progetto suddiviso per fasi funzionali,

si è riesaminato il Progetto Preliminare in Variante partendo dal tracciato e considerando tutti gli aspetti, da quello ambientale a quello di impiantistica ferroviaria, rivedendo tra l'altro il modello di esercizio ferroviario, l'idraulica, la geologia ed idrogeologia, le opere civili, l'impiantistica ferroviaria, la cantierizzazione, ecc.

Questa revisione ha comportato essenzialmente:

- In ottemperanza alla prescrizione di considerare la 1<sup>a</sup> fase realizzativa, lo spostamento ad una fase di studio ulteriore del tratto di NLTL dall'imbocco est nella Piana di Susa a Piana delle Chiuse, del Tunnel dell'Orsiera, dell'Interconnessione di Chiusa e dell'Area di Sicurezza di Chiusa S. Michele
- In ottemperanza alla prescrizione di considerare la 1<sup>a</sup> fase realizzativa, la progettazione dell'Interconnessione a Bussoleno, con la conseguente ristrutturazione della radice ovest della stazione RFI di Bussoleno
- In ottemperanza alla prescrizione della Commissione VIA di salvaguardare la Cascina Vazone all'imbocco est del Tunnel di Base e di quella del Comune di Susa di salvaguardare il più possibile l'edificato nella Piana di Susa, una rototraslazione del tracciato verso est facendo fulcro sul Ponte della Dora

- La prise en compte du nouveau projet de la Gare Internationale de Suse et des sites pertinents selon le Projet conçu par le maître d'œuvre particulier suite au concours international qui s'est déroulé en 2012 ;
- La mise en conformité du réseau routier et autoroutier en Plaine de Suse à la suite de la roto-translation du tracé, des modifications de la Gare Internationale et des exigences émises par la SITAF, société concessionnaire de l'autoroute. Cela a aussi comporté une révision de l'aménagement du Site Technique de Suse ;
- La modification de la position planimétrique de la centrale de ventilation de Clarea pour l'insérer au mieux dans le versant ;
- La modification du tracé de la galerie de la Maddalena pour ne pas croiser les rameaux de liaison du Tunnel de Base.

Suite à cette première phase de réalisation, les limites d'intervention du Projet ont été définies comme suit :

#### **Tracé et armement :**

- Nouvelle Ligne Lyon-Turin (NLLT) côté Saint-Jean-de-Maurienne, Voie Paire et Voie Impaire : km 0+000 tête du tunnel de Glandon ;
- NLLT côté Turin ,Voie Paire : Pk 63+975,67, côté Turin , Voie Impaire: Pk 63+731 ;
- Interconnexion Paire : Pk 3+551,74 correspondant au Pk 0+364,90 de la Ligne Historique Turin-Modane ;
- Interconnexion Impaire : Pk 3+643,06 correspondant au Pk 43+530,76 de la Ligne Historique Turin-Modane ;
- Modification de la Ligne Historique Turin-Modane à Bussoleno Voie Impaire : du Pk 44+837,08 au Pk 45+492,94 ;
- Modification de la Ligne Historique Turin-Modane à Bussoleno Voie Paire : du Pk 1+039,60 au Pk 1+402,62.

- La presa in carico del nuovo progetto della Stazione Internazionale di Susa e delle aree di pertinenza secondo il Progetto sviluppato dal progettista incaricato a seguito della gara internazionale svoltasi nel 2012.
- L'adeguamento della viabilità stradale ed autostradale nella Piana di Susa a seguito della rototraslazione del tracciato, della diversa stazione Internazionale e delle esigenze scaturite dalla SITAF, società concessionaria della autostrada. Ciò ha anche comportato una revisione del layout dell'Area Tecnica di Susa.
- Diversa posizione planimetrica della centrale di ventilazione di Clarea per meglio inserirla nel versante
- Modifica al tracciato della Galleria della Maddalena per non intersecare i rami di collegamento del Tunnel di Base.

A seguito della prima Fase realizzativa i limiti di intervento del Progetto sono stati così ridefiniti:

#### **Tracciato ed armamento:**

- Nuova Linea Torino-Lione (NLTL) lato Saint-Jean-de-Maurienne, Binario Pari e Binario Dispari: km 0+000 portale tunnel di Glandon;
- NLTL lato Torino Binario Pari: Pk 63+975,67, lato Torino Binario Dispari: Pk 63+731;
- Interconnessione Pari: Pk 3+551,74 corrispondente alla Pk 0+364,90 della Linea Storica Torino-Modane;
- Interconnessione Dispari: Pk 3+643,06 corrispondente alla Pk 43+530,76 della Linea Storica Torino-Modane;
- Modifica Linea Storica Torino-Modane a Bussoleno Binario Dispari: da Pk 44+837,08 a Pk 45+492,94;
- Modifica Linea Storica Torino-Modane a Bussoleno Binario Pari da Pk 1+039,60 a Pk 1+402,62.



### **Génie Civil, Hydrologie et Hydraulique, Réseaux enterrés/aériens, Expropriations et Servitudes, Environnement :**

- Côté France : extrémité ouest du Site de Sécurité de Clarea Pk 47+558 ;
- Côté Italie : insertion dans la gare de Bussoleno (voir limites de l'Interconnexion au paragraphe précédent).

### **Organisation du chantier :**

Les limites sont les mêmes que celles indiquées au paragraphe Génie Civil ; les Sites de dépôt retenus sont Caprie et Torrazza.

### **Autres aspects :**

Ne pouvant logiquement séparer les aspects fonctionnels et généraux entre l'Italie et la France, on a pris en compte le projet complet, du Pk 0+000 de la NLLT à l'insertion à Bussoleno, pour les aspects suivants :

- Normes de référence du projet (traités dans le Vol. A) ;
- Etudes fonctionnelles d'exploitation (traitées dans le Vol. A) ;
- Etudes fonctionnelles de sécurité (traitées dans le Vol. A) ;
- Géologie et Hydrogéologie ;
- Technologies ferroviaires.

### **Opere civili, Idrologia ed Idraulica, Sotto/sopraservizi, Espropri ed asservimenti, Ambiente:**

- Lato Francia : estremità ovest dell' Area di Sicurezza di Clarea Pk 47+558;
- Lato Italia : innesto nella stazione di Bussoleno (vedi limiti Interconnessione al paragrafo precedente).

### **Cantierizzazione**

Stessi limiti indicati al paragrafo Opere Civili; Siti di Deposito materiali di risulta considerati: Caprie e Torrazza

### **Altri aspetti**

Non potendo logicamente spezzare gli aspetti funzionali ed altri generali tra Italia e Francia si è considerato il progetto completo dalla Pk 0+000 della NLTL all'innesto in Bussoleno per i seguenti aspetti:

- Standard progettuali di riferimento (trattati nel Vol. A);
- Studi funzionali di esercizio (trattati nel Vol. A);
- Studi funzionali di sicurezza (trattati nel Vol. A);
- Geologia ed Idrogeologia;
- Tecnologie ferroviarie.

## 5. LE PROJET DE REFERENCE FINAL/PROJET DEFINITIF EN VARIANTE (PRF/PRV)

La phase la plus récente du processus de projet (à partir du projet définitif - PD2) est reprise et illustrée dans les paragraphes qui suivent, pour ensuite se concentrer sur celle actuelle de publication du PRV.

### 5.1 L'approbation du projet définitif et du SIA 2013 et les prescriptions du CIPE

En référence à ce qui a un intérêt pour la présente étude (c'est-à-dire la composante italienne de la section transfrontalière), le projet a été approuvé par le Comité Interministériel de Programmation Économique (CIPE), le 20 février 2015 (délibération n°19), en suivant les étapes ci-après et les avis principaux :

- publication des intégrations demandées par la Commission VIA : 18 décembre 2013 ;
- publication de la DGR du 29 septembre 2014, n°12-358 de la Région Piémont (publiée au J.O. n°40S2 du 02/10/2014) ;
- émission de l'avis du Ministère de la Culture et du tourisme le 2 décembre 2014 ;
- émission de l'avis du Ministère de l'Environnement/Commission Spéciale VIA (avis n°1674 du 12 décembre 2014) ;
- publication de la délibération n°19 du CIPE du 20 février 2015 (G.U. n°181 du 6-8-2015 - Suppl. ordinaire n°45)

#### 5.1.1 Les répercussions conceptuelles de la prescription n°235 – L'étude sur la sûreté

La dernière prescription (n°235) de la délibération du CIPE 19/2015 précitée, concernant une étude pour une configuration différente des chantiers de manière à garantir la sécurité des personnes par rapport à l'ordre public, a conduit à trouver de nouvelles solutions pour le projet,

## 5. IL PROGETTO DI RIFERIMENTO FINALE/PROGETTO DEFINITIVO IN VARIANTE (PRF/PRV)

Nei paragrafi che seguono viene ripresa ed illustrata la fase più recente dell'iter di progetto (a partire dalla progettazione definitiva - PD2) per poi focalizzare l'attenzione su quella attuale di pubblicazione del PRV.

### 5.1 L'approvazione del Progetto Definitivo e del SIA 2013 e le prescrizioni del CIPE

Con riferimento a quanto di interesse del presente studio (ossia la componente italiana della sezione transfrontaliera), il progetto è stato approvato dal Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) il 20 febbraio 2015 (Delibera n. 19), attraverso i seguenti passaggi e pareri principali:

- pubblicazione delle integrazioni richieste dalla Commissione VIA: 18 dicembre 2013;
- pubblicazione della DGR 29 settembre 2014, n. 12-358 della Regione Piemonte (pubblicata sul B.U. n. 40S2 del 02/10/2014);
- emissione del parere del Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo il 2 dicembre 2014;
- emissione del parere del Ministero dell'Ambiente/Commissione Speciale VIA (parere n. 1674 del 12 dicembre 2014);
- pubblicazione della Delibera n° 19 del CIPE del 20 febbraio 2015 (G.U. n.181 del 6-8-2015 - Suppl. Ordinario n. 45)

#### 5.1.1 Le ripercussioni progettuali della prescrizione n. 235 – Lo studio sulla sicurezza

L'ultima prescrizione (n.235) della Delibera CIPE 19/2015, già citata in premessa, relativa ad uno studio per una diversa configurazione della cantierizzazione in modo da garantire la sicurezza delle persone rispetto all'ordine pubblico, ha portato ad individuare nuove soluzioni progettuali,

chacune avec ses points forts et ses points faibles à analyser et à évaluer avec l'objectif de parvenir au meilleur choix au regard d'un ensemble de critères.

Pour pouvoir satisfaire cette prescription, une étude de sûreté des chantiers a été confiée par TELT au consortium NITEL pour vérifier l'existence d'alternatives possibles caractérisées par une « meilleure adéquation » avec les exigences de sécurité des personnes et de l'opérativité des travaux. L'étude a analysé plusieurs hypothèses de localisation des chantiers en identifiant quatre configurations différentes (y compris la solution étudiée dans le projet défini approuvé par le CIPE). Notamment :

- Configuration #0 - Projet définitif approuvé par le CIPE : Site pour l'excavation du Tunnel de Base (Suse); site pour la valorisation des déchets d'excavation (Suse) ; site pour la zone de chargement du train (Suse) ; Site pour la centrale de ventilation (Clarea)
- Configuration #1 - Excavation à partir de Chiomonte et valorisation et chargement à partir de Suse : Site pour l'excavation du Tunnel de Base (Chiomonte); Site pour la valorisation des déchets d'excavation (Suse) ; site pour la zone de chargement du train (Suse) ; Site pour la centrale de ventilation (Chiomonte)
- Configuration #2 - Excavation à partir de Chiomonte, valorisation à Suse et zone de chargement à Chiomonte : Site pour l'excavation du Tunnel de Base (Chiomonte) ; site pour la valorisation des déchets d'excavation (Suse) ; site pour la zone de chargement du train (Chiomonte) ; site pour la centrale de ventilation (Chiomonte)
- Configuration #3 - Excavation à partir de Chiomonte, valorisation et zone de chargement à Salbertrand : Site pour l'excavation du Tunnel de Base (Chiomonte) ; site pour la valorisation des déchets d'excavation (Salbertrand) ; site pour la zone de chargement du train (Salbertrand) ; site pour la centrale de ventilation (Chiomonte)

Le niveau d'exposition au risque associé à chaque site, évalué en référence aux quatre configurations prises en considération, a été déterminé en

chacune con i propri punti di forza e debolezza da analizzare e valutare con l'obiettivo di pervenire a scelte ottimali rispetto ad un insieme di criteri di scelta.

Per poter ottemperare a questa prescrizione, è stato commissionato da TELT al consorzio NITEL uno specifico studio di sicurezza della cantierizzazione per verificare l'esistenza di possibili alternative caratterizzate da “migliore rispondenza” per le esigenze di sicurezza delle persone e dell'operatività dei lavori.

Lo studio ha analizzato diverse ipotesi di localizzazione dei cantieri individuando quattro distinte configurazioni (ivi compresa la soluzione studiata nel progetto definito approvato dal CIPE). Nello specifico:

- Configurazione #0 - Progetto Definitivo approvato dal CIPE: Sito per lo scavo del Tunnel di Base (Susa); Sito per la valorizzazione dello smarino (Susa); Sito per piano di carico treno (Susa); Sito per la centrale di ventilazione (Clarea)
- Configurazione #1 - Scavo da Chiomonte e valorizzazione e carico da Susa: Sito per lo scavo del Tunnel di Base (Chiomonte); Sito per la valorizzazione dello smarino (Susa); Sito per piano di carico treno (Susa); Sito per la centrale di ventilazione (Chiomonte)
- Configurazione #2 - Scavo da Chiomonte, valorizzazione a Susa e piano di carico a Chiomonte: Sito per lo scavo del Tunnel di Base (Chiomonte); Sito per la valorizzazione dello smarino (Susa); Sito per piano di carico treno (Chiomonte); Sito per la centrale di ventilazione (Chiomonte)
- Configurazione #3 - Scavo da Chiomonte, valorizzazione e piano di carico a Salbertrand: Sito per lo scavo del Tunnel di Base (Chiomonte); Sito per la valorizzazione dello smarino (Salbertrand); Sito per piano di carico treno (Salbertrand); Sito per la centrale di ventilazione (Chiomonte)

fonction du niveau correspondant de sensibilité et d'impact, en tenant compte de la durée de chacun des chantiers. La **sensibilité** mesure de quelle manière un site peut faire l'objet d'une action criminelle perpétrée par les opposants à ce projet, l'**impact** consiste à mesurer les conséquences possibles qu'une action criminelle perpétrée contre un site peut engendrer, évaluées par rapport sous les quatre angles de l'impact sur la population, les travailleurs, la poursuite des travaux et les pertes économiques.

L'analyse a montré que les alternatives au projet définitif prises en considération permettent la réduction de l'exposition des sites les plus à risque. L'effet positif global est toutefois en partie atténué par l'augmentation du niveau d'exposition d'autres sites qui avaient, cependant, un niveau de risque inférieur ou qui n'étaient pas prévus dans la configuration #0.

La configuration #3 est en particulier celle qui présente les plus grands avantages en permettant de réduire de manière appréciable les niveaux de sensibilité et de l'impact par rapport à la configuration #0. La configuration #1, qui présente des résultats bien que légèrement meilleurs que la #3 en ce qui concerne la réduction du niveau d'impact global, montre une réduction du niveau de sensibilité nettement moins marquée. Plus en détail, les configurations #1 et #3 permettent de réduire l'impact sur les travailleurs de manière significative. La configuration #1 présente également une réduction appréciable de l'impact sur la population et en ce qui concerne la continuité opérationnelle (pour ce qui est de ces aspects, les améliorations pouvant être obtenues avec la #3 sont moins importantes). La configuration #3 prévoit des améliorations significatives en ce qui concerne les dommages matériels.

Les améliorations obtenues dans les configurations #1 et #3 sont liées au déplacement des travaux d'excavation du tunnel de base de Suse à Chiomonte grâce à la mise en œuvre d'une deuxième descenderie sur le site actuel de la Maddalena. Ceci permet d'éliminer le site de Clarea et de différer et de réduire les interventions pour la réalisation de la liaison électrique par câble Venaus-Suse, mais surtout de réduire l'impact symbolique lié au début de l'excavation du tunnel de Base à partir de Suse.

Il livello di esposizione al rischio associato a ciascun sito, valutato con riferimento alle quattro configurazioni considerate, è stato determinato in funzione del relativo livello di Sensibilità e di Impatto, tenendo conto della durata dei singoli cantieri. La **Sensibilità** misura quanto un sito possa essere oggetto di un'azione dolosa perpetrata dagli oppositori, l'**Impatto** è la misura delle potenziali conseguenze che un'azione dolosa perpetrata avverso un sito può generare, valutate rispetto alle quattro viste di impatto sulla popolazione, sulle maestranze, sulla continuità operativa e perdite economiche.

L'analisi ha evidenziato che le alternative al progetto definitivo prese in considerazione permettono la riduzione dell'esposizione dei siti maggiormente a rischio. L'effetto positivo complessivo è, però, in parte attenuato dell'incremento del livello di esposizione di altri siti che nella configurazione #0 avevano, invece, un livello di rischio inferiore o non erano previsti.

In particolare, la configurazione #3 è quella che evidenzia i maggiori benefici consentendo di ridurre in modo apprezzabile i livelli di sensibilità e di impatto rispetto alla configurazione #0. La configurazione #1, che pur presenta risultati leggermente migliori rispetto alla #3 per quel che riguarda la riduzione del livello di impatto complessivo, mostra una riduzione del livello di sensibilità decisamente meno marcata. Più in dettaglio, le configurazioni #1 e #3 consentono di ridurre in modo significativo l'impatto sulle maestranze. La configurazione #1 presenta, inoltre, un'apprezzabile riduzione dell'impatto nei confronti della popolazione e per ciò che riguarda la continuità operativa (per tali aspetti i miglioramenti ottenibili dalla #3 sono meno rilevanti). La configurazione #3 prevede significativi miglioramenti per ciò che attiene i danni materiali.

I miglioramenti ottenuti nelle configurazioni #1 e #3 sono legati allo spostamento dei lavori di scavo del Tunnel di Base da Susa a Chiomonte mediante la realizzazione di una seconda discenderia nell'attuale sito della Maddalena. Ciò consente di eliminare il sito di Clarea e differire e ridurre gli interventi per la realizzazione del cavidotto Venaus-Susa, ma soprattutto

Ce déplacement implique essentiellement la nécessité de réaliser un nouveau chantier de soutien logistique dans la zone Colombera, à une courte distance de celui de la Maddalena et, surtout, la nécessité de transporter les déblais par voie routière.

L'analyse comparative entre les configurations #1 et #3 a montré que cette dernière présente l'avantage supplémentaire de concentrer les chantiers dans des zones où il y a moins d'opposition aux travaux, et qui présentent un risque/impact moins important pour la population. Elle prévoit également la réduction du nombre de chantiers actifs en même temps durant les premières années de la réalisation des travaux, en différant le début des travaux dans la commune de Suse d'environ trois années et demie, tout en permettant la réduction des délais liés à la construction du tunnel d'interconnexion Suse – Bussoleno (TdI).

L'étude, qui a débuté en février 2016, a été adressée, accompagnée et validée par une commission technique composée de représentants de la Préfecture de Police et de la Préfecture de Turin, qui en a validée les conclusions en mai 2016.

Par conséquent, le 1<sup>er</sup> juillet 2016, Telt a formellement transmis aux participants de la commission technique le rapport de l'étude de sûreté en confirmant les résultats de l'étude en faveur de la solution d'excavation à Chiomonte.

En même temps, compte tenu de la nature confidentielle de l'étude, le 1<sup>er</sup> juillet 2017, Telt a informé les administrations compétentes des aspects de procédure et leur a communiqué qu'elle a activé, étant donnés les résultats de l'étude de sûreté en faveur de la solution d'excavation à partir de Chiomonte, le projet en variante.

riduce l'impacto simbolico connesso con l'inizio dello scavo del Tunnel di Base da Susa. Tale spostamento comporta quali elementi di criticità la necessità di realizzare un nuovo cantiere di supporto logistico in zona Colombera, a poca distanza da quello della Maddalena e, soprattutto, la necessità di movimentare i materiali di scavo su gomma.

L'analisi comparativa fra le configurazioni #1 e #3 ha evidenziato che quest'ultima ha come pregio aggiuntivo quello di concentrare i cantieri in aree dove si registra una minore opposizione all'opera e che presentano un minor rischio/impatto per la popolazione. Inoltre essa prevede la riduzione del numero di cantieri attivi contemporaneamente nei primi anni della realizzazione dell'opera, differendo l'inizio dei lavori nel Comune di Susa di circa tre anni e mezzo e consentendo nel contempo la riduzione dei tempi connessi con la realizzazione del Tunnel di Interconnessione Susa – Bussoleno (TdI).

Lo studio, iniziato a febbraio 2016, è stato indirizzato, accompagnato e validato da un Tavolo tecnico composto dai rappresentanti di Questura e della Prefettura di Torino, che a maggio 2016 ne ha validato le conclusioni. Di conseguenza il 1° luglio 2016 Telt ha formalmente inoltrato ai partecipanti del Tavolo tecnico la relazione dello Studio sicurezza confermando gli esiti dello studio a favore della soluzione di scavo a Chiomonte.

Contestualmente, data la natura riservata dello studio, TELT il 1° luglio 2017 ha comunicato alle amministrazioni competenti per gli aspetti procedurali, di aver attivato, visti gli esiti dello Studio Sicurezza a favore dello soluzione di scavo da Chiomonte, la progettazione in variante.

<b>Alternatives</b> <b>Alternatives</b>	<b>Excavation TdB coté Italie</b> <b>Scavo TdB lato Francia</b>	<b>Valorisation</b> <b>Valorizzazione</b>	<b>Site de chargement des déblais sur train</b> <b>Area di carico marino su treno</b>	<b>Usine de ventilation</b> <b>Centrale di ventilazione</b>
0 (*)	Susa	Susa Autoporto	Susa Autoporto	Val Clarea
1	Chiomonte-Maddalena	Susa Autoporto	Susa Autoporto	Chiomonte-Maddalena
2	Chiomonte-Maddalena	Susa Autoporto	Chiomonte – Piana delle Balme	Chiomonte-Maddalena
3	Chiomonte-Maddalena	Salbertrand	Salbertrand	Chiomonte-Maddalena

*Scenari di progetto*

### 5.1.2 *Le nouveau périmètre des études*

Compte tenu des résultats de l'étude de sûreté, la zone d'étude du nouveau site du chantier diffère de celle du PD2 de par l'élimination de la « fenêtre territoriale » de la centrale de ventilation de Clarea et de par l'insertion de celle de Salbertrand, qui abritera une nouvelle aire industrielle ainsi que celle de chargement du marin issu de l'excavation par voie ferroviaire. En ce qui concerne la commune de Chiomonte, l'aire de Maddalena sera élargie et étendue jusqu'à Colombera.

### 5.1.3 *Les principaux contenus du Projet de Référence en Variante (PRV)*

Le projet de référence en variante (PRV), comme anticipé dans les précédents paragraphes, prévoit un certain nombre de modifications par rapport au Projet Définitif correspondant (PD2) qui tiennent compte des prescriptions du CIPE et des recommandations de l'étude de sûreté NITEL.

Ces modifications concernent notamment les zones suivantes :

- Site pour l'excavation du Tunnel de Base côté Italie situé à Chiomonte-Maddalena ;
- Site pour la centrale de ventilation et l'extraction de fumées du tunnel de base situé à Chiomonte-Maddalena.

Le projet a donc été axé sur le développement d'une solution de référence, dont les principes d'optimisation concernent principalement :

- Élimination totale des ouvrages dans la vallée de Clarea et déplacement de la centrale de ventilation à la Maddalena ;
- Remplacement de la galerie de ventilation de Clarea (en partie sur le territoire français mais réalisée à partir du territoire italien) avec une nouvelle descenderie de la Maddalena (désormais appelée Maddalena "2") ;
- Fronts souterrains d'avancement du tunnel de base vers la plaine de Suse ;

### 5.1.2 *Il nuovo perimetro degli studi*

Tenuto conto degli esiti dello studio sicurezza l'area di studio del nuovo scenario di cantierizzazione differisce da quello del PD2 per l'eliminazione della "finestra territoriale" della centrale di ventilazione di Clarea ed inserimento di quella Salbertrand, che ospiterà una nuova area industriale nonché quella di carico dello smarino su treno. Per quanto riguarda il comune di Chiomonte l'area di Maddalena viene ad essere ampliata ed estesa sino a Colombera.

### 5.1.3 *I contenuti principali del Progetto di Riferimento in Variante (PRV)*

Il progetto di riferimento in variante (PRV), come anticipato nei precedenti paragrafi, prevede alcune modifiche rispetto al relativo Progetto Definitivo (PD2) che tengono conto delle prescrizioni del CIPE e delle indicazioni dello studio di sicurezza NITEL.

Tali modifiche riguardano in particolar modo i seguenti ambiti:

- Sito per lo scavo del Tunnel di Base lato Italia ubicato a Chiomonte-Maddalena;
- Sito per la centrale di ventilazione ed estrazione fumi dal Tunnel di Base ubicata a Chiomonte-Maddalena.

La progettazione si è di conseguenza incentrata sullo sviluppo di una soluzione di riferimento, i cui principi di ottimizzazione riguardano principalmente:

- Eliminazione totale delle opere in Val Clarea e spostamento della centrale di ventilazione alla Maddalena;
- Sostituzione della galleria di ventilazione di Clarea (in parte in territorio francese ma realizzata a partire dal territorio italiano) con una nuova discenderia della Maddalena (d'ora in poi denominata Maddalena "2");
- Fronti sotterranei di avanzamento del Tunnel di Base verso la Piana di Susa;

- Déplacement du site de sécurité de Clarea du territoire français (Pk. 48+000 environ - lui aussi réalisé à partir du territoire italien) à l'intersection entre la galerie de service de la Maddalena (dénommée « 1 »).

#### **5.1.4 Cohérence de la solution 3 de l'étude de sûreté par rapport aux retombées environnementales par rapport aux autres alternatives**

Ainsi qu'il ressort des paragraphes précédents, le choix du scénario à développer au niveau du projet définitif, et objet du présent SIA, résulte de la priorité absolue de garantir un niveau de sécurité adéquat aux travailleurs durant toute la durée de la construction, au patrimoine collectif et au chantier ainsi qu'à toute la population locale qui pourrait directement ou indirectement subir les conséquences des actes violents de protestation.

Néanmoins, la variante sûreté doit continuer à répondre à des critères de compatibilité environnementale qui, pour la solution choisie, sont dès une première analyse largement atteints durant la phase d'exploitation (la configuration différente permet des améliorations significatives telles que la suppression totale de tout travaux en Val Clarea et la réduction en surface de la liaison électrique par câble) alors qu'elle comporte une augmentation des mouvements de terres sur le réseau autoroutier avant le chargement sur le train à Salbertrand. Comme vous pourrez le vérifier dans le Tome 3 du SIA, les conséquences ne sont pas significatives en termes de retombées et de problèmes pour la population (réduisant aussi certaines d'entre elles à Suse où l'habitat est plus important). Certainement du point de vue de l'impact global de la phase de construction, cette augmentation importante de véhicules devra bénéficier de mesures d'accompagnement et d'indemnisation appropriées lors de la finalisation des procédures d'approbation.

- Spostamento del Sito di Sicurezza di Clarea dal territorio francese (Pk. 48+000 circa - anch'esso realizzato a partire dal territorio italiano) all'intersezione tra la galleria di servizio della Maddalena (d'ora in poi denominato Maddalena "1").

#### **5.1.4 Coerenza della soluzione 3 dello Studio Sicurezza rispetto le ricadute ambientali rispetto alle altre alternative**

Come emerge dai paragrafi precedenti la scelta dello scenario da sviluppare a livello di progettazione definitiva, e oggetto del presente SIA, scaturisce da una priorità assoluta quale quella di garantire un adeguato livello di sicurezza nel corso della costruzione ai lavoratori, al patrimonio collettivo e di cantiere ed anche a tutta la popolazione locale che potrebbe direttamente o indirettamente subire le ripercussioni degli atti violenti di protesta.

Cionondimeno la variante sicurezza deve continuare a rispondere a requisiti di compatibilità ambientale che, per la soluzione prescelta, sono sin da una prima analisi ampiamente conseguiti in fase di esercizio (la diversa configurazione permette miglioramenti significativi quali la soppressione totale di lavori in Val Clarea e la riduzione del percorso in superficie dell'elettrodotta in cavo) mentre comporta un'incremento di movimentazione dei materiali di scavo sulla rete autostradale, prima del carico su treno a Salbertrand. Come si potrà verificare nel Tomo 3 del SIA le conseguenze non sono rilevanti in termini di ricadute e problematiche per la popolazione (riducendo anche alcune di esse a Susa con maggiore presenza di abitato) mentre certamente sotto il profilo della sostenibilità generale della fase di costruzione questo incremento di mezzi dovrà trovare le opportune azioni di accompagnamento e compensazione in sede di perfezionamento delle procedure approvative.



## 5.2 Les variantes

Avec le terme général de *Variante Sécurité*, nous nous référons à toutes les modifications introduites avec l'étude de sûreté dans le projet. Ces changements visent aussi bien la localisation (nouveaux territoires concernés) que d'autres modifications (aires déjà prévues dans le PD2, mais avec une autre utilisation et donc des pressions/impacts différents). En substance, l'étude d'impact environnemental analyse et évalue tout ce qui modifie le cadre des impacts du PD2.

Dans ce contexte général, s'agissant de variantes de chantier dans des zones parfois distantes entre elles, la variante sécurité est mieux définissable comme un ensemble de variantes à analyser aussi bien indépendamment (zones d'étude localisées) qu'en termes de scénario global par rapport à celui du PD2. Il s'agit, plus particulièrement de :

- variantes relatives à des ouvrages bien précis : les centrales de ventilation de Maddalena, le site de sécurité souterraine de Clarea, la nouvelle galerie Maddalena 2 ;
- variantes de chantiers (Salbertrand, Colombera et Maddalena) ;
- variantes liées aux modalités de gestion, de transport et sites de dépôt de remblais ;
- .

Dans les chapitres suivants, les différents aspects du Projet définitif sont illustrés, en intégrant les éléments du Projet de Référence dans la variante PRV.

## 5.2 Le varianti

Con il termine generale di *Variante Sicurezza* ci si riferisce a tutte le modifiche introdotte con lo studio sicurezza nel progetto. Tali modifiche sono sia di tipo localizzativo (nuovi territori interessati) che di tipo non localizzativo (medesime aree del PD2 che prevedono però un diverso uso e relative pressioni/impatti). In sostanza, lo Studio di Impatto Ambientale analizza e valuta tutto ciò che modifica il precedente quadro degli impatti di PD2.

In tale contesto generale, trattandosi di varianti di cantiere in zone anche distanti fra loro, la variante sicurezza è meglio definibile come un insieme di varianti da analizzare sia indipendentemente (singole aree di studio circoscritte) che in termini complessivi di scenario rispetto a quello precedente di PD2. Si tratta, più in particolare di:

- varianti relative ad opere specifiche: le centrali di ventilazione di Maddalena, l'area di sicurezza sotterranea di Clarea, la nuova galleria Maddalena 2;
- varianti di cantierizzazione (Salbertrand, Colombera e Maddalena)
- varianti connesse alle modalità di gestione, trasporto e siti di deposito del marino;

Nei successivi capitoli vengono illustrati i vari aspetti del Progetto Definitivo, integrando gli elementi del Progetto di Riferimento in variante PRV.

## 6. LE TRACE

Le projet de la Section Transfrontalière de la partie commune franco-italienne de la Nouvelle Ligne Lyon-Turin (NLLT) concerne la partie de la ligne qui va de Saint-Jean-de-Maurienne en France jusqu'à Suse/Bussoleno en Italie, y compris l'Interconnexion avec la ligne historique Turin-Modane à Bussoleno.

La voie Paire de la ligne s'étend sur 63 990,20 m auxquels s'ajoutent 2 877,05 m de l'Interconnexion Paire.

La voie Impaire de la ligne s'étend sur 63 731,00 m auxquels s'ajoutent 2 336,74 m de l'Interconnexion Impaire.

La frontière étant au Km 48+671,89, le tronçon de la voie Paire en territoire français est long de 48 672 m, alors que celui en territoire italien est long de 15 304 m, auxquels s'ajoute l'Interconnexion Paire.

La ligne ferroviaire est prévue pour un trafic mixte à Haute Capacité avec des convois de voyageurs (vitesse courante du projet 250 km/h qui se réduit à 220 km/h en certains points présentant des contraintes particulières) et des convois rapides de marchandises (vitesse de 120 km/h), en outre la ligne pourra être empruntée par des convois à grand gabarit de l'Autoroute Ferroviaire (AF).

Sauf indication contraire, tous les repères métriques font référence à la voie paire.

## 6. IL TRACCIATO

Il progetto della sezione transfrontaliera della parte comune italo-francese della Nuova Linea Torino-Lione (NLTL) riguarda la parte di linea che va da Saint-Jean-de-Maurienne in Francia fino a Susa/Bussoleno in Italia, compresa l'interconnessione con la linea storica Torino-Modane a Bussoleno.

Il binario Pari della linea sviluppa m 63.990,20 a cui si aggiungono 2.877,05 m dell'Interconnessione Pari.

Il binario Dispari della linea sviluppa m 63.731,00 a cui si aggiungono 2.336,74 m dell'Interconnessione Dispari.

Essendo il Confine di Stato alla progressiva Km 48+676,91, il tratto di binario Pari in territorio francese sviluppa m 48.677, mentre quello in territorio italiano sviluppa m 15.313, a cui si aggiunge l'Interconnessione Pari.

La linea ferroviaria consente un traffico misto ad Alta Capacità con convogli passeggeri (velocità di progetto normalmente 250 km/h che si riducono a 220 km/h in punti con vincoli particolari) e merci veloci (velocità di 120 km/h); inoltre la linea potrà essere percorsa da convogli a grande sagoma della Autostrada Ferroviaria (AF).

Tutte le progressive, salvo non sia scritto diversamente, sono riferite al binario Pari.

## 6.1 ORIGINE DU TRACE

Côté français, le tracé est celui déjà prévu dans le Projet Préliminaire avec de légères modifications à la suite de l'élargissement de l'entraxe minimum de la NLLT de 4,30 m à 4,50 m dans le faisceau de la gare de Saint-Jean-de-Maurienne, pour permettre l'utilisation de la ligne par les convois de l'AF et à l'optimisation de ce faisceau pour mettre en œuvre le schéma fonctionnel d'exploitation mis à jour dans le PD2, conjointement avec un abaissement du profil de la voie Paire à la pk.0+000 pour la rendre coplanaires à la voie Impaire.

En outre, les niveaux des voies Paire et Impaire, qui traversent le site de sécurité de Modane, ont été abaissés de 2,04m pour être coplanaires au niveau final « tel que construit » de la descenderie.

Côté italien, le tracé est celui prévu dans le Projet Définitif qui, par rapport au Projet Préliminaire, a été modifié pour tenir compte du phasage et des prescriptions du C.I.P.E et de la Commission V.I.A suite à l'approbation du Projet Préliminaire comme illustré au Chap.4 et notamment :

- Réalisation de l'Interconnexion entre la NLLT et la Ligne Historique Turin-Modane à Bussoleno ;
- Exploitation de la NLLT en première phase en utilisant l'Interconnexion de Bussoleno ;
- Léger déplacement à l'est du tracé dans la Plaine de Suse.

De plus, suite à la prescription n. 235 de la délibération du C.I.P.E. n. 19 du 20/02/2015, d'approbation du PD2, le site de sécurité souterraine de Clarea a été déplacé dans le territoire italien à la pk.52+165.

Le tracé de la Nouvelle Ligne Lyon-Turin est défini dans le système de référence spécifique du projet intitulé LTF 2004c, élaboré par l'IGM italien et l'IGN français dans le cadre des phases d'études précédentes.

## 6.1 GENESI DEL TRACCIATO

In territorio francese il tracciato risulta quello già previsto nel progetto preliminare con lievi modifiche a seguito dell'allargamento dell'interasse minimo della NLTL da 4,30 m a 4,50 m nella stazione di Saint-Jean-de-Maurienne, per consentire l'utilizzo della linea anche ai convogli della AF ed all'ottimizzazione dello stesso fascio binari per realizzare lo schema funzionale di esercizio aggiornato in PD2, unitamente ad un abbassamento del profilo del binario Pari alla pk.0+000 per renderlo coplanare al binario Dispari.

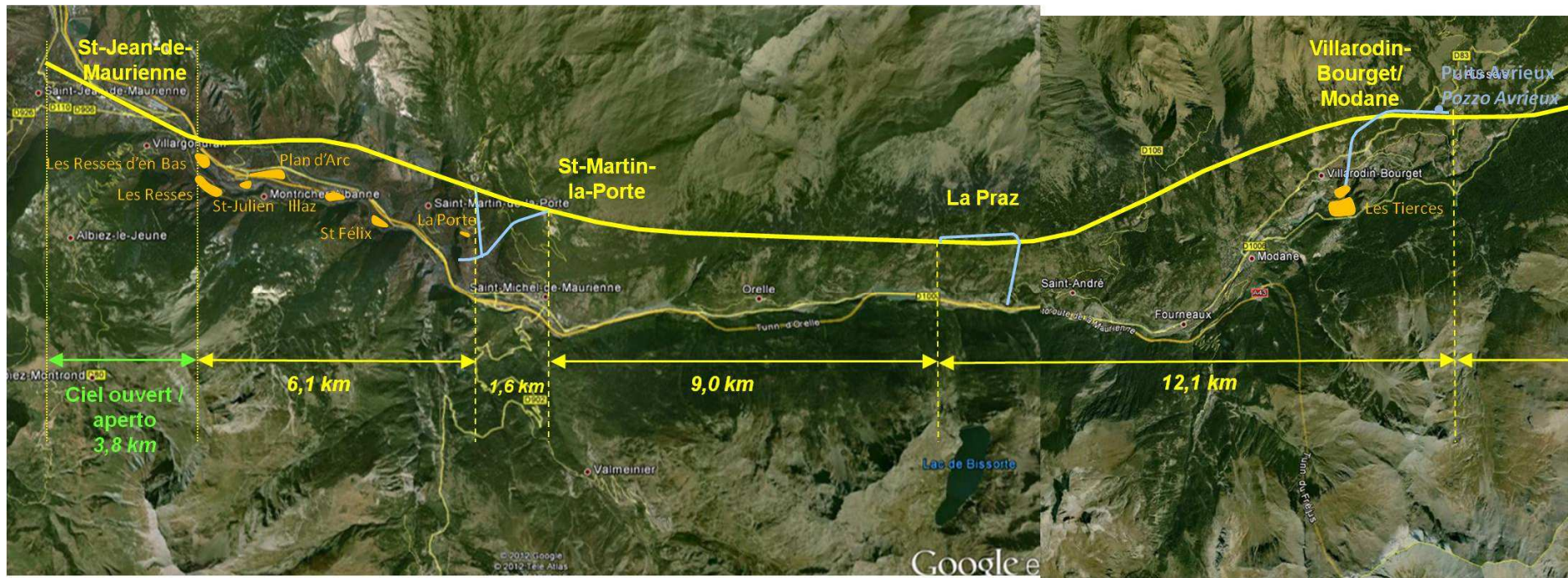
Inoltre, le livellette, sia del binario Pari che del binario Dispari, che attraversano l'area di sicurezza di Modane sono state abbassate di 2,04m per risultare coplanari con la quota finale as-built della discenderia.

In territorio italiano il tracciato è quello previsto nel Progetto Definitivo che, rispetto al Progetto Preliminare, è stato modificato per tener conto del fasaggio e delle prescrizioni del C.I.P.E. e della Commissione V.I.A. in sede di approvazione del Progetto Preliminare come illustrato al Cap. 4 e precisamente:

- Realizzazione della Interconnessione tra NLTL e Linea Storica Torino-Modane a Bussoleno;
- Funzionamento della NLTL in prima fase utilizzando la Interconnessione di Bussoleno;
- Leggero spostamento ad est del tracciato nella Piana di Susa.

Inoltre come da prescrizione n.235 contenuta nella delibera C.I.P.E. n.19 del 20/02/15, di approvazione del PD2, l'area di sicurezza sotterranea di Clarea è stata spostata in territorio italiano alla pk.52+165.

Il tracciato della Nuova Linea Torino-Lione è definito nel sistema di riferimento specifico del progetto denominato LTF 2004c, sviluppato dall'IGM italiano e l'IGN francese nelle precedenti fasi progettuali.



**TRACE COTE FRANCE**  
**TRACCIATO LATO FRANCIA**



**TRACE COTE ITALIE  
TRACCIATO LATO ITALIA**

## 6.2 DESCRIPTION DU TRACÉ

### 6.2.1 Tracé voie directe de la NLLT

Le tracé part de l'extrémité nord-ouest de la plaine de Saint-Jean-de-Maurienne, où débouche le futur tunnel du Glandon. De ce point, jusqu'à la traversée de l'Arvan, s'étend la zone de la nouvelle gare internationale de Saint-Jean-de-Maurienne, desservant aussi la ligne historique venant de Chambéry. La NLLT traverse ensuite tout le faisceau de Saint-Jean-de-Maurienne, qui est considérablement modifié et amélioré pour pouvoir satisfaire toutes les demandes de la NLLT concernant la sécurité, la maintenance et l'interconnexion avec la ligne historique.

A l'extrémité est de la Plaine de Saint-Jean-de-Maurienne, on trouve le croisement de la rivière l'Arc avec un pont en arc supérieur. Puis, la ligne pénètre dans le tunnel de base au km 3+694,48 de la Voie Paire (km 3+685,19 de la Voie Impaire).

Le tracé planimétrique de la NLLT dans le faisceau des voies de Saint-Jean-de-Maurienne présente des courbes de rayon 5.400 m, 3.571,40 m, 6.002, 35 m, 10.000 m

Le tracé altimétrique est caractérisé par des pentes variables d'environ 4,66 pour mille, jusqu'à 12,00 pour mille.

Sur le tronçon à la tête côté français du tunnel de base (Pk 3+704,46) à la jonction avec la descenderie de Saint-Martin-La-Porte (Pk 11+604), la ligne se trouve en souterrain en passant du versant orographique gauche de la vallée de la Maurienne au versant orographique droit, avec des courbes de rayon 10.000 m, 3.333 m, 3.100 m, 7875 m, 5.256 m

Le profil altimétrique est en montée vers l'Italie avec des tronçons en pente d'un minimum de 6 pour mille à un maximum d'environ 9 pour mille.

La descenderie de Saint-Martin-La-Porte représente un accès au tunnel de base pour le personnel et les véhicules de secours.

## 6.2 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

### 6.2.1 Tracciato linea di corsa NLTL

Il tracciato ha origine all'estremità nord-ovest della piana di Saint-Jean-de-Maurienne, ove sbocca la futura galleria di Glandon. Da questo punto, fino all'attraversamento dell'Arvan, si sviluppa la zona della nuova stazione internazionale di Saint-Jean-de-Maurienne, che serve anche la linea storica proveniente da Chambéry. La NLTL attraversa poi tutto il fascio ferroviario di Saint-Jean-de-Maurienne, che viene notevolmente modificato e potenziato per poter assolvere a tutte le funzioni richieste dalla NLTL riguardanti la sicurezza, la manutenzione e l'interconnessione con la linea storica.

All'estremità est della Piana di Saint-Jean-de-Maurienne avviene l'attraversamento del fiume Arc con un ponte ad arco superiore e quindi la linea entra nel tunnel di base alla progressiva km 3+694,48 del Binario Pari (km 3+685,19 del Binario Dispari).

L'andamento planimetrico della NLTL entro il fascio binari di Saint-Jean-de-Maurienne presenta curve di raggio 5.400 m, 3.571,40 m, 6.002, 35 m, 10.000 m

L'andamento altimetrico è caratterizzato da livellette variabili dal 4,66 per mille circa al 12,00 per mille.

Nel tratto dall'imbocco lato Francia del tunnel di base (Pk 3+704,46) all'innesto della discenderia di Saint-Martin-La-Porte (Pk 11+604) la linea corre in sotterraneo passando dal versante in sinistra orografica della valle della Maurienne al versante in destra orografica, con curve di raggio 10.000 m, 3.333 m, 3.100 m, 7875 m, 5.256 m

L'andamento altimetrico è in ascesa verso l'Italia con tratti a pendenza da un minimo del 6 per mille ad un massimo del 9 per mille circa.

La discenderia di Saint Martin la Porte rappresenta un accesso al tunnel di base per il personale ed i mezzi di soccorso.

De la jonction de la descenderie de Saint Martin La Porte (Pk 11+604) à La-Praz (Pk 20+589) où est situé un Site de Sécurité en souterrain, la ligne continue sous le versant orographique droit de la vallée de la Maurienne, en présentant trois courbes de rayon 5.256 m (parte), 8.358 m, 10.000 m et un profil altimétrique toujours en montée vers l'Italie avec des pentes régulières à peine supérieures à 6 per mille. Le Site de Sécurité de La-Praz présente en revanche une pente de 2 pour mille.

Le tronçon du Site de Sécurité de La-Praz (Pk 20+589) à la Gare de Service de Modane (Pk 32+800 fin de la gare côté Italie) s'étend toujours sous le versant orographique droit de la Vallée de la Maurienne et présente deux courbes de rayon 6.166 m, 6.150 m et avec un profil altimétrique de 6,87 pour mille en montée vers l'Italie jusqu'au Pk 29+586. La pente est par conséquent de 2 pour mille au niveau de la Gare de Service de Modane.

Le tronçon de la Gare de Service de Modane (Pk 32+800) au Site de Sécurité de Clarea (Pk 52+165) passe sous la Vallée de la Maurienne et le Massif d'Ambin traversant la Frontière de l'État à la Pk 48+676,91.

Celui-ci présente quatre courbe de rayon 10.020 m, 13.500 m, 9.000 m (deux courbes). Le profil altimétrique est caractérisé par des pentes de 2 pour mille jusqu'au Pk 34+170 en montée vers l'Italie. A ce Pk culmine la ligne à une cote des 749,65 m. De là, commence la descente vers Suse avec une première pente de 3,49 pour mille puis de 10,97 pour mille. Au km 47+370, commence la pente de 2 pour mille, toujours en descente, comme requis par les spécifications fonctionnelles pour le Site de Sécurité de Clarea.

Le tronçon du Site de Sécurité de Clarea (Pk 52+165), à la tête du côté Suse du Tunnel de Base (Km 61+217) présente courbes de rayon 4.000 m, 4.210 m (n. 2 courbes), 3.200 m.

Le profil altimétrique est caractérisé par des pentes régulières en descente vers Suse de 11,18 pour mille, tandis que les derniers 415 m, aux environs de la tête du Tunnel de Base, sont caractérisés par une pente de 2 pour mille.

Dall'innesto della discenderia di Saint Martin La Porte (Pk 11+604) a La-Praz (Pk 20+589) ove è ubicata un' Area di Sicurezza in sotterraneo, la linea continua sotto il versante in destra orografica della valle della Maurienne, presentando tre curve di raggio 5.256 m (parte), 8.358 m, 10.000 m ed un andamento altimetrico sempre in ascesa verso l'Italia con livellette di poco superiori al 6 per mille. L'Area di Sicurezza di La-Praz ha invece una pendenza del 2 per mille.

Il tratto dall'Area di Sicurezza di La-Praz (Pk 20+589) alla Stazione di Servizio di Modane (Pk 32+800 fine stazione lato Italia) si sviluppa sempre sotto il versante destro orografico della Valle della Maurienne e presenta due curve di raggio 6.166 m, 6.150 m e con andamento altimetrico del 6,87 per mille in ascesa verso l'Italia fino alla progr. 29+586. La pendenza diviene quindi del 2 per mille in corrispondenza della Stazione di Sicurezza di Modane.

Il tratto dalla Stazione di Servizio di Modane (Pk 32+800) all'Area di Sicurezza di Clarea (Pk 52+165) sottopassa la Valle della Maurienne ed il Massiccio d'Ambin attraversando il Confine di Stato alla Pk 48+676,91. Esso presenta quattro curve planimetriche con raggio di 10.020 m, 13.500 m, 9.000 m (due curve). L'andamento altimetrico è caratterizzato da pendenze del 2 per mille fino alla progr. 34+170 in ascesa verso l'Italia. A questa progressiva si ha il culmine della linea a cui corrisponde una quota di 749,65 m s.l.m. Di qui inizia la discesa verso Susa con una livellette prima del 3,49 per mille e poi del 10,97 per mille. Alla Pk 51+564 inizia la livellette del 2 per mille, sempre in discesa, richiesta dalle specifiche funzionali per l'Area di Sicurezza di Clarea.

Il tratto dall'Area di Sicurezza di Clarea (Pk 52+165), all'imbocco lato Susa del Tunnel di Base (Km 61+217) presenta curve di raggio 4.000 m, 4.210 m (n. 2 curve), 3.200 m.

L'andamento altimetrico è caratterizzato da livellette in discesa verso Susa di 11,18 per mille mentre gli ultimi 415 m circa nelle vicinanze

La ligne traverse ensuite à l'aire libre la Plaine de Suse de la tête du Tunnel de Base, côté Italie (Pk 61+217) à la tête côté Suse du Tunnel de l'Interconnexion (Pk 63+820).

Sur ce tronçon sont situés la zone des quais de la nouvelle Gare Internationale de Suse, le franchissement de la Dora par un pont en arc supérieur, le passage souterrain de l'Autoroute A 32, le Site de Sécurité et l'Aire technique et de maintenance.

Le tracé planimétrique de la voie paire présente une courbe de 3 200 m de rayon au niveau de la Gare Internationale et deux courbes de 4 800 m et de 9 000 m de rayon au niveau de l'Aire technique.

Le profil altimétrique de la voie paire est en descente vers Turin avec des pentes de 2 pour mille dans la gare et l'Aire technique, de 4,8 et de 12,5 pour mille sur le tronçon d'approche du Tunnel de l'Interconnexion.

Au km 63+820 de la voie paire, se trouve la tête côté Suse du tunnel de l'Interconnexion qui, dans son premier tronçon d'environ 435 mètres, présente une chambre pour la séparation de l'Interconnexion Paire.

La voie Impaire a un profil semblable à celui de la Voie Paire

### **6.2.2 Tracé de l'Interconnexion**

L'Interconnexion Paire part de la Pk 63+990,20 de la NLLT, présente un tracé curviligne et s'étend sur 2 877,05 m pour s'achever au limite ouest de la gare de Bussoleno.

Le tronçon dans le tunnel mesure 1935 m dont 160 m font partie de la Voie Paire de la NLLT.

A la sortie de la Plaine de Bussoleno, l'Interconnexion Paire franchit la Route Provinciale 24 par un cadre et la Dora par un ouvrage d'art de 75 m de portée.

Le tracé planimétrique de la Voie Paire présente des courbes variant de 1540 m à 520 m. Son profil altimétrique présente des pentes variant de 12,5 pour mille à 1 pour mille.

L'interconnexion Impaire s'étend sur 2 336,74 m et présente un court tronçon à l'air libre dans la plaine de Suse de 60 m, puis un tronçon en

dell'imbocco del Tunnel di Base sono caratterizzati da una livelletta del 2 per mille.

La linea attraversa poi allo scoperto la Piana di Susa dall'imbocco del Tunnel di Base lato Italia (Pk 61+217) all'imbocco lato Susa della Galleria dell'Interconnessione (Pk 63+820).

In questo tratto sono ubicati la zona delle banchine della nuova Stazione Internazionale di Susa, lo scavalco della Dora su ponte ad arco superiore, il sottopasso della Autostrada A 32, l' Area di Sicurezza e l'Area tecnico-manutentiva.

L'andamento planimetrico del binario pari presenta una curva di raggio 3.200 m in corrispondenza della Stazione Internazionale e due curve di raggio 4.800 m e 9.000 m in corrispondenza dell'Area Tecnica.

L'andamento altimetrico del binario pari è in discesa verso Torino con pendenze del 2 per mille in stazione e nell'Area tecnica, del 4,8 e del 12,5 per mille nel tratto di approccio alla Galleria dell' Interconnessione.

Al km 63+820 del binario pari è posto l'imbocco lato Susa del tunnel dell'Interconnessione, che nel suo primo tratto di circa 435 metri presenta un camerone per lo sfiocco dell'Interconnessione Pari.

Il Binario Dispari ha un andamento simile a quello del Binario Pari.

### **6.2.2 Tracciato dell'Interconnessione**

L'Interconnessione Pari ha origine alla Pk. 63+990,20 della NLTL, ha andamento curvilineo, ha uno sviluppo di metri 2.877,05 terminando al limite ovest della stazione di Bussoleno.

Il tratto in galleria misura 1935 metri, di cui 160 m appartenenti al Binario Pari della NLTL.

All'uscita nella Piana di Bussoleno l'Interconnessione Pari scavalca la SP 24 su uno scatolare ed il fiume Dora con un'opera d'arte di 75 m di luce. L'andamento planimetrico del Binario Pari presenta curve variabili da 1540 m a 520 m.

L'andamento altimetrico del Binario Pari dell'Interconnessione presenta livellette variabili tra 12,5 per mille e l'1 per mille.



tunnel qui se développe sur 1.859 m et enfin un tronçon à l'air libre avant la gare de Bussoleno.

A la sortie de la Plaine de Bussoleno, l'Interconnexion Paire franchit la Route Provinciale 24 sur une ouvrage cadre et la Dora avec un ouvrage d'art de 75 m.

Le tracé planimétrique de la Voie Impaire présente des courbes variant de 2 000 m. à 524,50 m. Son profil altimétrique présente une pente semblable à celle de la Voie Paire.

L'entrée ouest de la gare de Bussoleno se trouve modifiée du fait de la jonction des voies d'interconnexion, mais sa fonctionnalité reste inchangée. De ce fait, la ligne historique Turin-Modane comme la ligne Bussoleno-Suse subissent des modifications.

### **6.2.3 Plan des voies de la Gare internationale de Susa**

Au niveau de la Gare Internationale de Suse (du km 61+328 Voie Impaire au km 61+730 Voie Impaire), en plus des voies directes, deux voies d'évitement pour le stationnement des trains voyageurs, ont été prévues, parallèles aux voies principales et équipées de quais d'une longueur d'environ 400 m. Ces voies peuvent être parcourues à une vitesse de 60 km/h.

### **6.2.4 Plan des voies de l'Aire Technique et de Sécurité de Suse**

A l'est de la Gare Internationale de Suse et du pont sur la Dora, on trouve la zone des voies de l'aire technique et de sécurité de Suse (du Pk 62+538 au Pk 63+287 Voie Paire), où, en plus des voies directes de la NLLT, il est prévu :

- deux voies d'évitement pour le stationnement des trains de marchandises d'une longueur utile de 750 mètres;
- la voie de secours équipée d'un quai de secours d'une longueur de 750 m et d'un quai de secours secondaire carrossable d'une longueur de 400 m;

L'interconnessione Dispari ha uno sviluppo di metri 2.336,74 e presenta un breve tratto all'aperto nella Piana di Susa di 60 m, quindi un tratto in galleria di sviluppo 1.859 metri ed infine un tratto all'aperto fino entro la stazione di Bussoleno.

All'uscita nella Piana di Bussoleno l'Interconnessione Pari scavalca la SP 24 su una struttura scatolare ed il fiume Dora con un'opera d'arte di 75 m.

L'andamento planimetrico del Binario Dispari presenta curve variabili da 2000 m a 524,50 m, l'andamento altimetrico del Binario Dispari presenta una livelletta simile a quella del Binario Pari.

La radice ovest della stazione di Bussoleno risulta modificata per effetto dell'innesto dei binari di Interconnessione ma la sua funzionalità rimane inalterata. In essa subiscono modifiche sia la linea storica Torino-Modane sia la linea Bussoleno-Susa.

### **6.2.3 Piano binari della Stazione internazionale di Susa**

In corrispondenza della Stazione Internazionale di Susa (da Pk 61+328 Binario Dispari a Pk 61+730 Binario Dispari), oltre ai binari di corsa, sono previsti due binari di precedenza per la sosta dei treni passeggeri, complanari ai binari principali ed affiancati da banchine lunghe 400 m circa. Tali binari sono percorribili ad una velocità di 60 km/h.

### **6.2.4 Piano binari dell'Area Tecnica e di Sicurezza di Susa**

Ad est della Stazione Internazionale di Susa e del ponte sulla Dora, è prevista la realizzazione della zona binari dell'area tecnica e di sicurezza di Susa (da Pk 62+538 a Pk 63+287 Binario Pari), dove, oltre ai binari di corsa della NLTL, sono previsti:

- due binari di precedenza per la sosta dei treni merci con lunghezza utile di 750 metri;

- le faisceau de service et de maintenance constitué de quatre voies non électrifiées;
- un tiroir de manœuvre au service du faisceau de maintenance;
- les voies de stationnement du train de secours;
- divers tiroirs.

En compatibilité avec les aiguillages, les voies de maintenance sont conçues pour une vitesse de 30 km/h, la voie d'évitement paire est conçue pour une vitesse de circulation de 60 km/h, tandis que celle d'évitement impaire pour une vitesse de 60 km/h côté Italie et 30 km/h côté France. Par ailleurs, la voie de secours est conçue pour une vitesse de circulation de 60 km/h côté France et 30 km/h côté Italie. Une telle inhomogénéité de la vitesse entre les voies d'évitement impaire et de secours dérive des conséquences de changements au faisceau binaire de la ligne adoptés pour déplacer à l'extérieur du pont sur la Dora, côté Italie, la communication Paire/Impaire entre les aiguillages D209 et D210, jusqu'à l'intérieur du passage souterrain A32.

### 6.2.5 Plan des voies de la Gare de Bussoleno

Le plan des voies de la gare Bussoleno, afin de garantir l'exploitation de la NLLT, de la ligne historique Turin-Modane et de la ligne historique Turin-Suse, a été configuré côté France comme suit :

- Insertion d'un point d'inflexion juste avant le Bâtiment Voyageurs pour relier les voies qui ont un entraxe de 4,50 m sur l'Interconnexion afin de permettre le transit de l'Autoroute Ferroviaire ;
- Insertion d'une communication entre la Voie Impaire de l'Interconnexion et la Voie de la Ligne Turin-Suse ;
- Insertion d'une communication impaire-paire sur la NLLT ;
- Indépendance du tracé de la ligne Turin-Suse par rapport à l'Interconnexion et à la Ligne Historique Turin-Modane.

- il binario di soccorso affiancato da una banchina di soccorso lunga 750 m e da una banchina di soccorso secondaria carrabile lunga 400 m;
- il fascio di servizio e manutenzione costituito da quattro binari non elettrificati;
- un'asta di manovra a servizio del fascio di manutenzione;
- i binari di ricovero del treno di soccorso;
- binari tronchi vari.

Compatibilmente con gli scambi, i binari di manutenzione sono progettati per velocità pari a 30 km/h, il binario di precedenza pari è progettato per velocità di percorrenza di 60km/h, mentre quello di precedenza dispari è progettato per una velocità di 60km/h lato Italia e 30km/h lato Francia. Il binario di soccorso invece è progettato per una velocità di percorrenza di 60km/h lato Francia e 30km/h lato Italia. Tale disomogeneità di velocità per i binari di precedenza dispari e di soccorso deriva dalle conseguenze delle modifiche al piano binari di linea adottate per poter spostare all'esterno del ponte sulla Dora, lato Italia, la comunicazione P/D tra gli scambi D209 e D210, portandola all'interno del sottopasso A32.

### 6.2.5 Piano Binari della Stazione di Bussoleno

Il piano binari della stazione di Bussoleno, per garantire le funzionalità della NLTL, della linea storica Torino-Modane e della linea storica Torino-Susa è stato riconfigurato lato Francia come segue:

- Inserimento di un flesso poco prima del Fabbricato Viaggiatori per collegare binari che sull'Interconnessione hanno interasse di 4,50 m onde permettere il transito dell'Autostrada Ferroviaria;
- Inserimento di una comunicazione tra Binario Dispari dell'Interconnessione e Binario della Linea Torino-Susa;
- Inserimento di una comunicazione dispari – pari sulla NLTL;
- Resa indipendente del tracciato della linea Torino-Susa dalla Interconnessione e dalla Linea Storica Torino-Modane.

### 6.2.6 Vitesse de tracé

Le tracé des voies principales de la NLLT a une vitesse 250 km/h. Toutefois, sur certains tronçons, où se trouvent des contraintes, cette vitesse se réduit à 220 km/h.

Sur le tronçon de la Section transfrontalière la vitesse est de 220 km/h :

- Sur le tronçon français compris entre les km 0+000 et 7+813, pour pouvoir insérer tous les aiguillages et toutes les voies du faisceau de Saint-Jean-de-Maurienne;
- Sur le tronçon français de la voie Paire entre les km 26+836 et 31+126 pour insérer les aiguillages en courbe de la communication P/D de la zone sécurité de Modane;
- Sur le tronçon français de la voie Impaire entre les km 26+778 et 31+250 pour la même raison du point précédent;
- Sur le tronçon italien compris entre les km 61+097 et 61+953 et entre les km 62+546 et 63+123 pour pouvoir insérer tous les aiguillages et les voies de la gare internationale et de l'Aire Technique de Suse.

En ce qui concerne les Interconnexions dans le faisceau de Saint-Jean-de-Maurienne, en raison d'importantes contraintes présentes dans le faisceau lui-même, les vitesses prévues dans le projet d'APR n'ont pas pu être augmentées. Pour cette raison, on obtient : 60 km/h en entrant côté italien sur la NLLT en venant de la Ligne Historique.

En ce qui concerne les Interconnexions côté Bussoleno, la vitesse prévue est supérieure ou égale à 100 km/h sauf la courbe d'entrée dans la gare de Bussoleno où la vitesse doit être réduite à 90 km/h.

Sur les voies d'évitement de Suse comme sur celles de Saint-Jean-de-Maurienne, la vitesse admise est de 60 km/h.

### 6.2.6 Velocità di tracciato

Il tracciato dei binari di corsa della NLTL ha una velocità di progetto 250 km/h. In alcuni tratti però, ove sono presenti dei vincoli, tale velocità scende a 220 km/h.

Nel tratto della Sezione Transfrontaliera si ha velocità di 220 km/h:

- Nel tratto francese compreso tra le progressive 0+000 e 7+813 per poter inserire tutti gli scambi ed i binari del parco ferroviario di Saint-Jean-de-Maurienne;
- Nel tratto francese del binario Pari compreso tra le progressive 26+836 e 31+126 per poter inserire gli scambi in curva della comunicazione P/D dell'area di sicurezza di Modane;
- Nel tratto francese del binario Dispari compreso tra le progressive 26+778 e 31+250 per la stessa ragione esposta al punto precedente;
- Nel tratto italiano compreso tra le progressive 61+097 e 61+953 e tra le Pk 62+546 e tra le Pk 63+123 per poter inserire tutti gli scambi ed i binari della stazione internazionale e dell'Area tecnica di Susa.

Per quanto concerne le Interconnessioni presenti nel parco ferroviario di Saint-Jean-de-Maurienne, a causa dei vincoli significativi presenti nel parco stesso, non si sono potute elevare le velocità previste nel progetto di APR. Per cui si ha: 60 km/h nell'immissione lato Italia sulla NLTN provenendo dalla Linea Storica.

Per quanto concerne la Interconnessione lato Bussoleno la velocità prevista è maggiore o uguale a 100 km/h ad eccezione della curva di ingresso nella stazione di Bussoleno ove la velocità si deve ridurre a 90 km/h.

Sui binari di precedenza, sia di Saint-Jean-de-Maurienne, sia della stazione di Susa, la velocità ammessa è di 60 km/h.

### 6.2.7 *Appareils de voie*

Dans toute la section transfrontalière, des aiguillages de type français ont été adoptés, qui diffèrent de ceux adoptés en Italie tant par leur typologie que par les vitesses nominales admises. Les aiguillages de type italien sont en revanche adoptés à l'insertion des voies de la ligne historique Turin-Modane dans l'Interconnexion à Bussoleno et dans toute l'entrée de l'Interconnexion en gare de Bussoleno.

### 6.2.8 *Normes de référence et principaux paramètres adoptés*

Les principaux référentiels adoptés pour les divers calculs du tracé ferroviaire sont les suivants :

- Soumission 43: Spécifications Normatives Fonctionnelles (abrégée dans la suite en "C43");
- Référentiel RFF/SNCF IN-0272 « Conception du tracé de la voie courante V=220km/h » (abrégée dans la suite en " Référentiel RFF IN-0272");
- Référentiel RFF/SNCF IN-3278 « Référentiel Technique pour la réalisation des LGV: Partie Génie Civil – Tome I – LGV - Voyageurs – Caractéristiques générales » (abrégée dans la suite en " Référentiel RFF IN-3278");
- Référentiel RFI-TCAR-ST-AR-01-001 (abrégée dans la suite en " Référentiel RFI");
- Référentiel Expérimental Europe UNI ENV 13803-1 (abrégée dans la suite en " Référentiel ENV");
- Référentiel Technique d'Interopérabilité (RTI) pour le sous-système "infrastructure" du système ferroviaire transeuropéen à haute vitesse (abrégée dans la suite en " Référentiel STI Infrastructure");

Tous les standards utilisés pour le calcul des tracés sont cohérents avec la "Soumission 43" à l'exception de ce qui concerne les pentes longitudinales uniquement dans la zone de Saint-Jean-de-Maurienne, pour respecter la contrainte de la territorialisation.

### 6.2.7 *Deviatori*

In tutta la Sezione transfrontaliera, sono adottati gli scambi di tipo francese, che differiscono da quelli adottati in Italia sia per tipologia, sia per le velocità nominali ammissibili. Gli scambi di tipo italiano vengono invece adottati all'innesto dei binari della linea storica Torino-Modane nell'Interconnessione a Bussoleno ed in tutto l'ingresso della Interconnessione nella Stazione di Bussoleno.

### 6.2.8 *Norme di riferimento e principali parametri adottati*

Le principali normative adottate per i vari calcoli del tracciato ferroviario sono le seguenti:

- Consegna 43: Specifiche normative Funzionali (abbreviata nel seguito in "C43");
- Norma RFF/SNCF IN-0272 « Conception du trace de la voie courante V=220km/h » (abbreviata nel seguito in "Norma RFF IN-0272");
- Norma RFF/SNCF IN-3278 «Référentiel Technique pour la réalisation des LGV: Partie Génie Civil – Tome I – LGV - Voyageurs – Caractéristiques générales» (abbreviata nel seguito in "Norma RFF IN-3278");
- Norma RFI-TCAR-ST-AR-01-001 (abbreviata nel seguito in "Norma RFI");
- Norma Sperimentale Europea UNI ENV 13803-1 (abbreviata nel seguito in "Norma ENV");
- Specifica Tecnica di Interoperabilità (STI) per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità (abbreviata nel seguito in "Norma STI Infrastruttura");

Tutti gli standard utilizzati per il calcolo dei tracciati sono coerenti con la "Consegna 43" ad eccezione di quello che riguarda le pendenze longitudinali solo nella zona di Saint Jean de Maurienne, per poter rispettare i vincoli legati alla territorializzazione.

Les liens territoriaux et ferroviaires particuliers présents dans la plaine de Saint-Jean-de-Maurienne ne permettent pas de respecter :

- La prescription de la pente maximale des voies d'arrêt en ligne de 2 pour mille. Dans le projet ces voies ont une pente de 11 pour mille environ
- La prescription de la pente maximale des voies précédentes est de 2 pour mille (prescription STI Infrastructure). Sur des voies d'évitement, la pente est de 4,6 pour mille pour 500 m et de 10,2 pour mille pour la partie restante.

Les principaux paramètres adoptés (sauf dérogation dues à des conditions de contraintes particulières) ont été :

- Vitesse maximale des trains :  $V_{max} = 250$  Km/h (exceptionnellement 220 km/h) ;
- Dévers maximal :  $D_{max} = 90$  mm ;
- Insuffisance de dévers :  $I = 110$ mm (exceptionnelle 140 mm) ;
- Excès de dévers :  $E = 100$ mm (normal et exceptionnel) ;
- Accélération non compensée maximale admise en conditions normales :  $a_q = 0.72$  m/s<sup>2</sup> (en conditions exceptionnelles 0,92 m/s<sup>2</sup>) ;
- Pente maximale :  $p = 12.5\%$  (Normes STI Infrastructure) ;
- Pente maximale pour les voies d'évitement et les arrêts :  $p = 2\%$  ;
- Pente maximale pour les voies de la gare :  $p = 1,2\%$  ;
- Pente maximal pour les voies de stationnement, Train de secours :  $p = 0\%$  ;
- Entraxe minimum pour les voies principales :  $E = 4,50$  m (4,60 m pour les voies de la gare) ;
- Rayon minimum courbes en plan pour  $V = 250$  km/h: 3687 m (exceptionnellement 3206 m) ;
- Rayon minimum courbes en plan pour  $V = 220$  km/h: 2855 m (exceptionnellement 2483 m) ;
- Rayon minimum des courbes altimétriques : Raccords Concaves  $R_{vmin} \geq 10000$  m ; Raccords Convexes  $R_{vmin} \geq 11\ 000$  m.

I particolari vincoli territoriali e ferroviari presenti nella piana di Saint-Jean-de-Maurienne non permettono di rispettare:

- La prescrizione della pendenza massima dei binari di fermata in linea del 2 per mille. Nel progetto tali binari hanno pendenza dell'11 per mille circa
- La prescrizione della pendenza massima dei binari di precedenza è del 2 per mille (prescrizione STI Infrastruttura). Sui binari di precedenza la pendenza è del 4,6 per mille per 500 m e del 10,2 per mille per la rimanente parte.

I principali parametri adottati (salvo deroghe dovute a condizioni di vincoli particolari) sono stati:

- Velocità massima dei treni:  $V_{max} = 250$  Km/h (eccezionalmente 220 km/h);
- Sopraelevazione massima:  $D_{max} = 90$  mm;
- Insufficienza di sopraelevazione:  $I = 110$ mm (eccezionale 140 mm)
- Eccesso di sopraelevazione:  $E = 100$ mm (normale ed eccezionale);
- Accelerazione non compensata massima ammessa in condizioni normali:  $a_q = 0.72$  m/s<sup>2</sup> (in condizioni eccezionali 0,92 m/s<sup>2</sup>);
- pendenza massima delle livellette:  $p = 12.5\%$  (Norme STI Infrast);
- pendenza limite per le precedenze e le fermate:  $p = 2\%$ ;
- pendenza limite per i binari di stazione :  $p = 1,2\%$ ;
- pendenza limite per i binari di stationnement Treno di Soccorso:  $p = 0\%$  ;
- Interasse minimo per i binari di corsa:  $E = 4,50$  m (4,60 m per i binari di scalo);
- Raggio minimo curve planimetriche per  $V = 250$  km/h: 3687 m (eccezionalmente 3206 m);
- Raggio minimo curve planimetriche per  $V = 220$  km/h: 2855 m (eccezionalmente 2483 m);

Raggio minimo delle curve altimetriche: Raccordi Concavi  $R_{vmin} \geq 10000$  m; Raccordi Convessi  $R_{vmin} \geq 11\ 000$  m

## 7. GÉOLOGIE, GÉOTECHNIQUE ET HYDROGÉOLOGIE

### 7.1 MODÈLE GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE

Le modèle géologique de référence a été défini sur un corridor de 4 km à cheval sur le tracé développé dans l'établissement du Projet Préliminaire (PP2) en 2009-2011 et puis mis à jour dans les phases suivantes du projet (PD2 et PR). Dans le cadre de la phase actuelle du Projet de Référence Final, une révision supplémentaire du modèle, principalement en intégrant de nouvelles données obtenues après les projets de PD2 (côté Italie) et PR (côté France), la majorité dérivant des excavations de la galerie géognostique de la Maddalena du côté italien et de celles obtenues grâce à l'excavation de la descenderie complémentaire de SMLP4 du côté français. En outre, les retombées sur le modèle de la Variante Sécurité (PRV), pour laquelle est prévue l'analyse et la rédaction d'un nouveau scénario de construction de la liaison ferroviaire côté italien, en incluant des zones pas précédemment concernées par les travaux du projet et en étudiant plusieurs solutions alternatives pour les ouvrages du projet PD2, ont été analysées du côté italien.

En Février 2017 le creusement du tunnel d'exploratif est terminée, dépassant la longueur de 7,0 km, après avoir atteint la couverture maximale de 2012 m au pk 6+800 et dépassant la frontière italo française. De kilométriques 6,2 km progressive, la couverture est stable comprise entre 1900 et 1950m, très proche de ce maximum prévu.

Le modèle géologique de référence prévoit :

- Les ouvrages à ciel ouvert du secteur de Saint-Jean-de-Maurienne (pk 0 - 3+700 environ) caractérisés par des dépôts meubles de nature principalement alluvionnaire liés à la dynamique des cours d'eau Arc et Arvan ;
- Le tunnel de base (pk 3+700 - 61+200 environ) qui traverse la partie axiale de la chaîne des Alpes avec des têtes à Saint-Julien-Mont-Denis en France et à Suse en Italie ; de l'ouest vers l'est des éléments associés aux unités suivantes sont rencontrés : dépôts du cône de déjection de Saint-Julien-Mont-Denis, Zone Ultra-

## 7. GEOLOGIA, GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA

### 7.1 MODELLO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Il modello geologico di riferimento è stato definito su un corridoio di 4 km a cavallo del tracciato sviluppato durante la stesura del Progetto Preliminare (PP2) nel periodo 2009-2011 e successivamente affinato nella fasi progettuali seguenti (PD2 e PR). Nell'attuale fase di Progetto di Riferimento Finale è stata eseguita un'ulteriore revisione del modello, principalmente attraverso l'integrazione dei nuovi dati successivi ai progetti di PD2 (lato Italia) e PR (lato Francia), la maggioranza derivanti dagli scavi del Cunicolo geognostico della Maddalena sul lato italiano e da quelli acquisiti dallo scavo della discenderia complementare di SMLP4 sul lato francese. Inoltre, sul lato italiano, sono state analizzate le ricadute sul modello della Variante Sicurezza (PRV), per la quale è prevista l'analisi e progettazione di un nuovo scenario di costruzione del collegamento ferroviario lato Italia, coinvolgendo aree non precedentemente interessate dalle fasi di costruzione del progetto e studiando alcune soluzioni alternative per le opere di progetto PD2.

A febbraio 2017 lo scavo del cunicolo esplorativo è terminato, superando la lunghezza di 7,0 km, dopo aver raggiunto la copertura massima di 2012 m alla pk 6+800 e aver superato il confine italo francese. Dalla progressiva chilometrica 6,2 km, la copertura è stabilmente compresa tra 1900 e 1950m, molto prossima a quella massima prevista.

Il modello geologico di riferimento prevede

- le opere all'aperto del nodo di Saint-Jean-de-Maurienne (pk 0 - 3+700 circa) caratterizzato dai depositi sciolti di natura principalmente alluvionali legati alla dinamica dei corsi d'acqua Arc e Arvan;
- il tunnel di base (pk 3+700 - 61+200 circa) che attraversa la parte assiale della catena alpina con imbocchi a Saint-Julien-Mont-Denis in Francia e a Susa in Italia; da ovest verso est si incontrano elementi riferibili alle seguenti unità: depositi di conoide Saint-Julien-Mont-Denis, Zona Ultra-Delfinese (Flysch du Cheval Noir),

Dauphinoise, (Flysch du Cheval Noir), Zone Sub-Briançonnaise (Massif de la Croix des Têtes), Zone Sub-Briançonnaise du Houiller, Zone Briançonnaise interne (Massif de la Vanoise), Zone de laNappe des Gypses, Zone Briançonnaise interne (Massif de l'Ambin), Zone à Ecailles Tectoniques, dépôts quaternaires de fond de vallée du Cenischia, Zone Piémontaise (Unité de Puys-Venaus et Basse Vallée Suse-Vallées du Mont Lanzo Orsiera);

- Les ouvrages à ciel ouvert (pk 61+200 - pk 63+800 environ) de la Plaine de Suse caractérisée par des dépôts quaternaires alluvionnaires de la Dora Riparia.
- Les ouvrages d'interconnexion à la ligne ferroviaire historique Turin-Modane développés dans l'étude de phasage et qui prévoient un tronçon en tunnel d'environ 2 km dans le Massif de la Dora Maira (Unité Meana-Mont Muretto) et un tronçon en remblai d'un peu plus d'un kilomètre de longueur qui traverse la Plaine de Suse jusqu'à Bussoleno.

Le modèle géologique de référence a été défini afin de caractériser les terrains à excaver des points de vue géologique et structural, hydrogéologique, géomorphologique, sismotectonique, géomécanique et géotechnique, puis d'individualiser les risques géologiques susceptibles d'influer sur la réalisation des ouvrages en projet et d'identifier les mesures d'atténuation et de gestion des points critiques identifiés.

Les principaux points critiques qui pourraient influencer sur les processus de réalisation et de gestion des travaux du projet ont été regroupés selon les typologies suivantes :

- Points critiques géologiques liés à la qualité du massif rocheux (zones de faille et fracturation intense, températures élevées, présence de minéraux gonflants ou solubles, etc.) ;
- Points critiques géotechniques et géomécaniques liés aux problèmes d'excavation et de construction (fortes convergences, subsidences, rockburst, action sismique, etc.) ;
- Points critiques hydrogéologiques liés aux interférences avec les aquifères (venues d'eau en tunnels, évaluation de l'impact sur les sources et les cours d'eau) ;

Zona Sub-Brianzonese (Massiccio della Croix des Têtes), Zona Sub-Brianzonese dell'Houiller, Zona Brianzonese interna (Massiccio della Vanoise), Zona della Falda dei Gessi, Zona Brianzonese interna (Massiccio dell'Ambin), Zona a Scaglie Tettoniche, depositi quaternari di fondovalle Cenischia, Zona Piemontese (Unità di Puys-Venaus e Bassa Valle Susa-Valli di Lanzo-Monte Orsiera);

- le opere all'aperto della Piana di Susa (pk 61+200 - pk 63+800 circa) caratterizzata dai depositi quaternari alluvionali della Dora Riparia;
- le opere d'interconnessione alla linea ferroviaria storica Torino-Modane sviluppate nello studio di fasaggio e che prevedono un tratto in galleria di circa 2 km nel Massiccio Dora Maira (Unità Meana-Mte Muretto) e un tratto in rilevato di poco più di 1 chilometro di lunghezza che attraversa la Piana di Susa fino a Bussoleno.

Il modello geologico di riferimento è stato definito per caratterizzare i terreni da scavare dal punto di vista geologico e strutturale, idrogeologico, geomorfologico, sismotettonico, geomeccanico e geotecnico, infine per individuare i rischi geologici che potenzialmente influenzano la realizzazione delle opere di progetto e per individuare le misure di mitigazione e gestione delle criticità identificate.

Le principali criticità che potrebbero influenzare i processi di realizzazione e di gestione delle opere di progetto sono state raggruppate a seconda delle seguenti tipologie:

- Criticità geologiche connesse alla qualità dell'ammasso roccioso (zone di faglia e fratturazione intensa, temperature elevate, presenza di minerali rigonfianti o solubili, ecc);
- Criticità geotecniche e geomeccaniche connesse alle problematiche di scavo e costruttive (forti convergenze, subsidenze, rockburst, azione sismica, ecc);
- Criticità idrogeologiche connesse alle interferenze con le falde idriche (venute d'acqua in galleria, valutazione dell'impatto su sorgenti e corsi d'acqua, ecc);

- Points critiques liées à la gestion du matériel d'excavation

En ce qui concerne la possibilité de trouver les roches vertes amiantifères, l'unique secteur potentiellement concerné est celui constitué de roches ophiolitiques de l'unité océanique de la Zone Piémontaise, affleurant dans le secteur de tête du tunnel de base à Mompantero.

Une attention toute particulière a été apportée aux conditions géomorphologiques des secteurs de tête des tunnels et à l'évaluation des risques naturels associés (dynamique de versant, dynamique fluvio-torrentielle, dynamique d'avalanche).

La caractérisation hydrogéologique a permis de regrouper les différentes lithologies prévues le long du tracé en complexes hydrogéologiques caractérisés chacun par un comportement hydrogéologique homogène, c'est à dire d'un seul type de perméabilité (primaire ou secondaire) qui se maintient dans un champ de variation plutôt restreint. Le degré de perméabilité a été attribué en fonction de la porosité, du degré de fracturation du rocher aussi bien dans des conditions standards de fracturation que dans des conditions particulières, c'est à dire le long des zones de faille et des zones de fracturation plus intense. Les débits attendus en tunnel à court terme (régime transitoire) et à long terme (régime stabilisé) ont par conséquent été évalués en lien avec une évaluation de l'impact potentiel sur la ressource hydrique. En outre, les potentialités de valorisation des eaux drainées des ouvrages souterrains ont été évaluées.

La caractérisation géomécanique a également permis de regrouper les différentes lithologies prévues le long du tracé en unités géomécaniques, caractérisées chacune par un comportement géomécanique homogène.

## 7.2 FIABILITE DU MODELE GEOLOGIQUE

Le long des 48 km du tracé en territoire français, l'étude a bénéficié des données recueillies depuis les années 1990 par la réalisation de plusieurs campagnes de reconnaissances profondes le long de l'axe du tunnel (170

- Criticità legate alla gestione del materiale di scavo

Con riferimento alla possibilità di rinvenire rocce verdi potenzialmente amiantifere l'unico settore potenzialmente interessato è quello costituito dalle rocce ofiolitiche dell'unità oceanica della Zona Piemontese, affioranti nel settore d'imbocco del tunnel di base a Mompantero.

Particolare attenzione è stata prestata alle condizioni geomorfologiche dei settori d'imbocco delle gallerie e alla valutazione dei rischi naturali connessi (dinamica di versante, dinamica fluvio-torrentizia, dinamica valanghiva).

La caratterizzazione idrogeologica ha permesso di raggruppare le differenti litologie previste lungo il tracciato in complessi idrogeologici caratterizzati ciascuno da comportamento idrogeologico omogeneo ovvero da un solo tipo di permeabilità (primario o secondario) che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto. Il grado di permeabilità è stato attribuito in funzione della porosità, del grado di fratturazione dell'ammasso sia in condizioni standard di fratturazione che in condizioni particolari ovvero lungo le zone di faglia e le zone di più intensa fratturazione. Sono state quindi valutate le portate attese in galleria a breve (regime transitorio) e a lungo (regime stabilizzato) termine insieme alla valutazione del potenziale impatto sulla risorsa idrica. Sono state valutate inoltre le potenzialità di valorizzazione delle acque drenate dalle opere sotterranee.

La caratterizzazione geomeccanica ha anche permesso di raggruppare le differenti litologie previste lungo il tracciato in unità geomeccaniche, caratterizzate ciascuna da comportamento geomeccanico omogeneo.

## 7.2 AFFIDABILITA DEL MODELLO GEOLOGICO

Lungo i 48 km del tracciato in territorio francese, lo studio ha beneficiato dei dati raccolti dagli anni 1990 con la realizzazione di più campagne di sondaggi geognostici profondi lungo l'asse del tunnel (213 sondaggi per



forages, 53 km de linéaire cumulé de reconnaissances) puis par les excavations des trois descenderies de Saint-Martin-La-Porte, La-Praz et Villarodin-Bourget/Modane (soit près de 9km de galerie), complétée après l'APR 2006, par des levés de terrain détaillés dans les zones les plus complexes. Dans l'actuelle phase de conception, le modèle de référence du côté français a intégré les données issues des excavations effectuées en correspondance de SMP-4 (Discenderia 3 et les travaux au pied de la descenderie existant) et du sondage exécuté en correspondance des Puits de Avrieux. Par conséquent, le degré de fiabilité du modèle géologique est bon à l'aplomb de ces reconnaissances.

Toutefois il persiste des zones dont la reconstruction du modèle géologique en souterrain est incertaine étant donné la complexité géologique et structurale prévue et les difficultés d'accès (altitude, topographie, longueur d'investigation, etc...) pour exécuter des reconnaissances profondes (Zone Sub-Briançonnaise du Massif de la Croix des Têtes, Zone Houillère Briançonnaise, Socle de la Vanoise et quelques tronçons de la Nappe de Gypses et du massif d'Ambin).

Le long des 19 km du tracé en territoire italien, le modèle géologique découle en bonne partie des résultats des reconnaissances géologiques de surface et de campagnes de reconnaissances souterraines réalisées dans les précédentes phases du projet (38 forages, 8,7 km de linéaire cumulé de reconnaissances, outre aussi 4 sondages et une campagne de caractérisation sismique sur l'ensemble des sites à l'air libre réalisées en novembre 2012). Entre les données précédentes appartiennent aussi celles acquises dans la phase précédente de PD2 au cours de laquelle ont été réalisées observations géologiques détaillées de surface ont été effectuées dans les zones à la tête du Tunnel de Base (Suse-Mompantero) et le long des tunnels d'interconnexion (Traduerivi-Coldimosso-Bussoleno) En outre, également dans la phase précédente, PD2, a été réalisée une analyse approfondie des données des ouvrages préexistants situés à proximité et récupérées pendant cette phase d'études (galerias autoroutières de l'A32, galerie ferroviaire de Tanze, ouvrages hydroélectriques de Pont-Ventoux).

complessivi 54,5 km di indagini) poi dagli scavi delle tre discenderie di Saint-Martin-La-Porte, La-Praz e Villarodin-Bourget/Modane (circa 9 km di gallerie), implementati dopo l'APR 2006 con rilievi di terreno di dettaglio nelle zone più complesse. Nell'attuale fase progettuale il modello di riferimento sul lato francese ha potuto integrare i dati provenienti dagli scavi eseguiti in corrispondenza di SMP-4 (Discenderia 3° e scavo delle opere al piede della discenderia esistente) e dal sondaggio eseguito in corrispondenza del Pozzo di Avrieux. In corrispondenza di queste tratte il grado di affidabilità del modello geologico è buono.

Persistono, tuttavia, delle zone la cui ricostruzione del modello geologico in sotterraneo è incerta date le complessità geologico-strutturali previste e la difficoltà di accesso (altitudine, topografia, lunghezza da indagare, ecc...) per eseguire indagini profonde (Zona Sub-Brianzonese del Massiccio della Croix des Têtes, Zona dell'Houiller Brianzonese, Basamento della Vanoise e alcune tratte della Falda dei Gessi e del massiccio d'Ambin).

Lungo i 19 km della tratta italiana, il modello geologico deriva in buona parte dai risultati delle indagini geologiche di superficie e sotterranee realizzate nelle precedenti fasi progettuali (45 sondaggi, 9 km totali indagati, inclusi i 4 sondaggi e una campagna di caratterizzazione sismica per l'insieme dei siti all'aperto eseguiti nel novembre 2012). Tra i dati pregressi fanno parte anche quelli acquisiti nella precedente fase di PD2 durante la quale sono stati eseguiti rilievi geologici di dettaglio di superficie nelle aree d'imbocco del Tunnel di Base (Susa-Mompantero) e delle gallerie d'interconnessione (Traduerivi-Coldimosso-Bussoleno). Inoltre, sempre nella precedente fase di PD2, è stata anche eseguita un'analisi approfondita dei dati delle opere preesistenti situate in prossimità della NLTL, (gallerie autostradali dell'A32, galleria ferroviaria Tanze della linea storica Torino-Modane, opere idroelettriche di Pont Ventoux).

Aux données précédentes s'ajoutent les importantes nouvelles informations acquises au cours de l'excavation de la Galerie de reconnaissance de la Maddalena. Ces dernières, comme déjà indiqué ci-dessus, constituent la base sur laquelle, au cours de la phase actuelle de projet, la révision / mise à jour du modèle géologique de référence a été réalisée.

La fiabilité du modèle géologique présente par conséquent des variations en fonction des secteurs :

- ***pour les secteurs du massif d'Ambin avec les couvertures les plus basses, de la Zone à Ecailles Tectoniques, du Val Cenischia, de la Zone Piémontaise, de la plaine de Suse***, les données et les mesures directes et indirectes (sondages et sismique) de la géologie du sous-sol provenant des reconnaissances du PD, des reconnaissances antérieures préparatoires à la réalisation du tunnel de base lui-même et/ou d'ouvrages souterrains déjà creusés à proximité (en particulier les installations hydro-électriques de Pont Ventoux et les tunnels de l'autoroute A32 Turin-Bardonecchia), permettent d'obtenir un meilleur degré de fiabilité des prévisions géologiques.
- ***Les secteurs de tête des tunnels et les tronçons de transition entre le massif rocheux et les dépôts meubles du fond de vallée du Cenischia***, présentent un degré de fiabilité inférieur et devront faire l'objet, avant la rédaction des études d'exécution, d'une campagne de reconnaissances complémentaire et ciblée.
- ***Le secteur du massif d'Ambin sous forte couverture*** dans le tronçon couvert par les nouvelles données du Tunnel de la Maddalena, approximativement dans le secteur comprise entre 50 Pk 50+000 et 53+500, en raison d' nouvelles connaissances, le degré de fiabilité est de très bonne à moyenne. Dans ce tronçon, par conséquent, il était possible d'augmenter considérablement la fiabilité du modèle géologique, malgré les couvertures élevés, qui avaient empêché jusqu'à présent, utilisant les seules investigations classiques, une collection de données significatives à la côté du projet. En particulier, la section comprise entre environ les pk 50+000 et 52+500, dans lequel le tracé du tunnel de La Maddalena

Ai dati precedenti si aggiungono le importanti nuove informazioni acquisite nel corso dello scavo del Cunicolo geognostico della Maddalena. Questi ultimi, come già indicato in precedenza, costituiscono la base attraverso la quale, durante l'attuale fase progettuale, è stata eseguita la revisione/aggiornamento del modello geologico di riferimento

L'affidabilità del modello geologico quindi presenta variazioni in funzione dei settori:

- ***Per i settori del massiccio d'Ambin con più basse coperture, della Zona a Scaglie Tettoniche, della Val Cenischia, della Zona Piemontese, della Piana di Susa*** i dati e le misure dirette e indirette (sondaggi geognostici e indagini sismiche) della geologia del sottosuolo derivanti dalle campagne geognostiche del PD e delle precedenti direttamente propedeutiche alla realizzazione dello stesso tunnel di base e/o di opere sotterranee già scavate, come l'impianto idrico di Pont Ventoux e le gallerie dell'autostrada A32 Torino-Bardonecchia, permettono di ottenere un grado di affidabilità delle previsioni geologiche maggiore.
- ***I settori d'imbocco delle gallerie e delle tratte di transizione tra l'ammasso roccioso e i depositi sciolti del fondovalle Cenischia*** presentano un grado inferiore e dovranno essere oggetto, prima della esecuzione degli studi costruttivi, di una campagna di sondaggi complementari mirati.
- ***Il settore del massiccio d'Ambin sotto forte copertura*** nel tratto coperto dai nuovi dati del Cunicolo della Maddalena, all'incirca nel settore compreso tra circa le Pk 50+000 e 53+500, per effetto delle nuove conoscenze, il grado di affidabilità è da molto buono a medio. In questo tratto pertanto è stato possibile aumentare notevolmente l'affidabilità del Modello Geologico, nonostante le elevate coperture, che fino ad oggi avevano limitato, attraverso le sole indagini classiche, una raccolta di dati significativi alla quota di progetto. In particolare il tratto compreso tra circa pk 50+000 e 52+500, nel quale il tracciato plano-altimetrico del cunicolo della

est pratiquement coïncidant avec celui du Tunnel de Base, présente une fiabilité de bon à très bon; le tronçon Pk 52 + 500-53 + 750, pas exploré directement par le tunnel de La Maddalena, a bénéficié d'une amélioration des connaissances au moyen de la projection des nouvelles données et présente une fiabilité de moyenne à bonne.

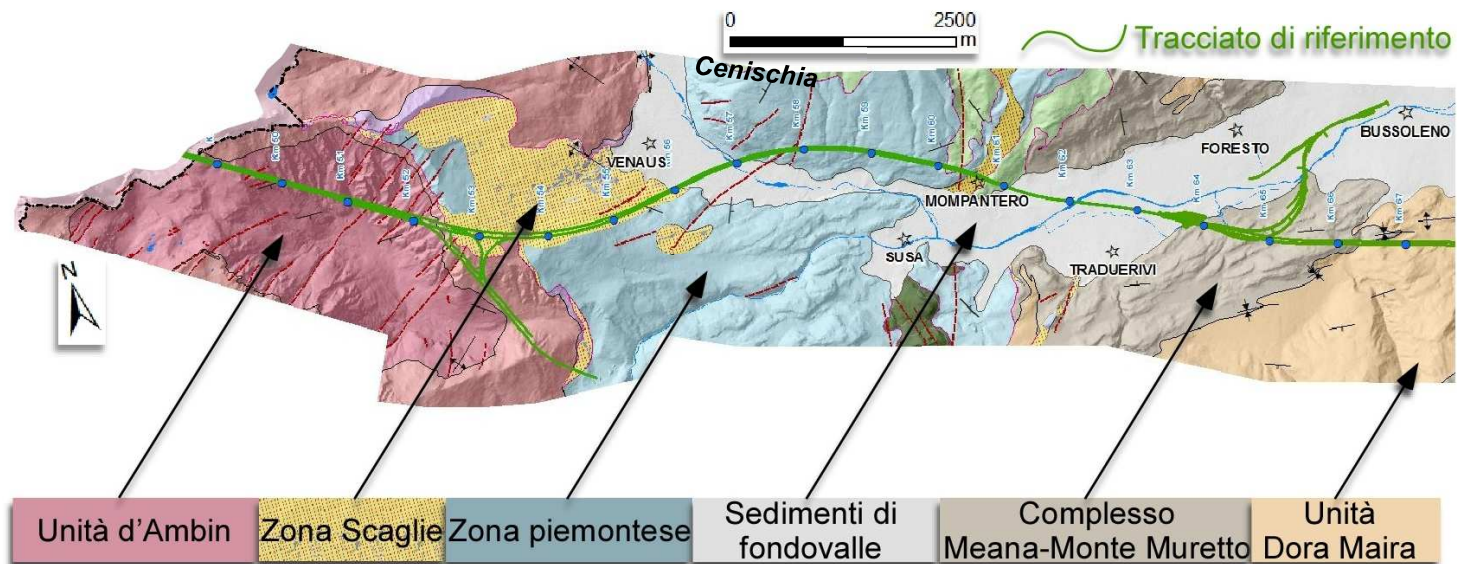
Les tronçons restants non couverts par les données de la galerie de la Maddalena, là où leur projection est moins précise, présentent un degré de fiabilité des prévisions qui devient inférieur dès qu'on s'éloigne de la zone reconnue par la Maddalena, à cause de la complexité géologique et structurelle et des difficultés d'accès pour réaliser les sondages.

Les considérations et les évaluations de caractère géologique, géomorphologique, géomécanique et hydrogéologique sont le résultat de l'analyse critique de toutes les données recueillies dans les différentes phases de projet depuis les années 1990 (faisabilité, APR, Projet Préliminaire et Projet Définitif).

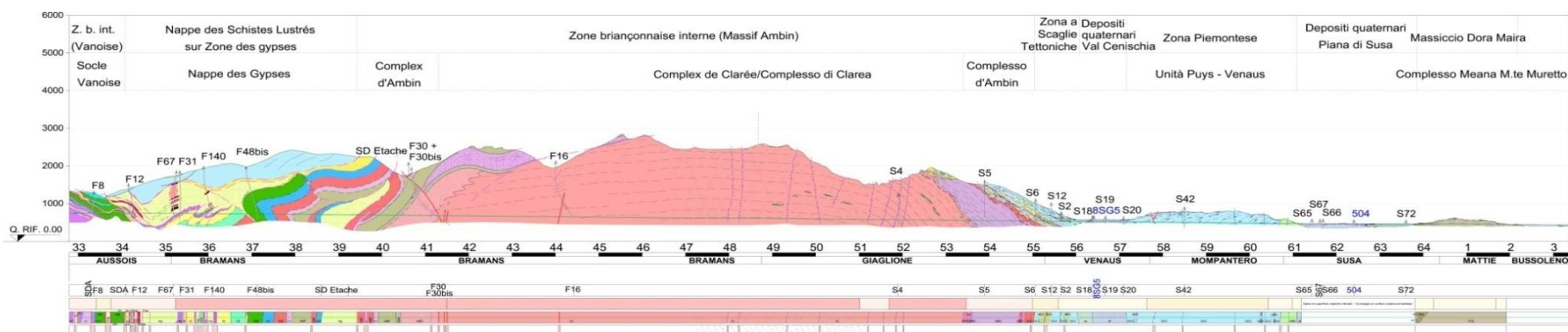
Maddalena è quasi coincidente con quello del Tunnel di Base, presenta affidabilità da buona a molto buona; il tratto Pk 52+500 - 53+750, non direttamente esplorato dal Cunicolo della Maddalena, ha beneficiato di un miglioramento delle conoscenze per mezzo della proiezione dei nuovi dati e presenta affidabilità da media a buona.

I restanti tratti non coperti dai dati del Cunicolo della Maddalena, o dove la loro proiezione risulta meno attendibile, presentano grado di affidabilità delle previsioni che diventa inferiore man mano che ci si allontana dalla zona esplorata dalla Maddalena, a causa della complessità geologica e strutturale e della difficoltà di accesso per eseguire i sondaggi.

Le considerazioni e le valutazioni di carattere geologico, geomorfologico, geomeccanico e idrogeologico sono il risultato dell'analisi critica di tutti i dati raccolti nelle diverse fasi progettuali dagli anni 1990 (fattibilità, APR, Progetto Preliminare e Progetto Definitivo).



**CARTE GEOLOGIQUE DU TRONCON FRONTIERE – BUSSOLENO**  
**CARTA GEOLOGICA TRATTO CONFINE DI STATO - BUSSOLENO**



**COUPE GEOLOGIQUE MODANE – BUSSOLENO / PROFILO GEOLOGICO MODANE-BUSSOLENO**

## 7.3 GEOLOGIE

### 7.3.1 Description géologique de la section en territoire français

La géologie de la section en territoire français fino alla pk 34 circa est décrite dans le document *PRF\_C30\_0004\_20-00-00\_10-01\_Relazione\_generale\_descrittiva\_Francia\_Vol.2\_di\_2\_A*

### 7.3.2 Description géologique du tronçon Modane – Suse

Ce tronçon concerne la zone du Tunnel de Base comprise entre le pied de la descenderie de Villarodin-Bourget/Modane, qui se trouve en territoire français au pk 32+800 environ, et la tête est située en territoire italien sur la Commune de Suse (pk 61+200 environ)..

- **Da PK 34+070 a PK 37+100** la Nappe des Gypses : les terrains sont essentiellement constitués d'une masse d'anhydrite (Nappe des gypses s.s.) à éléments dolomitiques contenant des passées pluridécamétriques de carbonates.
- **Du PK 37+100 au PK 39+600 les couvertures du massif d'Ambin** : constituées principalement de niveaux de micascistes, de calcaires, de métadolomies et de quartzites.
- **Du PK 39+600 au PK 55+050 les unités du Massif de l'Ambin** : avec des couvertures plus importantes comprises entre environ 1000 et 2000 mètres, cette zone concernera dans son ensemble les complexes de Clarea et de l'Ambin qui appartiennent tous deux au Massif d'Ambin (et sont respectivement formés principalement de micascistes et de gneiss).

Dans cet secteur, entre la section de pk 48+575 et 53 + 500 la Galerie de la Maddalena n'a pas traversé de structures tectoniques importantes mais surtout des failles mineure de modestes épaisseur qui n'ont pas engendré problèmes particuliers. Le modèle géothermique proposé pour ce secteur donne des températures du rocher qui dépassent les 40°C entre les pk 41 et 51 environ.

## 7.3 GEOLOGIA

### 7.3.1 Descrizione geologica della tratta in territorio francese

La geologia della sezione francese fino alla pk 34 circa è descritta nel documento *PRF\_C30\_0004\_20-00-00\_10-01\_Relazione\_generale\_descrittiva\_Francia\_Vol.2\_di\_2\_A*

### 7.3.2 Descrizione geologica del tratto Modane-Susa

Questo tratto interessa la zona del Tunnel di Base compresa tra il piede della discenderia di Villarodin-Bourget/Modane, posto in territorio francese alla pk 34+800 circa, e l'imbocco est ubicato in territorio italiano nel Comune di Susa (pk 61+200 circa).

- **Da PK 34+070 a PK 37+100 la Falda dei Gessi**: i terreni sono costituiti essenzialmente da una massa di anidriti (Falda dei gessi) con intercalazioni di rocce dolomitiche contenenti degli inserti pluridecametrici di carbonati.
- **Da PK 37+100 a PK 39+600 le coperture del massiccio d'Ambin**: costituite principalmente da livelli di micascisti, calcari, metadolomie e quarziti.
- **Da PK 39+600 a PK 55+050 le unità del Massiccio dell'Ambin**: a copertura più elevata compresa tra circa 1000 e oltre 2000 metri, interesserà nel suo insieme il complesso di Clarea e quello dell'Ambin entrambi afferenti al Massiccio d'Ambin (rispettivamente costituiti principalmente da micascisti e gneiss). In questo settore, nel tratto compreso tra le pk 48+575 e 53+500 lo scavo del Cunicolo della Maddalena non ha attraversato strutture tettoniche importanti ma principalmente faglie minori di modesto spessore che non hanno comportati particolari problemi. Il modello geotermico proposto per questo settore fornisce temperature dell'ammasso che arrivano fino a oltre 40°C tra le pk 41 e 51 circa.

- **Du PK 55+050 au PK 56+050 la Zone à Ecailles Tectoniques :** la couverture rocheuse décroît régulièrement du pk 55+050 jusqu'au pk 56+000 et passe d'environ 500 m à environ 100 mètres. Dans ce secteur, l'excavation adviendra dans des niveaux de calcschistes, de gneiss et d'horizons évaporitiques (gypses et cargneules) qui alternent selon une séquence chaotique typique de la Zone à Ecailles Tectoniques. Elle constitue de fait une importante bande de transition entre le Massif d'Ambin et la Zone Piémontaise. Elle est l'expression du contact tectonique entre les deux unités : on y trouve en effet des lithotypes et des lambeaux représentatifs de chacune des deux unités. Ce tronçon est globalement caractérisé par des rochers de mauvaise qualité géomécanique et par la présence d'horizons de dissolution qui peuvent former de vrais conduits karstiques au niveau desquels pourraient se vérifier des venues d'eau en quantités importantes et saturées en SO<sub>4</sub>.

- **Du PK 56+050 au PK 57+150 la traversée en souterrain du Val Cenischia :** ce tronçon prévoit l'excavation dans des dépôts alluvionnaires de fond de vallée généralement sableux et graveleux faiblement sablo-limoneux avec une faible cohésion.

La charge hydraulique maximale prévue dans ce secteur est de 50 à 60 mètres. En effet, la nappe phréatique située dans les dépôts de fond de vallée se trouve en équilibre avec le réseau hydrographique (torrent Cenischia) et présente une profondeur entre 5 et 20 mètres. En outre, la nappe de fond de vallée est en liaison hydraulique avec la nappe dans la roche de la Zone à Ecailles et alimente les venues d'eau dans les galeries de la centrale hydroélectrique de Pont Ventoux.

Le substratum rocheux se trouve à une profondeur largement supérieure à la cote du tunnel, qui se trouve à environ 50 m du terrain naturel. Parmi les 3 sondages disponibles, un seul, au bord de la vallée côté Mompantero, a atteint le substratum rocheux à 99 m de profondeur.

- **Da PK 55+050 a PK 56+050 la Zona a Scaglie Tettoniche:** la copertura rocciosa decresce regolarmente dalla progressiva 55+050 fino alla progressiva 56+000 passando da circa 500 a circa 100 metri. In questo settore lo scavo avverrà all'interno di livelli di calcescisti, gneiss e orizzonti evaporitici (gessi e carnirole) che si alternano in una sequenza caotica tipica della Zona a Scaglie Tettonica che costituisce di fatto una potente banda di transizione tra il Massiccio d'Ambin e la Zona Piemontese. Essa è l'espressione del contatto tettonico tra le due unità: al suo interno si trovano infatti litotipi e lembi campionati da entrambe. Questo tratto è sostanzialmente caratterizzato da un ammasso di scadenti qualità geomeccaniche e dalla presenza di orizzonti in dissoluzione che possono formare veri e propri condotti carsici in corrispondenza dei quali è possibile si verifichino venute d'acqua anche importanti e sature in SO<sub>4</sub>.

- **Da PK 56+050 a PK 57+150 l'attraversamento in sotterraneo della Val Cenischia:** prevede lo scavo in depositi alluvionali di fondovalle generalmente sabbiosi e ghiaioso – sabbiosi debolmente limosi con scarsamente coesivi.

Il battente idraulico massimo previsto in questo settore è di circa 50 ÷ 60 metri. Infatti, la falda freatica ospitata nei depositi di fondovalle si trova in equilibrio con il reticolo idrografico (T. Cenischia) e presenta una soggiacenza tra 5 e 20 metri. Inoltre, la falda di fondovalle è in connessione idraulica con la falda in roccia della Zona a Scaglie e alimenta le venute d'acqua nelle gallerie della centrale idroelettrica di Pont Ventoux.

Il substrato roccioso è a profondità ampiamente superiore alla quota della galleria, che si trova a circa 50 m dal piano di campagna. Fra i 3 sondaggi disponibili, uno solo, al bordo della valle lato Mompantero, ha raggiunto a 99 m di profondità il substrato roccioso.

- **Des PK 57+150 à 61+000 le versant gauche de la Val Cenischia :** le tracé est réalisé dans les schistes lustrés de la Zone Piémontaise. Au niveau du dernier tronçon (environ 400 mètres) le creusement concerne les roches basiques et ultrabasiques appartenant à l'Unité Océanique de la Moyenne Vallée de Susse et aux Vallées de Lanzo. L'excavation du tronçon final du Tunnel de Base (350 à 400 mètres entre les pk 60+700 et 61+100 environ) est prévue dans des roches basiques et ultrabasiques des unités de couvertures océaniques (roches vertes). Ceci est critique en raison de la possible présence de lithotypes contenant des minéraux d'amiante à l'aspect fibreux, comme le montrent les analyses pétrographiques réalisées durant les précédentes phases d'étude.

Le dépassement de cette critique prévoit la mise en œuvre de mesures pour la protection des travailleurs et environnement de travail.

- **Tête est du Tunnel de Base :** du point de vue géomorphologique, la zone de la tête du tunnel est caractérisée par des pentes qui varient de 25° à 50° environ.

En ce qui concerne la dynamique fluvio-torrentielle, la zone de la tête du tunnel est située au niveau d'un cône de déjection d'origine mixte à la fois alluvionnaire et détritique, probablement du Rio Giandula à la période où il coulait dans un lit différent aujourd'hui disparu.

La zone de la tête de tunnel est à environ 600 m de distance du lit actuel de la Dora Riparia, et environ 250 m de la limite de la « Fascia C ». On peut donc raisonnablement exclure toute possibilité d'interaction des eaux de la Dora Riparia avec le secteur de la tête du tunnel, même en cas de crues exceptionnelles.

- **Da PK 57+150 a 61+000 il versante sinistro della Val Cenischia:** il tracciato è realizzato all'interno dei calcescisti della Zona Piemontese. In corrispondenza dell'ultimo tratto (circa 400 metri) lo scavo interessa le rocce basiche e ultrabasiche afferenti alle Unità Oceaniche della Bassa Val di Susa e Valli di Lanzo. Lo scavo del tratto finale del Tunnel di Base (350 - 400 metri tra le pk 60+700 e 61+100 circa) è previsto all'interno delle rocce basiche e ultrabasiche delle unità di copertura di pertinenza oceanica (rocce verdi); esso risulta critico per la possibile presenza di litotipi contenenti minerali d'amianto con aspetto fibroso come evidenziato dalle analisi petrografiche eseguite nelle fasi precedenti di studio

Il superamento di tale criticità prevede la messa in opera di misure di protezione dei lavoratori e dell'ambiente di lavoro.

- **Imbocco est del Tunnel di Base:** l'area dell'imbocco, dal punto di vista geomorfologico è caratterizzato da pendenze del versante che variano da 25° a 50° circa.

Per quanto riguarda la dinamica fluvio-torrentizia, l'area dell'imbocco è ubicata in corrispondenza di un conoide di origine mista alluvionale-detrítico, originato presumibilmente dal Rio Giandula in un periodo in cui esso scorreva in un alveo diverso dall'attuale e non più presente.

L'area dell'imbocco dista circa 600 m dall'alveo attivo del F. Dora Riparia, e circa 250 m dal limite della Fascia C. Si può quindi ragionevolmente escludere la possibile interazione delle acque della Dora Riparia con l'area dell'imbocco, anche in concomitanza con eventi di piena eccezionali.

### 7.3.3 Géologie de la Plaine de Suse

Le secteur de la Plaine de Suse concerné par les ouvrages de la Nouvelle Ligne Lyon - Turin correspond au tronçon dans lequel seront réalisés les ouvrages à ciel ouvert (Gare Internationale de Suse, Site de Sécurité, Pont sur la Dora, remblais ferroviaires), de raccordement aux tronçons en galerie (Tunnel de Base et Tunnel de l'interconnexion).

Les sondages réalisés dans ce secteur montrent une homogénéité générale de la structure stratigraphique où prédominent des graviers moyens et grossiers, des sables moyens - fins immergés dans une matrice sablo - limoneuse et limoneuse. Ces sols ont en général une faible cohésion.

### 7.3.4 Géologie du secteur Plaine de Susa Piana – Bussoleno

Ce tronçon concerne toute l'Interconnexion de Bussoleno qui se situe en partie en tunnel et en partie à l'air libre, avec la traversée de la rivière Dora Riparia.

**Le premier tronçon en tunnel**, concerne les deux premiers kilomètres du massif déjà étudié dans le Projet Préliminaire en Variante (PP2) pour le Tunnel de l'Orsiera.

Ce tronçon se développe principalement dans la roche, à l'exception des zones de tête côté Suse et côté Bussoleno qui ont une certaine couverture de matériaux meubles.

Le recouvrement des tunnels dans ce tronçon est d'environ 150m au maximum et d'environ 50m en moyenne.

**Le second tronçon, à l'air libre**, concerne le fond de la moyenne Vallée de Suse principalement sur le versant orographique gauche.

#### 7.3.4.1 Géologie du Tunnel de l'Interconnexion

Le tunnel traverse exclusivement les lithotypes appartenant au Massif de Dora Maira avec une certaine homogénéité. En particulier.:

### 7.3.3 Descrizione geologica della Piana di Susa

Il settore della Piana di Susa interessato dalle opere della Nuova Linea Torino – Lione corrisponde al tratto in cui saranno realizzate le opere all'aperto (Stazione Internazionale di Susa, Area di Sicurezza, Ponte sulla Dora, rilevati ferroviari) di raccordo alle tratte in galleria (Tunnel di Base e Tunnel dell'Interconnessione).

I sondaggi realizzati in questo settore mostrano una generale omogeneità dell'assetto stratigrafico in cui prevalgono ghiaie medie e grossolane, sabbie medio – fini immerse in una matrice sabbioso – limosa e limosa. Questi terreni sono generalmente poco coesivi.

### 7.3.4 Descrizione geologica del tratto Piana di Susa – Bussoleno

Questo tratto interessa l'intera Interconnessione di Bussoleno che ricade parte in galleria e parte all'aperto, con l'attraversamento dell'alveo della Dora Riparia.

**Il primo tratto, in galleria**, interessa i primi due chilometri del massiccio già studiato nel Progetto Preliminare in Variante (PP2) per il Tunnel dell'Orsiera.

Questo tratto, si sviluppa prevalentemente in roccia, tranne le zone di imbocco lato Susa e lato Bussoleno, che hanno un certo ricoprimento di materiale sciolto.

Il ricoprimento massimo delle gallerie in questo tratto è di metri 150 circa e quello medio di metri 50 circa.

**Il secondo tratto, all'aperto**, interessa il fondo della media Valle Susa prevalentemente sul versante sinistro orografico.

#### 7.3.4.1 Geologia del tunnel dell'interconnessione

Il tunnel attraversa esclusivamente litotipi di pertinenza del Massiccio Dora Maira con una certa prevedibile omogeneità. In particolare:



- **Tête côté Suse localité Coldimosso** : le tunnel sera réalisé dans les micaschistes qui constituent la couverture du Massif de Dora Maira
- **Tronçon en tunnel** : les tubes de la galerie de l'Interconnexion seront creusés entièrement dans le micaschiste du Complexe de Mont Meana-Muretto.

#### 7.3.4.2 Géologie du secteur à l'aire libre de l' Interconnexion

Les dépôts alluviaux du fond de vallée de la rivière Dora Riparia sont principalement de couleur gris clair, constitués de galets immergés dans une matrice sablo-limoneuse.

#### 7.3.5 Géologie du Site de Sécurité de Clarea

Durant la phase actuelle du projet, par rapport à la phase précédente de PD2, le site de sécurité de Clarea a été délocalisée dans un nouvel endroit, toujours dans l'axe du tunnel de base, entre approximativement les pk 51+700 et 52+600.

Le site de Clarea sera entièrement réalisé en creusant les lithotypes appartenant au complexe de Clarea, complexe caractérisé par une succession homogène de micaschiste et de gneiss fins.

Le site sera réalisé dans un secteur où est prévue la présence de plusieurs systèmes de failles généralement sub-verticales, d'importance mineure. Sur la portion en question, la galerie de la Maddalena a été affectée par des phénomènes de rejets gravitaires caractérisés par des coins/blocs rocheux et le développement local de phénomènes mineurs de rupture fragile (spalling/rockburst) concentrées dans la calotte.

#### 7.3.6 Description géologique de la galerie de la Maddalena 2

Dans le cadre de la phase actuelle du Projet de Référence Final, la variante introduite du côté italien nécessite de concevoir et de réaliser de nouveaux ouvrages souterrains dans le secteur compris entre la Maddalena de Chiomonte et le tracé du Tunnel de Base aux environs des pk 52+500 et 54+000.

- **portale lato Susa in località Coldimosso**: il tunnel sarà realizzato nei calcemicascisti che costituiscono le coperture del Massiccio Dora Maira;
- **Tratto in galleria**: le canne della galleria d'interconnessione saranno scavate completamente all'interno dei calcemicascisti del Complesso di Meana-M.te Muretto.

#### 7.3.4.2 Geologia del tratto all'aperto dell'interconnessione

I depositi alluvionali nel fondovalle del Fiume Dora Riparia sono prevalentemente di colore grigio chiaro, costituiti da ciottoli immersi in una matrice sabbioso-limosa.

#### 7.3.5 Descrizione geologica dell'Area di Sicurezza di Clarea

Nell'attuale fase progettuale, rispetto alla precedente fase di PD2, l'Area di Sicurezza di Clarea è stata delocalizzata in una nuova posizione, sempre in asse al Tunnel di Base, compresa approssimativamente tra le pk 51+700 e 52+600.

Il sito di Clarea sarà realizzato completamente scavando i litotipi appartenenti al Complesso di Clarea caratterizzato da una successione omogenea di micascisti e gneiss minuti.

Il sito sarà realizzato in un settore in cui è prevista la presenza di alcuni sistemi di faglia generalmente sub verticali, di importanza minore. Nel tratto interessato il Cunicolo della Maddalena è stato interessato da fenomeni di rilasci gravitativi caratterizzati da cunei/blocchi rocciosi e locale sviluppo di fenomeni minori di rottura fragile (spalling/rockburst) concentrati in calotta.

#### 7.3.6 Descrizione geologica della Galleria della Maddalena 2

Nell'ambito dell'attuale fase progettuale di Progetto di Riferimento Finale la variante introdotta sul lato italiano, determina la necessità di progettare e realizzare nuove opere in sotterraneo nel settore compreso tra la Maddalena di Chiomonte e il tracciato del Tunnel di Base nell'intorno delle pk 52+500 e 54+000.

Ces nouveaux ouvrages sont nécessaires à la suite de la variante sécurité qui exige le déplacement à la Maddalena de Chiomonte du côté italien du point d'attaque de l'excavation du côté italien du tunnel de base, excavation précédemment prévue à Suse.

Parmi les nouveaux ouvrages souterrains, le principal est celui correspondant à la Galerie de la Maddalena 2 dont le tracé se développera en grande partie parallèlement et à proximité immédiate de celui de l'actuelle galerie de reconnaissance de la Maddalena. Les conditions géologique-structurelles, géo-mécaniques et hydro-géologiques seront vraisemblablement celles rencontrées dans la galerie de reconnaissance, au moins au niveau de la portion où les deux tracés des galeries sont parallèles.

Au niveau général, pour ce secteur, les informations obtenues à partir de l'excavation de la galerie de reconnaissance présentent un cadre géologique généralement bon, avec une qualité de l'amas rocheux principalement entre bonne et excellente et une bonne correspondance des conditions d'excavation.

### **7.3.7 Description géologique des galeries de connexion 1 et 2**

Comme pour la galerie de la Maddalena 2, les galeries de connexion 1 et 2 ont aussi été conçues en raison de la variante introduite sur le territoire italien avec le déplacement de l'excavation. Comme pour la galerie de la Maddalena 2, compte tenu de la proximité des tracés des deux galeries de connexion avec la galerie de reconnaissance la Maddalena, on s'attend à des conditions géologiques similaires à celles rencontrées durant l'excavation de la galerie.

Les deux galeries de connexion seront creusées à l'intérieur du complexe de Clarea, où des structures tectoniques limitées d'importance mineure, à angle moyen/supérieur, pourront être présentes. La qualité de l'amas rocheux va d'assez bonne à bonne.

Tali nuove opere si rendono necessarie a seguito della Variante Sicurezza che richiede lo spostamento alla Maddalena di Chiomonte del punto di attacco dello scavo del lato italiano del Tunnel di Base, scavo in precedenza previsto a Susa.

Tra le nuove opere in sotterraneo la principale è quella relativa alla Galleria della Maddalena 2 il cui tracciato si svilupperà per buona parte con andamento parallelo e molto prossimo a quello dell'attuale Cunicolo geognostico della Maddalena. Le condizioni geologico-strutturali, geomeccaniche e idrogeologiche saranno verosimilmente quelle incontrate nel Cunicolo geognostico, almeno nel tratto in cui i due tracciati delle gallerie corrono paralleli.

A livello generale, per tale settore, le informazioni ricavate dallo scavo del Cunicolo geognostico presentano un quadro geologico generalmente buono, con qualità dell'ammasso roccioso principalmente da buona a ottima e buona corrispondenza delle condizioni di scavo.

### **7.3.7 Descrizione geologica delle Gallerie di Connessione 1 e 2**

Come per la Galleria della Maddalena 2, anche le Gallerie di Connessione 1 e 2 sono state progettate in ragione della variante introdotta sul territorio italiano con lo spostamento dello scavo. Come per la Galleria della Maddalena 2, in considerazione della vicinanza dei tracciati delle due gallerie di connessione con il Cunicolo geognostico della Maddalena, si attendono condizioni geologiche simili a quelle riscontrate nello scavo del cunicolo.

Entrambe le gallerie di connessione saranno scavate all'interno del Complesso di Clarea, in cui potranno essere presenti limitate strutture tettoniche di importanza minore a medio alto angolo. La qualità dell'ammasso roccioso risulta da discreta a buona.

### **7.3.8 Description géologique des galerie Maddalena Ibis**

Comme pour les autres nouvelles ouvrages, aussi le Tunnel Maddalena Ibis, est conçue en fonction de la variante introduite sur le territoire italien notamment le déplacement de l'excavation. En particulier, ce tunnel est devenu nécessaire pour permettre le stockage complète des volumes de creusement provenant de l'entière traite de TDB, son propre développement d'environ 1,1 km, est parallèle à celui de Maddalena 1 (distance de 50 m entre les deux tunnels) . Compte tenu de son tracé, le tunnel de La Maddalena Ibis reprend en bonne partie les conditions géologiques rencontrées dans le même secteur en correspondance du Tunnel de La Maddalena 1. La galerie sera excavé entièrement dans les lithotypes du Complexe de Clarea, les quels dans ce secteur présentent une qualité de l'amas rocheux de passable à bon.

### **7.3.9 Gestion des matériaux contenant de l'amiante**

Le creusement du tronçon compris entre les pk 60+700 e 61+100 nécessite de prévoir des mesures de traitement des problématiques liées à l'excavation dans des roches vertes potentiellement amiantifères. Dans ce tronçon, en effet, les études précédentes ont révélé dans plusieurs échantillons de roche prélevés en surface des minéralisations contenant de l'amiante aux caractéristiques asbestiformes. Les espèces minéralogiques amiantifères sont constituées de trémolite, actinolite et chrysolite et le caractère asbestiforme est particulièrement élevé à l'intérieur des zones de cisaillement.

En ce qui concerne la phase de projet en cours et les procédures de gestion prévues par la législation, le scénario opérationnel déterminé pour la gestion des matériaux excavés contenant des minéraux asbestiformes (amiante) prévoit d'encapsuler le marinage au front et le stockage définitif directement en souterrain sans transport à l'extérieur, éliminant ainsi tout risque pour la population.

### **7.3.8 Descrizione geologica della Galleria Maddalena Ibis**

Come per le altre nuove opere, anche la Galleria Maddalena Ibis è stata progettata in ragione della variante introdotta sul territorio italiano con lo spostamento dello scavo. In particolare tale galleria si è resa necessaria per consentire lo stoccaggio completo dei volumi di scavo provenienti dall'intera tratta di TdB, il suo tracciato di circa 1,1km, è parallelo a quello della Maddalena 1 (interdistanza di 50 m tra le due gallerie). In considerazione del suo tracciato, la Galleria Maddalena Ibis riprende in buona parte le condizioni geologiche riscontrate nello stesso settore in corrispondenza della Galleria della Maddalena 1. La galleria sarà scavata interamente nei litotipi del Complesso di Clarea nei quali la qualità dell'ammasso roccioso in questo settore risulta da discreta a buona.

### **7.3.9 Gestione del materiale contenente amianto**

Lo scavo del tratto compreso tra le pk 60+700 e 61+100 circa determina la necessità di prevedere misure di gestione delle problematiche connesse allo scavo in rocce verdi potenzialmente amiantifere. In questo tratto, infatti, gli studi precedenti hanno messo in evidenza come in alcuni campioni di roccia prelevati in superficie siano state riconosciute mineralizzazioni contenenti amianto con caratteristiche asbestiformi. Le specie mineralogiche amiantifere sono costituite da tremolite, actinolite e crisotilo e il carattere asbestiforme è particolarmente elevato all'interno delle zone di taglio.

In riferimento alla fase progettuale corrente ed alle metodologie di gestione previste dalla normativa lo scenario operativo individuato per la gestione del materiale di scavo contenente minerali asbestiformi (amiante) prevede l'incapsulamento del marino al fronte e lo stoccaggio definitivo direttamente in sotterraneo senza che vi sia trasporto all'aperto, eliminando pertanto eventuali rischi per la popolazione.

### *7.3.10 Analyse de la présence de minéralisation uranifère et émissions de gaz radon*

Sur la base des données expérimentales obtenues au moyen de tests de laboratoire effectués dans les phases précédentes du projet, sur les carottes des sondages réalisés, et des données du suivi des travaux de construction de l'équipement de Pont-Ventoux et de nouvelles données acquises après le PD2 provenant du suivi de la Galerie de la Maddalena, une caractérisation du tracé pour les tronçons souterrains est présentée. Pour chaque tronçon homogène, la propension à la formation de concentrations élevées de gaz radon dans le Tunnel est définie

### *7.3.10 Analisi della presenza di mineralizzazione uranifere e emissioni di gas radon*

Sulla base dei dati sperimentali ottenuti mediante le analisi di laboratorio eseguite nelle precedenti fasi progettuali, sulle carote dei sondaggi realizzati, unitamente ai dati pregressi relativi alle attività di monitoraggio durante i lavori di realizzazione dell'impianto di Pont-Ventoux e ai nuovi dati successivi al PD2 derivanti dal monitoraggio eseguito nel Cunicolo della Maddalena, viene presentata una caratterizzazione del tracciato per i tratti in sotterraneo. Per ciascun tronco omogeneo è definita nella seguente tabella la propensione alla formazione di concentrazioni di gas radon nel Tunnel.

Settore / Secteur	Pk da / PK de	Pk a / Pk à	Lunghezza (m) / Longueur (m)	Suscettibilità Emissione Radon (SER) / Susceptibilité émission Radon (SER)
<b>Tunnel di Base</b>	41+120	41+520	400	Media
	41+520	44+070	2550	Bassa
	44+070	44+120	50	Media
	44+120	47+100	2980	Bassa
	47+100	50+100	3000	Alta
	50+100	50+300	200	Bassa
	50+300	50+500	200	Alta
	50+500	50+825	325	Bassa
	50+825	52+300	1475	Alta
	52+300	53+400	1100	Bassa
	53+400	53+900	500	Media
	53+900	54+950	1050	Bassa
	54+950	56+300	1350	Alta
	56+300	57+100	800	Media
	57+100	57+760	660	Bassa
	57+760	57+820	60	Media
	57+820	60+580	2760	Bassa
	60+580	60+620	40	Alta
	60+620	61+089	460	Bassa
<b>Piana di Susa*</b>	61+080	63+870	2790	Molto bassa
<b>Tunnel di Interconnessione</b>	63+870	0+240	370	Bassa
	0+240	1+900	1900	Media

La gestion du risque devra donc être traitée en réalisant des reconnaissances complémentaires en cours de creusement pour permettre d'identifier, le long des tronçons d'excavation en souterrain, des sections qui ont une forte probabilité de rencontrer des sources de danger primaire.

La gestione del rischio dovrà quindi essere affrontata con la realizzazione di indagini integrative durante lo scavo per permettere l'identificazione lungo i tratti di scavo in sotterraneo delle sezioni caratterizzate da una maggiore probabilità di attraversamento di sorgenti di pericolo primario.

Parmi les dispositions particulières à adopter pour les tronçons qui présentent un risque haut lié aux émissions de gaz radon, il est nécessaire de disposer de réserves de capacité en termes de puissance de ventilation des ouvrages souterrains tant en phase de creusement qu'en phase d'exploitation.

Il faut noter que la surveillance des émissions de radon dans l'excavation du Tunnel exploratif de la Maddalena dans le Massiccio de Ambin n'a pas montré particulière criticité et les valeurs d'émission sont, en général, résultats dans la norme.

## 7.4 GEOTECHNIQUE ET GEOMECHANIQUE

### 7.4.1 Synthèse du modèle géotechnique et géomécanique de référence du Tunnel de Base et du Tunnel de l'Interconnexion

#### 7.4.1.1 Modèle géomécanique

Les paramètres géomécaniques qui ont conduit à la définition de 12 unités géomécaniques (UG) proposées dans cette phase de projet résultent de l'intégration de données de sondages, de tests et d'observations effectués dans les phases de projet précédentes et plus récemment dans le cadre de ce projet.

En outre, pour les lithologies concernées par la NLLT mais pour lesquelles aucune autre donnée n'était disponible, les données de la littérature, issue d'études menées dans le cadre d'autres projets, ont été utilisées.

Le tableau suivant présente les lithologies attendues le long du projet, de Saint-Jean-de-Maurienne à la tête est du Tunnel de Base à Susa ainsi que pour les galeries d'interconnexion divisées en 12 unités géomécaniques

Tra le disposizioni particolari da adottare per le tratte con rischio alto connesso alle emissioni di gas radon, vi è la necessità di disporre di riserve di capacità in termini di potenza di ventilazione delle opere sotterranee sia in fase di scavi sia in fase di esercizio.

Si evidenzia che il monitoraggio delle emissioni radon nello scavo del Cunicolo esplorativo della Maddalena nel Massiccio di Ambin non ha evidenziato particolari criticità e i valori delle emissioni sono, in generale, risultati nella norma.

## 7.4 GEOTECNICA E GEOMECCANICA

### 7.4.1 Sintesi del modello geotecnico e geomeccanico di riferimento del Tunnel di Base e della Galleria dell'Interconnessione

#### 7.4.1.1 Modello geomeccanico

I parametri geomeccanici che hanno portato alla definizione di 12 unità geomeccaniche (UG) proposte in questa fase progettuale risultano dall'integrazione di dati di sondaggi, test e rilievi eseguiti in fasi progettuali precedenti e più recentemente nell'ambito del ritorno di esperienza dello scavo del Cunicolo della Maddalena.

Inoltre sono stati utilizzati dati di letteratura, da studi eseguiti nell'ambito di altri progetti, per le litologie interessate dalla NLTL ma delle quali non fossero disponibili altri dati.

La tabella seguente riporta le litologie attese lungo l'asse del progetto, per il Tunnel di Base lungo la tratta in territorio italiano fino all'imbocco est a Susa e per le gallerie di interconnessione suddivise in 12 unità geomeccaniche.

## Rapport general descriptif PRV – Volume 2

## Relazione generale illustrativa PRV – Volume 2

UG	Lithologie Litologie	UCS [Mpa]			GSI			Couverture Copertura [m]			RMR			$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]		E <sub>i</sub> [Gpa] *		E <sub>m</sub> [Gpa] *		C [Mpa] *		$\Phi$ [°] *		Rés. à traction Res. a trazione [MPa]		mi *		
		moy. med.	min	MAX	moy. me d.	min	MA X	moy. me d.	min	MAX	moy. med.	min	MA X	min	MA X	min	MA X	min	MA X	min	MA X	min	MA X	min	MAX			
B	10	QSE quartzites / quarziti		132.4	57.1	209. 1	65	59	71	800	400	1200	63	54	72	26. 1	26. 8	17	63	8.5	47	2	9	46. 5	51	7.3	19.9	17
C	9	DGA marbres, dolomies et calcaires marmi, dolomie e calcari		99	34.5	224. 3	66	61	71	100 5	400	1610	65	57	73	26. 9	29. 2	12	78. 5	7	59	1.4	10. 5	34	39	1.8	10.3	6
D	1	TCS calc-micaschistes calcemicascisti *		72.4	42.8	117. 5	61	52	69	82. 4	0	165	60	52	67	27. 6	28. 5	10. 7	29. 4	3.7	21	0.4	3.5	50	61	2.5	16.2	7
	2	GCC schistes carbonatés scisti carbonatici *		41.7	14.4	88.5	57	48	66	280	60	500	53	45	60	27. 2	27. 8	3.6	22. 1	1	14. 5	0.3	3.1	39	41. 5	4.9	14	7
	3	GCK gneiss albitiques gneiss albitici; TPG Paragneiss et quartzites intercalées paragneiss e quarziti intercalate (Dora Maira)		41.4	3.8	95.5	53	48	58	280	60	500	55	48	61	26. 3	28. 4	1.1	28. 6	0.3	13. 6	0.2	3	40	50	4	16.2	23
	5	AMC gneiss leucocratiques gneiss leucocratici		149.5 (183, 8)	34.5 (138, 8)	386. 1 (236)	68 (77)	62 (50 )	74 (98 )	870	640	1100	72 (75)	66 (50)	77 (98)	26. 1 (26, 3)	28. 1 (27, 2)	8.6	96. 5	5	77. 3	1.8	16	32	47	4.9 (8,3)	17.4 (8,7)	7
	6	AMA, AMD micaschistes quartzitiques ± conglomeratiques d'Ambin micascisti quarziticci ± conglomeraticci d'Ambin		76.2	26.5	136. 2	64 (57)	59 (43 )	68 (70 )	120 0	1000	1400	63 (53)	57 (40)	68 (66)	27. 5	28. 7	6.6	34	3.3	23. 6	2	6.5	25. 6	37	5.1	8.7	7

## Rapport general descriptif PRV – Volume 2

## Relazione generale illustrativa PRV – Volume 2

	7	Cl micaschistes et gneiss micro-oillés micaschisti e gneiss occhiadini	97.9 (85,7)	36.9 (37,7)	193. 9 (152, 3)	62 (64)	57 (45)	67 (85)	159 5	960	2230	64 (59)	58 (42)	70 (85)	27. 2 (26, 5)	28. 3 (28, 9)	25	131	11	88	2	10	31	40	7.1 (7,2)	16.9 (22,8)	10
G	4	OMB prasinites / prasiniti; cl-b metabasites / metabasiti	55	9.8	129. 9	56	50	61	75	20	130	52	47	56	26. 8	28. 5	6.6	88	2	48	0.1	1.1	48	54. 5	1	12.6	10
H1	22	Roches très fracturées Rocce molto fratturate	21.3	9.8	32.7	33	25	40	0	2230	1115	39	32	46	23. 4	28. 2	0.9	25	0.0 1	4	0.3	1.8	11. 9	34. 4	0.1	8	10
J	23	Roche de faille et cargneules Roccia di faglia e carniole : BCC	13	5	20	25 (39)	15 (30)	35 (43)	865	690	1040	20 (37)	10 (34)	30 (40)	23	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7

UG	Lithologie Litologie	UCS (MPa)	GSI	Couverture copertura (m)	RMR	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	E <sub>i</sub> (GPa) *	E <sub>m</sub> (GPa) *	C' (MPa) *	$\Phi'$ (°) *	$\nu$	m <sub>i</sub> *
K	ac, af, at, gi dépôts meubles depositi non consolidati	-	-	0 - 60	-	20-22	-	0.05 - 0.2	0 - 0.01	33-37	0.3	-

**Unità geomeccaniche attese lungo l'opera in progetto.** – Valori UCS – uniaxial compression strength, GSI - geological strength index, RMR – Rock Mass Rating,  $\gamma$  – peso di volume, E<sub>i</sub> – modulo d'elasticità per la roccia intatta, E<sub>m</sub> - modulo di deformazione, c - coesione,  $\phi$  – angolo d'attrito,  $\nu$  - coefficiente di Poisson, m<sub>i</sub> - costante di Hoek & Brown; \* valori calcolati dai parametri disponibili o derivati da parametri di letteratura. Nelle parentesi in rosso sono indicati i valori derivanti dal ritorno di esperienza dello scavo del Cunicolo della Maddalena.

**Unités géomécaniques attendues le long du tracé de l'ouvrage.** – UCS – Résistance à la compression uniaxiale, GSI - geological strength index, RQD - rock quality designation, RMR – Rock Mass Rating,  $\gamma$  - poids volumique, E<sub>i</sub> - module d'élasticité pour la roche en place, E<sub>m</sub> - module de déformation, R<sub>t</sub> - résistance à la traction, c - cohésion,  $\phi$  – angle de frottement,  $\nu$  – coefficient de Poisson, m<sub>i</sub> – Constante de Hoek & Brown; \* valeurs calculées à partir des paramètres disponibles ou des paramètres issus de la littérature. Les valeurs en rouge entre parenthèses sont issues de l'analyse des données recueillies au cours de l'excavation de la Galerie de la Maddalena.



#### **7.4.1.2 Tronçon du tunnel de base en territoire français entre Saint-Julien-Mont-Denis et la zone de la frontière franco-italienne (pk 3+855÷39+600)**

La description est dans le document *PRF\_C30\_0004\_20-00-00\_10-01\_Relazione\_generale\_descrittiva\_Francia\_Vol.2\_di\_2\_A*

#### **7.4.1.3 Série de Clarea et d'Ambin (pk 39+600 - 55+050)**

Jusqu'au pk 54+900 les roches de la Série de Clarea présentent de bonnes caractéristiques géomécaniques (UG D). Localement, le long d'une section comprise entre le pk 51+000 et 52+000, l'excavation de la Galerie de la Maddalena a été affectée par des phénomènes d'insatbilité concentrés en voute avec le développement local de phénomènes mineurs de rupture fragile (spalling/rockburst).

En général, au niveau des zones de failles, on prévoit des caractéristiques géomécaniques de qualité médiocre à mauvaise et typiques de l'unité géomécanique UG J.

On prévoit de meilleures conditions géomécaniques entre le pk 52+750 et 55+050, où la qualité du massif rocheux s'améliore grâce à la présence des gneiss.

En général sur l'expérience acquise dans l'excavation du tunnel exploratif de la Maddalena, la qualité de la masse rocheuse a été en moyenne bonne et le comportement meilleur des prévisions, conditions qui ont été utilement prises en compte dans le projet final de la variante du Tunnel de Base .

#### **7.4.1.2 Tratto del tunnel di base in territorio francese tra Saint-Julien-Mont-Denis e la zona del confine italo-francese (pk 3+855÷39+600)**

La descrizione è nel documento *PRF\_C30\_0004\_20-00-00\_10-01\_Relazione\_generale\_descrittiva\_Francia\_Vol.2\_di\_2\_A*

#### **7.4.1.3 Serie di Clarea e d'Ambin (pk 39+600 - 55+050)**

Fino alla pk 54+900 le rocce della Serie di Clarea presentano buone caratteristiche geomecchaniche (UG D). Solo localmente lungo un settore compreso tra le pk 51+000 e 52+000 lo scavo del Cunicolo della Maddalena è stato interessato da fenomeni di instabilità concentrati in calotta con locale sviluppo di fenomeni minori di rottura fragile (spalling/rockburst).

In generale, in corrispondenza delle zone di faglia sono attese caratteristiche geomecchaniche da mediocri a scadenti, e tipiche dell'unità geomecchanica UG J.

Le condizioni geomecchaniche migliori sono attese tra le pk 52+750 e 55+050, dove la qualità dell'ammasso migliora grazie alla presenza degli gneiss (gruppo UG B).

In generale sulla scorta dell'esperienza acquisita nello scavo del cunicolo esplorativo della Maddalena, la qualità dell'ammasso è stata mediamente buona e il comportamento migliore delle previsioni, condizioni di cui si è utilmente tenuto conto nel progetto definitivo di variante del Tunnel di Base.

**7.4.1.4 Zone à Ecailles Tectoniques (pk 55+050 - 56+050)**

Toute cette section de tunnel est caractérisée par une succession hétérogène de « sous-tronçons » aux caractéristiques géomécaniques médiocres (UG D) de schistes lustrés de la Zone Piémontaise et d'autres géomécaniquement très faibles (J UG) correspondant à des horizons de cargneules et à des zones de failles.

**7.4.1.5 Val Cenischia (pk 56+050 - 57+160)**

Les dépôts meubles présents le long du tronçon en objet relèvent du groupe géomécanique UG K.

**7.4.1.6 Unité Puys - Venaus (Zone Piémontaise) (pk 57+160 - 60+700)**

Le massif présente des caractéristiques assez bonnes car elles relèvent du groupe géomécanique UG D des schistes lustrés de la Zone Piémontaise et des horizons de Gneiss de Charbonnel.

Au niveau de la Zone de faille de Venaus la roche relève principalement du groupe UG J.

**7.4.1.7 Unité Océanique (pk 60+700 - 61+100)**

Sur ce tronçon, le massif rocheux relève du groupe géomécanique UG G et présente des caractéristiques assez bonnes.

**7.4.1.8 Plaine de Susa**

Les dépôts quaternaires de la plaine de Suse ont été considérés comme faisant partie d'une unité unique géomécanique (UG K) «dépôts de sols à gros grains moyennement épais ou sols à grains fins moyennement consistants».

**7.4.1.4 Zona a Scaglie Tettoniche (pk 55+050 - 56+050)**

Quest'intero settore di galleria è caratterizzato da una successione eterogenea di 'sottotratte' con caratteristiche geomeccaniche mediocri (UG D) dei calcescisti della Zona Piemontese e altre geomeccanicamente molto scadenti (UG J), corrispondenti agli orizzonti di carniole ed a zone di faglia.

**7.4.1.5 Val Cenischia (pk 56+050 - 57+160)**

I depositi sciolti presenti lungo la tratta in esame sono classificati come gruppo geomeccanico UG K.

**7.4.1.6 Unità Puys - Venaus (Zona Piemontese) (pk 57+160 - 60+700)**

L'ammasso presenta caratteristiche discrete, in quanto rientra nel gruppo geomeccanico UG D dei calcescisti della Zona Piemontese e degli orizzonti di Gneiss di Charbonnel.

In corrispondenza della Zona di faglia di Venaus la roccia ricade prevalentemente nel gruppo (UG J).

**7.4.1.7 Unità Oceaniche (pk 60+700 - 61+100)**

In questa tratta l'ammasso roccioso rientra nel gruppo geomeccanico UG G e presenta caratteristiche discrete.

**7.4.1.8 Piana di Susa**

I depositi quaternari della piana di Susa sono stati considerati facenti parte di un'unica unità geomeccanica (UG K), "depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti".

#### **7.4.2 Tunnel de l'Interconnexion**

Les paragneiss et les micascistes du Dora Maira (Complexe de Meana – Mont Muretto) qui seront concernés par les tunnels d'interconnexion relèvent de l'UG-D.

Les caractéristiques du massif rocheux sont moyennes/bonnes.

#### **7.4.3 Synthèse du modèle géotechnique et géomécanique de référence du tronçon à l'air libre dans la plaine de Suse et à Bussoleno**

La caractérisation géotechnique des sols qui constituent la plaine alluvionnaire de Suse et des cônes de déjection alluvionnaires a été effectuée en définissant des unités géotechniques qui regroupent des sols à comportement homogène.

Les sols de la plaine sont principalement constitués de dépôts alluvionnaires non cohésifs.

Dans la zone de Bussoleno (rive gauche de la Dora), il n'existe aucune donnée géologique et géotechnique résultant de reconnaissances directes. Toutefois, le long de la Vallée de Suse, de l'amont à l'aval, on observe une diminution générale de la granulométrie des sédiments liée à l'évolution stratigraphique du secteur. Pour cette raison, il a été émis l'hypothèse que les dépôts alluvionnaires de la zone de Bussoleno sont caractérisés par un plus grand pourcentage de fines par rapport aux dépôts alluvionnaires présents dans la zone de Bussoleno.

### **7.5 HYDROGEOLOGIE**

Le modèle hydrogéologique conçu pour le Projet de Référence Final fournit les données relatives à la caractérisation hydrodynamique des lithotypes traversés par les travaux (par ex. : degré de perméabilité et charges hydrauliques), à l'évaluation des débits des eaux drainées par les travaux souterrains ainsi que leur composition chimique et leur

#### **7.4.2 Tunnel dell' Interconnessione**

I paragneiss e i calcemicascisti del Dora Maira (Complesso di Meana – Monte Muretto) che verranno interessati dalle gallerie d'interconnessione sono classificati nell'UG-D.

Le caratteristiche dell'ammasso roccioso sono medie-buone.

#### **7.4.3 Sintesi del modello geotecnico e geomeccanico di riferimento del tratto all'aperto nella Piana di Susa ed a Bussoleno**

La caratterizzazione geotecnica dei terreni che costituiscono la piana alluvionale di Susa e dei conoidi alluvionali è stata effettuata definendo unità geotecniche che raggruppano terreni a comportamento omogeneo

I terreni della piana sono costituiti principalmente dai depositi alluvionali non coesivi

Nel settore di Bussoleno (sinistra Dora) non è disponibile alcun dato geologico-geotecnico derivante da indagini dirette, tuttavia procedendo lungo la Valle di Susa, da monte verso valle, è osservabile una generale riduzione della granulometria dei sedimenti legata all'evoluzione stratigrafica del settore. Per questo motivo è stata fatta l'assunzione che i depositi alluvionali del settore di Bussoleno siano caratterizzati da una percentuale maggiore di porzione fine rispetto ai depositi alluvionali presenti nel settore di Susa.

### **7.5 IDROGEOLOGIA**

Il modello idrogeologico elaborato per il Progetto di Riferimento Finale, fornisce i dati inerenti alla caratterizzazione idrodinamica dei litotipi attraversati dalle opere (p.es. grado di permeabilità e carichi idraulici), alla valutazione delle portate drenate dalle opere sotterranee nonché il loro chimismo e temperatura, e le interferenze sulla risorsa idrica sotterranea e di superficie.

température, et les interférences sur les ressources en eaux souterraines et de surface.

Les terrains traversés par les travaux sont caractérisés par une perméabilité par porosité primaire presque nulle. Ils sont, en fait, composés de roches du socle et de sa couverture et sont perméables par porosité secondaire c'est à dire avec un degré de perméabilité lié à leur état de fracturation et/ou karsification. La seule exception est le tronçon dans lequel il est prévu de traverser le fond de vallée du Cenischia où l'excavation aura lieu dans les dépôts meubles de type alluvional perméables par porosité primaire liée à la porosité effective du sédiment. Le tronçon des travaux à ciel ouvert de la Plaine de Suse est également caractérisé par un sol meuble (dépôts alluvionnaires quaternaires) perméables par porosité primaire.

Un autre facteur influençant fortement la perméabilité de la masse rocheuse est la profondeur à laquelle les travaux seront effectués. Il est en effet connu que, pour des profondeurs élevées, on enregistre une tendance à la diminution du degré de perméabilité en raison de l'augmentation de la charge lithostatique et de son effet de fermeture des fractures. Ce phénomène, toutefois, ne doit pas être considéré de manière généralisée étant donné que le comportement hydrogéologique en profondeur est fonction, en plus de la profondeur, de la rhéologie de la roche et de son comportement à la rupture et à la connectivité des systèmes de fracturation et de faille avec les zones de recharge c'est-à-dire avec la surface.

Les lithotypes ont été regroupés en complexes hydrogéologiques caractérisés par un comportement hydrogéologique homogène c'est à dire d'un seul type de perméabilité (primaire ou secondaire) qui reste dans une fourchette assez étroite de variation.

### **7.5.1 Hydrogéologie du Tunnel de Base**

#### **7.5.1.1 Tronçon du tunnel de base en territoire français entre Saint-Julien-Mont-Denis et la zone de la frontière franco-italienne (pk 3+855÷39+600)**

I terreni attraversati dalle opere sono caratterizzati da permeabilità per porosità primaria pressoché nulla. Essi, infatti, sono costituiti da rocce di basamento e copertura e sono permeabili per porosità secondaria ovvero con un grado di permeabilità connesso al loro stato di fratturazione e/o di carsismo. Fa eccezione il tratto in cui è previsto l'attraversamento del fondovalle Cenischia in cui lo scavo avverrà in depositi sciolti di tipo alluvionale permeabili per porosità primaria connessa alla porosità efficace del sedimento. La tratta delle opere all'aperto nella Piana di Susa anch'essa è caratterizzata da terreni sciolti (depositi alluvionali quaternari) permeabili per porosità primaria.

Un altro elemento che condiziona fortemente la permeabilità dell'ammasso roccioso è la profondità a cui verranno realizzate le opere. È infatti noto come, per profondità elevate, si registri una tendenza del grado di permeabilità a diminuire in virtù dell'aumento del carico litostatico e del suo effetto di chiusura delle fratture. Tale fenomeno, tuttavia, non deve essere considerato in maniera generalizzata in quanto il comportamento idrogeologico in profondità è funzione, oltre che della profondità, della reologia della roccia quindi del suo comportamento alla rottura e alla connettività dei sistemi di fratturazione e di faglia con le aree di ricarica ovvero con la superficie.

I litotipi sono stati raggruppati in complessi idrogeologici caratterizzati ciascuno da comportamento idrogeologico omogeneo ovvero da un solo tipo di permeabilità (primario o secondario) che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto.

### **7.5.1 Idrogeologia del Tunnel di Base**

#### **7.5.1.1 Tratto del tunnel di base in territorio francese tra Saint-Julien-Mont-Denis e la zona del confine italo-francese (pk 3+855÷39+600)**

La *description* est dans le vol. B1 de la Soumission n.75 « Dossier de Synthèse du PRF »

#### **7.5.1.2 Secteur transfrontalier : Massif d'Ambin (Pk 39+600 ÷ 55+050)**

Les gneiss et micaschistes du complexe de Clarea et de l'Ambin ont une perméabilité variable de  $1 \times 10^{-9}$  et  $1 \times 10^{-7}$  m/s. En particulier entre le PK 47+500 et 52+000, il est prévu que l'excavation intercepte des venues d'eau de type diffus et ponctuel.

L'excavation de la galerie de reconnaissance de la Maddalena a permis d'observer les venues d'eau jusqu'au pk 50+000. Les conditions observées témoignent, en général, une circulation caractérisée par des infiltrations diffusées mais de faible intensité et concentration. Les débits dans le front de taille ont rarement dépassés la dizaine de litre par second et après quelques semaines montrent une stabilisation qui atteint à un maximale de 2-5 l/s dans les dizaines de mètres, valeurs qui confirment la faible perméabilité du complexe hydrogéologique du Massif d'Ambin.

Les températures prévues pour les venues d'eau de ce tronçon peuvent alors être élevées et comprises entre 32°C et 47° C.

#### **7.5.1.3 Zone à Ecailles Tectonique (Pk 55+050 – 56+050)**

Dans son ensemble le massif rocheux présente des qualités hydrogéologiques défavorables de par l'alternance au sein de la masse de micaschistes et de gneiss, à faible perméabilité, de bandes de cataclases carbonatées caractérisés par des phénomènes de dissolution chimique (karstification) qui pourraient être associés à des infiltrations d'eau également importantes dans le tunnel. L'ensemble constitue par conséquent une alternance de couches aquifères de niveaux aquicludes ou aquitards.

#### **7.5.1.4 Aquifère poreux du fond de vallée du Cenischia (Pk 56+050 – 57+150)**

La *descrizione* è nel vol. **B1 della Consegna** n.75 « *Dossier de Sintesi del PRF* »

#### **7.5.1.2 Settore transfrontaliero: Massiccio d'Ambin (Pk 39+600 ÷ 55+050)**

Gli gneiss e i micascisti del Complesso di Clarea e d'Ambin hanno permeabilità variabile tra  $1 \times 10^{-9}$  e  $1 \times 10^{-7}$  m/s. In particolare tra le Pk 47+500 e 52+000 è previsto che lo scavo intercetti venute d'acqua di tipo diffuso e puntuale.

Lo scavo del cunicolo esplorativo della Maddalena ha permesso di osservare le manifestazioni idriche fino alla pk 50+000. Le condizioni osservate testimoniano una circolazione generalmente caratterizzata da infiltrazioni diffuse ma di debole intensità e concentrazione. Le portate in fase di scavo hanno superato raramente la decina di litri al secondo per poi stabilizzarsi su valori massimi di 2÷5 l/s per tratte di qualche decina di metri, confermando il valore di bassa permeabilità del complesso idrogeologico del Massiccio d'Ambin.

Le temperature attese per le venute d'acqua di questo tratto possono essere anche elevate e comprese tra 32 e 47°C.

#### **7.5.1.3 Zona a Scaglie Tettoniche (Pk 55+050 – 56+050)**

Nel suo insieme l'ammasso roccioso presenta qualità idrogeologiche sfavorevoli per l'alternanza all'interno della massa di calcescisti e gneiss, a bassa permeabilità, di fasce di cataclasi carbonatiche caratterizzate da fenomeni di dissoluzione chimica (carsismo) cui potrebbero essere associate venute d'acqua anche importanti in galleria. L'insieme costituisce quindi un'alternanza di livelli acquiferi confinati da livelli acquicludi o acquitardi.

#### **7.5.1.4 Acquifero poroso del fondovalle Cenischia (Pk 56+050 – 57+150)**

L'excavation devra tenir compte des conditions de pression hydrostatique proche de 6 bars relative à la couverture maximale d'environ 55 mètres.

La traversée souterraine du Val Cenischia prévoit l'excavation des dépôts alluvionnaires du fond de vallée généralement sableux et graveleux - faiblement sablo-limoneux qui constituent, à l'échelle du fond de vallée, un aquifère généralement homogène, bien que caractérisé par un certain degré d'anisotropie verticale et horizontale par rapport au contexte stratigraphique complexe. La perméabilité est moyenne.

#### **7.5.1.5 Zone Piémontaise (Pk 57+150 – 60+700)**

Les micaschistes et les gneiss de la Zone Piémontaise affleurant dans ce secteur peuvent être, par commodité, considérés comme un complexe hydrogéologique unique puisqu'ils sont souvent intercalés entre à toutes les échelles. Ils sont caractérisés par un faible degré de perméabilité qui peut éventuellement passer de moyen à moyen/haut au niveau des bandes de fracturation intense.

La température de l'eau dans ce tronçon a été évaluée à environ 12°C à 13°C tandis que la profondeur moyenne de la nappe est à environ 50 mètres.

#### **7.5.1.6 Unité océanique – Secteur de Mompantero (Pk 60+700 – 61+100)**

Le tronçon final du tunnel de base se caractérise par la présence d'un complexe de roches basiques et ultrabasiques. La perméabilité est généralement faible, mais pourrait augmenter dans les zones de fracturation intense

Les charges hydrauliques au-dessus du tunnel atteignent environ 100 mètres. La température à la cote du tunnel est d'environ 15° à 17°C.

#### **7.5.1.7 Hydrogéologie de la Plaine de Susa**

Lo scavo dovrà considerare condizioni di pressione idrostatica prossime ai 6 bar in relazione alle coperture massime pari a circa 55 metri.

L'attraversamento in sottterraneo della Val Cenischia prevede lo scavo in depositi alluvionali di fondovalle generalmente sabbiosi e ghiaioso - sabbiosi debolmente limosi che costituiscono, alla scala del fondovalle, un acquifero generalmente omogeneo seppur caratterizzato da un certo grado di anisotropia verticale e orizzontale in relazione al complesso assetto stratigrafico. La permeabilità è media.

#### **7.5.1.5 Zona Piemontese (Pk 57+150 – 60+700)**

I calcescisti e gneiss della Zona Piemontese, affioranti in questo settore possono essere, per semplicità, considerati come un complesso idrogeologico unico, dal momento che sono comunemente intercalati a tutte le scale. Essi sono caratterizzati da permeabilità di grado basso eventualmente incrementato da medio a medio - alto in corrispondenza di fasce di fratturazione intensa.

La temperatura della acque in questa tratta è stata valutata in circa 12 – 13°C mentre la soggiacenza media della falda in roccia è di circa 50 metri.

#### **7.5.1.6 Unità oceaniche – Settore di Mompantero (Pk 60+700 – 61+100)**

La tratta finale del tunnel di base si caratterizza per la presenza di un complesso di rocce basiche e ultrabasiche con permeabilità generalmente di grado basso che può aumentare nei settori di fratturazione intensa.

I carichi idraulici al di sopra del tunnel raggiungono circa 100 metri. La temperatura a quota galleria è di circa 15 - 17°C.

#### **7.5.1.7 Idrogeologia della Piana di Susa**

Le fond de vallée de la Plaine de Suse est constitué de dépôts alluvionnaires et torrentiels récents, non cimentés, et de dépôts alluvionnaires de cônes de déjection qui présentent un coefficient de perméabilité entre  $1E-5$  et  $1E-6$  m /s.

Dans la zone du fond de vallée, une nappe libre est présente avec une profondeur moyenne d'environ 30 m qui diminue en aval. A proximité de la zone de travaux à ciel ouvert de l'interconnexion de Bussoleno la profondeur est d'environ 10-15 mètres. Les mesures de profondeur de la nappe indiquent que la direction d'écoulement coïncide avec l'axe principal de la vallée.

### **7.5.2 Tunnel de l'Interconnexion**

Du point de vue hydrogéologique, les tunnels d'interconnexion seront réalisés dans un contexte hydrodynamique déjà perturbé et drainé par des travaux existants (tunnel de l'autoroute Prapontin et tunnel ferroviaire Tanze).

Les charges hydrauliques maximales attendues lors de l'excavation des tunnels de l'interconnexion seront par conséquent supposés être compris entre 5 et 10 bars car le tunnel Prapontin est situé à environ 40-50 mètres plus haut. Il est toutefois possible que, compte tenu de la faible perméabilité du massif, la surface piézométrique, bien que perturbée, ne soit pas rabattue jusqu'au niveau du tunnel existant.

### **7.5.3 Evaluation des débits et des températures des eaux de drainage du Tunnel de Base à la tête de Suse**

Le tronçon du tunnel de base qui draine l'eau vers la tête de Suse se développe en partie sur le territoire français. En particulier, à partir du point haut (pk 34 + 170), les eaux interceptées à la fin de l'excavation de la Nappe des Gypses et du Massif de l'Ambin seront évacuées vers l'Italie.

La définition des débits drainés par le tunnel de base côté Italie concerne donc environ 27 km de l'ouvrage principal. En outre, le système

Il fondovalle della Piana di Susa è costituito da depositi alluvionali e torrentizi recenti, non cementati, e da depositi alluvionali di conoide che presentano un coefficiente di permeabilità medio alto ( $1E-5$  e  $1E-6$  m/s).

Nell'area di fondovalle è presente una falda libera con una soggiacenza media di circa 30 m che diminuisce verso valle. In prossimità del settore delle opere all'aperto d'interconnessione di Bussoleno la soggiacenza è di circa 10-15 metri. Le misure di soggiacenza della falda indicano che la direzione di deflusso coincide con l'asse vallivo principale.

### **7.5.2 Tunnel dell'interconnessione**

Dal punto di vista idrogeologico, le gallerie di interconnessione saranno realizzate in un contesto idrodinamico già perturbato e drenato dalle opere esistenti (galleria autostradale Prapontin e galleria ferroviaria Tanze).

I carichi idraulici massimi attesi durante lo scavo delle gallerie d'interconnessione, quindi, saranno compresi ipoteticamente tra 5 e 10 bar considerando che la galleria Prapontin si trova a una quota di circa 40-50 metri al di sopra. E comunque ipotizzabile che, data la scarsa permeabilità del massiccio, la superficie piezometrica, seppur perturbata, non sia stata abbattuta fino alla quota della galleria esistente

### **7.5.3 Valutazione portate e delle temperature delle acque drenate dalle gallerie al portale di Susa**

La tratta del tunnel di base che drena le acque verso il portale di Susa si sviluppa in parte in territorio francese. In particolare, a partire dal punto alto (pk 34+170) le acque intercettate alla fine dello scavo della Falda dei Gessi e del Massiccio d'Ambin saranno dirette verso l'Italia.

d'évacuation des eaux du tunnel de base sera utilisé pour la gestion des eaux de la galerie de reconnaissance de La Maddalena 1 et de la galerie de Maddalena 2.

Comme l'imperméabilisation des tunnels est prévue jusqu'à 100 m de charges d'eau (environ à partir du pk 54+800 jusqu'à la tête de Susa), les débits totaux cumulés (y compris les apports des ouvrages secondaires) sont calculés entre 240 l/s et 440 l/s, dont 45 à 55 l/s pourraient être valorisables, soit comme eau potable, soit comme ressource thermique, au travers de captages spécifiques.

Les observations faites pendant l'excavation de la galerie de reconnaissance de la Maddalena ont permis de valider le modèle hydrogéologique des circulations profonde dans le Massif d'Ambin et d'améliorer le degré de fiabilité des prévisions du débit attendue au portail de Susa.

Les températures de l'ensemble des eaux drainées seront comprises entre 31°C et 34°C et pourront atteindre 37°C pour les seules eaux qui pourraient être valorisables. A noter que la valorisation permettra de limiter ou d'éliminer les besoins de refroidissement avant rejet dans le milieu naturel.

#### **7.5.4 Evaluation du risque d'impact sur les ressources hydriques (côté Italie)**

L'évaluation a été effectuée séparément pour les deux secteurs des ouvrages prévus côté italien, c'est à dire le Tunnel de Base (du pk 48 672 au pk 61 196), et le Tunnel d'Interconnexion (du pk 0+000 au pk 2+000 environ).

L'impact prévu sur les sources est de toutes façons très limité étant donné que le choix de conception a été de minimiser les interférences avec les nappes phréatiques en prévoyant :

- L'étanchéité complète jusqu'à une pression de 10 bars

La definizione delle portate drenate dal tunnel di base lato Italia riguarda quindi circa 27 km dell'opera principale. Inoltre, il sistema di evacuazione delle acque del tunnel di base sarà utilizzato per la gestione delle acque del cunicolo esplorativo de La Maddalena 1 e della galleria della Maddalena 2.

Dato che l'impermeabilizzazione delle gallerie è eseguita, in maniera sistematica per carichi idraulici fino a 10 bar (indicativamente a partire dalla pk 54+800 fino a al portale Susa), le portate totali cumulate attese al portale di Susa (compresi gli apporti delle opere secondarie) sono calcolate tra 240 e 440 l/s, di cui 45-55 l/s potrebbero essere valorizzabili, sia come acqua potabile, sia come risorsa termica, mediante captazioni specifiche.

Le osservazioni fatte nello scavo del cunicolo esplorativo della Maddalena hanno permesso di validare il modello idrogeologico interpretativo delle circolazioni idriche profonde nel Massiccio d'Ambin e di migliorare pertanto il grado di affidabilità delle previsioni delle portate attese al portale Susa.

Le temperature dell'insieme delle acque drenate sono comprese tra 31 °C e 34°C e potranno raggiungere i 37°C per le sole acque potenzialmente valorizzabili. Da notare che la valorizzazione permetterà di limitare o di annullare il bisogno di raffreddamento prima della loro re immissione nei recettori naturali.

#### **7.5.4 Valutazione del rischio di impatto sulla risorsa idrica (lato Italia)**

La valutazione è avvenuta separatamente per i due settori delle opere previste in territorio italiano, ovvero il Tunnel di Base (dalla pk 48+672 alla pk 61+203), e il Tunnel di Interconnessione (dalla pk 0+000 alla pk 2+000 circa).

L'impatto sulle sorgenti si prevede comunque molto limitato dato che la scelta progettuale è stata quella di minimizzare le interferenze con le falde idriche prevedendo:

- Impermeabilizzazione completa fino a pressioni di 10 bar



- Pour des pressions supérieures à 10 bars, comme il n'aurait pas été possible de garantir la tenue de la structure, l'étanchéité a été prévue en calotte et aux reins ; on a également prévu le traitement local des venues d'eau ponctuelles par des injections au coulis de ciment.

#### **7.5.4.1 Secteur du Tunnel de Base**

Dans la zone concernée du Tunnel de Base côté italien, l'analyse de la distribution des classes de probabilité d'assèchement a été effectuée sur 194 points et démontre que :

- 191 points d'eau analysés (98%) ont une probabilité d'assèchement nulle ou très faible ;
- 3 points (2%) présentent des probabilités faible;
- aucune source présente une probabilité forte.

Ce résultat est la conséquence de l'imperméabilisation systématique choisie pour la portion du tunnel de base (à partir du pk 54+800 environ jusqu'au le portail de Suse) là où la charge hydraulique est inférieure à 10bar.

On met en évidence que, parmi les trois points évalués à faible probabilité d'assèchement, un seul point est une source (Boscocedrino), les autres deux se réfèrent à un puit abandonné et à un réservoir alimenté par la même source.

En plus la vérification de l'interférence causée par l'excavation de la galerie de reconnaissance de la Maddalena a exclu toute interférence non seulement avec la source Boscocedrino, mais avec les autres points d'eau du réseau d'auscultation de la Maddalena, ce qui confirme la fiabilité des prévisions déjà faites en phase de Progetto Definitivo Approvato (phase PD2). En tout cas, à titre de mesure de mitigation et de compensation ainsi que comme prévue dans les prescriptions du CIPE, un puits de 60 m de profondeur a été réalisé par ACEA dans l'aquifère du fond de la vallée Clarea.

#### **7.5.4.2 Galerie d'Interconnexion**

- Per pressioni oltre i 10 bar, poiché non sarebbe possibile garantire l'integrità della struttura, si è prevista l'impermeabilizzazione della calotta e delle reni ed il trattamento locale delle venute d'acqua puntuali con l'impiego di iniezioni cementizie

#### **7.5.4.1 Settore del Tunnel di Base**

Nel settore del Tunnel di Base Lato Italia preso in considerazione l'analisi della distribuzione delle classi di probabilità d'isterilimento è avvenuta su 194 punti e mostra che:

- 191 punti acqua analizzati (98%) presentano probabilità d'isterilimento nulla o molto bassa;
- 3 punti (2%) presentano probabilità bassa;
- nessuna sorgente presenta probabilità elevata.

Questo risultato è conseguenza dell'impermeabilizzazione sistematica scelta per la porzione di tunnel di base (a partire da circa pk 54+800 fino al portale di Susa) dove la pressione sulla galleria è inferiore a 10bar.

Si evidenzia che dei tre punti valutati a bassa probabilità di interferenza, uno solo è una sorgente (Boscocedrino), gli altri due sono un pozzo abbandonato e una vasca alimentata dalla stessa sorgente.

Inoltre, la verifica dell'interferenza a seguito dello scavo del cunicolo esplorativo della Maddalena ha escluso ogni interferenza non soltanto con la sorgente Boscocedrino, ma con tutti gli altri punti d'acqua della rete di monitoraggio della Maddalena, confermando l'affidabilità delle previsioni fatte in sede di Progetto Definitivo Approvato (fase PD2). In ogni caso, come misura di mitigazione e di compensazione della sorgente ed in ottemperanza alle prescrizioni del CIPE, è già stato realizzato un pozzo di 60 m di profondità (realizzazione ACEA) nell'aquifero di fondovalle Clarea.

#### **7.5.4.2 Galleria di Interconnessione**

Dans le secteur du Tunnel de l'Interconnexion, l'analyse de la distribution des classes de probabilité d'assèchement démontre que la totalité des 27 points d'eau analysés (100%) ont une probabilité d'assèchement nulle ou très faible ;

Nel settore del Tunnel di Interconnessione l'analisi della distribuzione delle classi di probabilità d'isterilimento mostra che tutti i 27 punti acqua analizzati (100%) presentano probabilità d'isterilimento nulla o molto bassa;

## 8. HYDROLOGIE ET HYDRAULIQUE

### 8.1 HYDROLOGIE

L'étude hydrologique a consisté en la caractérisation hydrologique de la Dora Riparia et en la détermination des principaux paramètres hydrologiques des cours d'eau mineurs qui interfèrent avec la nouvelle ligne ferroviaire.

Tous les éléments du réseau superficiel sont définis comme interférents à partir du moment où ils sont directement concernés par les ouvrages ou, lorsque ces derniers sont réalisés en souterrain, quand la couverture entre le fond du lit et la calotte supérieure de l'ouvrage du projet est inférieure ou égale à 10 m. L'analyse est subdivisée entre cours d'eau principaux (Dora Riparia) et cours d'eau mineurs. Enfin, une analyse hydrologique avec comme finalité la définition des précipitations à adopter pour la collecte des eaux de la plateforme ferroviaire a été exécutée.

#### 8.1.1 Hydrologie de la Dora Riparia

En traversant la vallée de Susse, le tronçon ferroviaire international en territoire italien rentre dans le bassin hydrographique de la Dora Riparia. La nouvelle ligne ferroviaire traverse la Dora légèrement en aval du confluent avec le Torrent Cenischia.

Le Plan pour l'Aménagement Hydrogéologique (Il Piano per l'Assetto Idrogeologico - PAI) de l'Autorité de Bassin du fleuve Pô a inclus la Dora Riparia parmi les cours d'eau sujets à délimitation de Bandes Fluviales.

Pour le calcul du débit de référence on a adopté la «Directive sur la crue de projet à prendre en compte pour les projets et les vérifications de

## 8. IDROLOGIA E IDRAULICA

### 8.1 IDROLOGIA

Lo studio idrologico ha riguardato la caratterizzazione idrologica della Dora Riparia e l'individuazione dei principali parametri idrologici dei tributari minori che comportino interferenza con la nuova linea ferroviaria.

Si sono definiti interferenti tutti gli elementi del reticolo superficiale qualora interessati direttamente dalle opere o, nel caso in cui le stesse siano realizzate in sotterraneo qualora il ricoprimento tra fondo alveo e calotta superiore del manufatto in progetto fosse minore o uguale a 10 m. L'analisi è stata suddivisa tra corso d'acqua principale (Dora Riparia) e corsi d'acqua minori. Infine si è eseguita una analisi idrologica finalizzata alla definizione delle precipitazioni da adottare per la raccolta delle acque della piattaforma ferroviaria.

#### 8.1.1 Idrologia della Dora Riparia

La tratta ferroviaria internazionale in territorio italiano, attraversando la valle di Susa, ricade all'interno del bacino idrografico della Dora Riparia. La nuova linea ferroviaria attraversa la Dora poco a valle della confluenza del T. Cenischia.

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po ha incluso la Dora Riparia tra i corsi d'acqua soggetti a perimetrazione delle Fasce Fluviali.

Per il calcolo della portata di riferimento si è adottato la "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di

compatibilité hydraulique» modifiée par la «Modification du Plan Provisoire pour l'aménagement Hydrogéologique - Modification des Bandes Fluviales du Fleuve Dora Riparia» (délibération n°9 /2007 du Comité Institutionnel de l'Autorité de Bassin du Fleuve Po)

En ce qui concerne les autres entités institutionnelles qui ont réalisé une étude sur la Dora Riparia, il est important de citer au moins la Province de Turin avec l' "Étude d'approfondissement du bassin du cours d'eau Dora Riparia sur le tronçon compris entre Suse et la confluence avec le Pô 2 (Martina, Anselmo, Bellino 2002).

compatibilità idraulica” così come modificata dalla “Variante del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico – Variante delle Fasce Fluviali del Fiume Dora Riparia” (Delibera n°9 /2007 del Comitato Istituzionale dell’ Autorità di Bacino del Fiume Po).

Per quanto riguarda altri soggetti istituzionali che hanno svolto una attività di studio sulla Dora Riparia merita in questa sede citare almeno la Provincia di Torino con lo “Studio di approfondimento del bacino del torrente Dora Riparia nel tratto compreso tra Susa e la confluenza con il Po” (Martina, Anselmo, Bellino 2002).

<b>Delais de retour Tempo di ritorno (Ans/Anni)</b>	<b>Débit crue maximale Portata di massima piena (m<sup>3</sup>/s) (Salbertrand)</b>	<b>Débit crue maximale Portata di massima piena (m<sup>3</sup>/s) (Susa - sezione a monte Cenischia)</b>	<b>Débit crue maximale Portata di massima piena (m<sup>3</sup>/s) (Susa - sezione a valle Cenischia)</b>
20	287 (***)	230 (**)	260 (**)
200	450 (*)	530 (*)	580 (*)
500	---	720 (**)	800 (**)

(\*) fonte: Relazione tecnica allegata alla deliberazione n°9 /2007 del comitato istituzionale dell’ Autorità di Bacino del Fiume Po

(\*\*) fonte: studio di fattibilità della sistemazione idraulica nel tratto da Oulx alla confluenza in Po (Autorità di Bacino 2003)

(\*\*\*) fonte: Relazione idraulica di variante di revisione generale al P.R.G.C. del Comune di Oulx (Portate di riferimento secondo il Progetto di Variante del PAI).

(\*) Source : Rapport technique en annexe de la délibération n°9 /2007 comité institutionnel de l’Autorité de Bassin du fleuve Pô

(\*\*) Source : étude de faisabilité de l’aménagement hydraulique du tronçon de Oulx à la confluence avec le Pô (l’Autorité de Bassin 2003)

(\*\*\*) Source : Rapport hydraulique de variante de revision general un P.R.G.C de la Commune de Oulx (Debits de reference selon le Projet de Varinate dui PAI)

### 8.1.2 Hydrologie des cours d'eau mineurs

Les cours d'eau mineurs concernés dans la Plaine de Suse sont le torrent Gendola et un thalweg mineur provenant de la bourgade Nicoletto, se déversant sur le tronçon compris entre la tête du tunnel de base et la gare internationale de Suse. Il existe également un système de canaux artificiels

### 8.1.2 Idrologia dei corsi d'acqua minori

I corsi d’acqua minori interessanti la Piana di Susa sono il rio Gendola ed un impluvio minore proveniente dalla borgata Nicoletto insistente sul tratto compreso tra l’imbocco della galleria di base e la stazione internazionale di

en berges droite et gauche de la Dora qui ne s'avèrent pas concernés par l'ouvrage.

Pour l'hydrologie des torrents mineurs concernés par le nouveau tronçon ferroviaire, il n'y a pas de données de débit ou de séries historiques de mesures directes significatives permettant de déterminer les plus grands débits attendus. C'est pourquoi les débits ont été définis avec des méthodes indirectes en recourant à des formules qui font référence aux données pluviométriques et aux caractéristiques du bassin sous-jacent.

Sur le domaine de la commune de Salbertrand, qui abrite d'importantes installations du chantier, ont été identifiés le ruisseau Secco et le ruisseau Geronda. Les caractéristiques des bassins correspondants ont été extraites de l'« étude de faisabilité de l'aménagement du cours d'eau Dora Riparia (ou Doire Ripaire) » rédigée par l'Autorité du Bassin du Pô.

### **8.1.3 Hydrologie de la plateforme ferroviaire à ciel ouvert**

La prévision quantitative des pluies a été effectuée là aussi en déterminant les courbes de probabilité pluviométriques selon les valeurs publiées par l'Autorité de Bassin sur la distribution spatiale par cellules des pluies.

Les courbes ainsi élaborées ont permis le calcul de la précipitation associée à une période de retour et à une durée de pluie pour chaque point à ciel ouvert de la voie ferrée et des travaux associés, pour des périodes de retour de 20, 100, 200 et 500 ans.

## **8.2 HYDRAULIQUE**

### **8.2.1 Hydraulique du tronçon Suse-Bussoleno**

Dans le tronçon Suse- Bussoleno, la ligne ferroviaire traverse La Dora sur trois ponts, le premier dans la Plaine de Suse (pont à arc supérieur d'une portée d'à peine 100 m), le second et le troisième dans la zone de Bussoleno (deux ponts à poutres latérales réticulées jumeaux d'une portée de 75m). Pour définir la portée et la cote de l'intrados de la structure, il a fallu

Susa. Existe poi un sistema di canali artificiali sia in sponda destra sia in sinistra della Dora che non risultano essere interessati dall'opera.

Per l'idrologia dei rii minori interessati dalla nuova tratta ferroviaria, non sono disponibili dati di portata o serie storiche di misure dirette significative per la determinazione delle massime portate attese. Pertanto le portate sono state definite con metodi indiretti mediante l'utilizzo di formulazioni che fanno riferimento ai dati di pioggia ed alle caratteristiche del bacino sotteso.

Nell'ambito del Comune di Salbertrand, sede di importanti installazioni di cantiere, sono stati identificati il Torrente Secco ed il torrente Geronda. Le caratteristiche dei relativi bacini sono stati desunte dallo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del Fiume Dora Riparia" redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

### **8.1.3 Idrologia della piattaforma ferroviaria all'aperto**

La previsione quantitativa delle piogge è stata effettuata anche in questo caso tramite la determinazione delle curve di probabilità pluviometrica, adottando i valori pubblicati dall'Autorità di Bacino sulla distribuzione spaziale delle piogge a celle.

Le curve così elaborate hanno consentito il calcolo della precipitazione associata ad un tempo di ritorno ed ad una durata di pioggia per ciascun punto all'aperto della ferrovia e delle opere connesse, per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

## **8.2 IDRAULICA**

### **8.2.1 Idraulica del tratto Susa- Bussoleno**

Nel tratto Susa-Bussoleno la linea ferroviaria attraversa la Dora su tre ponti, il primo nella Piana di Susa (ponte ad arco superiore di luce di poco inferiore a 100 m), il secondo ed il terzo nella zona di Bussoleno (due ponti reticolari gemelli di luce 75 m). Per la definizione della luce e per la quota dell'intradosso della struttura è stato necessario eseguire un calcolo

exécuter un calcul hydraulique d'après les données hydrologiques estimées comme cela est détaillé au chapitre 7.1 «Hydrologie».

Le schéma de calcul adopté dans le PP2, limité au Pont dans la Plaine de Suse, comme les ponts à Bussoleno n'étaient pas prévus, est celui du régime permanent, qui a permis de prendre en considération la variation des sections du lit et la présence d'ouvrages, de rétrécissements, de digues et de franchissements dans les conditions d'écoulement unidimensionnel à débit constant par la résolution d'équations de bilan énergétique.

Dans le Projet Définitif approuvé (PD2), en plus de la vérification de l'écoulement permanent effectué pour tenir compte du nouveau tracé avec la légère variation dans la Plaine de Suse et la prolongation du modèle à la zone de Bussoleno pour tenir compte des nouveaux ponts, il a été procédé au calcul bidimensionnel en régime permanent (pour le calcul des niveaux) et en régime d'écoulement variable (pour la définition des hydrogrammes).

Le tronçon de fleuve étudié s'étend de la traversée sur la Dora de la prise d'eau du canal Coldimosso à Suse jusqu'à la centrale de Bussoleno, ce qui fait un tronçon de cours d'eau d'une longueur totale d'environ 7 km.

#### **8.2.1.1 Modélisation en écoulement permanent**

Le modèle en régime permanent se base sur les conditions aux limites suivantes:

- débit de pointe constant sur tout le tronçon, avec une période de retour de 20, 200 et 500 ans ;
- hauteur hydrométrique en amont et en aval calculée en écoulement uniforme non perturbé, avec une pente de 0,5 %.

La définition des niveaux hydrométriques pour une période de retour de 500 ans a permis de mettre en évidence que le projet réalisé modifie faiblement les niveaux, et de fait ne modifie pas les conditions générales

idraulico sulla scorta dei dati idrologici calcolati come illustrato al capitolo 7.1 “Idrologia”.

Lo schema di calcolo adottato nella Variante al Progetto Preliminare (PP2), limitatamente al Ponte nella Piana di Susa in quanto non erano previsti i ponti a Bussoleno, è stato quello del moto permanente, che ha consentito di considerare la variazione delle sezioni d'alveo e la presenza di manufatti, restringimenti, argini ed attraversamenti nelle condizioni di moto unidimensionale a portata costante, mediante la risoluzione di equazioni di bilancio energetico.

Nel Progetto Definitivo approvato (PD2) oltre alla verifica del moto permanente effettuata per tenere conto del nuovo tracciato con la leggera variazione nella Piana di Susa e l'estensione del modello alla zona di Bussoleno per tenere conto dei nuovi ponti, si è fatto ricorso al calcolo bidimensionale in regime stazionario (per il calcolo dei livelli) e di moto vario (per la definizione degli idrogrammi).

Il tratto di fiume preso in considerazione si sviluppa dalla traversa sulla Dora di presa del canale Coldimosso in Susa sino al concentrico di Bussoleno, per un tratto d'alveo lungo complessivamente di circa 7 chilometri.

#### **8.2.1.1 Modellazione in moto permanente**

Il modello in moto permanente si basa sulle seguenti condizioni al contorno:

- portata al colmo costante in tutto il tratto, con tempi di ritorno 20, 200 e 500 anni;
- altezza idrometrica di monte e valle calcolata in moto uniforme indisturbato, con pendenza dello 0,5 %.

La definizione dei livelli idrometrici eseguita per tempo di ritorno 500 anni ha permesso di evidenziare che il progetto eseguito modifica in minima parte i livelli e di fatto non modifica le condizioni generali di assetto del

d'aménagement du cours d'eau en ne nécessitant qu'une modification non substantielle des défenses des berges et par conséquent une révision des zones [fascie] fluviales.

La directive d'infrastructure du PAI prévoit que la revanche minimale entre le niveau maximal de crue de projet et le niveau de l'intrados du pont soit égale à 0,5 fois la hauteur cinétique du courant et d'au moins 1 m.

Pour le Pont en arc supérieur sur la Dora dans la plaine de Suse, pour une période de retour de 500 ans et en adoptant un scénario qui prévoit la construction du nouveau pont NLLT, la démolition du pont d'autoroute existant Dora 1 et la réalisation de la bande P.A.I on obtient les revanches suivantes :

- culée côté Lyon : revanche 1,28 m
- culée côté Turin : revanche 1,49 m

En ce qui concerne la zone de Bussoleno, avec une période de retour de 500 ans, en adoptant le scénario qui prévoit la démolition du pont actuel en arc en maçonnerie de la voie Impaire de la Ligne Historique Turin-Modane, la construction des deux nouveaux ponts Dora Ouest et Dora Est et la réalisation de la bande P.A.I., nous obtenons les revanches minimum suivantes :

- Pont Dora Ouest : revanche 1,94 m
- Pont Dora Est : revanche 2,83 m

### 8.2.1.2 Modélisation Bidimensionnelle

La vérification hydraulique en régime variable bidimensionnel prend en compte les effets conjugués de régime et de décroissance de l'onde de crue qui peuvent avoir des conséquences significatives sur les variables hydrauliques non prises en compte dans la modélisation en régime permanent stationnaire.

corso d'acqua richiedendo una modifica non sostanziale delle difese spondali e quindi una revisione delle fasce fluviali.

La direttiva infrastrutturale del PAI richiede che il franco minimo tra la quota di massima piena di progetto e la quota di intradosso del ponte sia pari a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a 1 m.

Per il Ponte ad arco superiore sulla Dora nella piana di Susa, con un tempo di ritorno di 500 anni e con uno scenario di progetto che prevede la realizzazione del nuovo ponte NLTL, la demolizione dell'esistente ponte autostradale Dora 1 e la realizzazione della fascia P.A.I. risultano i seguenti franchi:

- spalla lato Lione: franco 1,28 m
- spalla lato Torino: franco 1,49 m

Per riguarda la zona di Bussoleno, con un tempo di ritorno di 500 anni con lo scenario che prevede la demolizione dell'attuale ponte ad arco in muratura del Binario Dispari della Linea Storica Torino-Modane, la realizzazione dei due nuovi ponti Dora Ovest e Dora Est e la realizzazione della fascia P.A.I., si hanno i seguenti franchi minimi:

- Ponte Dora Ovest: franco 1,94 m
- Ponte Dora Est: franco 2,83 m

### 8.2.1.2 Modellazione Bidimensionale

La verifica idraulica in moto vario bidimensionale considera gli effetti congiunti del moto di crescita e decrescita dell'onda di piena che possono avere conseguenze significative sulle variabili idrauliche, che sono invece trascurati nella modellazione in moto permanente stazionario.

Deux modélisations ont été élaborées, la première sur un domaine dimensionnel dans l'hypothèse de mouvement constant (visant à calculer les niveaux hydrauliques et les vitesses de l'eau), la seconde sur un domaine bidimensionnel, dans l'hypothèse d'un régime varié (visant à analyser les changements de l'hydrogramme).

Dans le cadre de la simulation de régime bidimensionnel, sept différents scénarios ont été considérés; dans tous les scénarios, les conditions de régime sont en général à courant lent par rapport aux revanches hydrauliques demandées, soit sur le débit de crue deux-centennale, soit sur le débit de crue cinq-centennale.

La condition la plus critique résulte du scénario “Projet LTF avec réalisation complète de la tranche B du projet PAI”. Pour cette raison, les revanches calculées sous les ponts qui nous concernent sont indiqués sur les tableaux suivants :

Sono state elaborate due modellazioni; la prima su un dominio bidimensionale nell'ipotesi di moto permanente (volta a calcolare i livelli idraulici e le velocità dell'acqua), la seconda su un dominio bidimensionale nell'ipotesi di moto vario (volta ad analizzare la modifica dell'idrogramma)

Nella simulazione di moto bidimensionale permanente sono stati considerati sette diversi scenari; in tutti gli scenari le condizioni di moto sono generalmente di corrente lenta con rispetto dei franchi idraulici richiesti, sia sulla portata di piena duecentennale, sia sulla portata di piena cinquecentennale.

La condizione più critica è risultata quella dello scenario “Progetto LTF con realizzazione completa della Fascia B di progetto PAI” Per questa condizione i franchi calcolati sotto i ponti di nostro interesse sono indicati nelle tabelle seguenti:

**PONTE DORA A SUSÀ (Fornici + ponte ad arco superiore) – tempo di ritorno cinquecentennale**

	Quota idrometrica (m.s.l.m.)	Quota intradosso (m.s.l.m.)	Franco (m)
Fornice ovest	469,38	471,19	1,81
Fornice est	469,40	471,19	1,79
Spalla lato Susa ponte ad arco	469,33	470,48	1,15
Mezzeria ponte ad arco	469,38	470,38	1,00
Spalla lato Torino ponte ad arco	469,22	470,29	1,07

**PONTI DORA A BUSSOLENO (Ponti Dora est ed ovest, Fornice SP 24) - tempo di ritorno cinquecentennale**

	Quota idrometrica (m.s.l.m.)	Quota intradosso (m.s.l.m.)	Franco (m)
Spalla lato Susa	446,39	448,37	1,98
Mezzeria	446,85	448,82	1,97
Spalla lato Torino	446,34	449,27	2,93
Fornice SP 24	447,24	449,20	1,96

**8.2.1.3 Conclusions sur la modélisation**

Les travaux relatifs au projet sont compatibles d'un point de vue hydraulique avec les conditions de la crue maximale supposée que ce soit pour la hauteur libre des travaux de franchissement projetés ou pour l'amélioration des revanches et des conditions d'écoulement que la réalisation des travaux entrainera sur tout le secteur du lit à condition que qu'il soit procédé aux interventions décrites ci-dessous concernant la protection des ouvrages projetés et du village de S. Giuliano.

**8.2.1.4 Travaux hydrauliques prévus**

Les travaux d'infrastructure sont compatibles avec l'emprise du projet prévu par le P.A.I. compte tenu des interventions accompagnant conjointement les travaux du projet.

La simulation des conditions du projet sans la réalisation de la bande B du projet PAI démontre une légère détérioration des conditions d'inondation dans la zone de S. Giuliano à la suite de la suppression de la bretelle de sortie de l'autoroute Dora 1 (à supprimer de toute manière conjointement au pont de l'autoroute Dora 1 pour garantir la vérification hydraulique du nouveau pont ferroviaire). De ce fait, pour garantir l'absence d'incidence des travaux ferroviaires sur les conditions d'inondation, il est prévu la réalisation d'une digue sur la partie gauche de la Dora de 300 m de

**8.2.1.3 Conclusioni sulla modellazione**

Le opere in progetto risultano compatibili dal punto di vista idraulico nelle condizioni di massima piena ipotizzate sia per il franco delle opere di attraversamento in progetto, sia per il miglioramento dei franchi e delle condizioni di deflusso che la realizzazione delle opere comporterà sull'intero settore d'alveo a condizione che contestualmente vengano fatti gli interventi in seguito descritti per la protezione delle opere in progetto e per la salvaguardia dell'abitato di S. Giuliano.

**8.2.1.4 Opere idrauliche previste**

Le opere infrastrutturali sono compatibili con l'assetto di progetto previsto dal P.A.I., tenuto conto degli interventi contestualmente previsti a protezione delle opere in progetto.

La simulazione delle condizioni di progetto senza la realizzazione della fascia B di progetto PAI dimostra un leggero peggioramento delle condizioni di esondazione nella zona di S. Giuliano, a seguito della rimozione del rilevato della rampa di svincolo autostradale (comunque da rimuovere congiuntamente al ponte autostradale Dora 1 per garantire la verifica idraulica del nuovo ponte ferroviario). Pertanto per garantire l'invarianza delle condizioni di esondazione verso l'abitato di S. Giuliano, contestualmente alla realizzazione delle opere ferroviarie si prevede la realizzazione di un argine in sinistra Dora, lungo 300 m, che protegga la



longueur, qui protégera la rue Formation Stellina et les habitations donnant sur le siège de la Croix Rouge près du cours des Etats Unis.

### **8.2.2 *Hydraulique de la zone de Salbertrand***

Comme anticipé dans le par. 5.1.4 puis décrit plus en détail dans les paragraphes spécifiques consacrés aux chantiers, le PRF/PRV prévoit dans la zone de Salbertrand l'installation d'une zone industrielle « Salbertrand » pour accueillir pour la fourniture de granulats aux chantiers de construction des ouvrages souterrains et à ciel ouvert. Des modélisations monodimensionnelles concernant la portion du cours d'eau Dora Riparia dans cette zone ont été réalisées afin d'évaluer le risque possible d'inondation de cette aire et les interventions de protection nécessaires. S'agissant de zones soumises à une occupation limitée dans le temps, le débit de référence est celui lié à une période de retour égale à 50 ans.

Les conclusions de l'étude permettent d'affirmer que la zone examinée est en toute sécurité en cas d'événements météoriques avec période de retour de 50 ans, car elle est située complètement en-dehors des zones concernées par le courant ; les simulations effectuées montrent que les niveaux correspondant à un débit TR200 (entre les sections 40 et 110) sont inférieures au plan à la cote du projet de l'aire de chantier. Cependant, cela n'est pas en accord avec la bande B fournie par l'Autorité du Bassin, qui comprend en revanche toute la zone destinée à l'occupation temporaire : par conséquent, une comparaison a été effectuée entre les résultats obtenus et l'étude de faisabilité de la rivière Dora Riparia sur la portion d'Oulx à la confluence avec le Pô réalisée par l'Autorité du Bassin du Pô visant à définir la bande A et la bande B.

La comparaison montre comment, en cas d'événements exceptionnels, la zone en question pourrait donc représenter une aire de laminage. Par conséquent, pour que le chantier se déroule en toute sécurité, toutes les principales installations et les principaux services présents sur le chantier seront surélevés de 1 mètre par rapport à la cote d'inondation prévue. Les murs ayant cette fonction seront réalisés longitudinalement par rapport à la

via Formation Stellina e le abitazioni prospicienti la sede della Croce Rossa nei pressi di corso Stati Uniti.

### **8.2.2 *Idraulica della zona di Salbertrand***

Come anticipato al par. 5.1.4 e poi meglio descritto nei paragrafi specifici dedicati alla cantierizzazione, il PRF/PRV prevede nella zona di Salbertrand l'installazione di un'area industriale "Salbertrand" è a supporto dei cantieri per la costruzione delle opere in sotterraneo e delle opere a cielo aperto per la fornitura degli inerti. Sono state quindi condotte delle elaborazioni in moto monodimensionale relativamente al tratto del fiume Dora Riparia in questa zona al fine di valutare l'eventuale rischio di inondazione della suddetta area e gli interventi di protezione qualora si rendessero necessari. Trattandosi di aree soggette ad una occupazione limitata nel tempo, la portata di riferimento è quella relativa ad un Tempo di Ritorno pari a 50 anni.

Le conclusioni dello studio consentono di affermare che l'area in esame risulta in totale sicurezza in caso di eventi meteorici con tempo di ritorno 50 anni, in quanto completamente al di fuori delle aree coinvolte dalla corrente; dalle simulazioni condotte, anche i livelli corrispondenti ad una portata TR200 (fra le sezioni 40 e 110) risultano inferiori al piano di quota di progetto dell'area di cantiere: ciò però non risulta congruente con le Fascia B fornita dall'Autorità di Bacino, che include invece tutta l'area destinata all'occupazione temporanea: pertanto si è proceduto ad un confronto fra i risultati ottenuti e lo Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Dora Riparia nel tratto da Oulx alla confluenza in Po condotto dall'Autorità di Bacino del Po volto alla definizione della Fascia A e della Fascia B.

Il confronto evidenzia come in caso di eventi eccezionali, l'area in esame potrebbe rappresentare dunque un'area di laminazione: pertanto, al fine di garantire la corretta progettazione del cantiere in sicurezza, tutti i principali impianti e le principali utenze presenti sul cantiere saranno tenute sopraelevate di 1 m rispetto alla quota prevista di esondazione. I muretti

direction d'écoulement de la rivière pour garantir la transparence à l'éventuel passage de l'eau.

Les silos de stockage du remblai et des granulats seront placés sur des structures surélevées avec des pylônes de fondation d'une hauteur supérieure à 3 m pour permettre le chargement des camions.

Par analogie avec le positionnement des installations, les clôtures externes du chantier placées derrière les zones qui pourraient être touchées par une éventuelle crue de la rivière seront également rendues transparentes au passage de l'eau.

### **8.2.3 Hydraulique de la zone de Colombera (Chiomonte)**

Toujours en lien avec ce qui a été exposé dans le paragraphe 5.1.4 dans le PRF/PRV, il est prévu d'utiliser une zone sise au lieu-dit Colombera, sur la commune de Chiomonte, pour l'aménagement d'une aire de stationnement située à côté de l'actuel hélicoptère d'urgence du chantier ; un service navette reliera au niveau interne ce parking au chantier d'excavation du tunnel de base dans la zone « Maddalena ».

Des modélisations mono dimensionnelles concernant la portion du cours d'eau Dora Riparia dans cette zone ont été réalisées afin d'évaluer le risque possible d'inondation de cette aire et les interventions de protection nécessaires.. S'agissant de zones soumises à une occupation limitée dans le temps, le débit de référence est celui relatif à une période de retour égale à 50 ans.

L'étude a conduit à la conclusion que la zone en question est totalement sécurisée en cas d'événements pluvieux avec période de retour de 50 ans, car elle se trouve complètement en-dehors des zones touchées par le courant.

La comparaison ultérieure entre les résultats obtenus et l'étude de faisabilité de l'aménagement hydraulique de la rivière Dora Riparia sur le tronçon d'Oulx à la confluence avec le Pô réalisée par l'Autorité du Bassin du Pô visant précisément à définir la bande A et la bande B, n'a pas été possible, n'ayant pas trouvé, dans la documentation disponible, de résultats concernant le tronçon de cours d'eau concerné.

demandati a tale funzione saranno realizzati longitudinalmente rispetto alla direzione di deflusso del fiume per garantire la trasparenza all'eventuale passaggio dell'acqua.

I silos di stoccaggio dello smarino ed inerti saranno posizionati su strutture sopraelevate con piloni di fondazione di altezza superiore ai 3 m per permettere il caricamento dei camion.

In analogia al posizionamento degli impianti saranno rese trasparenti al passaggio dell'acqua anche le recinzioni esterne di cantiere poste a ridosso delle zone che potrebbero essere interessate da un'eventuale piena del fiume.

### **8.2.3 Idraulica della zona di Colombera (Chiomonte)**

Sempre in relazione a quanto esposto al par. 5.1.4 nel PRF/PRV si prevede di utilizzare un'area in località Colombera, nel comune di Chiomonte, per la predisposizione di un piazzale adibito a parcheggio posto in adiacenza all'attuale eliporto di emergenza di cantiere; un servizio navetta collegherà internamente tale parcheggio al cantiere di scavo del Tunnel di Base nell'area "Maddalena".

Sono state quindi condotte delle elaborazioni in moto monodimensionale relativamente al tratto del fiume Dora Riparia in questa zona al fine di valutare l'eventuale rischio di inondazione della suddetta area e gli interventi di protezione qualora si rendessero necessari. Trattandosi di aree soggette ad una occupazione limitata nel tempo, la portata di riferimento è quella relativa ad un Tempo di Ritorno pari a 50 anni.

Lo studio ha permesso di concludere che l'area in esame risulta in totale sicurezza in caso di eventi meteorici con tempo di ritorno 50 anni, in quanto completamente al di fuori delle aree coinvolte dalla corrente.

Il successivo confronto fra i risultati ottenuti e lo Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Dora Riparia nel tratto da Oulx alla confluente in Po condotto dall'Autorità di Bacino del Po volto appunto alla definizione della Fascia A e della Fascia B, pur tentato, non è stato possibile non essendosi trovata evidenza, nella documentazione disponibile, dei risultati relativi al tratto di corso d'acqua interessato.

Toutefois, il convient de noter que le lit de la rivière sur ce tronçon est très marqué, il est donc raisonnable de penser qu'il ne représente pas un tronçon de lit potentiellement dangereux en termes d'inondation.

Malgré cela, pour respecter les bandes fluviales identifiées par l'Autorité du Bassin, aucune installation/réalisation n'a été insérée au niveau de la bande A, dans le but de garantir l'écoulement de la crue de référence, en évitant d'entraver ce dernier et d'entraîner une augmentation des niveaux hydriques.

Pour les mêmes raisons, dans la bande B, seules des aires de stationnement sont prévues et par conséquent, ceci permet d'éviter des interventions qui entraînent une réduction appréciable ou une partialisation des capacités de retenue.

#### **8.2.4 Hydraulique du Torrent Clarea**

Toujours dans le cadre du PRF/PRV ont été effectuées les études hydrauliques du cours d'eau Clarea afin de vérifier le respect des conditions de sécurité contre les inondations du chantier de la Maddalena qui, dans la nouvelle configuration prévue, occupe les deux rives du cours d'eau, à la différence ce qui se passe avec le chantier actuel de la galerie de reconnaissance et dans le Projet Définitif approuvé (PD2), où il occupe juste la rive droite.

Une zone particulièrement critique est représentée par la portion de chantier située sur la rive gauche, car elle est localisée à cheval sur un paléosol susceptible de réactivation en cas de crues catastrophiques.

Une condition supplémentaire au voisinage est constituée par la retenue de la centrale hydroélectrique IREN de Pont Ventoux qui, tout en ne concernant pas directement le cours d'eau, représente un risque potentiel lié à la décharge de l'écoulement en cas d'extrême urgence.

D'après les simulations effectuées, les routes sur le remblai situées en marge de la zone du chantier, complétées à gauche par une digue hydraulique, garantissent des conditions de sécurité contre les inondations aussi bien pour les débits de projet (TR50 ans) que pour ces derniers

Occorre tuttavia evidenziare che l'alveo in questo tratto risulta molto inciso, dunque è ragionevole ritenere che non rappresenti un tratto d'alveo potenzialmente rischioso in termini di esondazione.

Nonostante ciò, per rispettare le Fasce Fluviali individuate dall'Autorità di Bacino, non si sono inserite lavorazioni/installazioni nella Fascia A allo scopo di garantire il deflusso della piena di riferimento, evitando che si provochino ostacoli allo stesso e che si produca un aumento dei livelli idrici.

Per le stesse ragioni in Fascia B si sono previsti solo piazzali di parcheggio ed evitati, di conseguenza, interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione delle capacità d'invaso.

#### **8.2.4 Idraulica del Torrente Clarea**

Sempre nell'ambito del PRF/PRV sono stati effettuati gli studi idraulici del torrente Clarea al fine di verificare il rispetto delle condizioni di sicurezza dalle esondazioni del cantiere della Maddalena che, nella nuova configurazione prevista, occupa entrambe le sponde del torrente, a differenza di quanto avviene con l'attuale cantiere del cunicolo esplorativo e nel Progetto Definitivo approvato (PD2), dove occupa solo la sponda destra.

Zona particolarmente critica è rappresentata dalla porzione di cantiere ubicato in sponda sinistra, in quanto localizzato a cavallo di un paleoalveo suscettibile di riattivazione in caso di eventi di piena catastrofici.

Ulteriore condizione al contorno è rappresentata dall'invaso della centrale idroelettrica IREN di Pont Ventoux che, pur non interessando direttamente il corso d'acqua, rappresenta un potenziale rischio connesso allo scarico delle portate in condizioni di grave emergenza.

Dalle simulazioni condotte, le strade in rilevato situate sul margine dell'area di cantiere, integrate da un'argine in sinistra idraulica, garantiscono condizioni di sicurezza contro le esondazioni sia per le portate di progetto (TR50 anni) che per queste ultime integrate da un'eventuale

complétés par un éventuel débit libéré par le réservoir de chargement de la centrale hydroélectrique de Pont Ventoux.

portata rilasciata del serbatoio di carico dell'impianto idroelettrico di Pont Ventoux.

## 9. DESCRIPTION DU GENIE CIVIL

## 9. DESCRIZIONE DELLE OPERE CIVILI

### 9.1 TUNNEL DE BASE

### 9.1 TUNNEL DI BASE

#### 9.1.1 Généralités

#### 9.1.1 Generalità

Le tunnel de base, d'une longueur d'environ 57,5 km dont environ 45 côté français et 12,5 km environ côté italien, consiste en deux tubes à voie unique avec un entraxe moyen égal à 40 m. Chaque tube a une section circulaire d'un diamètre minimum utile intérieur de 8,40 m comprenant 30 cm de tolérance de construction. La section libre est d'environ 43 m<sup>2</sup>.

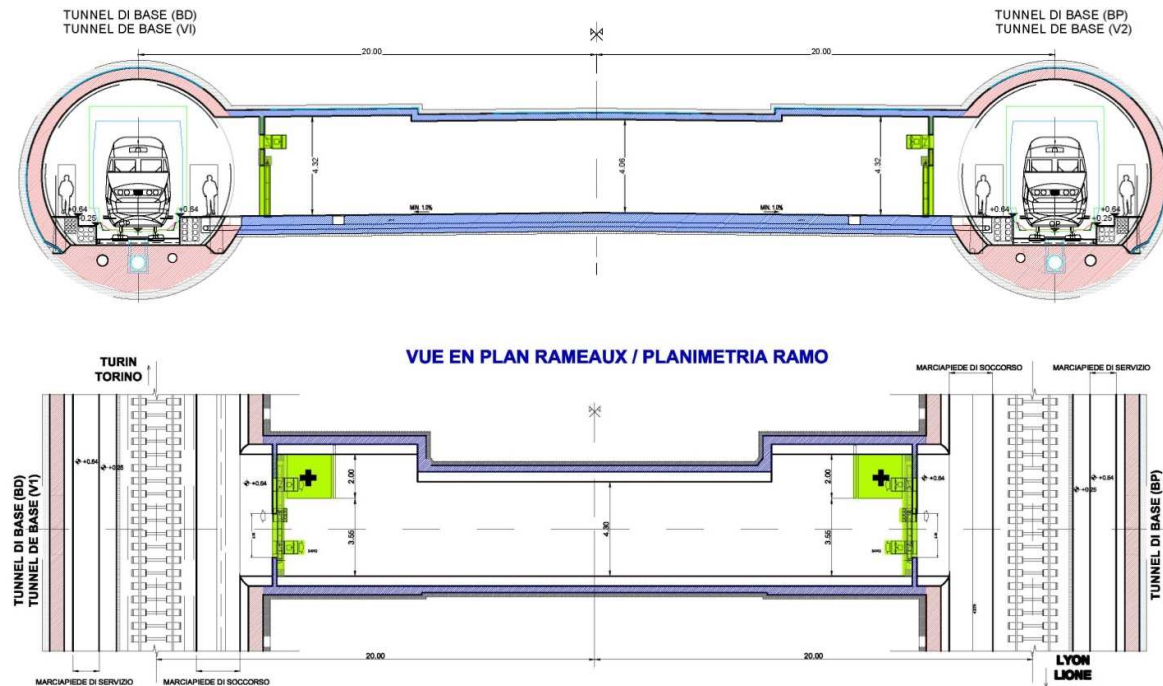
Il tunnel di base, con lunghezza di circa 57,5 km di cui 45 circa in territorio francese e 12,5 km circa in territorio italiano, è costituito da due gallerie monobinario di interasse normalmente di 40 m. Ogni galleria presenta sezione circolare di diametro minimo utile interno di 8,40 m, comprensivo di 30 cm di tolleranze costruttive. La sezione libera è di 43 m<sup>2</sup> circa.

Un trottoir d'évacuation (côté intérieur de largeur utile 1,20 m) et un trottoir de maintenance (côté extérieur de largeur utile 0,70 m) sont disposés de chaque côté des voies.

Lungo i due lati del binario sono disposti un marciapiede di evacuazione (lato interno di larghezza utile 1,20 m) ed un marciapiede di manutenzione (lato esterno di larghezza utile 0,70 m).

Tous les 333 m les trottoirs d'évacuation des deux tubes ferroviaires sont reliés entre eux par un rameau de liaison, au gabarit utile de 4,30 m de largeur et 2,93 m de hauteur. Certains de ces rameaux, en général un sur trois, sont dotés à l'intérieur de locaux techniques nécessaires au fonctionnement des équipements technologiques. L'espace mis à disposition pour abriter les voyageurs est de 120 m<sup>2</sup>. Au niveau des quais d'urgence dans les Sites de Sécurité ces rameaux de liaison ont un entraxe de 50 m.

Ogni 333 m i marciapiedi di evacuazione delle due canne ferroviarie sono collegati tra loro mediante un ramo di collegamento, di sagoma utile pari a 4,30 m di larghezza e 2,93 m di altezza. Alcuni di questi rami, normalmente uno ogni tre, sono dotati al loro interno di ramo di locali tecnici necessari al funzionamento degli impianti tecnologici. Lo spazio a disposizione per il ricovero dei viaggiatori è di 120 m<sup>2</sup>. In corrispondenza dei marciapiedi di emergenza nelle Aree di Sicurezza questi rami di collegamento hanno interasse di 50 m.



### RAMEAUX – COUPE ET VUE EN PLAN RAMI – SEZIONE E PLANIMETRIA

La tête ouest du tunnel de Base se trouve en France à Saint-Julien-Mont-Denis, près de Saint-Jean-de-Maurienne ; la tête est se trouve en Italie, au nord-est du centre urbain de Suse, près de la tête est du Tunnel autoroutier de Mompantero.

Sur toute la longueur du tunnel il est prévu :

- La gare de service en souterrain de Modane (km 32+165), faisant également fonction de Site de Sécurité, avec puits de ventilation connexe et descenderie pour l'accès depuis l'extérieur des secours/agents de maintenance ;

L'imbocco ovest della Galleria di Base si trova in Francia, a Saint-Julien-Mont-Denis, vicino a Saint-Jean-de-Maurienne; l'imbocco est si trova in Italia, a nord-est del centro urbano di Susa, presso l'imbocco est della Galleria autostradale di Mompantero.

Lungo l'intero tunnel sono previsti:

- La stazione di servizio in sotterraneo di Modane (km 32+165), con funzione anche di Area di Sicurezza, con relativo pozzo di ventilazione e discenderia per l'accesso dall'esterno di soccorritori/manutentori;

- Les Sites de Sécurité souterrains de La-Praz (km 20+588) et de Clarea (km 52+164,5) avec descenderie connexe pour l'accès des secours/agents de maintenance venant de l'extérieur. Le Site de Sécurité de Clarea a, en plus de la galerie pour l'accès des secours/agents de maintenance, également une galerie de ventilation. La Descenderie et le puits se trouvent principalement côté italien. Avec le Projet de Variante, le site de sécurité de Clarea se trouve à présent en territoire italien. Par conséquent, aussi bien la galerie d'accès que la galerie de ventilation sont entièrement en territoire italien. Le déplacement est une conséquence directe de la nouvelle configuration qui prévoit l'excavation du tunnel de base par les biais d'une deuxième descenderie, qui pourra donc être utilisée pour la ventilation en phase d'exploitation en supprimant la galerie de Clarea. Dans sa nouvelle position, à 20 km du site précédent de Modane, le site de sécurité respecte en tous cas la STI SRT qui indique une interdistance maximale de 20 km entre deux sites de sécurité
- La descenderie de Saint-Martin-La-Porte (km 11+618) pour l'accès des éventuels secours/agents de maintenance.

La plus grande partie du tunnel sera réalisée par excavation mécanisée. L'excavation traditionnelle sera réservée à de courts tronçons présentant des problèmes particuliers, aux Sites de Sécurité, à la Gare de Modane et aux rameaux de liaison.

### 9.1.2 Recueil et évacuation des eaux

Le système de drainage, de recueil et d'évacuation des eaux du Tunnel de Base est constitué d'un réseau pour chaque tube du Tunnel dont la conception est la suivante :

- Un système de drainage pour les eaux phréatiques composé d'un réseau de tubes fissurés d'un diamètre de 20 cm, placés à l'arrière du revêtement, reliés au collecteur central de diamètre variable où convergent tous les 50 m des tubes transversaux d'un diamètre de 15 cm ;

- Le Aree di Sicurezza sotterranee di La-Praz (km 20+588) e di Clarea (km 52+164,5) con relative discenderie per l'accesso dall'esterno di soccorritori/manutentori. L'Area di sicurezza di Clarea ha, oltre alla galleria per l'accesso dei soccorritori/manutentori, anche una galleria di ventilazione. Con il Progetto di Variante l'area di sicurezza di Clarea si trova ora in territorio italiano, di conseguenza sia la galleria di accesso che quella di ventilazione si sviluppano anch'esse interamente in territorio italiano. Lo spostamento è una diretta conseguenza della nuova configurazione che prevede di scavare il tunnel di base da Chiomonte tramite una seconda discenderia, la quale potrà così essere in gran parte riutilizzata per la ventilazione in fase di esercizio eliminando la galleria di Clarea. Nelle nuova posizione, a 20 km dalla precedente di Modane, l'area di sicurezza rispetta comunque la STI SRT che indica un'interdistanza massima di 20 km fra due aree di sicurezza contigue.
- La discenderia di Saint-Martin-La-Porte (km 11+618) per l'accesso di eventuali soccorritori/manutentori.

La maggior parte del tunnel sarà realizzata con scavo meccanizzato. Lo scavo tradizionale sarà riservato a brevi tratti con problematiche particolari, alle Aree di Sicurezza, alla Stazione di Modane ed ai rami di collegamento.

### 9.1.2 Raccolta ed evacuazione delle acque

Il sistema di drenaggio di raccolta ed evacuazione delle acque dal Tunnel di Base è costituito da una rete per ogni canna del Tunnel così strutturata:

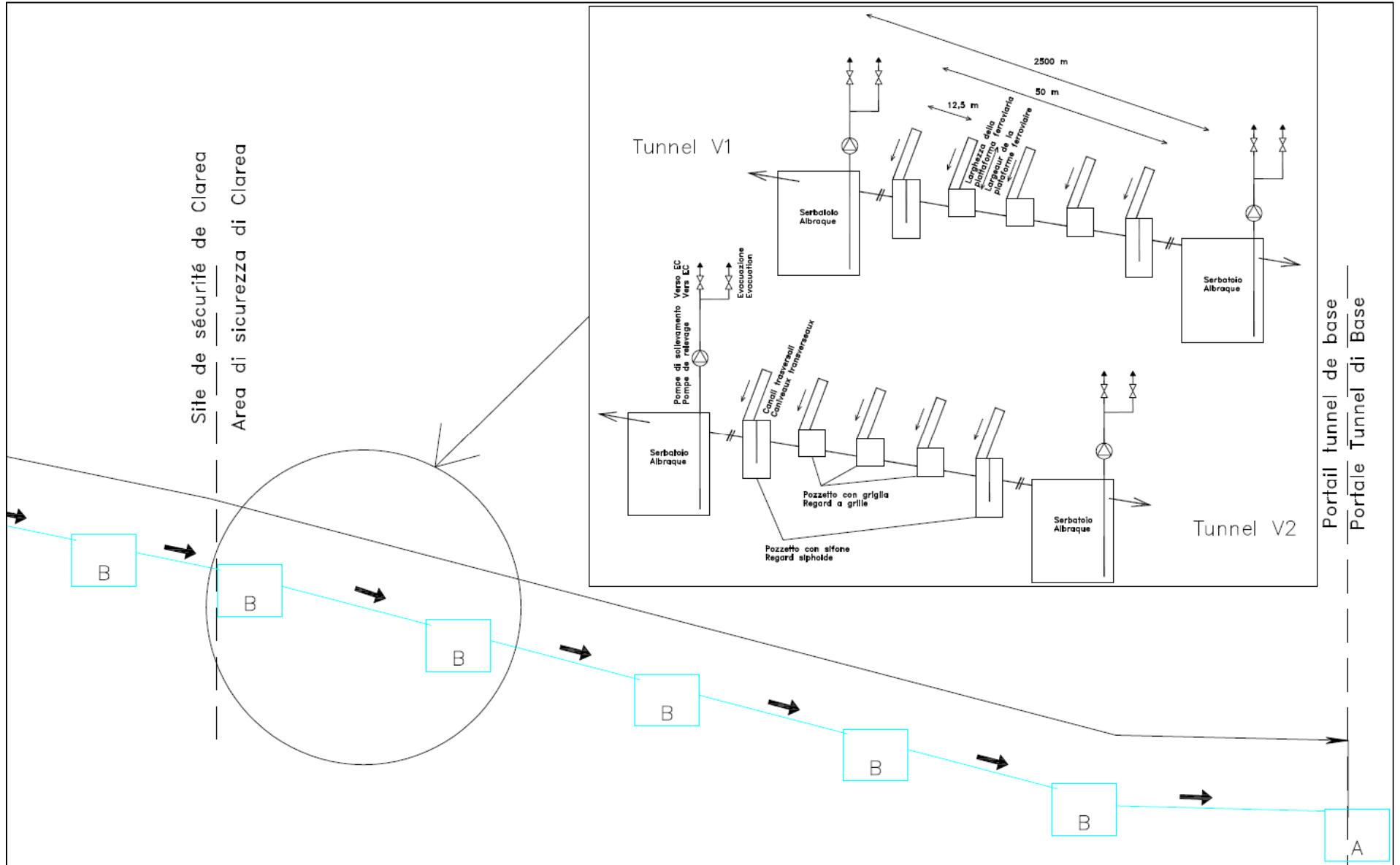
- Un sistema di drenaggio per le acque freatiche costituito da una rete di tubi fessurati diametro 20 cm posti a tergo del rivestimento collegati ad un collettore centrale di diametro variabile in cui convergono ogni 50 m circa dei tubi trasversali di diametro 15 cm;

- Un système de collecte et d'évacuation des eaux chaudes et/ou potables présentes dans la masse rocheuse composée d'un collecteur circulaire sous le quai de secours relié à des niches latérales où la collecte des eaux se fait par des forages dans lesquels sont placés des tubes entourés de géotextiles.  
En ce qui concerne la partie de tunnel de base qui intéresse le territoire italien, ce système de collecte est prévu dans la zone du Massif de l'Ambin, à titre indicatif du km 41 au km 52 et le collecteur d'évacuation rejoint le débouché du Tunnel de base à Suse ;
- Un système de recueil des substances dangereuses provenant du matériel roulant accidenté ou de l'installation anti-incendie, composé d'une série d'avaloirs au pas d'environ 12 m qui drainent la plateforme ferroviaire. Ces avaloirs sont raccordés à un collecteur circulaire sous le quai de service.  
Pour limiter la propagation de liquides dangereux, le long du parcours du collecteur principal, des regards siphoniques sont disposés tous les 50 m et des bassins de recueil (Albraques) tous les 2500 m environ.

Toutes les canalisations à l'intérieur des tunnels sont en polypropylène haute densité (PPHD) noyées dans le béton.

- Un sistema di captazione e smaltimento delle acque calde e/o potabili presenti nell'ammasso roccioso costituito da un collettore circolare sotto il marciapiede di soccorso collegato mediante tubazioni trasversali a nicchie laterali ove avviene la captazione delle acque mediante fori dentro cui sono posti dei tubi in PPHD contornati da geotessili.  
Per quanto riguarda la parte del tunnel di base interessante il territorio italiano, questo sistema di captazione è previsto nella zona del Massiccio di Ambin, indicativamente dal km 41 al km 52 ed il collettore di smaltimento giunge sino allo sbocco del Tunnel di base a Susa;
- Un sistema di raccolta delle sostanze pericolose provenienti da materiale rotabile incidentato o dall'impianto antincendio costituito da una serie di pozzetti a passo circa 12 m che drenano la piattaforma ferroviaria. Questi pozzetti sono collegati ad un collettore circolare sotto il marciapiede di servizio.  
Per limitare la propagazione di liquidi pericolosi, lungo il percorso del collettore principale, sono disposti pozzetti sifonati con funzione taglia-fuoco ogni 50 m e bacini di raccolta (Albraques) ogni 2500 m circa.

Tutte le tubazioni all'interno delle gallerie sono in polipropilene alta densità (PPHD), annegate nel calcestruzzo





### 9.1.3 Etanchéité

Sur tout le long du Tunnel de Base, un système d'étanchéité qui dépend de la méthode de construction, sera appliqué.

Dans le cas général, le système est composé essentiellement de :

- Membrane en matériel plastique en polyoléfines flexibles (FPO) ;
- Géotextile ou couche drainante équivalente avec fonction protectrice de la membrane sous-jacente et avec fonction de drainage d'éventuelles eaux d'infiltration vers le système de drainage de la ligne.

Dans les tronçons excavé au tunnelier à jupe, l'étanchéité est réalisée par un système de joint en caoutchouc inséré entre les voussoirs. Ceci permet de rendre le tunnel étanche jusqu'à une pression de 10 bars (attendue entre les PK 60+711 et 58+475 où, en cas de présence d'eau, des injections sont prévues pour éviter de perturber les sources).

### 9.1.4 Génie civil pour l'équipement ferroviaire

Chaque tube du Tunnel de Base présente une série de travaux de génie civil nécessaires à l'exploitation de l'infrastructure ferroviaire. Les principaux travaux sont énumérés ci-dessous :

- Dalle de l'armement ferroviaire, large de 3,65 m où sont fixées les traverses bi-bloc. Cette dalle a en règle générale la pente transversale de la voie ;
- Réservation pour la conduite incendie sous le quai d'évacuation/secours ;
- Multitubulaire 4 tubes en PVC d'un diamètre de 200 mm pour les câbles du système de signalisation sous le quai d'évacuation/secours ;
- Multitubulaire 4 tubes en PVC d'un diamètre de 200 mm pour les câbles électriques de tension moyenne sous le quai d'évacuation/secours ;

### 9.1.3 Impermeabilizzazione

Lungo tutto il Tunnel di Base si applica un sistema di impermeabilizzazione che dipende dal metodo costruttivo.

Nel caso generale, il sistema è composto essenzialmente da:

- Membrana in materiale plastico in poliolefine flessibili (FPO);
- Geotessile o letto drenante equivalente con funzione protettiva della sottostante membrana e con funzione di drenare eventuali acque di infiltrazione nel sistema di drenaggio della linea.

Nei tratti scavati con fresa scudata l'impermeabilizzazione è realizzata da un sistema di guarnizioni in gomma inserite nei conci. Con questa modalità si rende la galleria impermeabile fino a pressioni di 10 bar (attesa tra le Pk 60+711 e 58+475 dove, in caso di presenza d'acqua sono previste delle iniezioni onde evitare di perturbare le sorgenti).

### 9.1.4 Opere civili per l'attrezzaggio ferroviario

Ogni canna del Tunnel di Base presenta una serie di opere civili indispensabili per il funzionamento degli impianti ferroviari. Nel seguito si riportano quelli principali:

- Solettone di regolamento dell'armamento ferroviario, largo 3,65 m ove vengono immorsate le traverse biblocco. Tale solettone ha di regola la pendenza trasversale del binario;
- Vano per la condotta antincendio sotto il marciapiede di evacuazione/soccorso;
- Cavidotto formato da 4 tubi in PVC diametro 200 mm per i cavi del sistema di segnalamento sotto il marciapiede di evacuazione/soccorso;
- Cavidotto formato da 4 tubi in PVC diametro 200 mm per i cavi elettrici di media tensione sotto il marciapiede di evacuazione/soccorso;

## Rapport general descriptif PRV – Volume 2

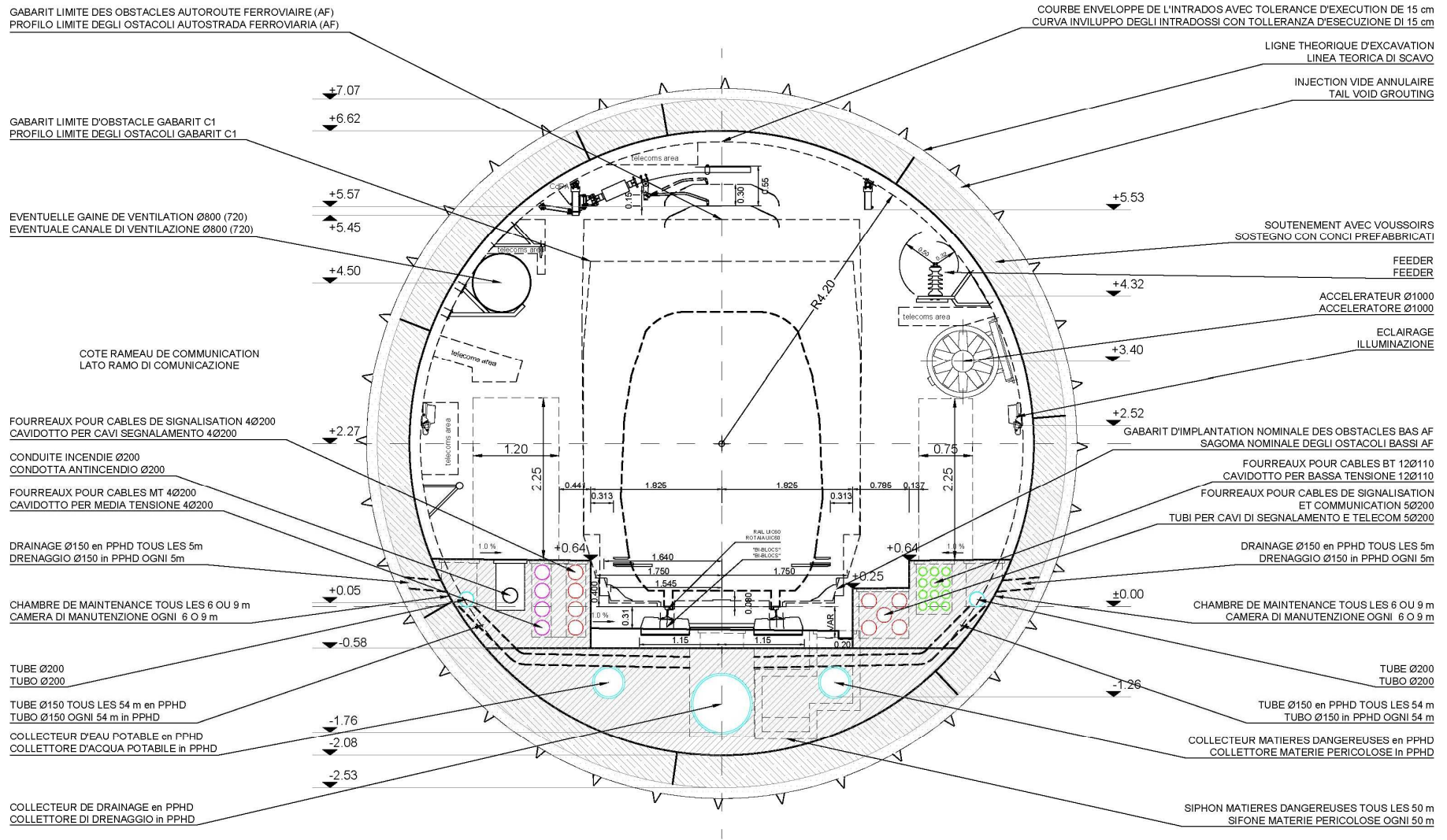
## Relazione generale illustrativa PRV – Volume 2

- Multitubulaire 5 tubes en PVC d'un diamètre de 200 mm pour les câbles du système de signalisation et des télécommunications sous le quai de service ;
- Multitubulaire 12 tubes en PVC d'un diamètre de 200 mm pour les câbles électriques de basse tension sous le quai de service ;
- Main courante continue le long du quai d'évacuation/secours en PEAD, conformément aux règles sur la sécurité en tunnel.

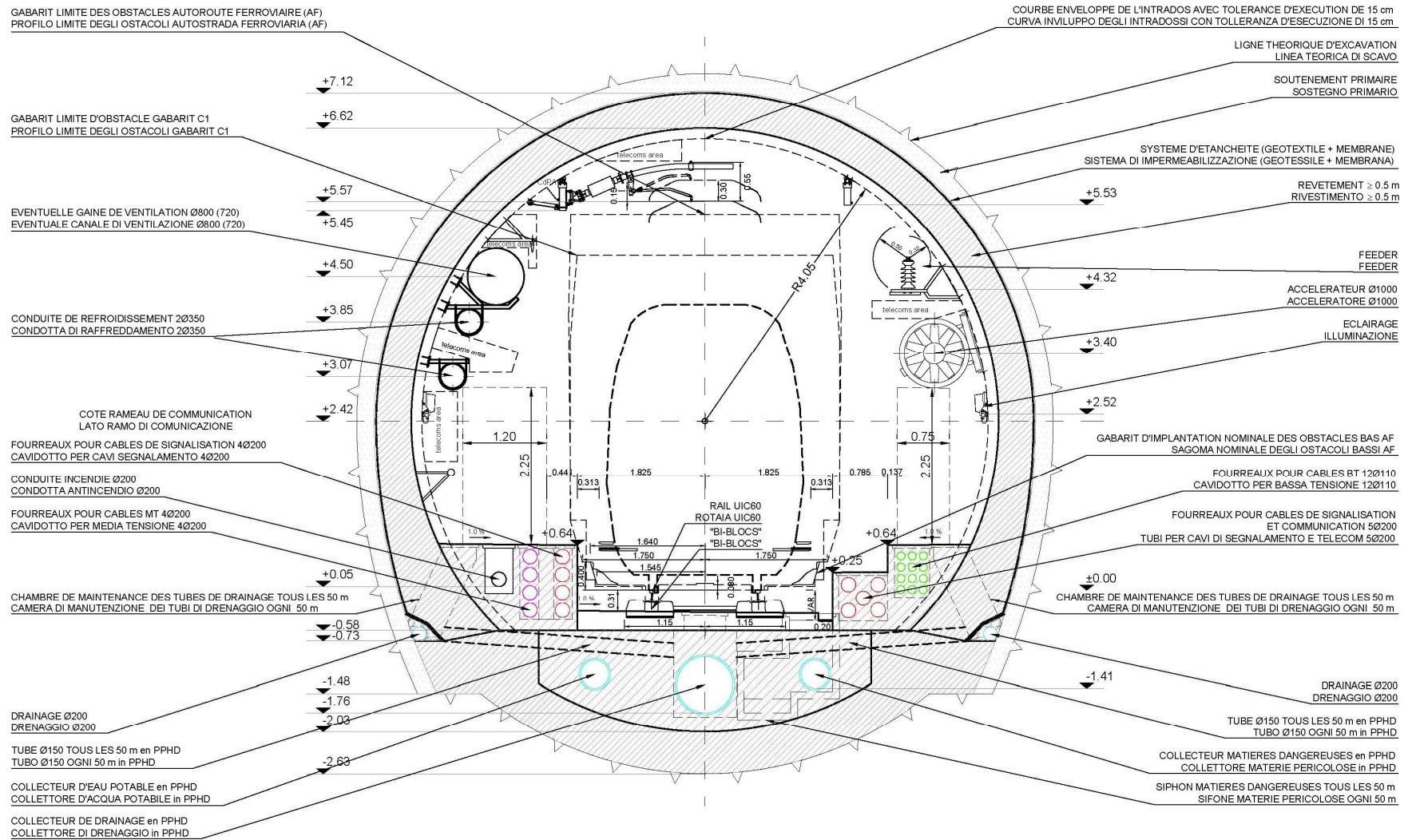
A partir du pk 56+385 environ jusqu'à la tête est de Suse, la ligne primaire d'alimentation 132 kV Venaus-Suse est insérée dans l'espace à l'intérieur de la galerie

- Cavidotto formato da 5 tubi in PVC diametro 200 mm per i cavi del sistema di segnalamento e delle telecomunicazioni sotto il marciapiede di servizio;
- Cavidotto formato da 12 tubi in PVC diametro 200 mm per i cavi elettrici di bassa tensione sotto il marciapiede di servizio;
- Mancorrente continuo lungo il marciapiede di evacuazione/soccorso in PEAD, richiesto dalla normativa sulla sicurezza in galleria.

A partire dalla pk 56+385 circa fino all'imbocco Est di Susa nello spazio interno della galleria viene inoltre alloggiato il cavidotto per la linea primaria di alimentazione 132 kV Venaus-Susa.



**SEZIONE TIPO TUNNEL DI BASE - SCAVO CON TBM SCUDATA  
COUPE-TYPE DU TUNNEL DE BASE – EXCAVATION AVEC TUNNELIER**



SEZIONE TIPO TUNNEL DI BASE - SCAVO TRADIZIONALE  
COUPE-TYPE DU TUNNEL DE BASE – EXCAVATION EN TRADITIONNEL



### 9.1.5 Site de sécurité de Clarea ed ouvrages annexes

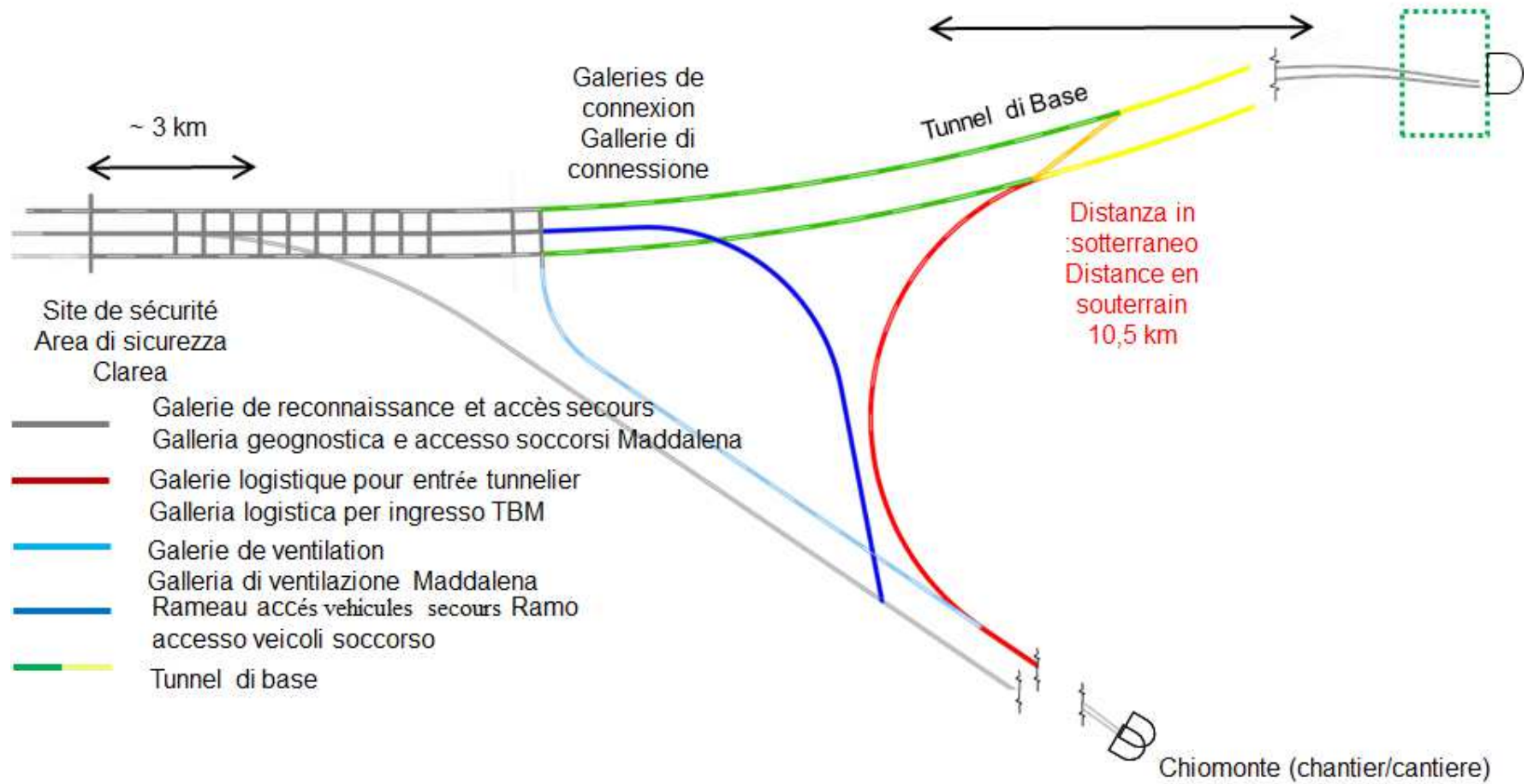
Le site de sécurité souterrain de Clarea se trouve au pk 52+164,5 et est constitué des éléments principaux suivants :

- Site de Sécurité, en souterrain au niveau des deux tubes du Tunnel de Base ;
- Galerie de La Maddalena pour les reconnaissances géologiques durant la première phase des travaux d'excavation du tunnel et, en phase d'exploitation, d'accès depuis l'extérieur au Site de Sécurité (dénommée ci-après « galerie Maddalena 1).
- Galerie de connexion 1
- Galerie Maddalena 2
- Galerie de connexion 2
- Galerie Maddalena 1 bis

### 9.1.5 Opere in sotterraneo costituenti il nodo Maddalena-Clarea

Con il Progetto di Variante si prevede la realizzazione di un importante nodo costituito dalle seguenti opere in sotterraneo:

- Area di Sicurezza di Clarea alla pk 52+164,5 a livello delle due canne del Tunnel di Base;
- Galleria della Maddalena, con finalità di galleria di ricognizione geognostica durante la prima fase dei lavori di scavo del tunnel e, in fase di esercizio, di accesso dall'esterno del Sito di Sicurezza (nel seguito denominata anche “Galleria Maddalena 1”)
- Galleria di Connessione 1
- Galleria Maddalena 2
- Galleria di Connessione 2
- Galleria Maddalena 1 bis



### 9.1.5.1 Site de Sécurité de Clarea

A des fins de sécurité en cas d'accidents, trois sites de sécurité sont prévues le long du tunnel de base (TdB) : La Praz, Modane et Clarea. Ces sites fournissent un accès au tunnel de base aussi bien pour les secours que pour la maintenance. En outre, les sites de sécurité permettent l'accueil des voyageurs dans un lieu sûr (destiné également aux premiers soins).

le site de sécurité de Clarea est située au pK 52+164,5. Il présente une longueur de 750 m et une pente longitudinale de 2%. Au niveau du site de sécurité, la section transversale des deux tubes du Tunnel de Base est plus importante que celle de la section courante, pour offrir les espaces nécessaires à la fonction de site de sécurité. Entre les deux tubes du Tunnel de Base se trouve une troisième galerie intertube, qui constitue la salle d'accueil,.

L'axe du site est fixé au pk 52+164,5, au niveau de l'axe de la salle d'accueil ; le site s'étend sur une longueur de 405 m vers l'ouest (jusqu'aux cavernes de démontage des TBM provenant de Modane, cavernes exclues) et 424,7 m à l'est (jusqu'à la fin de la caverne technique).

La caverne technique n'est donc pas en position centrale mais se trouve à l'extrémité Est de la zone.

Dans la zone centrale du site de sécurité, la galerie intertube se développe sur deux niveaux : au niveau supérieur se trouve la galerie intertube à proprement parler, qui permet l'accès des services de secours. Au niveau inférieur, sur une longueur de 400 m, se trouve la salle d'accueil où convergent les rameaux piétons de liaison avec les deux tubes à voie unique, prévus tous les 50 m.

### 9.1.5.1 Area di Sicurezza di Clarea

Ai fini della sicurezza in caso di incidenti, sono previste tre aree di sicurezza lungo il Tunnel di Base (TdB): La Praz, Modane e Clarea. Queste aree forniscono un accesso al Tunnel di Base sia per il soccorso che per la manutenzione. Inoltre le aree di sicurezza permettono l'accoglienza dei viaggiatori in un luogo sicuro (adibito anche alla prestazione delle prime cure).

L'area di sicurezza di Clarea è situata alla pK 52+164.5. Essa presenta una lunghezza di 750 m ed una pendenza longitudinale pari al 2%. In corrispondenza dell'area di sicurezza la sezione trasversale delle due canne del Tunnel di Base risulta maggiore rispetto alla sezione corrente, per garantire gli spazi necessari all'espletamento della funzione di Area di Sicurezza. Tra le due canne del Tunnel di Base si trova una terza galleria intertubo che costituisce la sala d'accoglienza.

L'asse dell'area è fissato alla pk 52+164.5, in corrispondenza dell'asse della sala d'accoglienza; l'area si estende per una lunghezza di 405 m verso Ovest (fino alle caverne di smontaggio delle TBM provenienti da Modane, caverne escluse) e 424.7 m verso Est (fino alla fine della caverna tecnica).

La caverna tecnica non è quindi in posizione centrale ma si trova all'estremità Est dell'area.

Nella zona centrale dell'area di sicurezza la galleria intertubo si sviluppa su due livelli: al livello superiore si trova la galleria intertubo propriamente detta, che consente il transito dei mezzi di soccorso; al livello inferiore, su una lunghezza di 400 m, si trova la sala di accoglienza, nella quale convergono i rami pedonali di collegamento con le due gallerie monobinario previsti ogni 50 m.



A l'extrémité est du site de sécurité, on trouve une chambre technique transversale à trois niveaux, sur laquelle se connecte la galerie de ventilation.

A l'extrémité ouest du site de sécurité, une zone de manœuvre pour les véhicules, deux réservoirs de recueil des liquides dangereux de 120 m<sup>3</sup> chacun et une chambre ouest avec un réservoir incendie de 520 m<sup>3</sup> sont prévus. A l'extrémité est, on trouve une zone de manœuvre pour les véhicules, deux réservoirs pour les liquides dangereux de 760 m<sup>3</sup> chacun.

La logistique d'accès au Site prévoit l'entrée à partir du tunnel de La Maddalena, jusqu'à atteindre le point de rassemblement des véhicules. À la fin du tunnel intertube deux espaces de manœuvre pour les véhicules sont prévus.

La logistique d'intervention de secours prévoit l'arrêt des véhicules au niveau de la zone d'arrêt, et ensuite l'entrée à pied des équipes d'intervention dans la salle d'accueil et dans les rameaux de liaison transversaux.

Les installations spécifiques pour la sécurité sont les suivantes :

- une installation de ventilation et de mise en surpression de la zone non ferroviaire du site de sécurité (c'est à dire la caverne technique, la salle d'accueil, la galerie intertube, les rameaux et la caverne Ouest), au moyen d'une gaine pour l'air frais située dans les galeries Maddalena 2 et Connexion 2 ;
- une installation d'extraction de l'air, qui dirige les fumées aspirées en voûte vers l'extérieur à travers un conduit de ventilation à l'intérieur des galeries Connexion 2 et Maddalena 2, en passant par une gaine aux troisième étage de la caverne technique ;
- un système anti-incendie qui garantit à tout moment une réserve d'eau adaptée pour les équipes de secours et alimente l'installation de brumisation situées dans les tubes du tunnel de base.

All'estremità est dell'area di sicurezza si trova una caverna tecnica trasversale a tre piani, sulla quale si innesta la galleria di ventilazione.

All'estremità ovest dell'Area di sicurezza sono previsti un'area di manovra per i mezzi, due serbatoi di raccolta dei liquidi pericolosi di 120 m<sup>3</sup> ciascuno ed una caverna ovest con il serbatoio antincendio di 520 m<sup>3</sup>. All'estremità est, sono previsti un'area di manovra per i mezzi, due serbatoi di raccolta dei liquidi pericolosi di 760 m<sup>3</sup> ciascuno.

La logistica d'accesso all'Area prevede l'ingresso a partire dalla galleria della Maddalena, sino ad arrivare al punto di raccolta dei mezzi. Alle estremità della galleria intertubo sono previste due aree di manovra per i veicoli.

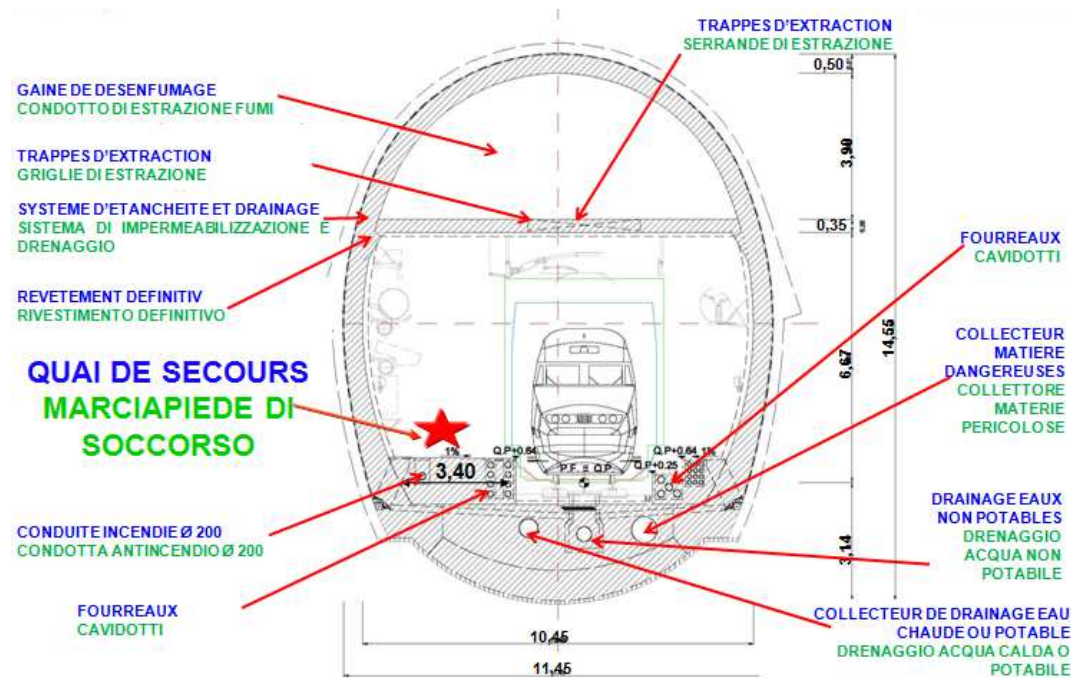
La logistica d'intervento di soccorso prevede l'arresto dei veicoli in corrispondenza dell'area di sosta, ed il successivo ingresso a piedi delle squadre d'intervento nella sala d'accoglienza e nei rami di collegamento trasversali.

Gli impianti specifici per la sicurezza sono:

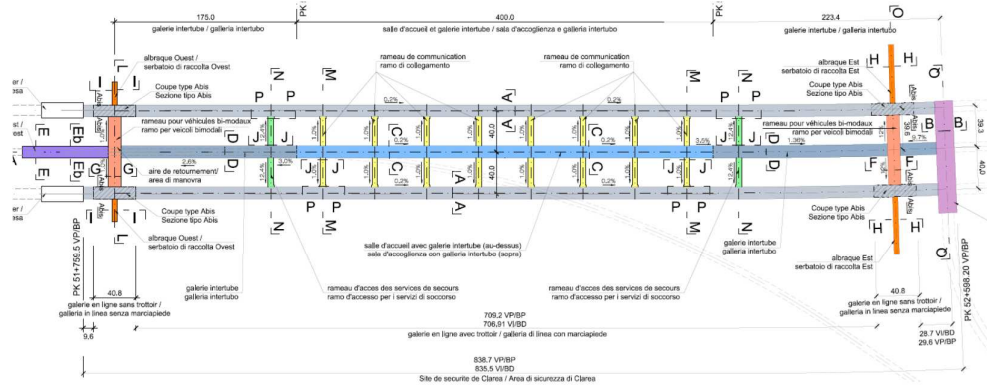
- Un sistema di ventilazione e di messa in sovrappressione della zona non ferroviaria dell'area di sicurezza (ovvero caverna tecnica, sala d'accoglienza, galleria intertubo, rami e caverna Ovest), per mezzo di un condotto d'aria fresca situato nelle gallerie di Maddalena 2 e di Connessione 2;
- Un sistema di estrazione fumi captati per aspirazione nella calotta delle gallerie in linea e successivamente immessi in un condotto specifico situato all'interno delle gallerie di connessione 2 e di Maddalena 2 mediante una condotta situata al terzo piano della caverna tecnica;
- Un sistema antincendio che garantisce in qualsiasi momento una riserva d'acqua adeguata per l'utilizzo da parte delle squadre di intervento e che alimenta il sistema di nebulizzazione situato nelle sezioni del Tunnel di Base.

Les locaux techniques concernant ces installations de sécurité ainsi que ceux concernant les autres équipements nécessaires (télécommunications, signalisation...) se trouvent dans la chambre technique.

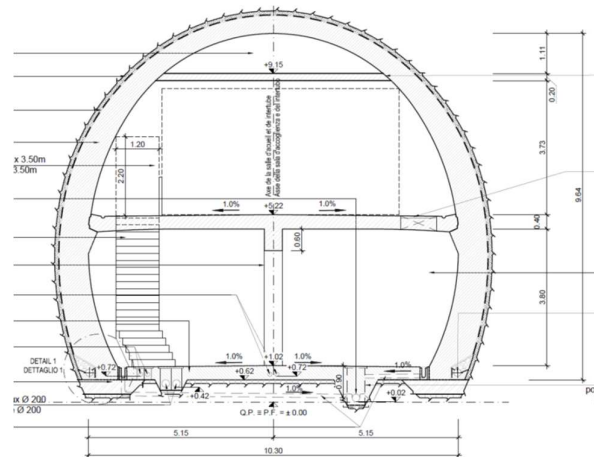
Nella caverna tecnica sono allocati i locali tecnici afferenti i suddetti impianti di sicurezza e quelli relativi alle ulteriori esigenze impiantistiche (telecomunicazioni, segnalamento...).



SEZIONE TIPO TUNNEL DI BASE IN CORRISPONDENZA DELL' AREA DI SICUREZZA DI CLAREA  
COUPE-TYPE DU TUNNEL DE BASE AU DROIT DU SITE DE SECURITE DE CLAREA



**AREA DI SICUREZZA DI CLAREA - PIANTA CHIAVE**  
**SITE DE SECURITE DE CLAREA - PLAN DE SITUATION**



**AREA DI SICUREZZA DI CLAREA - SEZIONE TRASVERSALE GALLERIA INTERTUBO E SALA D'ACCOGLIENZA**  
**SITE DE SECURITE DE CLAREA - COUPE TRANSVERSALE AU DROIT DU RAMEAUX DE LIAISON ET DE LA SALLE D'ACCUEIL**

### 9.1.5.2 Les Galeries Maddalena 1 et Connexion 1

Le rôle de ces galeries est triple :

- exploration géologique avant les travaux (seulement pour la galerie Maddalena 1) ;
- logistique durant la phase de construction (voie de communication pour le marin de l'excavation du Tunnel de base et pour la réalisation du site de sécurité de Clarea) ;
- accès des secours, jusqu'au site de Clarea, durant la phase d'exploitation de la ligne.

La galerie Maddalena 1, réalisée comme galerie de reconnaissance avec une section circulaire de diamètre interne de 5,00 mètres environ, s'insère en parallèle et que les tubes ferroviaires du tunnel de base au niveau du km 52. Elle continue entre les deux tubes du tunnel jusqu'au km 48 environ où était prévue le site de sécurité de Clarea dans le Projet Définitif approuvé (PD2).

Avec le déplacement du site au km 52 environ, les derniers 4 km environ de la galerie Maddalena 1 n'ont plus de fonctionnalités en phase d'exploitation et donc il peuvent être réutilisés pour le stockage des matériaux avec roches vertes qu'on prévoit de rencontrer jusqu'au portail est du Tunnel de Base. Il s'agit d'une évolution du système déjà appliqué avec succès par ANAS dans la construction du tunnel de Cesana sur la R.N. n. 24 et ils sont bien évidents les avantages de cette solution en termes économiques et environnementaux par rapport au transport des matériaux à la décharge spéciale en Allemagne.

7 niches de croisement des véhicules sont prévues sur le tronçon d'accès des services de secours le long de la galerie de Maddalena 1. Parmi ces dernières, 2 sont équipées d'une cabine électrique et 2 d'une cabine de télécommunication.

Au niveau de la jonction avec la galerie de connexion 1 une section élargie est prévue, avec une branche d'inversion des véhicules et l'espace pour une cabine de télécommunication. Au niveau de la galerie de connexion 1, une

### 9.1.5.2 Le Gallerie Maddalena 1 e Connessione 1

Il ruolo di queste gallerie è triplice :

- esplorativo geognostico prima della fase di cantiere (solo per la galleria Maddalena 1) ;
- logistico durante la fase di costruzione (via di comunicazione per il marino dello scavo del Tunnel di Base e per la realizzazione dell'area di sicurezza di Clarea);
- accesso dei soccorsi, fino all'area di Clarea, in fase di esercizio della linea.

La galleria Maddalena 1, realizzata come cunicolo esplorativo, a sezione circolare di diametro interno di 5,00 m circa, si inserisce in parallelo alle canne ferroviarie del Tunnel di Base in corrispondenza del km 52 e prosegue tra le due canne del Tunnel fino al km 48 circa, dove, nel Progetto Definitivo approvato (PD2), era prevista l'Area di Sicurezza di Clarea.

Con lo spostamento di quest'ultima al km 52 circa, gli ultimi 4 km circa della galleria Maddalena 1 non hanno più alcuna funzione in fase di esercizio e quindi possono essere riutilizzati per lo stoccaggio del materiale contenente rocce verdi che si prevede di incontrare a ridosso dell'imbocco est del Tunnel di Base. Si tratta di un'evoluzione del sistema già adottato con successo da ANAS nella costruzione della galleria di Cesana sulla S.S.n.24 e sono del tutto evidenti i vantaggi di questa soluzione in termini economici ed ambientali rispetto al trasporto del materiale a discarica speciale in Germania, come previsto nel PD2

Lungo la galleria di Maddalena 1 nella tratta di accesso dei servizi di soccorso sono previste 7 nicchie di incrocio dei veicoli. Di esse, 2 sono equipaggiate di cabina elettrica e 2 di cabina telecomunicazioni.

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

niche pour la cabine de télécommunication est prévue. Le tronçon incurvé sera à deux voies. Par conséquent les niches de croisement ne sont pas nécessaires.

27 niches pour la logistique de stockage sont prévues le long du tronçon de la galerie de Maddalena 1 destinée au stockage souterrain des roches vertes. Les niches existantes sont également complétées.

Le projet prévu durant cette phase intègre la galerie de reconnaissance comme défini par les plans « tels que construit ». Les interventions d'excavation et de soutènement faisant l'objet de cette phase du projet concernent les niches (sauf celles existantes) et la galerie de connexion 1. La réalisation du revêtement définitif concerne la galerie de reconnaissance, la galerie de connexion 1 et les niches.

Le profil de la galerie est étudié de manière à garantir l'accès des véhicules bi-modaux, de secours et d'entretien, au tunnel de base et au site de sécurité de Clarea.

Le gabarit libre pour le passage des moyens de transport est de 3,5 x 3,5 m (b x h).

La section présente un revêtement définitif d'une épaisseur de 40 cm au niveau de la calotte et de 60 cm au niveau du radier contre-vouté. Avant de couler le revêtement, les interstices entre les cintres sont remplis avec du béton projeté, afin de créer une surface régulière pour la pose de l'étanchéité.

per cabina telecomunicazioni. La tratta in curva sarà a doppio senso di marcia, quindi non sono necessarie nicchie di incrocio.

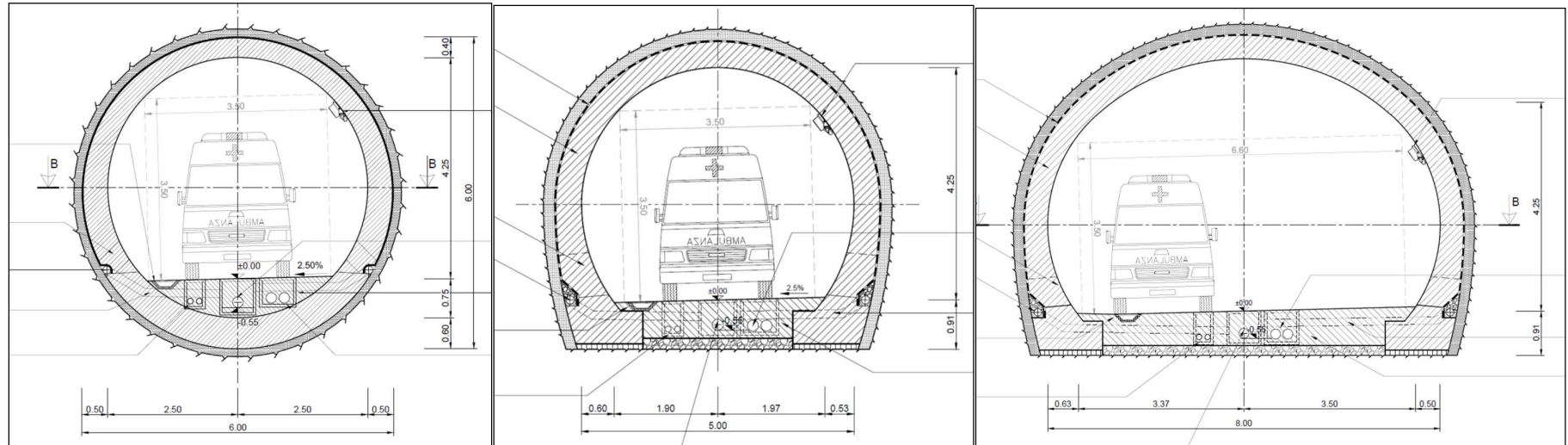
Lungo la tratta della galleria di Maddalena 1 destinata allo stoccaggio sotterraneo delle rocce verdi, sono previste 27 nicchie per la logistica di stoccaggio. Inoltre sono integrate le nicchie esistenti.

La progettazione prevista in questa fase integra il cunicolo esplorativo così come definito dall'as built. Gli interventi di scavo e sostegno oggetto della presente fase di progetto riguardano le nicchie (salvo quelle esistenti) e la galleria di connessione 1, la realizzazione del rivestimento definitivo riguarda il cunicolo esplorativo, la galleria di connessione 1 e le nicchie.

La sagoma della galleria è studiata in modo da garantire l'accesso dei veicoli bimodali e dei mezzi di soccorso e manutenzione al Tunnel di Base e all'area di sicurezza di Clarea.

La sagoma libera per il passaggio dei mezzi è di 3.5 x 3.5 m (b x h).

La sezione presenta un rivestimento definitivo di spessore 40 cm in calotta e 60 cm in arco rovescio. Prima del getto del rivestimento, si riempiono gli interstizi tra le centine con cls proiettato, al fine di creare una superficie regolare per la posa dell'impermeabilizzazione.



Sezione corrente Galleria Maddalena 1  
Coupe courante Galerie Maddalena 1

Sezione corrente Galleria Connessione 1 a senso unico  
Coupe courante Galerie Connexion 1 à sens unique

Sezione corrente Galleria Connessione 1 a doppio senso  
Coupe courante Galerie Connexion 1 à double sens

**SEZIONI TIPO DELLE GALLERIE MADDALENA 1 E CONNESSIONE 1  
COUPE-TYPE DES GALERIES MADDALENA 1 ET CONNEXION 2**

### 9.1.5.3 Le Gallerie della Maddalena 2 e Connessione 2

La variante du projet suite à la prescription n°235, émise par le CIPE durant la phase d'approbation du Projet Définitif, a entre autres comme conséquences le remplacement de la galerie de ventilation de Val Clarea, prévue durant la phase de projet précédente, par une nouvelle galerie dénommée Maddalena 2 (avec portail d'entrée situé à la Maddalena, sur la commune de Chiomonte). L'excavation de cette galerie se fera avec un tunnelier à bouclier qui poursuit ensuite dans le tunnel de base en continuant sur la même voie paire jusqu'au portail de Suse.

Étant donné que le tunnelier s'insère dans le tunnel de base au pk 53+514 alors que le site de sécurité de Clarea est prévue plus en amont, il a été prévu de réaliser une galerie de connexion, dénommée Galerie de connexion 2, qui permet de relier la galerie Maddalena 2 à la caverne technique du site de sécurité.

### 9.1.5.3 Le Gallerie della Maddalena 2 e Connessione 2

La variante progettuale a seguito della prescrizione n. 235, emessa da parte del CIPE in fase di approvazione del Progetto Definitivo, ha tra le varie conseguenze la sostituzione della galleria di ventilazione di Val Clarea, prevista nella fase progettuale precedente, con una nuova galleria denominata Maddalena 2 (con portale d'imbocco situato alla Maddalena, in comune di Chiomonte) e lo scavo di questa galleria con una TBM scudata che si innesta poi nel Tunnel di Base proseguendo sul Binario Pari dello stesso fino al portale di Susa.

Siccome la TBM si innesta sul Tunnel di Base alla pk 53+514 mentre l'area di sicurezza di Clarea è prevista più a monte, è stata prevista la realizzazione di una galleria di connessione, denominata Galleria di Connessione 2, che permette di congiungere la galleria Maddalena 2 con la caverna tecnica dell'area di sicurezza.

Jusqu'à la jonction avec la galerie de connexion 2 (Pk 2035), la galerie Maddalena 2 a pour fonction la ventilation du site de sécurité de Clarea et l'extraction des fumées du tunnel de base. Ces fonctions continuent avec la galerie de connexion 2, alors que sur le tronçon restant de Maddalena 2 le stockage irréversible des roches vertes est effectué, dans une zone qui ne sera plus accessible durant la phase d'exploitation.

La galerie de Maddalena 2 a une longueur totale de 3058,3 m, dont les premiers 2144 m sont destinés à la ventilation et le tronçon restant au stockage des roches vertes. La pente maximum est de 4 %.

La galerie de connexion 2 a une longueur totale de 1058,2 m, avec une pente maximum de 3,86 %.

Aucune niche n'est nécessaire sur le tronçon de Maddalena 2 utilisé pour la ventilation et dans la galerie de connexion 2.

L'aménagement interne de la galerie Maddalena 2 prévoit la séparation de la zone d'extraction des fumées du tunnel de base en cas d'incendie et du conduit de ventilation de site de sécurité par un diaphragme de séparation en béton armé d'une épaisseur égale à 25 cm. Une porte d'accès au conduit est prévue tous les 300 m.

L'aménagement interne dépend de la méthode d'excavation, selon qu'elle soit classique (sur les 160 premiers mètres) ou mécanisée (sur les 2 km suivants environ). Le tronçon faisant l'objet des travaux d'excavation mécanisée présente les sections internes les plus réduites. La zone d'extraction des fumées a une surface utile de 39,6 m<sup>2</sup>. Le conduit de ventilation du site de sécurité a une section de 13,3 m<sup>2</sup>.

L'accès sera limité aux véhicules d'entretien de ladite galerie. Le gabarit libre pour le passage des véhicules est de 3,5 x 3,5m (b x h), aménagé dans la zone d'extraction des fumées.. Le gabarit d'encombrement pour une personne (0,8 x 2,25 m) doit également être garanti des 2 côtés de la galerie.

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

La galleria di Maddalena 2 ha una lunghezza totale di 3058.3 m, di cui i primi 2144 m dedicati alla ventilazione e la restante tratta per lo stoccaggio delle rocce verdi. La pendenza massima è del 4 %.

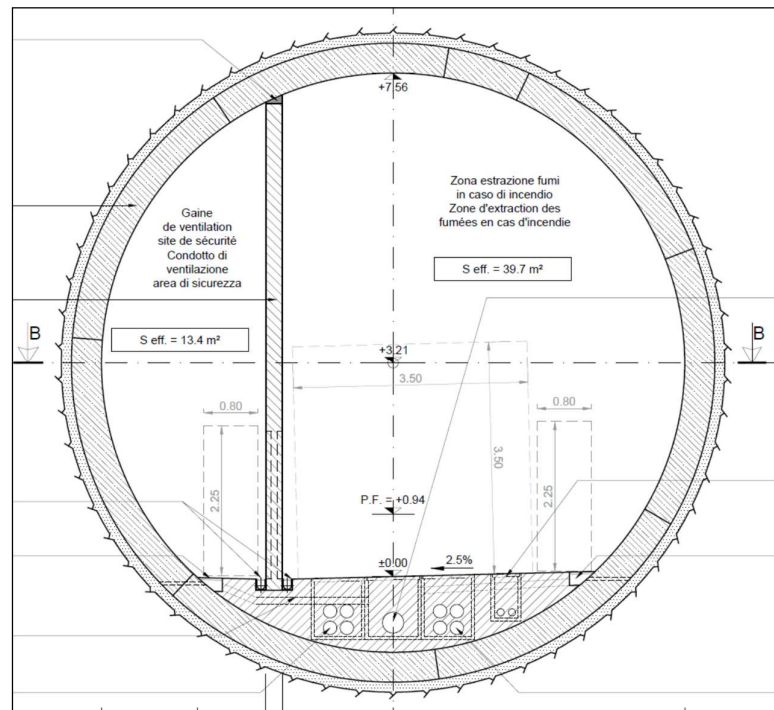
La galleria di connessione 2 ha una lunghezza totale di 1058.2 m, con una pendenza massima del 3.86 %.

Nella tratta di Maddalena 2 usata per la ventilazione e nella galleria di connessione 2 non sono necessarie nicchie.

La sistemazione interna della galleria Maddalena 2 prevede la separazione della zona di estrazione dei fumi del Tunnel di Base in caso di incendio dal condotto di ventilazione dell'area di sicurezza a mezzo di un setto di separazione in calcestruzzo armato di spessore pari a 25 cm. È prevista una porta di accesso al condotto ogni 300 m.

La sistemazione interna dipende dal metodo di scavo, se tradizionale (nei primi 160 m) o meccanizzato (per i successivi 2 km circa). La tratta in scavo meccanizzato presenta le sezioni interne più ridotte. La zona di estrazione fumi ha una superficie utile di 39.6 m<sup>2</sup>. Il condotto di ventilazione dell'area di sicurezza ha una sezione di 13.3 m<sup>2</sup>.

L'accesso sarà limitato ai soli mezzi di manutenzione della galleria stessa. La sagoma libera per il passaggio dei mezzi è di 3.5 x 3.5m (b x h), prevista nella zona di estrazione fumi. Inoltre la sagoma di ingombro per una persona (0.8 x 2.25 m) deve essere garantita sui 2 lati della galleria.



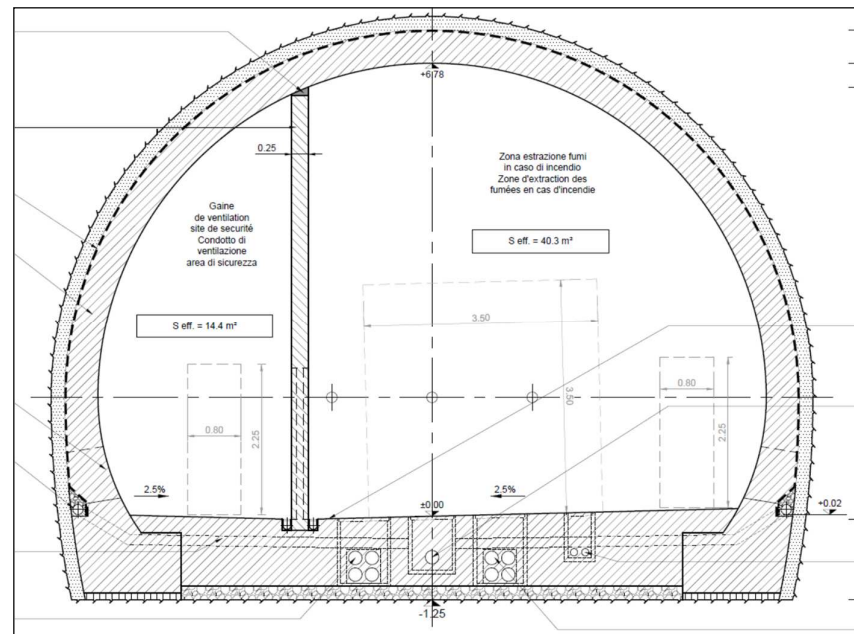
sezione corrente - galleria di Maddalena 2

coupe courante - galerie Maddalena 2

En ce qui concerne l'aménagement interne, la galerie de connexion 2 présente les mêmes caractéristiques que Maddalena 2. La section pour la ventilation est plus grande, égale à  $40,3 \text{ m}^2$  pour l'extraction des fumées et à  $14,4 \text{ m}^2$  pour le conduit de ventilation du site de sécurité.

Per quanto riguarda la sistemazione interna, la galleria di connessione 2 presenta le stesse caratteristiche di Maddalena 2. La sezione per la ventilazione è più grande, pari a  $40,3 \text{ m}^2$  per l'estrazione fumi e a  $14,4 \text{ m}^2$  per il condotto di ventilazione dell'area di sicurezza.





sezione corrente - galleria di connessione 2

coupe courante – galerie de connexion 2

#### 9.1.5.4 La Galerie de la Maddalena 1bis et la mise en dépôt des matériaux d'excavation dans les roches vertes

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, appelée « Galleria Maddalena 1bis » de longueur 1 km

#### 9.1.5.4 La Galleria della Maddalena 1bis e la messa a deposito del materiale di scavo nelle rocce verdi

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 denominata convenzionalmente “Galleria Maddalena bis” di lunghezza 1 km circa e accessibile da Maddalena 1, al fine di stoccare l'intero volume

environ (accessible depuis Maddalena 1) 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.

### **9.1.6 Tête des Galeries Maddalena 1 et Maddalena 2**

L'aire de la Maddalena, où sont situées les entrées des deux galeries, se trouve à l'embouchure Vallon Tiraculo – Rivière Clarea, sur le versant orographique gauche du cours d'eau Dora un peu en aval de la zone habitée de Chiomonte et avant le tronçon marqué des « Gorges de Suse ».

La zone est proche de l'autoroute A32 qui passe, en particulier, par les viaducs Clarea (deux viaducs séparés pour les deux chaussées) d'environ 600 mètres, dans un virage et avec une pente longitudinale d'environ 2,5 %, qui traversent la vallée et unissent la galerie Giaglione (à l'est) à celle de Ramat (à l'ouest).

La réalisation d'un nouveau semi-échangeur sur l'A32 (directions de et vers Suse) directement relié aux routes locales d'accès aux centrales de ventilation est prévue pour l'accessibilité à des fins de sécurité et de maintenance (sur la base des indications du CIPE).

Il est dans tous les cas possible de rejoindre l'aire de la centrale grâce aux routes locales existantes (route de la Centrale électrique – « via dell'Avanà »).

Dans la configuration d'exploitation, sur l'aire à l'entrée de la galerie de la Maddalena 1 et de la galerie Maddalena 2, il y aura la centrale de ventilation, une station-service et une aire de stationnement des véhicules de secours, alors que l'héliport pour les urgences est situé sur l'aire de Colombera.

La distance planimétrique entre les entrées des deux galeries est égale à environ 30 m et la nouvelle galerie, pour ne pas interférer avec la route des Gallie, est située à une cote d'environ 8-9 mètres plus bas, par rapport à la galerie de reconnaissance.

di scavo previsto. Queste gallerie saranno riempite di malta cementizia al fine di costituire un deposito stabile ed inaccessibile in fase definitiva.

### **9.1.6 Imbocco delle Gallerie Maddalena 1 e Maddalena 2**

L'area della Maddalena, dove sono ubicati gli imbocchi delle due gallerie, risulta ubicata allo sbocco Vallone Tiraculo – Rio Clarea, sul versante orografico sinistro della Dora poco a valle dell'abitato di Chiomonte e prima del tratto inciso delle “Gorge di Susa”.

L'area è a ridosso dell'autostrada A32 che interessa, nello specifico, il territorio con i viadotti Clarea (due viadotti separati per le due carreggiate) di circa 600 m, in curva e con pendenza longitudinale del 2,5% circa, che attraversano la valle ed uniscono la galleria Giaglione (ad est) a quella di Ramat (ad ovest).

Per l'accessibilità ai fini della sicurezza e della manutenzione è prevista (su indicazioni CIPE) la realizzazione di un nuovo semisvincolo sulla A32 (direzioni da e per Susa) collegato direttamente alla viabilità locale di accesso alle centrali di ventilazione.

E' comunque possibile raggiungere il piazzale della centrale attraverso l'esistente viabilità locale (strada della Centrale elettrica – Via dell'Avanà).

Nella configurazione di esercizio sul piazzale all'imbocco della Galleria della Maddalena 1 e Galleria Maddalena 2 avranno sede la centrale di ventilazione, un piazzale per servizio e per stationnement dei mezzi di emergenza, mentre l'eliperficie per l'emergenza è situata nell'area di Colombera.

La distanza planimetrica tra gli imbocchi delle due gallerie risulta pari a circa 30 m e la nuova galleria, per non interferire con la strada delle Gallie risulta posto ad una quota di circa 8-9 m più in basso, rispetto alla galleria geognostica.

### 9.1.7 Centrale de ventilation de la Maddalena

La nouvelle centrale de ventilation de la Maddalena, réalisée entièrement en béton armé, se développe sur deux niveaux, indépendants entre eux, au sous-sol et au rez-de-chaussée. Chacun d'entre eux est doté de cheminées pour l'aspiration de l'air et de locaux techniques correspondants.

La solution adoptée, suite aux nombreuses contraintes présentes, prévoit « l'union » des centrales de Maddalena et Clarea, avec superposition partielle de ces dernières. La configuration finale de la centrale nécessite également, durant les travaux, que l'aire de chantier se trouve sur deux niveaux différents comme l'entrée des deux galeries.

Une autre contrainte du projet est liée à la nécessité de prendre des mesures pour éviter la recirculation possible entre les prises et les refoulements des deux centrales. Suite à la confrontation avec les ingénieurs aérauliques, nous avons agi sur la hauteur et la position réciproque des points de prise/refoulement. En particulier, sur le corps des centrales, nous avons prévu la réalisation de deux petites tours orientées dans la position opposée, vers l'est Maddalena 2 et vers l'ouest Maddalena 1. Ces dernières sont éloignées d'environ 77,00 m, avec une hauteur plus importante de la tour de Maddalena 2 d'environ 8 m. Cette configuration, étant donnée le dénivelé entre les niveaux des deux centrales, porte la hauteur de la tour Maddalena 2 à environ 33,00 m au-dessus du niveau de l'aire. A titre de comparaison il suffit de penser que la hauteur du viaduc Clarea par rapport au fond de la vallée, varie approximativement entre 35,00 m et 50,00 m. Du point de vue planimétrique, la nouvelle configuration des centrales, en s'étendant le long du versant, permet d'avoir à disposition suffisamment d'espace tant pour la construction, que pour la réalisation des aires de service (rotation et manœuvres des véhicules de service).

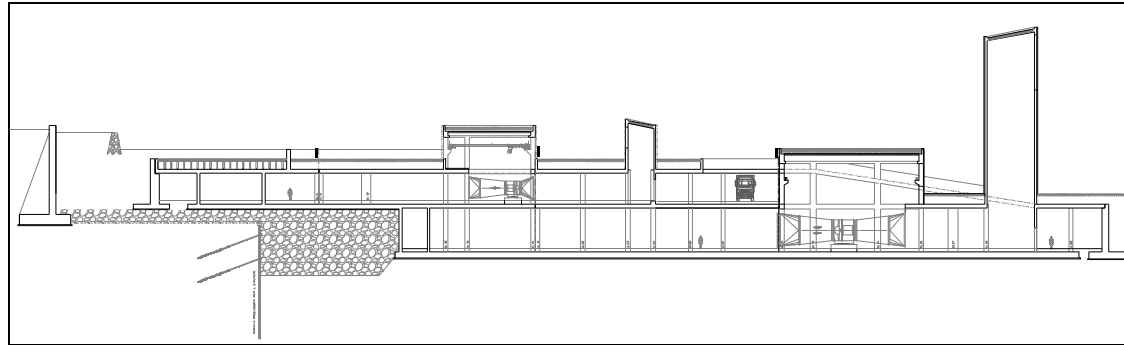
### 9.1.7 Centrale di ventilazione della Maddalena

La nuova centrale di ventilazione della Maddalena, realizzata interamente in conglomerato cementizio armato, si sviluppa con un sistema impiantistico su due livelli, indipendenti fra loro, al piano interrato e al piano terra, ognuno dei quali dotato di camini per l'aspirazione dell'aria e locali tecnici di pertinenza.

La soluzione adottata, a seguito dei numerosi vincoli presenti, prevede "l'unione" delle centrali di Maddalena e Clarea, con parziale sovrapposizione delle stesse. La configurazione finale della centrale sfrutta anche la necessità, in fase di costruzione, di avere il piazzale di cantiere posto su due piani diversi come l'imbocco delle due gallerie.

Un ulteriore vincolo di progettazione è legato alla necessità di adottare degli accorgimenti per evitare il possibile ricircolo tra prese e mandate delle due centrali. A seguito del confronto con i progettisti aeraulici, si è quindi agito su altezza e posizione reciproca dei punti di presa/mandata. In particolare sul corpo delle centrali si è prevista la realizzazione di due torrioni orientati in posizione opposta, verso est Maddalena 2 e verso ovest Maddalena 1. Gli stessi risultano distanti tra loro circa 77,00 m, con una maggiore altezza del torrino di Maddalena 2 di circa 8 m. Tale configurazione, dato il dislivello tra i piani delle due centrali, porta l'altezza del torrino di Maddalena 2 a circa 33,00 m da piano piazzale. Come confronto basti pensare che l'altezza del viadotto Clarea dal fondo valle, varia indicativamente tra 35,00 m e 50,00 m.

Dal punto di vista planimetrico, la nuova configurazione delle centrali, sviluppandosi lungo versante, consente di avere a disposizione adeguati spazi sia per la costruzione, sia per la realizzazione dei piazzali di servizio (svolta e manovra dei mezzi di servizio).



*Centrale di Ventilazione di Maddalena – Sezione Longitudinale*

*Centrale de ventilation de Maddalena – Coupe longitudinale*

### **9.1.8 Tête Italie du Tunnel de Base**

En préambule, on met en évidence qu'à partir de ce paragraphe on décrit des ouvrages qui ont fait déjà l'objet du Progetto Definitivo approvato (PD2) et donc ne font pas partie du Projet de Variante mais elles sont décrites pour mémoire et pour donner une information complète

Les travaux à la tête du côté italien du Tunnel de Base sont essentiellement composés de :

- Tête de tunnel côté Suse;
- Tronçon de tranchée couverte pour réaliser les liaisons en souterrain entre les voies Paires et Impaires et entre celles-ci et les voies d'évitement Voyageurs Paire et Impaire de la Gare Internationale de Suse.

Le début de la partie forée en souterrain du Tunnel de Base se trouve au pk 61+060 VP alors que la tête se trouve au Pk 61+203. La zone entre le début de la galerie forée et la tête est réalisée en tranchée couverte. La longueur de la tranchée couverte (144 mètres) est essentiellement motivée par trois contraintes :

### **9.1.8 Imbocco lato Italia del Tunnel di Base**

Si premette che a partire da questo paragrafo in poi saranno descritte opere già progettate nell'ambito del Progetto Definitivo approvato (PD2) e quindi non fanno parte del Progetto di Variante ma vengono descritte per memoria e completezza d'informazione.

Le opere all'imbocco lato Italia del Tunnel di Base sono essenzialmente costituite da :

- Portale di ingresso lato Susa;
- Tratto di galleria artificiale per realizzare i collegamenti in galleria tra i binari Pari e Dispari e tra questi e le Precedenze Viaggiatori Pari e Dispari della Stazione Internazionale di Susa.

L'imbocco della galleria naturale del Tunnel di Base si trova alla pk 61+060 BP mentre il Portale di Imbocco si trova alla progressiva Pk 61+203 La zona tra l'imbocco della galleria naturale ed il portale viene realizzato in galleria artificiale. La lunghezza della galleria artificiale (metri 144) deriva essenzialmente da tre motivazioni:

- architecturale ;
- de protection du bruit de la zone de la Maison de Retraite San Giacomo et de la Cascina Vazone ;
- de protection en cas d'incendie/accident de ladite zone.

La tranchée couverte est une structure en cadre en béton composée de deux tubes séparés, un pour la voie Paire et la Voie d'évitement connexe et l'autre pour la voie Impaire et la Voie d'évitement connexe, de manière à éviter le recyclage de l'air chaud et la propagation de l'incendie entre les deux tubes.

## 9.2 TRONCON A L'AIRE LIBRE DANS LA PLAINE DE SUSE

- architettonica;
- di protezione del rumore della zona della Casa di Cura San Giacomo e della Cascina Vazone;
- di protezione in caso di incendio/incidente della zona suddetta.

La galleria artificiale è una struttura scatolare in c.a. composta da due canne separate, una per il binario pari e il relativo Binario di Precedenza e l'altra per il binario dispari ed il relativo Binario di Precedenza, in modo da evitare il ricircolo dell'aria calda e la propagazione dell'incendio tra le due canne.

## 9.2 TRATTO ALL'APERTO NELLA PIANA DI SUSÀ



**PIANA DI SUSÀ: STATO ATTUALE**  
**PLAINE DE SUSE : ETAT ACTUEL**

Le tronçon à l'air libre dans la Plaine de Suse s'étend du pk 61+203 au pk 63+805 (VP) et comprend une superficie de 51 hectares occupée, en plus des voies de la nouvelle ligne, par :

- Des travaux extérieurs à la tête Est du Tunnel de Base ;
- La Gare Internationale de Suse ;
- Le Site de Sécurité de Suse ;
- La zone technique avec bâtiments techniques et faisceau de voies de maintenance, y compris les travaux extérieurs à la tête Ouest du Tunnel d'Interconnexion.

Les principaux ouvrages de génie civil concernent :

- Structure ferroviaire principalement en remblai et les ouvrages d'art moins importants de la nouvelle ligne et des installations ferroviaires associées ;
- Structure ferroviaire et ouvrages d'art de la déviation au niveau de la nouvelle gare internationale du tronçon Bussoleno-Suse de la Ligne Historique Turin-Suse ; Structures routières et ouvrages d'art relatifs aux déviations de l'Autoroute A32, avec l'échangeur connexe de Suse, de la Route Nationale 25, de la Route Provinciale 24 et du réseau routier à la suite de l'insertion de la nouvelle ligne dans le territoire ;
- Plateformes et bâtiments de service aux têtes des tunnels ;
- Bâtiment et aménagements externes de la Nouvelle Gare Internationale de Suse ;
- Pont en arc et ouvrages connexes pour le franchissement de la Dora Riparia ;
- Passage souterrain de l'autoroute A32;
- Bâtiments et couverture du Site Technique de Suse ;
- Station électrique dans le Site Technique de Suse ;
- Plateformes et réseau routier à l'intérieur du Site Technique et du Site de Sécurité de Suse ;
- Héliport au service du Site de Sécurité ;

Il tratto all'aperto nella Piana di Susa si estende dalla pk 61+203 alla pk 63+805 (BP) e comprende un'area di circa 51 ettari occupata, oltre che dai binari della nuova linea, da:

- Opere esterne al Portale Est del Tunnel di Base;
- Stazione Internazionale di Susa;
- Area di Sicurezza di Susa;
- Area Tecnica con fabbricati tecnologici e fascio binari di manutenzione, comprese le opere esterne al Portale Ovest della Galleria di Interconnessione.

Le principali opere civili riguardano:

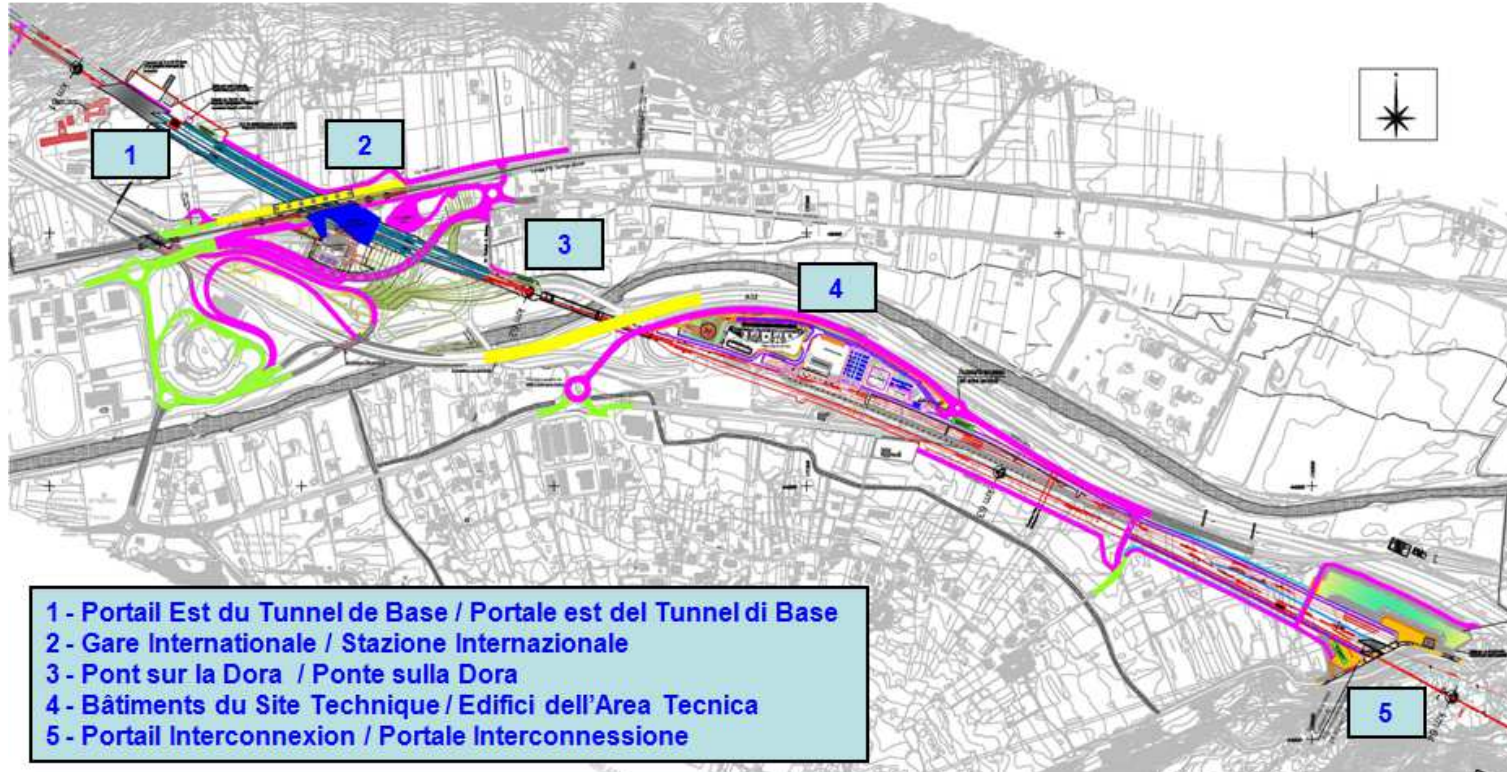
- Corpo ferroviario prevalentemente in rilevato ed opere d'arte minori della nuova linea e degli impianti ferroviari ad essa connessi;
- Corpo ferroviario ed opere d'arte della deviazione della Linea Storica Torino-Susa relativamente alla tratta Bussoleno-Susa in corrispondenza della nuova stazione internazionale;
- Corpi stradali ed opere d'arte relative delle deviazioni stradali della Autostrada A32, con il relativo svincolo di Susa, della SS.25, della SP 24 e della viabilità locale a seguito dell'inserimento nel territorio della nuova linea;
- Piazzali e fabbricati di servizio agli imbocchi delle gallerie;
- Fabbricato e sistemazioni esterne della Nuova Stazione Internazionale di Susa;
- Ponte ad arco e relativi fornicci per lo scavalco della Dora Riparia
- Sottopasso dell'autostrada A32;
- Fabbricati e copertura dell' Area Tecnica di Susa;
- Sottostazione Elettrica nell' Area Tecnica di Susa;
- Piazzali e viabilità interna all' Area Tecnica ed all' Area di Sicurezza di Susa;
- Elisuperficie a servizio dell' Area di Sicurezza;
- Interventi di mitigazione al rumore, realizzazione di superfici fotovoltaiche e sistemazioni esterne connesse agli interventi ferroviari;

- Interventions visant à atténuer le bruit, construction de panneaux photovoltaïques et aménagements extérieurs liés à l'exploitation ferroviaire ;
- Déviation du Canal Coldimosso la tête du Tunnel de l'Interconnexion, aménagements hydrauliques et déplacement des réseaux enterrés/aériens associés aux travaux ferroviaires.

L'ensemble des travaux de génie civil présents dans la plaine et mis en évidence dans le schéma (1 – Tête Est du Tunnel de Base, 2 - Gare Internationale, 3 - Pont sur la Dora 4 - Bâtiments du Site Technique 5 - Tête de l'Interconnexion) est homogène et correctement inséré dans le milieu environnant. Le critère de base utilisé pour la définition de ces ouvrages est l'unité architecturale, telle que définie par les Lignes Guide du Groupement d'Architecture EAP.

- Deviazione del Canale Coldimosso all'imbocco del Tunnel dell'Interconnessione, sistemazioni idrauliche e spostamento di sopra/sottoservizi connessi all'intervento ferroviario.

Il complesso di opere civili presenti nella piana ed evidenziate in figura (1-portale est del Tunnel di Base, 2-stazione Internazionale, 3-ponte sulla Dora, 4-edifici dell'Area Tecnica, 5-portale Interconnessione) ha una sua unitarietà ed è correttamente inserito nell'ambiente circostante. Il criterio base utilizzato per la definizione delle stesse è quello della unitarietà architettonica definita dalle Linee Guida del Gruppo di Architettura EAP.



LA PIANA DI SUSA – LA PLAINA DE SUSE



### **9.2.1 Ouvrages extérieurs à la tête Est du Tunnel de Base**

La description des travaux à la tête du Tunnel de Base est fournie au chapitre 8.1.6 auquel on peut se référer pour des informations complémentaires.

Les travaux extérieurs à la tête sont essentiellement constitués de :

- Plateforme de sécurité, placée sur le côté Voie Impaire, conçue pour contenir les véhicules de secours/service ;
- Bâtiment anti-incendie avec local pompes et réserve d'eau au service du Tunnel de Base (tronçon Site de Sécurité Clarea – Tête Est) ;
- Route d'accès à la plateforme qui se connecte au réseau routier secondaire de Borgata Braida.

### **9.2.2 Plateforme ferroviaire entre la tête Est du Tunnel de Base et le Pont sur la Dora**

La plateforme ferroviaire entre la tête Est du Tunnel de Base et le pont sur la Dora (du Pk 61+203 au Pk 62+027) se trouve en remblai, entourée principalement par des murs et est caractérisée par la zone des quais de la Gare Internationale de Suse. A cet égard, la plateforme ferroviaire est à quatre voies, formée de deux voies directes de la NLLT et des voies d'évitement Voyageurs. Le remblai, d'une hauteur maximale de 6 m, est en grande partie entre les murs de soutènement où sont positionnés les écrans anti-bruit.

### **9.2.3 La Gare Internationale de Suse**

#### **9.2.3.1 Conception**

La Gare Internationale de Suse a fait l'objet d'un concours international d'architecture. Le lauréat, c'est-à-dire le groupement Kengo Kuma & Associates Europe – AIA Ingénierie – Licigny Talhouet et associés – J&A Consultants a élaboré, de concert avec le Groupement TSE3, le Projet Définitif de la Gare.

### **9.2.1 Opere esterne all'imbocco Est del Tunnel di Base**

La descrizione delle opere di imbocco del Tunnel di Base è riportata al capitolo 8.1.6. ed a esso si rimanda per ulteriori informazioni.

Le opere esterne all'imbocco sono essenzialmente costituite da:

- Piazzola di sicurezza, posta sul lato Binario Dispari, atta a contenere i mezzi di soccorso/servizio;
- Fabbricato antincendio con locale pompe e serbatoio d'acqua a servizio del Tunnel di Base (tratto Area di Sicurezza Clarea – Imbocco Est);
- Strada di accesso alla piazzola che si collega alla viabilità secondaria di Borgata Braida.

### **9.2.2 Corpo ferroviario tra l'imbocco del Tunnel di Base ed il Ponte sulla Dora**

Il corpo ferroviario tra l'imbocco del Tunnel di Base ed il ponte sulla Dora (da Pk 61+203 a Pk 62+027.) è in rilevato, prevalentemente tra muri ed è caratterizzato dalla zona delle banchine della Stazione Internazionale di Suse. Per questo il corpo ferroviario è a quattro binari formato dai due binari di corsa della NLTL e dai binari di Precedenza Viaggiatori.

Il rilevato, di altezza massima m 6 è in gran parte ricompreso tra muri di sostegno su cui sono posizionate le barriere antirumore.

### **9.2.3 La Stazione Internazionale di Suse**

#### **9.2.3.1 Concezione**

La stazione Internazionale di Suse è stata oggetto di un concorso internazionale di idee con presentazione delle candidature il 2 marzo 2012. Dal concorso è risultato vincitore il gruppo Kengo Kuma & Associates. Su incarico di LTF questo gruppo ha sviluppato, di concerto con il Raggruppamento TSE3 il Progetto Definitivo della Stazione.

Sur le plan fonctionnel, les activités ferroviaires traditionnelles (à la fois relatives à la NLLT et à la Ligne Historique Suse-Bussoleno), sont complétées par des activités commerciales (boutiques, bars et restaurants), culturelles (Centre avec salle de conférence), des activités récréatives et sportives (aménagement pour gymnastique en plein air, location de vélos, terrains de sport de groupe), et d'information (offices de tourisme).

La construction s'étale sur plusieurs niveaux et doit desservir principalement deux lignes de chemin de fer, la nouvelle NLLT et la Ligne Historique Suse-Bussoleno qui se croisent et passent justement au niveau du bâtiment de la gare. Les contraintes ferroviaires sont représentées par le niveau inférieur occupé par la NLLT dont les côtés sont deux voies d'évitement avec deux quais pour les trains de voyageurs d'une longueur de 400 m et de la Ligne Historique Suse-Bussoleno à voie unique avec un quai d'une longueur de 400 m. La liaison entre la nouvelle ligne et la ligne historique est donc de type piétonne, insérée dans le bâtiment de la Gare Internationale.

Le bâtiment de la nouvelle gare se développe en spirale. Comme un origami, la surface de couverture se plie pour former une longue rampe qui mène les visiteurs du niveau du parc jusqu'au point de vue panoramique privilégié d'où l'on peut voir tous les points d'intérêt.

Un grand espace essentiellement piéton divise et relie la gare de la NLLT à la gare de la Ligne Historique. La principale zone pour les taxis, autobus et arrêt minute pour les voitures (drop off) se situe donc en dessous de la grande couverture entre les deux gares.

Les voyageurs qui doivent passer d'une ligne à l'autre traversent le portique et ont par conséquent la vue du nouveau parc où se trouvent également les aménagements sportifs.

Sul piano funzionale si è quindi inteso creare una nuova polarità capace di attrarre persone in orari diversi della giornata, anche a stazione chiusa, affiancando a quelle che sono le tradizionali attività ferroviarie (sia relative alla NLLT, sia alla Linea Storica Susa-Bussoleno) le attività commerciali (negozi, bar e ristorante), quelle culturali (centro con sala conferenze), quelle ludico sportive (attrezzature per ginnastica all'aria aperta, noleggio biciclette, campi per sport di gruppo), quelle informative (uffici per informazioni turistiche).

L'edificio si sviluppa su più livelli e deve comunque servire prioritariamente due ferrovie, la nuova NLLT e la Linea Storica Susa-Bussoleno che si incrociano e scavalcano proprio in corrispondenza del fabbricato stazione. I vincoli ferroviari sono rappresentati dal livello inferiore occupato dai due binari di corsa della NLLT ai cui lati vi sono due binari di precedenza con due banchine per treni viaggiatori lunghe 400 m e dalla Linea Storica Susa-Bussoleno ad un solo binario con una banchina per viaggiatori lunga 400 m. Il collegamento tra linea nuova e linea storica è quindi di tipo pedonale inserito nel fabbricato della Stazione Internazionale.

L'edificio della nuova stazione si sviluppa a spirale. Come un origami la superficie di copertura si piega a formare una lunga rampa che porta il visitatore dal livello del parco sino al punto di vista panoramico privilegiato ove tutti i punti di interesse sono visibili.

Un grande spazio coperto essenzialmente pedonale divide e collega la stazione della NLLT dalla stazione della Linea Storica. La principale zona taxi, autobus e fermata veloce per vetture (drop-off) si situa quindi al di sotto della grande copertura tra le due stazioni.

I viaggiatori che devono passare da una linea all'altra attraversano il portico ed hanno quindi vista verso il nuovo parco, ove si trovano anche le attrezzature sportive.

Le remblai actuel de la SITAF est exploité comme “niveau 0” qui s’étend jusqu’au grand espace public couvert pour obtenir une continuité de la zone piétonne.

La modification du sol est aussi justifiée par le fait que le remblai ainsi créé contient les parkings qui n’interrompent donc pas la continuité des espaces verts.

Tout le bâtiment est de conception parasismique selon la norme en vigueur.

L’attuale rilevato SITAF viene sfruttato come nuovo “livello 0” che si estende fino al grande spazio pubblico coperto ottenendo una continuità della zona pedonale.

La modifica del suolo è anche giustificata dal fatto che il rilevato così creato contiene i parcheggi, che quindi non interrompono la continuità del verde.

Tutto l’edificio è antisismico secondo la normativa vigente



**LA GARE INTERNATIONALE DE SUSE– LA STAZIONE INTERNAZIONALE DI SUSÀ**

### 9.2.3.2 *Bâtiment et schéma fonctionnel*

### 9.2.3.2 *Edificio e Layout funzionale*

La partie du bâtiment au-dessus du sol a une superficie d'environ 5 800 m<sup>2</sup> et une surface utile d'environ 7 500 m<sup>2</sup>.

Le layout fonctionnel est conçu de manière à séparer la gare de la NLLT de la gare historique par une place couverte.

La route à sens unique pour déposer les minutes est située entre les deux gares. La surface des deux gares constitue le niveau des services commerciaux, des liaisons avec le parc et l'espace de vie.

Les entrées principales donnent sur la place couverte qui est dotée de bancs et d'aménagements divers pour favoriser l'animation.

Les autres entrées de la gare de la NLLT et de la Ligne Historique sont séparées pour faciliter également la possibilité d'avoir des systèmes d'accès aux quais différents aux quais, contrôlable pour la NLLT, libre pour la Ligne Historique. Le hall d'entrée est toutefois commun de manière à permettre une information générale aux voyageurs par l'intermédiaire de dispositifs audio-visuels.

Les quais voyageurs de la NLLT sont accessibles seulement après avoir passé le contrôle des accès avec un système de type aéroportuaire.

Le quai de la Ligne Historique est en revanche libre d'accès mais, au moments d'inactivité significative, il est possible d'en fermer l'accès.

Directement au service des zones réservées aux gares, se trouvent aussi une salle pour la police des frontières, des billetteries, des bureaux pour les commerçants et des toilettes séparées, des locaux techniques pour la gestion et l'entretien des gares.

Les espaces commerciaux, répartis en groupes, sont situés au rez-de-chaussée, directement reliés aux espaces des gares, de la place couverte et du parc.

Les autres prestataires de services de transport, tels que la location de voitures et de bicyclettes, sont placés au niveau du parking souterrain.

La parte di edificio fuori terra ha una superficie coperta di 5.800 m<sup>2</sup> circa ed una superficie utile di circa 7.500 m<sup>2</sup>.

Il layout funzionale è concepito in modo da separare la stazione della NLTL da quella della ferrovia storica tramite una piazza coperta.

La strada a senso unico per la fermata veloce si situa tra le due stazioni. Il piano delle due stazioni è il livello dei servizi commerciali, della relazione con il parco e della socialità.

Gli ingressi principali si affacciano sulla piazza coperta, che è dotata di panchine ed attrezzature varie per favorire la socialità.

Gli atri di ingresso della stazione sono separati tra NLTL e Linea Storica, anche per facilitare il diverso sistema di accesso alle banchine, controllabile per la NLTL, libero per la Linea Storica. La hall di ingresso è però comune in modo da permettere una informazione globale ai viaggiatori attraverso dispositivi audio-visivi.

Le banchine viaggiatori della NLTL sono raggiungibili solo dopo aver passato il controllo degli accessi con un sistema di tipo aeroportuale.

La banchina della Linea Storica ha invece accesso libero ma, nei momenti di significativa inattività, è possibile impedire l'ingresso.

A diretto servizio delle zone dedicate alle stazioni vi sono poi un locale per la polizia di frontiera, biglietterie, uffici per gli esercenti e servizi igienici separati, locali tecnici per la gestione e manutenzione delle stazioni.

Gli spazi commerciali, suddivisi in gruppi, sono ubicati al piano terreno, direttamente connessi agli spazi delle stazioni, della piazza coperta e del parco.

Gli altri servizi a supporto della mobilità, quali noleggio auto e biciclette, sono posti a livello del parcheggio sotterraneo.

Oltre ai locali funzionalmente dedicati agli utenti dei treni ed al commercio, caratteristica saliente dell'intervento, già previsto nel PP2 approvato, è

En plus des locaux fonctionnels réservés aux usagers des trains et au commerce, l'élément marquant du projet, déjà prévu dans le PP2 approuvé, consiste à équiper la Gare Internationale de locaux et d'espaces au service du territoire et donc tournés vers la conviviabilité sous la forme d'activités culturelles et de loisirs.

Il a donc été prévu une série de salles aux étages supérieurs, avec des entrées indépendantes, facilement accessibles par la rampe en forme de spirale de la couverture qui les relie au parc et à la place couverte.

Au premier étage se trouvent un restaurant, une salle de concerts, de conférences et d'événements, une salle d'exposition, alors qu'à l'étage supérieur est située la cafétéria.

Tous ces espaces présentent des caractéristiques de flexibilité et d'adaptation au fil du temps.

Le revêtement du bâtiment consiste en une réinterprétation contemporaine de la couverture traditionnelle et en lauze caractéristique de l'endroit. La structure rhomboïdale est conservée mais le matériel utilisé est le métal (aluminium) à la place de la pierre. Les différents éléments rhomboïdaux présentent une fente au centre de manière à permettre des ouvertures de taille variable selon le besoin pour des performances optimales de confort environnemental du bâtiment (ventilation naturelle/éclairage).

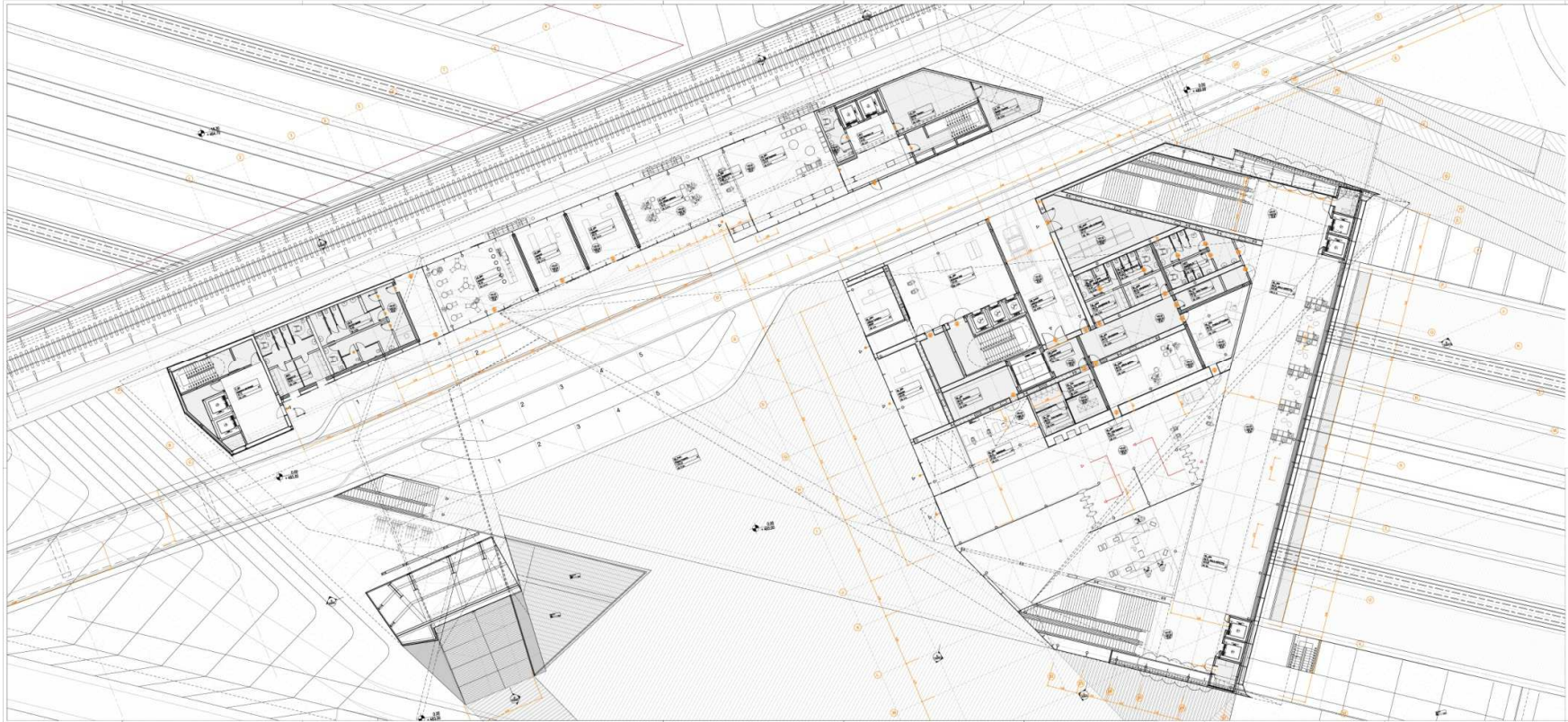
quella di dotare la stazione Internazionale di locali e spazi al servizio del territorio e quindi rivolti alla socialità sotto forma di attività culturali e ricreative.

E' stata quindi prevista una serie di locali ai piani superiori con accessi indipendenti, facilmente raggiungibili attraverso la rampa spiraliforme della copertura che li connette al parco ed alla piazza coperta.

Al primo piano vi sono un ristorante, una sala per concerti, conferenze ed eventi, una sala espositiva,, mentre al piano superiore è ubicata la caffetteria.

Tutti questi spazi hanno caratteristiche di flessibilità e di adattamento nel tempo degli spazi.

La pelle dell'edificio consiste in una reinterpretazione in chiave contemporanea della tradizionale e caratteristica copertura in lose del luogo. La trama romboidale viene mantenuta ma il materiale utilizzato anziché pietra è metallo (alluminio). I vari elementi romboidali presentano una piega al centro in modo tale da permettere delle aperture di dimensione variabile laddove richiesto per le ottimali prestazioni per il comfort ambientale dell'edificio (ventilazione naturale / illuminazione).



**PLAN GARE INTERNATIONALE DE SUSE – PIANTA STAZIONE INTERNAZIONALE DI SUSA**

### **9.2.3.3 *Espaces ouverts***

Les espaces ouverts sont essentiels pour profiter au mieux de l'aspect convivial proposé par la nouvelle gare internationale.

Le grand espace vert surélevé en face de la place couverte accueille quelques activités sportives, complémentaires de celles déjà en place à l'ouest du site. La promenade panoramique en couverture se poursuit niveau selon un plan de sol qui génère les espaces ouverts en définissant des

### **9.2.3.3 *Spazi Aperti***

Gli spazi aperti sono fondamentali per la fruizione sociale della nuova stazione internazionale.

La grande area verde sopraelevata antistante la piazza coperta ospita alcune attività sportive, a supporto di quelle esistenti ad Ovest del sito. La passeggiata panoramica in copertura continua a terra con un disegno di suolo che gestisce gli spazi aperti definendo degli ambiti racchiusi, alcuni

espaces clos, dont certains sont utilisés pour des activités de loisirs (terrain de basket-ball et équipements de sport individuel en plein air). Deux structures verticales relient l'aire extérieure aux parkings en dessous. Une masse d'arbres dense sert de « tampon » avec l'autoroute.

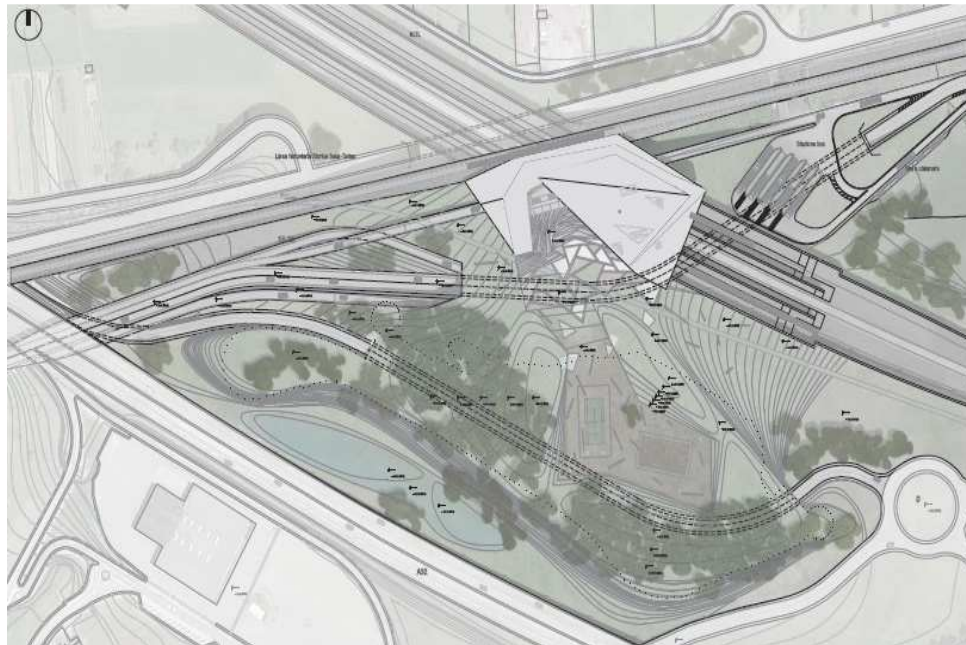
Le revêtement du sol est prévu en bois et pierre locale. Il se dissout progressivement, au fur et à mesure que l'on s'approche de la zone verte.

Une zone phytodéplicative sera placée en bas du nouvel espace vert côté rivière et purifiera les eaux grises et une partie des eaux noires venant de la gare. Deux autres zones situées à l'Est et à l'Ouest au pied du remblais seront utilisées comme bassins de rétention des eaux pluviales.

dei quali adibiti ad attività ludiche (campo da Basket e attrezzature sportive individuali all'aperto). Due corpi verticali connettono l'area aperta ai parcheggi sottostanti. Una massa arborea densa fungerà da cuscinetto verso l'autostrada.

La pavimentazione è prevista in pietra locale e legno. E' previsto un graduale dissolversi della pavimentazione man mano che ci sia avvicina alla zona erbosa.

Un'area fitodepurativa prenderà posto ai piedi del nuovo landscape lato fiume depurando le acque grigie e parte delle acque nere provenienti dalla stazione. Due altre aree situate a Est ed Ovest ai piedi del rilievo vengono utilizzate come bacini di ritenzione dell'acqua piovana.



**PLAN DE LA ZONE DE LA GARE INTERNATIONAL DE SUSE – PLANIMETRIA AREA STAZIONE INTERNAZIONALE DI SUSA**

#### 9.2.3.4 Accès externes et parkings

L'accès multimodal à la gare se fait sur trois niveaux. En outre, tous les espaces sont dépourvus de barrières architectoniques.

Le terminal pour autocars touristiques est le premier que l'on rencontre en venant de la route d'accès à l'est et est situé au niveau actuel du terrain naturel. La liaison piétonne au niveau principal de la gare où se trouve la place couverte, se fait par les ascenseurs à côté du bâtiment.

L'arrêt des autobus urbains, des véhicules particuliers à l'arrêt minute et des taxis est situé sur la place couverte.

Le stationnement de véhicules privés, d'une surface brute de plancher de 20.000 m<sup>2</sup>, se compose de deux étages souterrains à l'ouest de la gare. L'accès se fait par une rampe située le long de la route d'accès après la gare. Il est relié à pied à la place couverte et donc à la gare par des ascenseurs. La bretelle de sortie se connecte à la route réservée à la gare avant de déboucher sur la SS 25.

La gare est également accessible via une piste cyclable imaginée comme un chemin continu à travers toute la vallée le long de la rivière et de liaison entre les diverses polarités. La piste suit la ligne ferroviaire à grande vitesse et tangente la gare à l'ouest pour continuer vers le centre de Suse en passant sous la ligne historique Bussoleno-Suse et en rejoignant le réseau routier local (via Montello) au nord du site du projet. Le stationnement pour les bicyclettes est situé le long de l'itinéraire couvert d'une large rampe pour piétons qui mène du parc à la place couverte de la gare. En outre, un service de location de bicyclettes est situé dans le parking souterrain, à côté de la zone piétonne pourvue à la sortie d'une piste cyclable pour le parc.

#### 9.2.3.5 Bâtiment supportable pour l'environnement

L'approche du programme éco-responsable a inclus :

- La conception d'un revêtement performant qui met en oeuvre les principes de l'architecture bioclimatique ;
- La garantie d'assurer le confort des usagers et du personnel ;
- La gestion des différentes typologies d'eau du projet ;

#### 9.2.3.4 Accessi esterni e parcheggi

L'accesso multimodale alla stazione avviene su più livelli. Inoltre tutti gli ambienti sono privi di barriere architettoniche.

Il Terminal Bus turistici è il primo che si incontra provenendo dalla strada di accesso ad est ed è sul piano attuale di campagna. Il collegamento pedonale al piano principale della stazione, ove c'è la piazza coperta, avviene attraverso ascensori a lato del fabbricato.

La fermata degli autobus urbani, delle auto private in fermata veloce e dei taxi avvengono nella piazza coperta.

Il parcheggio dei veicoli privati, con superficie lorda di circa 20.000 m<sup>2</sup>, è costituito da due piani interrati ad ovest della stazione. L'accesso avviene attraverso una rampa situata lungo la strada di accesso dopo la stazione. Esso è pedonalmente collegato alla piazza coperta e quindi alla stazione mediante ascensori. La rampa di uscita veicolare si connette alla strada dedicata alla stazione prima che essa si immetta sulla SS 25.

La stazione è anche accessibile tramite una pista ciclabile immaginata come un percorso continuo in tutta la valle lungo il fiume e di connessione tra le diverse polarità. La pista segue la linea ferroviaria dell'alta velocità e passa tangente alla stazione a ovest per proseguire verso il centro di Suse sottopassando la linea storica Bussoleno-Susa e collegandosi alla viabilità locale (via Montello) a nord del sito di progetto. I parcheggi per le biciclette sono collocati lungo il percorso, coperti dall'ampia rampa pedonale che porta dal parco alla piazza coperta della stazione. Inoltre un servizio di noleggio biciclette è collocato all'interno del parcheggio interrato, in prossimità della rampa pedonale e ciclabile di uscita per il parco.

#### 9.2.3.5 Fabbricato sostenibile ambientalmente

L'approccio al conseguimento di uno sviluppo sostenibile ha riguardato:

- Il concepimento di un involucro performante valorizzando i principi dell'architettura bioclimatica;
- Garantire il confort degli utenti e del personale;
- Gestire correttamente le diverse tipologie di acqua del progetto;
- Partecipare alla riqualificazione ambientale ed urbana del sito.



- La participation à la requalification environnementale et urbaine du site.

La stratégie de ventilation est mixte :

- en hiver ventilation mécanique à double flux ;
- en été et mi-saison : ventilation naturelle mixte/mécanique avec contrôle de la ventilation mécanique en fonction du pourcentage de CO<sub>2</sub> dans l'air.

Des systèmes techniques performant ont été étudiés tels que :

- Production d'énergie par des pompes à chaleur ;
- Utilisation des ventilateurs de la Centrale thermique à faible consommation d'énergie ;
- Récupération d'énergie sur l'extraction de l'air vicié ;
- Variation de vitesse sur les pompes de distribution hydraulique ;
- Installation de sources d'éclairage à basse consommation ;
- Gestion de l'éclairage artificiel par des systèmes électroniques dont l'intensité lumineuse est fonction de la lumière naturelle ;
- Installation de capteurs photovoltaïques intégrés au toit.

Il est en outre prévu une gestion responsable des eaux avec des réseaux séparées des eaux claires de pluie, des eaux usées provenant des toilettes et des eaux grasses de la cuisine et du bar. Lorsque cela est possible l'auto-dépuration de l'eau avec le système de phyto-dépuration est prévue.

La strategia di ventilazione è mista:

- d'inverno ventilazione meccanica doppio flusso;
- estate e mezze stagioni: ventilazione mista naturale/meccanica con controllo della ventilazione meccanica in funzione della percentuale di CO<sub>2</sub> nell'aria.

Sono stati studiati dei sistemi tecnologici performanti quali:

- Produzione di energia con pompe di calore;
- Utilizzo dei ventilatori della Centrale termica a basso consumo elettrico;
- Recupero d'energia sull'estrazione dell'aria viziata;
- Variazione di velocità sulle pompe di distribuzione idraulica;
- Installazione di fonti d'illuminazione a basso consumo;
- Gestione dell'illuminazione artificiale da sistemi elettronici che graduano l'intensità luminosa in funzione della luce naturale;
- Messa in opera di captatori fotovoltaici integrati in copertura.

Si è inoltre prevista una gestione responsabile delle acque con reti separate per le acque bianche di pioggia, quelle nere di scarico dai servizi igienici e quelle grasse provenienti dalla cucina e dal bar. Ove possibile è prevista l'autodepurazione delle acque con il sistema della fitodepurazione.



**GARE INTERNATIONAL DE SUSE – STAZIONE INTERNAZIONALE DI SUSA**

#### **9.2.4 Ouvrage d'art de franchissement de la Dora Riparia à Suse**

Une fois dépassée la Gare Internationale de Suse, la ligne franchit la Dora Riparia avec un ouvrage d'art constitué de deux ouvrages distincts : côté Suse, par une cadre double en béton armé, côté Bussoleno, par un pont métallique isostatique à arc supérieur avec dalle en béton qui supporte le ballast.

L'ouverture de chaque travée du cadre double est d'environ 11,50 mètres.

Le pont en arc est long d'environ 98 m. La structure a été choisie lors du Projet Préliminaire Modificatif, après avoir évalué les alternatives d'une structure à poutres latérales réticulées et d'une structure haubanée, tant pour des raisons hydrauliques que par symétrie avec la solution adoptée pour franchir l'Arc à Saint-Jean-de-Maurienne. L'arc supérieur porte la poutre inférieure, également en métal, au moyen des suspentes. Le tablier est mixte acier-béton.

La hauteur de l'arc à son point le plus élevé est de 23 m. La largeur du tablier est de 17 m. Les culées du pont en arc sont en béton sur des pieux d'environ 1,5 m de diamètre.

Le cadre double est fondé sur des pieux de 80 cm de diamètre.

#### **9.2.4 Opera d'arte di scavalamento della Dora Riparia a Susa**

Superata la Stazione Internazionale di Susa, la linea scavalca la Dora Riparia con un'opera d'arte costituita da due opere distinte: lato Susa da un doppio fornice in c.a., lato Bussoleno da un ponte metallico isostatico ad arco superiore con soletta in c.a. che contiene il ballast.

La luce di ciascuno dei fornici in c.a. è di metri 11,50 circa.

Il ponte ad arco ha uno sviluppo di circa 98 m. Nel Progetto Preliminare in Variante la struttura è stata prescelta, dopo aver preso in considerazione in alternativa una struttura reticolare ed una struttura strallata, sia per motivi idraulici, sia per simmetria con la soluzione adottata a Saint-Jean-de-Maurienne per scavalcare l'Arc. L'arco superiore sorregge la travata inferiore, anch'essa metallica, mediante pendini. L'impalcato è misto acciaio-calcestruzzo.

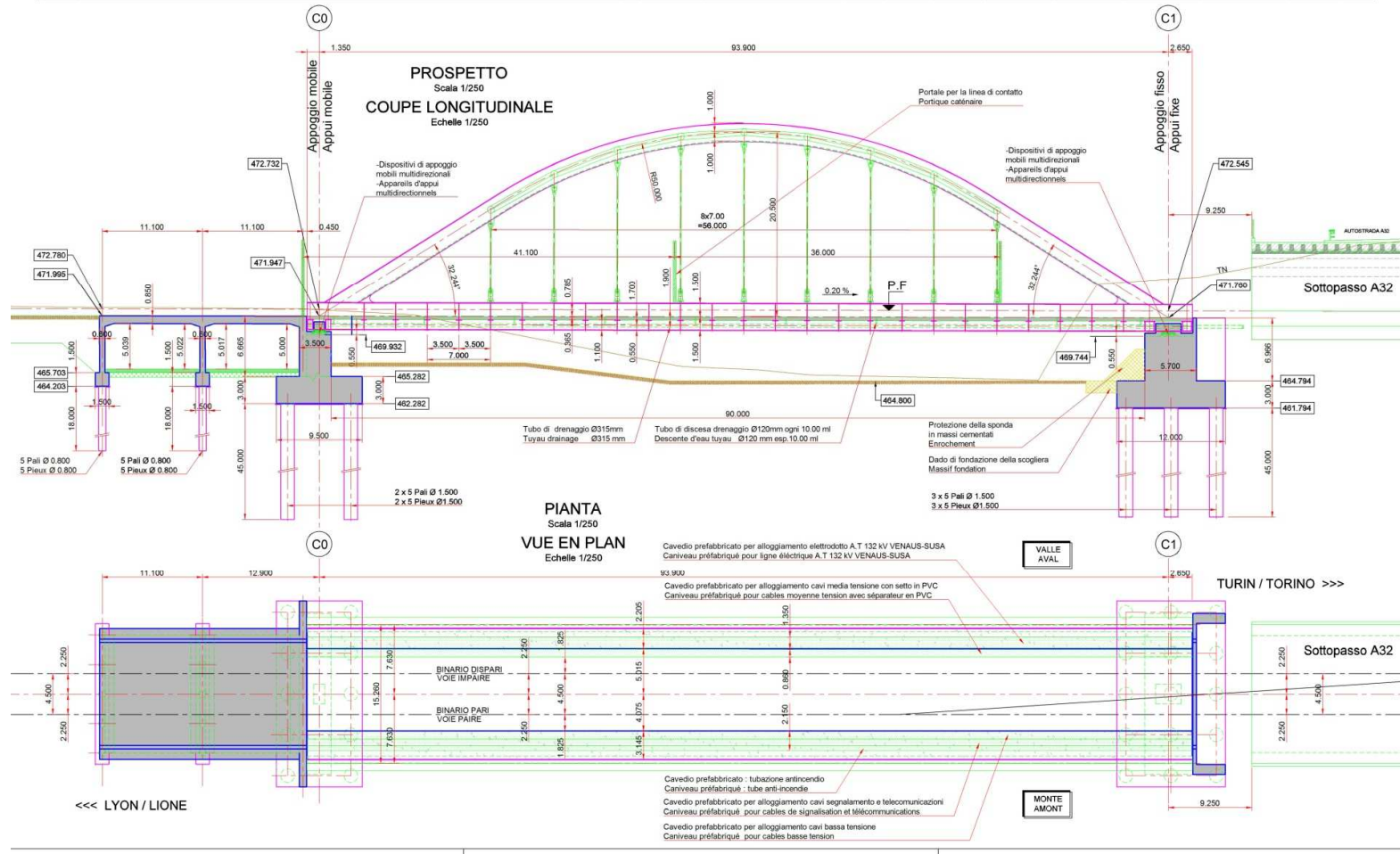
L'altezza dell'arco, nel suo punto massimo è di m 23, la larghezza dell'impalcato è di m 17. Le spalle del ponte ad arco sono in c.a. fondate su pali di diametro 1,5 m.

Il doppio fornice è poggiato su pali di fondazione del diametro 80 cm.



**PONT SUR LA DORA A SUSE – PONTE DORA A SUSA**





**COUPE LONGITUDINALE ET VUE EN PLAN DU PONT SUR LA DORA A SUSE  
 PROSPETTO E PIANTE PONTE DORA A SUSA**

### **9.2.5 Passage inférieur ferroviaire de l'Autoroute A32**

En aval de l'ouvrage d'art sur la Dora, la Nouvelle Ligne coupe l'autoroute A32. Pour résoudre cette interférence, il est nécessaire de réaliser un passage souterrain en cadre à l'intérieur duquel passe le chemin de fer. L'autoroute doit être relevée en ce point d'environ 1 m.

Les dimensions intérieures nettes sont de 13,40 m de largeur, de 6,70 m de hauteur au-dessus de la voie, de 110 m de longueur.

### **9.2.6 Le Site de Sécurité et le faisceau de service de Suse**

En aval de la Gare Internationale de Suse et du pont sur la Dora, se trouve le Site de Sécurité de Suse (en correspondance du pk 62+898, axe du quai de secours) qui sert également d'aire de service ferroviaire. Dans cette zone, deux voies d'évitement d'une longueur d'au moins 750 m et, après la voie d'évitement impaire, la voie de secours, également longue de 750 m, sont prévues à côté des voies principales. Cette dernière a comme fonction de traiter le train incendié, avec un quai pour l'évacuation des voyageurs. Le faisceau des voies de service est en courbe, avec 4 voies de 1 600 m environ. La pente longitudinale est de 2‰ et résulte à la fois des exigences fonctionnelles que doit respecter le faisceau et des contraintes altimétriques de la nouvelle ligne.

Pour le fonctionnement du faisceau, 3 autres voies sont présentes, dont un chantier de manœuvre d'environ 316 m de long, une voie à disposition d'environ 220 m de long et une voie pour le stationnement du train de secours d'environ 270 m de long.

Dans le Site technique et de sécurité, plusieurs bâtiments techniques sont prévus pour accueillir les équipements ferroviaires et non ferroviaires au service de la ligne ainsi que plusieurs aires où sont concentrées les fonctions de sécurité et de maintenance.

Les principaux bâtiments pour le fonctionnement technologique et la maintenance sont énumérés ci-dessous :

### **9.2.5 Sottopasso ferroviario dell'autostrada A32**

A valle dell'opera d'arte sulla Dora la Nuova Linea interseca l'autostrada A32. Al fine di risolvere tale interferenza è necessario realizzare un sottopasso scatolare in c.a. all'interno del quale transita la ferrovia. L'autostrada deve essere rialzata in sede di circa 1 m.

Le dimensioni nette interne sono di m 13,40 di larghezza, di m 6,70 di altezza sul piano del ferro, di m 110 di lunghezza.

### **9.2.6 L'Area di Sicurezza ed il Fascio Binari di Servizio di Susa**

A valle della Stazione Internazionale di Susa e del ponte sulla Dora, si trova l'Area di Sicurezza di Susa (in corrispondenza della pk 62+898 asse marciapiede di soccorso), che assolve anche il compito di area di servizio ferroviaria. In quest'area sono previsti, in adiacenza ai binari di corsa, due binari di precedenza lunghi almeno 750 m e, dopo il binario di precedenza dispari, il binario di soccorso, anch'esso di lunghezza 750 m, che ha la funzione di trattamento del treno incendiato, con relative banchine per l'evacuazione dei viaggiatori. Il fascio binari di servizio è in curva, con 4 binari dello sviluppo totale di 1600 m circa. La pendenza longitudinale è del 2‰ e deriva dalla coniugazione delle esigenze funzionali che il fascio deve rispettare e dei vincoli altimetrici presenti sulla nuova linea.

Per il funzionamento del fascio sono presenti ulteriori 3 binari, di cui un'asta di manovra di circa 316 m di sviluppo, un binario a disposizione lungo circa 220 m ed un binario per la sosta del treno di soccorso lungo 270 m circa.

Nell'Area tecnica e di sicurezza sono previsti alcuni fabbricati tecnologici in cui sono alloggiati impianti ferroviari e non ferroviari a servizio della linea e alcune aree ove vengono concentrate le funzioni di sicurezza e di manutenzione.

Si elencano di seguito i principali fabbricati per l'operatività tecnologica e la manutenzione:

- FSA : aire d'entretien des boggies, avec deux voies reliées au faisceau de maintenance ;
- SSE : Sous-station électrique LTF ;
- Aire de stationnement et de stockage ;
- Bâtiment Bureaux Techniques avec le Poste de Mouvement.

Les principaux sites fonctionnels pour l'organisation des opérations de sécurité sont listés ci-après :

- CRM : Point de Rassemblement des Véhicules ;
- PCA : Poste de Commandement Avancé, qui assure la communication entre le PCO et les équipes d'interventions ;
- PMA : Poste Médical Avancé ;
- CRI : Centre de Rassemblement des voyageurs impliqués dans l'accident ;
- Hélistation.

Du point de vue de l'architecture, le site technique et de sécurité de Suse est caractérisé par :

- Une zone couverte côté Nord qui comprend les bureaux techniques, PCA, PMA, CRI, FSA, SSE, Poste de Contrôle.
- Cette zone présente une couverture qui surplombe les bâtiments et les parkings et supporte une série de panneaux photovoltaïques.
- Une série de portiques à structure métallique réticulaire, tous les 50 m. Ces portiques ont une double fonction d'animation architecturale du volume linéaire des voies, et de soutien possible de la ligne de traction électrique des voies principales, des voies d'évitement marchandises, de la voie de secours et de certaines voies de service.
- Des écrans antibruit sur les côtés sud du site. Ces écrans contiennent des panneaux acoustiques à l'extérieur, ils supportent un revêtement en briques décoratifs, selon les indications de la charte architecturale.

- FSA: zona di rimessa carrelli, con due binari collegati al fascio di manutenzione;
- SSE: Sottostazione elettrica LTF;
- Zona di parcheggio e stoccaggio;
- Fabbricato Uffici Tecnici che contiene anche il Posto di Movimento.

Si elencano di seguito le principali aree funzionali per l'organizzazione delle operazioni di sicurezza:

- CRM: Centro Raccolta Mezzi;
- PCA: Posto di Comando Avanzato, che assicura la comunicazione tra il PCO e le squadre di intervento;
- PMA: Posto Medico Avanzato;
- CRI: Centro di Raccolta viaggiatori coinvolti nell'Incidente;
- Elisuperficie.

L'area tecnica e di sicurezza di Susa, dal punto di vista architettonico, è caratterizzata da:

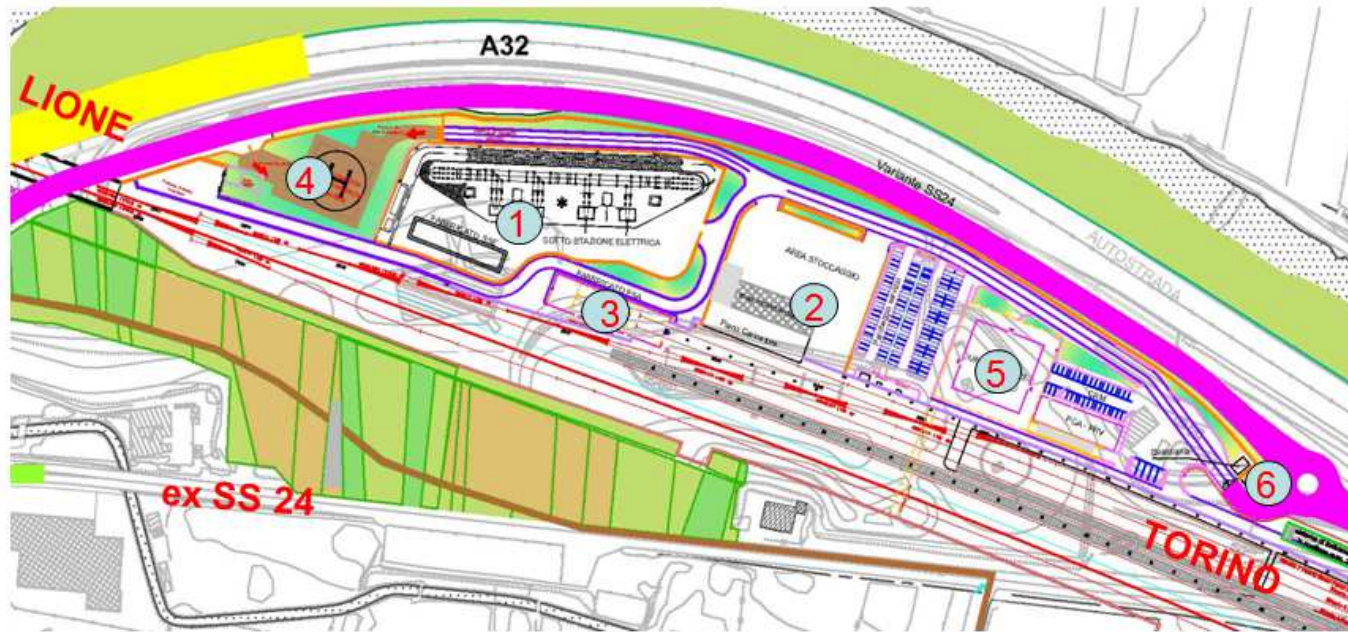
- Una zona coperta lato Nord che contiene i fabbricati uffici tecnici, CRM, PCA, PMA, CRI, FSA, SSE, Guardiola.
- Questa zona presenta una tettoia che sovrasta i fabbricati ed i parcheggi e che sostiene una serie di pannelli fotovoltaici.
- Una serie di portali in struttura metallica reticolare, con passo di 45÷50 m. Questi portali hanno la duplice funzione di scansione architettonica del volume lineare dei binari, di sostegno della linea di trazione elettrica dei binari di corsa, dei binari di precedenza merci, del binario di soccorso e di alcuni binari di servizio.
- Barriera con funzione antirumore sui lati sud dell'area. Queste barriere hanno all'interno dei pannelli fonoassorbenti, mentre all'esterno hanno un rivestimento in liste di cotto a correre, secondo quanto indicato nella carta architettonica.



Les bâtiments aussi sont caractérisés par des parois ventilées formées d'éléments décoratifs en briques de façon à respecter les principes de la charte architecturale.

L'illustration qui suit fait apparaître les principaux éléments qui constituent le site technique et de sécurité.

Anche i fabbricati sono caratterizzati da pareti ventilate formate da elementi in cotto a correre in modo da rispettare i dettami della carta architettonica. Nell'immagine che segue sono messi in evidenza i principali elementi che costituiscono l'area tecnica e di sicurezza.

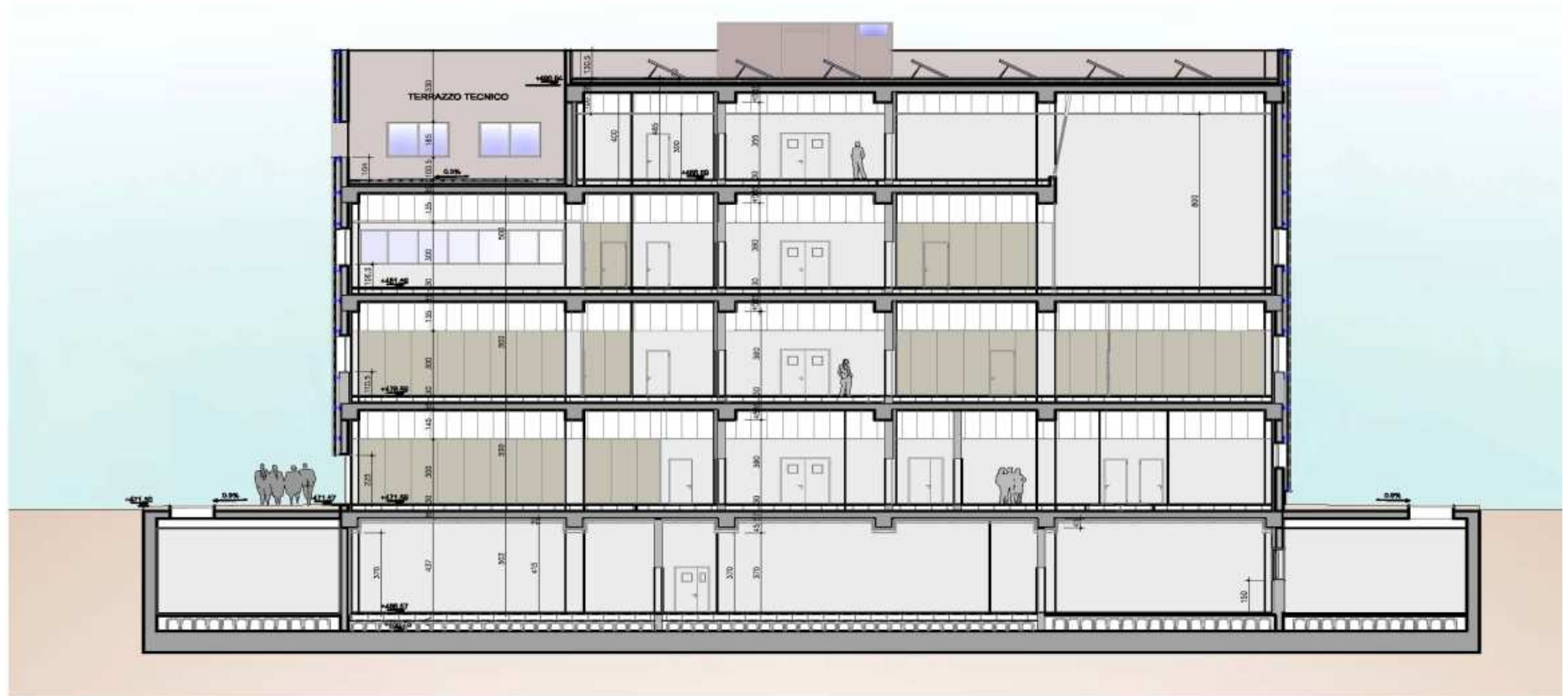


- 1 – SOUS STATION ELECTRIQUE / SOTTO STAZIONE ELETTRICA
- 2 – AIRE DE DEPOT / AREA DI STOCCAGGIO
- 3 – BATIMENT SERVICES DE MAINTENANCE / FABBRICATO SERVIZI AUSILIARI
- 4 – HELISURFACE / ELISUPERFICIE
- 5 – BUREAUX TECHNIQUES / UFFICI TECNICI
- 6 – POSTE DE CONTROLE / GUARDIOLA

### AIRE TECHNIQUE A SUSE - AREA TECNICA DI SUSA



**AIRE TECHNIQUE A SUSE : BATIMENT BUREAUX TECHNIQUES**  
**AREA TECNICA DI SUSA: FABBRICATO UFFICI TECNICI**



**AIRE TECHNIQUE A SUSE : BATIMENT BUREAUX TECHNIQUES  
COUPE TRANSVERSALE**

**AREA TECNICA DI SUSA: FABBRICATO UFFICI TECNICI  
SEZIONE TRASVERSALE**



**AIRE TECHNIQUE A SUSE : VUE GENERALE**  
**AREA TECNICA DI SUSA: VISTA D'INSIEME**

### 9.2.7 *Les interventions sur la voirie et sur les infrastructures ferroviaires existantes dans la Plaine de Suse*

La réalisation des travaux de la nouvelle ligne à grande vitesse Turin-Lyon concerne la plaine de Suse, avec un passage à ciel ouvert d'environ 2 700 mètres entre la tête Est du Tunnel de Base et la tête du tunnel de l'Interconnexion. Dans ce tronçon, un certain nombre de routes existantes sont impactées. Plus précisément, du Nord au Sud :

- Via Montello, dans le tronçon du passage supérieur de l'A32 jusqu'à l'intersection avec la route d'accès à Borgata Ambruna qui constitue une liaison entre la Route Nationale SS25 et Suse, Urbano, Mompantero, avec la voirie locale à S. Giacomo et Borgata Braide ;
- Ligne historique ferroviaire Suse-Turin, dans le tronçon proche du franchissement de l'Autoroute A 32 ;
- Route Nationale 25, affectée dans le tronçon compris entre l'intersection actuelle avec le système d'échangeur de l'A32 et son franchissement ;
- Autoroute A 32 et son système d'échangeur desservant la ville de Suse ;
- Aéroport de Suse ;
- Pistes pour les cours de "Conduite Sûre" de la Société CONSEPI ;
- Route « Provinciale 24 », dans le tronçon le long de l'Aéroport de Suse ;
- Réseau routier local au service du hameau de Traduerivi.

L'interférence ne concerne pas seulement les ouvrages ferroviaires définitifs, mais aussi dans les chantiers de construction de la Nouvelle Ligne et des ouvrages connexes. Ils se traduisent aussi par des installations de type industriel avec des implantations pour toute la durée des travaux de construction et les nécessaires liaisons qui en découlent pour permettre la circulation de l'un à l'autre des véhicules et des matériaux.

Dans ce contexte, un phasage de l'ensemble des travaux de la plaine de Suse a été examiné et étudié pour permettre de réduire ou d'éliminer

### 9.2.7 *Gli interventi sulla infrastrutture viarie e ferroviarie esistenti nella Piana di Susa*

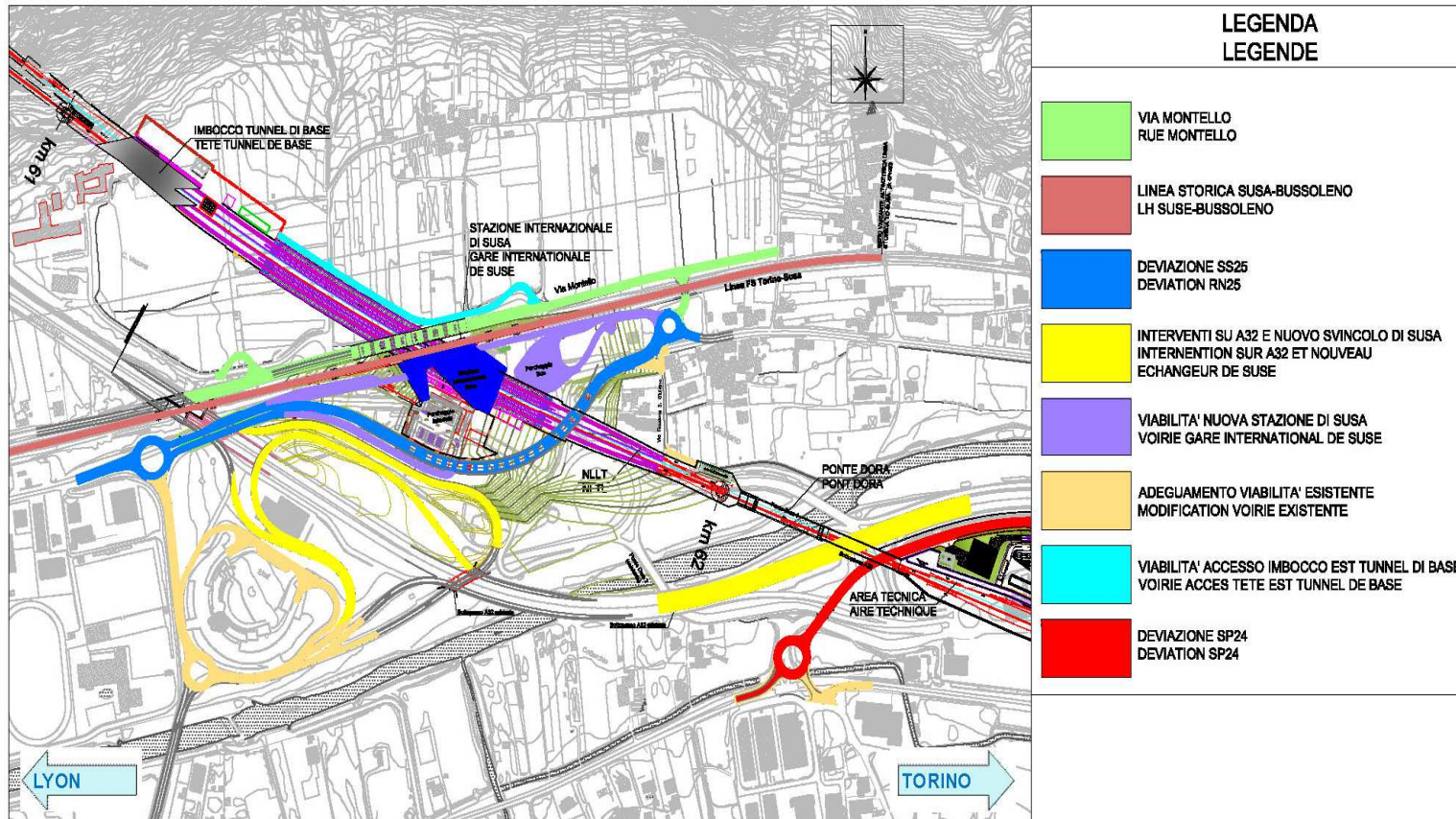
La realizzazione delle opere della nuova linea ad alta velocità Torino-Lione interessa la Piana di Susa, con attraversamento a cielo aperto di circa 2700 metri tra l'imbocco Est del Tunnel di Base e l'imbocco dell'Interconnessione. In questo tratto vengono interferite un discreto numero di infrastrutture viarie e stradali esistenti e precisamente, da Nord a Sud

- via Montello, nel tratto dalla scavalco dell'A32 fino all'intersezione con la strada di accesso alla Borgata Ambruna, che rappresenta un collegamento dalla S.S.25 a Susa, Urbano, Mompantero, con la viabilità locale a S. Giacomo e Borgata Braide;
- linea storica ferroviaria Susa – Torino, nel tratto intorno al manufatto di scavalco della Autostrada A 32
- Strada Statale 25, interessata dall'interferenza nel tratto compreso tra l'attuale intersezione con il sistema di svincolo della A32 e lo scavalco della stessa;
- Autostrada A32 e relativo sistema di svincolo a servizio dell'abitato di Susa;
- Aeroporto di Susa;
- Piste per i corsi di "Guida Sicura" della Società CONSEPI
- Strada Provinciale 24 , nel tratto in affiancamento all'Aeroporto di Susa;
- Viabilità locale a servizio della frazione Traduerivi.

L'interferenza non è solo con le opere ferroviarie definitive, ma anche con i cantieri per la realizzazione della Nuova Linea e delle opere connesse, rappresentati da approntamenti ed impianti anche di tipologia industriale con insediamenti permanenti per tutta la durata della costruzione dell'opera e le conseguenti necessità di collegamento tra gli stessi per la movimentazione di mezzi e materiali.

l'interruzione de l'exploitation des infrastructures. Ce phasage concentre dans la première période des travaux de l'ouvrage principal les interventions permettant de restituer en un minimum de temps au territoire et aux usagers l'accessibilité au réseau routier ou aux liaisons en général, dans leurs dispositions finales.

In tale contesto si è esaminata e studiata, per il complesso delle opere della Piana di Susa, una fasizzazione degli interventi che consenta di ridurre o , ove possibile, eliminare l'interruzione di esercizio dell'infrastruttura e che comunque concentri, nel primo periodo di durata dei lavori dell'opera principale, gli interventi su di essa, restituendo quindi nel minor tempo possibile al territorio ed all'utenza la fruibilità della viabilità o genericamente del collegamento, già nella forma finale prevista.



PLANIMETRIA VIABILITA' - VUE EN PLAN VOIRIE

### **9.2.7.1 Déviation de la rue Montello et voirie locale**

L'intervention sur la via Montello est une adaptation de la voirie existante avec le repositionnement altimétrique de la plateforme routière pour permettre le passage à NLLT au km 61+510 environ.

Une modification en plan est en outre prévue : elle consiste dans le prolongement de la route jusqu'à l'intersection avec la route locale qui dessert Borgata Ambruna.

### **9.2.7.2 Modification de la ligne historique Suse-Turin**

Les travaux sur la ligne historique ont le double objectif de lui permettre de franchir la NLLT au PK 61+562, et de réaliser un arrêt qui permet la correspondance des passagers avec la nouvelle ligne au niveau de la nouvelle Gare Internationale.

Le rehaussement pour le franchissement de la nouvelle ligne et la construction du quai d'arrêt d'une longueur de 180 m impliquent une modification altimétrique sur une distance d'environ 1300 m.

Au niveau de la Gare Internationale et de l'autoroute A 32, le rehaussement est prévu en viaduc, de manière à donner de la transparence au territoire ; ailleurs, il est en remblai.

La réalisation de tous les ouvrages, en particulier le viaduc, nécessite un délai d'une durée de 24 mois. Afin d'éviter une telle interruption de la ligne, notamment à la demande des Autorités Locales, une déviation temporaire de la ligne à côté du tronçon existant est prévue. De cette façon, l'interruption de la ligne est réduite drastiquement.

### **9.2.7.3 Déviation de la Route Nationale 25**

La Route Nationale 25 interfère avec les nouveaux travaux dans S. Giuliano, où la ligne de chemin de fer longe la ligne ferroviaire Suse-Turin. Ce tronçon est également concerné par l'insertion des échangeurs de Suse de l'autoroute A32. Pour éviter toute interférence avec la NLLT et la Gare

### **9.2.7.1 Deviazione Via Montello e viabilità locale**

L'intervento su via Montello è un adeguamento della viabilità esistente con ridefinizione altimetrica della piattaforma stradale per consentire lo scavalco della NLLT. al km 61+510 circa.

Vi è inoltre una modifica planimetrica che consiste nel prolungamento della strada fino all'intersezione con la strada locale a servizio della Borgata Ambruna.

### **9.2.7.2 Modifica alla Linea Storica Susa-Torino**

L'intervento sulla linea storica ha il duplice scopo di consentire il sovrappasso della stessa sulla NLLT. alla PK 61+562, e la realizzazione di una fermata che consenta lo scambio passeggeri con la nuova linea in corrispondenza della nuova Stazione Internazionale.

L'innalzamento per lo scavalco della nuova linea e la realizzazione della banchina di fermata di lunghezza 180 m, comportano un intervento di modifica altimetrica per un tratto pari a circa 1300 m.

In corrispondenza della Stazione Internazionale e dell' Autostrada A 32 l'innalzamento è previsto su viadotto, in modo da lasciare trasparenza al territorio; per il resto è effettuato in rilevato.

Per realizzare tutte le opere, in particolare il viadotto, è necessario un tempo dell'ordine dei 24 mesi. Onde evitare un'interruzione così lunga della linea, anche su sollecitazione degli Enti Locali, si è prevista una deviazione provvisoria della linea accanto al tracciato esistente. In questo modo la interruzione della linea si riduce drasticamente.

### **9.2.7.3 Deviazione della Strada Statale 25**

La strada statale 25, interferisce con le nuove opere in località S. Giuliano, ove corre parallela alla linea ferroviaria Susa-Torino. Tale tratto è interessato anche dall'innesto dello svincolo di Susa della Autostrada A32.

Internationale, une déviation d'environ 1 km a été prévue avec une tranchée couverte de 310 m de long. Aux extrémités de la déviation, se trouvent deux ronds-points qui permettent l'accès à la nouvelle Gare Internationale à l'est, à Borgata Chiodo, à la fraction de S. Giuliano d'un côté et l'accès à la nouvelle Gare Internationale à l'ouest, au nouvel échangeur de l'autoroute de Suse et de la route provinciale SP 24 d'autre part.

#### **9.2.7.4 Travaux sur l'Autouroute A 32**

La NLLT traverse l'A32 entre les ponts Dora 1 et Dora 2, qui font partie du système d'échangeur de l'A32 et de la liaison avec l'Autoport immédiatement après son passage sur la Dora Riparia. A titre indicatif, le croisement entre les deux infrastructures a lieu au PK 62+180 de la NLLT et au PK 35+336 de l'autoroute A32.

Les cotes imposées, par la contrainte hydraulique sur la Dora et la revanche exigée par la ligne., au passage de la NLLT sur la Dora, rendent nécessaire l'élévation sur place de l'autoroute. Cette élévation, sur une longueur d'intervention d'environ 700 m et au maximum d'environ 50 cm, prend place sur un tronçon en remblai.

Le remblai de l'autoroute doit être excavé pour permettre la construction du passage inférieure de la NLLT.

Ces réalisations nécessitent quelques déviations provisoires de l'autoroute pendant les travaux.

Avec le déplacement nécessaire de l'autoport et de certaines fonctions et l'encombrement de la NLLT, le système actuel d'échangeur et de connexion entre les différentes fonctions SITAF et CONSEPI (plateforme de stockage des véhicules, bâtiments techniques de services et autoport) est modifié et simplifié : un rond-point du côté ouest permettra une connexion directe à Suse et aux localités avoisinantes en utilisant la nouvelle SS25 et la SP24.

Per evitare l'interferenza con la NLTL e la Stazione Internazionale è prevista una deviazione di sviluppo di circa 1 km sottopasso con galleria artificiale lunga m 310. Agli estremi della deviazione sono ubicate due rotonde che permettono l'accesso alla nuova Stazione Internazionale da est, alla Borgata Chiodo, alla frazione S. Giuliano da un lato e l'accesso alla Nuova stazione Internazionale da ovest, al nuovo svincolo autostradale di Susa ed alla SP 24 dall'altro.

#### **9.2.7.4 Interventi sull'Autostrada A 32**

La NLTL attraversa la A32 tra i ponti Dora 1 e Dora 2, facenti parte del sistema di svincolo della A32 e di collegamento con l'Autoporto, subito dopo il suo passaggio sulla Dora Riparia. L'incrocio tra le due infrastrutture avviene indicativamente alla PK 62+180 della NLTL. ed alla PK 35+336 dell'autostrada A32.

Le quote imposte dal vincolo idraulico vigente nel passaggio della NLTL. sulla Dora ed il franco richiesto dalla linea comportano la necessità di un innalzamento in sede dell'autostrada. Tale innalzamento, su una lunghezza di intervento di circa 700 m e con una sopraelevazione massima pari a circa 50 cm, avviene su un tratto su rilevato.

Il rilevato autostradale deve essere scavato per consentire la realizzazione del manufatto di sottopasso della NLTL.

Gli interventi richiedono limitate deviazioni provvisorie dell'autostrada durante i lavori.

Per quanto concerne l'attuale sistema di svincolo e di collegamento tra le diverse funzioni SITAF e CONSEPI (piazzale di stoccaggio mezzi, edifici tecnici e di servizio, autoporto) con la necessaria rilocalizzazione dell'autoporto e di alcune funzioni e l'occupazione della NLTL., l'attuale sistema, molto articolato, viene variato e semplificato con immissione in rotonde nel quadrante ovest che permettono un comodo collegamento con Susa e le zone limitrofe utilizzando la nuova SS25 e la SP24.



Le pont actuel Dora 2 n'est plus utilisé par le trafic du nouvel échangeur. On en prévoit donc la démolition, également pour des raisons de compatibilités hydrauliques avec les nouveaux travaux ferroviaires.

#### **9.2.7.5 Déviation de la Route Provinciale 24**

La Route Provinciale 24 interfère avec le Site Technique de la NLLT. dans le tronçon au sud du passage supérieure de l'A32, au niveau de la section de commune Traduerivi et du Centre de Sécurité Routière régi par CONSEPI.

La route actuelle doit par conséquent être déplacée. Suite aux recommandations de l'Observatoire, de la Province de Turin et de la Commune de Suse de réduire autant que possible l'occupation du Site Technique et du réseau routier public à déplacer afin de pouvoir réaliser ce Site Technique, un couloir a été identifié au sud de l'autoroute A 32 et au nord du Site Technique pour positionner la déviation de la SP 24.

La nouvelle route modifiée traverse la NLLT au KP 62 + 230 et s'étend sur environ 1 600 m à partir d'un nouveau rond-point près de la zone d'entrée de l'autoport actuel jusqu'à la rampe sud du viaduc de l'A32.

Du rond-point, la nouvelle route rejoint par une rampe la portion de l'autoroute, juste avant de passer sous la NLLT, puis reste en hauteur par rapport à la cote de l'autoroute, à côté de la Sous-Station Electrique du Site Technique de la NLLT. Peu après la route descend, toujours du côté de l'Autoroute, parvenant à un rond-point qui permet l'accès commode et sécurisé au Site Technique et de Sécurité. De plus au rond-point un tronçon en hauteur assure la liaison avec l'actuelle SP 24 juste avant l'actuel viaduc de franchissement de l'Autoroute.

#### **9.2.8 Tête Ouest du Tunnel de l' Interconnexion**

L'attuale ponte Dora 2 non è più utilizzato dal traffico del nuovo svincolo e quindi se ne è prevista la demolizione, anche per ragioni di compatibilità idrauliche con le nuove opere ferroviarie.

#### **9.2.7.5 Deviazione Strada Provinciale 24**

La Strada Provinciale 24 interferisce con l' Area Tecnica della NLTL nel tratto a sud dell'attuale sovrappasso sulla A32, in corrispondenza di frazione Traduerivi e del Centro Guida Sicura gestito da CONSEPI.

L'attuale sede stradale deve quindi essere spostata. Seguendo la raccomandazione dell'Osservatorio, della Provincia di Torino e del Comune di Susa di compattare il più possibile l'occupazione dell'Area Tecnica e della viabilità pubblica da spostare per poter realizzare l'Area Tecnica stessa, si è individuato un corridoio a sud dell'Autostrada A 32 ed a nord dell'Area Tecnica su cui ubicare la deviazione della SP 24.

La nuova viabilità in variante incrocia la NLTL. alla PK 62+230 e si sviluppa per circa 1600 m a partire da una nuova rotonda nei pressi della zona di ingresso dell'attuale autoporto fino alla rampa sud del sovrappasso della A32.

Dalla rotonda la nuova strada raggiunge con una rampa la quota dell'autostrada poco prima del sottopasso della NLTL, quindi rimane in rilevato alla quota dell'autostrada fiancheggiando la Sottostazione Elettrica dell'Area Tecnica della NLTL Poco dopo la strada scende, sempre a fianco dell'Autostrada raggiungendo una rotonda che permette un comodo e sicuro accesso all'Area Tecnica e di Sicurezza. Oltre la rotonda un tratto di strada in rilevato assicura il collegamento con l'attuale SP 24 poco prima dell' attuale viadotto di scavalco dell'Autostrada.

#### **9.2.8 Imbocco lato Ovest Tunnel Interconnessione**

La zone à l'air libre de la plaine de Suse se termine à l'entrée de la ligne dans le tunnel d'Interconnexion qui est aussi conçue pour devenir à l'avenir l'entrée du tunnel de l'Orsiera. La tête de la galerie est située au PK 63+807 VP. La tête de la voie impaire est plus avancée que celle de la voie paire pour éviter le phénomène de recyclage des fumées entre les deux tubes en cas d'incendie. Les entrées sont masquées par une structure qui intègre également le Canal de Coldimosso, qui interfère avec la NLLT précisément à la tête. Un soin particulier a été accordé à ce point de la ligne pour créer un aménagement paysager agréable.

A l'entrée du tunnel, la plateforme ferroviaire se développe en remblais. Un mur de soutènement d'une longueur d'environ 200 m est situé sur le côté de la voie impaire. Il est nécessaire pour soutenir les tiroirs de manœuvre du Site Technique et de Sécurité, présentant une pente longitudinale de 2‰, tandis que les voies principales ont une pente plus élevée (12,5 ‰ environ) pour passer sous le Canal de Coldimosso.

Le Canal de Coldimosso est un canal artificiel qui part de la Dora à Suse et transporte les eaux de la centrale hydroélectrique de Coldimosso située en aval de l'Interconnexion. Le débit maximal du canal est de 11 m<sup>3</sup>/s. Dans le tronçon impacté, il s'écoule à mi-pente à environ 2 m au-dessus du niveau du terrain naturel. L'interférence est résolue par l'inclusion d'un ouvrage en béton d'environ 2 m de hauteur et d'environ 6 m de largeur, dans la tête du tunnel de l'Interconnexion, en maintenant pour des raisons hydrauliques, la pente actuelle.

Le canal est placé à côté d'une route qui franchit la tête, utilisé pour la maintenance, l'accès aux propriétés du côté nord du chemin de fer. En cas de débordement du canal, elle permet d'éviter que l'eau ne vienne inonder la voie ferrée et le Tunnel de l'Interconnexion.

Le bâtiment technique contenant le réservoir anti-incendie et les locaux connexes de pompage, au service du Tunnel de l'Interconnexion, jouxte la tête de tunnel côté voie impaire. L'accès à ces locaux techniques et à la zone

La zona all'aperto della piana di Susa termina all'ingresso della linea nel tunnel dell'Interconnessione che è predisposto anche per divenire in futuro l'ingresso del Tunnel dell'Orsiera. L'imbocco della galleria si trova alla pk 63+807 BP. Il portale del binario dispari è più avanzato rispetto a quello del binario pari per evitare il fenomeno del ricircolo dei fumi tra le due canne in caso di incendio, ma gli stessi sono mascherati da una struttura che ingloba anche il Canale Coldimosso che interferisce con la NLLT proprio in corrispondenza dell'imbocco. Particolare cura è stata seguita in questo punto della linea onde realizzare un inserimento paesaggistico gradevole.

All'ingresso del portale il corpo ferroviario si sviluppa in rilevato. Sul lato del binario dispari si trova un muro di sostegno di lunghezza circa 200 m, necessario a sostenere il rilevato dei tronchini di manovra dell'Area tecnica e di sicurezza, che presentano pendenza longitudinale del 2‰, mentre i binari di corsa presentano pendenza più elevata (12,5‰ circa) per sottopassare il Canale Coldimosso.

Il Canale Coldimosso è un canale artificiale che ha origine dalla Dora a Susa e convoglia le acque all'impianto idroelettrico di Coldimosso posto a valle della Interconnessione. La portata massima del canale è di 11 m<sup>3</sup>/s. Nel tratto interferito corre a mezza costa a circa 2 m sopra il piano campagna. L'interferenza viene risolta inserendo un manufatto in c.a. di dimensioni di circa 2 m di altezza e di 6 m circa di larghezza, nel portale dell'Interconnessione, mantenendo per ragioni idrauliche l'attuale livelletta.

Accanto al canale viene posta una strada che scavalca il portale, che serve per la sua manutenzione, per l'accesso alle proprietà sul lato nord della ferrovia e, in caso di sversamento del canale, evita che l'acqua possa allagare la sottostante ferrovia e il tunnel dell'Interconnessione.

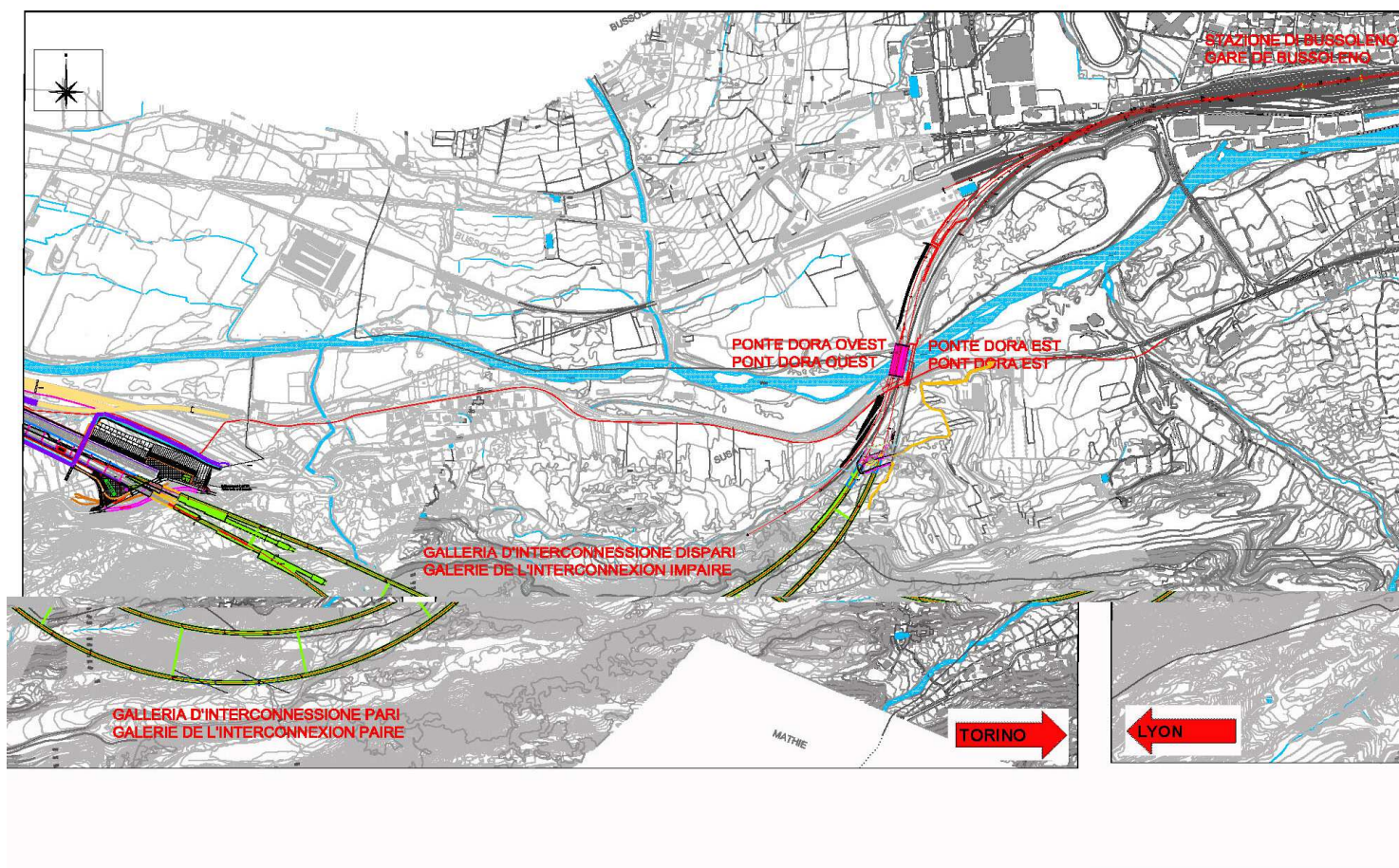
Accostato al portale lato binario dispari si trova l'edificio tecnico contenente la vasca antincendio ed i relativi locali di pompaggio, a servizio del Tunnel dell'Interconnessione. L'accesso a questi locali tecnici ed alla zona di imbocco è garantito da una strada di nuova realizzazione a sud della

de la tête est assuré par une nouvelle route à construire au sud de la ligne, reliée au réseau routier secondaire près de Borgata Tra Due Rivi.

linea, che si ricollega alla viabilità minore nei pressi della Borgata Tra Due Rivi.

### 9.3 TRONCON PLAINE DE SUSE – BUSSOLENO (INTERCONNEXION)

### 9.3 TRATTA PIANA DI SUSA – BUSSOLENO (INTERCONNESSIONE)



## PLANIMETRIA DE L'INTERCONNESSIONE VUE EN PLAN DE L'INTERCONNEXION

### 9.3.1 Description du tunnel de l'Interconnexion

#### 9.3.1.1 Caractéristiques générales

Le tunnel est constitué de deux tunnels à voie unique d'entraxe variable car le tracé de l'Interconnexion, et par conséquent des tunnels, est en courbe de 750 m (tunnel impair) et de 792 m (tunnel pair). La distance varie d'un minimum de 30 m à un maximum de 125 m.

Les tunnels sont équipés de Rameaux de Communication pour des raisons de sécurité, semblables à ceux qui sont prévus dans le Tunnel de Base. Le nombre total est de 6 avec une longueur variant d'un minimum de 40 m à un maximum de 115 m. Leur distance mutuelle n'est jamais supérieure à 333 m. Ils ont pour fonction d'assurer la sécurité pour les passagers en cas d'accident, notamment en cas d'incendie. Certains de ces rameaux sont dotés de locaux techniques pour la sécurité.

Ils ont les mêmes caractéristiques géométriques et sont équipés des mêmes portes de sécurité que les rameaux prévus pour le Tunnel de Base auquel on peut se référer pour une description plus précise.

Le Tunnel Impair à une longueur de 1 900 m et le tunnel Pair à une longueur de 2 093 m. Ils seront réalisés par excavation traditionnelle à l'explosif ou avec des moyens mécaniques (machine à attaque ponctuelle ou brise-roche hydraulique).

Compte tenu de la longueur réduite de chaque tunnel, il n'est pas prévu de système de ventilation, alors qu'il est prévu un système de lutte contre l'incendie ayant les mêmes caractéristiques que celui du Tunnel de Base.

A la tête du côté Susa la structure des tunnels est complexe, car elle tient également compte de la construction future du Tunnel de l'Orsiera. C'est

### 9.3.1 Descrizione del Tunnel dell' Interconnessione

#### 9.3.1.1 Caratteristiche generali

Il tunnel è costituito da due gallerie monobinario di interasse variabile in quanto il tracciato della Interconnessione e di conseguenza delle gallerie è in curva di 750 m (galleria dispari) e 792 m (galleria Pari). L'interasse varia da un minimo di 30 m ad un massimo di 125 m.

Le gallerie sono dotate di Rami di Comunicazione per ragioni di sicurezza, similmente a quelli previsti nel Tunnel di Base. Il numero totale è di 6 con uno sviluppo variabile da un minimo di 40 m ad un massimo di 115 m. La loro mutua distanza non supera mai i 333 m. Essi hanno funzione di sicurezza per i viaggiatori in caso di incidente, in particolare di incendio. Alcuni di questi rami sono dotati al loro interno di locali tecnici per la sicurezza.

Essi hanno le stesse caratteristiche geometriche e sono dotate delle stesse porte di sicurezza dei rami previsti per il Tunnel di Base ed a esso si rimanda per la descrizione puntuale

La Galleria Dispari ha una lunghezza di 1 900 m, mentre quella Pari ha una lunghezza di 2 093 m. Esse saranno realizzate con scavo tradizionale tramite esplosivo o con mezzi meccanici (frese puntuali o martellone).

Data la ridotta lunghezza di ogni galleria non è previsto alcun impianto di ventilazione, mentre è previsto un impianto antincendio con le stesse caratteristiche di quello nel tunnel di Base.

All'imbocco lato Susa la struttura delle gallerie è complessa perché esse tengono conto anche della futura realizzazione della Galleria dell'Orsiera.

pour cette raison que l'on trouve dans cette zone des chambres et deux courtes amorces du futur tunnel, de sorte que les futurs travaux pour sa construction n'interfèrent pas avec l'exploitation ferroviaire de l'Interconnexion.

Les sections de séparation de tension (SST) se situent avant les Tunnels de l'Interconnexion pour le passage de la Tension d'alimentation de 25 kV ca à 3 kV cc. Plus précisément :

- Tunnel Paire : SST km 1+397 – 1+517;
- Tunnel Impaire : SST km 0+990 – 1+110.

Des signaux virtuels et des signaux lumineux sont prévus dans les tunnels et à l'air libre dans leurs alentours immédiats. Comme le signal lumineux de la Voie Impaire à l'air libre, à la tête côté Bussoleno au PK 2+035, ne se voit pas de l'intérieur du tunnel Impair selon les normes RFI, il a fallu prévoir une section plus grande de l'ordre de 3,50 m sur une longueur de l'ordre de 110 m.

### 9.3.1.2 Section type

La section type réalisée par excavation traditionnelle présente une géométrie de type à peu près circulaire, revêtue en béton coulé en place, de diamètre intérieur utile minimal de 8,40 m, comprenant 30 cm de tolérances de fabrication. La section libre de chaque tunnel est d'environ 43 m<sup>2</sup>.

La section contient une voie principale avec armement formé par les rails UIC 60 E1, des traverses bi-bloc en béton et une structure sous-jacente en béton. Sur les côtés de la voie se trouvent deux quais. L'un, placé du côté de l'autre tube, fait fonction de quai de secours pour l'évacuation des passagers, l'autre est un passage de service.

Le quai de secours et celui de service ont les mêmes dimensions que celles décrites pour le Tunnel de Base auxquelles on peut se référer pour plus d'informations.

E' per questo che in questa zona esistono dei cameroni e sono previsti due brevi tratti della futura galleria, in modo che i futuri lavori per la realizzazione della stessa non interferiscano con l'esercizio ferroviario della Interconnessione.

Entro le Gallerie di Interconnessione ricadono le Sezioni di Separazione di Tensione (POC) per il passaggio dalla Tensione di alimentazione di 25 kV c.a. a 3 kV c.c. e precisamente:

- Galleria Pari: POC km 1+397 – 1+517;
- Galleria Dispari: POC km 0+990 – 1+110.

Inoltre entro le gallerie ed all'aperto nelle immediate vicinanze esistono sia segnali virtuali, sia segnali luminosi. Poiché il segnale luminoso sul Binario Dispari all'aperto all'imbocco lato Bussoleno alla Pk 2+035 non si vede dall'interno della galleria Dispari secondo gli standard RFI, si è dovuto prevedere una sezione più larga di circa 3,50 m per uno sviluppo di circa 110 m.

### 9.3.1.2 Sezione Tipo

La sezione tipo realizzata con scavo tradizionale ha geometria similcircolare con rivestimento in calcestruzzo gettato in opera, diametro minimo utile interno di 8,40 m, comprensivo di 30 cm di tolleranze costruttive. La sezione libera di ciascuna galleria sarà di 43 m<sup>2</sup> circa.

La sezione contiene un binario di corsa con armamento formato da rotaie UIC 60 E1 su traverse biblocco in c.a. e sottostante struttura in c.a. Ai lati del binario vi sono due marciapiedi uno con funzione di soccorso e per l'evacuazione dei passeggeri, posto dalla stesso lato dell'altra canna e l'altro con funzione di servizio.

Il marciapiede di soccorso e quello di servizio hanno le stesse caratteristiche dimensionali descritte per il Tunnel di Base ed a esso si rimanda per maggiori informazioni.

Dans le dernier tronçon du Tunnel Impair, du PK 1+888 à la tête côté Bussoleno (pk1+998), comme indiqué précédemment, pour répondre au besoin de visibilité des signaux lumineux, la section type du tunnel devient polycentrique, avec un rayon intérieur de la voûte de 5,75 m, un rayon intérieur des piédroits de 4,20 m, un rayon intérieur de radier de 9,50 m.

### **9.3.1.3 Recueil et évacuation des eaux de drainage et des liquides dangereux**

Le système de drainage, de récolte et d'évacuation des eaux des Tunnels de l'Interconnexion est constitué d'un réseau pour chaque tube du Tunnel structuré de la façon suivante :

- Un système de drainage pour les eaux phréatiques composé d'un collecteur central où convergent tous les 50 m environ des tubes transversaux de diamètre de 15 cm ;
- Un système de collecte de substances dangereuses provenant du matériel roulant accidenté constitué d'une série de puits tous les 25 m. qui drainent la plateforme ferroviaire. Ces puits sont reliés à un collecteur circulaire sous le quai de service.

Toutes les canalisations à l'intérieur des tunnels sont en polypropylène haute densité (PPHD).

Les caractéristiques du système sont similaires à celles décrites pour le Tunnel de Base auxquelles on peut se référer pour plus d'informations.

### **9.3.1.4 Génie civil pour l'armement et les équipements ferroviaires**

Chaque tube du Tunnel de l'Interconnexion présente une série d'ouvrages de génie civil nécessaires à l'exploitation des installations ferroviaires dont la dalle de l'armement ferroviaire, la réservation pour la conduite anti-incendie, des multitubulaires pour la signalisation, les télécommunications, l'alimentation électrique moyenne et basse tension. Les caractéristiques de ces ouvrages sont similaires à celles décrites pour le Tunnel de Base auxquelles on peut se référer pour plus d'informations.

Nel tratto di Galleria Dispari dalla Pk 1+888 all'imbocco lato Bussoleno (Pk 1+998), come prima indicato, per rispettare l'esigenza di visibilità dei segnali luminosi, la sezione tipo di galleria diviene policentrica, con raggio interno in calotta di 5,75 m, raggio interno alle reni 4,20 m, raggio interno arco rovescio 9,50 m.

### **9.3.1.3 Raccolta ed evacuazione delle acque di drenaggio e dei liquidi pericolosi**

Il sistema di drenaggio, di raccolta ed evacuazione delle acque dalle Gallerie dell'Inter connessione è costituito da una rete per ogni canna del Tunnel così strutturata:

- Un sistema di drenaggio per le acque freatiche costituito da un collettore centrale in cui convergono ogni 50 m circa dei tubi trasversali di diametro 15 cm;
- Un sistema di raccolta delle sostanze pericolose provenienti da materiale rotabile incidentato costituito da una serie di pozzetti a passo circa 25 m che drenano la piattaforma ferroviaria. Questi pozzetti sono collegati ad un collettore circolare sotto il marciapiede di servizio.

Tutte le tubazioni all' interno delle gallerie sono in polipropilene alta densità (PPHD).

Le caratteristiche del sistema sono analoghe a quelle descritte per il Tunnel di Base ed a esso si rimanda per maggiori informazioni.

### **9.3.1.4 Opere civili per l'attrezzaggio ferroviario**

Ogni canna del Tunnel dell'Interconnessione presenta una serie di opere civili indispensabili per il funzionamento degli impianti ferroviari quali solettone di regolamento dell'armamento ferroviario, vano per la condotta antincendio, cavidotti per il segnalamento, le telecomunicazioni, per l'alimentazione elettrica di media e di bassa tensione.

### 9.3.2 Les ouvrages de génie civil à l'air libre de l'Interconnexion (Tronçon de Bussoleno)

Dans cette zone se fait l'insertion de l'Interconnexion sur le réseau ferroviaire historique de RFI, pour lequel tant la ligne historique Turin-Modane que la ligne historique Turin-Suse (tronçon Bussoleno–Suse) subissent des changements. Ces modifications ont un impact à la fois sur l'armement et l'aménagement ferroviaire ainsi que sur les travaux de génie civil (Pont Dora Impair et plateforme ferroviaire).

En outre, étant donné qu'il n'est pas possible d'interrompre l'exploitation ferroviaire des lignes historiques, il est nécessaire de prévoir un phasage global des travaux avec un impact significatif sur le génie civil.

Les travaux de génie civil de l'Interconnexion à ciel ouvert concernent le tronçon de la tête côté Bussoleno du Tunnel de l'Interconnexion à la gare de Bussoleno.

Les principaux travaux peuvent être résumés comme suit :

- Tête côté Bussoleno et plateforme de sécurité à la tête du Tunnel de l'Interconnexion et du Tunnel de Tanze de la Voie Impaire de la Ligne Historique Turin-Modane, avec locaux techniques et route d'accès ;
- Remblai pour la Déviation de la Voie Impaire de la Ligne Historique Turin-Modane ;
- Passage inférieur pour le passage sous la voie ferrée de la Route Provinciale 24 (ex-SS 24) ;
- Pont Dora Ouest pour la Voie Impaire de l'Interconnexion et pour la Voie Impaire de la Ligne Historique Turin-Modane ;
- Pont Dora Est pour la Voie Paire de l'Interconnexion et pour la route de service à la Plateforme de tête du Tunnel de l'Interconnexion ;

Le caratteristiche di tali opere sono analoghe a quelle descritte per il Tunnel di Base ed a esso si rimanda per maggiori informazioni.

### 9.3.2 Le opere civili all'aperto dell' Interconnessione (Tratto di Bussoleno)

In questa zona avviene l'inserimento della Interconnessione nella rete ferroviaria storica di RFI per cui subiscono modifiche sia la linea Storica Torino-Modane sia la linea storica Torino-Susa (tratto Bussoleno-Susa). Queste modifiche hanno ricadute sia sull'armamento e sull'impiantistica ferroviaria, sia sulle opere civili (Ponte Dora Dispari e corpo ferroviario). Inoltre, poiché non è possibile interrompere l'esercizio ferroviario sulle linee storiche, è necessario prevedere una complessa fasizzazione delle opere con ricadute significative anche sulle opere civili.

Le opere civili all'aperto della Interconnessione riguardano il tratto dall'imbocco lato Bussoleno del Tunnel dell'Interconnessione alla stazione di Bussoleno.

Le opere principali si possono riassumere in:

- Imbocco lato Bussoleno e piazzola di sicurezza/servizio allo sbocco del Tunnel dell'Interconnessione e della Galleria Tanze del Binario Dispari della Linea Storica Torino-Modane con relativi locali tecnici e strada di accesso;
- Rilevato per la Deviazione del Binario Dispari della Linea Storica Torino-Modane;
- Sottopasso scatolare per il passaggio sotto la ferrovia della Strada Provinciale 24 (ex S.S. 24);
- Ponte Dora Ovest per il Binario Dispari dell'Interconnessione e per il Binario Dispari della Linea Storica Torino-Modane;
- Ponte Dora Est per il Binario Pari dell'Interconnessione e per la strada di servizio alla Piazzola allo sbocco del Tunnel di Interconnessione;

- Remblai pour l'Interconnexion des Ponts Dora à l'entrée de la gare de Bussoleno et ouvrages accessoires tels que murs, passages inférieurs et ouvrages de protection hydraulique des pieds des remblais ;
- Travaux dans la gare de Bussoleno.

### **9.3.2.1 Tête de l'Interconnexion côté Bussoleno**

L'Interconnexion débouche côté Bussoleno, avec deux tunnels côte à côte distants d'environ 30 m. La tête du Tunnel de Tanze, appartenant à la voie Paire historique Turin-Modane, se situe à côté du tunnel Pair, à environ 25 mètres. Compte tenu de la morphologie des lieux dans cette pente douce, le dernier tronçon des tunnels est réalisé en tranchée couverte. Entre les deux têtes, en souterrain, il a été prévu un bâtiment technique destiné à contenir les systèmes de signalisation et de sécurité de la ligne ainsi que la centrale anti-incendie et son réservoir d'eau.

Entre la tête et les ponts sur la SP24 et sur la Dora, une plateforme au service des tunnels a été creusée, accessible par le pont Dora Est où il est prévu une route de service. La plateforme sert aussi bien les deux voies de l'Interconnexion, que les voies de la Ligne Historique. Sur cette dernière se trouvent les passages à niveaux de l'Interconnexion pour les véhicules bimodaux.

### **9.3.2.2 Passage inférieur de la Route Provinciale 24**

L'Interconnexion coupe la SP24 sur le tronçon du passage inférieur actuel de la ligne historique Turin-Modane.

Actuellement la Ligne Historique franchit la SP24 par deux ponts en béton d'une portée d'environ 24 m.

Les travaux du projet comprennent la démolition et la reconstruction de l'ouvrage relatif à la voie impaire de la Ligne Historique et la construction d'un nouvel ouvrage à l'appui de la déviation de la ligne historique et de la voie impaire de l'Interconnexion.

En revanche, l'ouvrage relatif à la Voie Impaire de la Ligne Historique n'est pas affecté par les nouveaux travaux.

- Rilevato per l'Interconnessione dai Ponti Dora all' ingresso della stazione di Bussoleno ed opere accessorie quali muri, sottopassi e opere di protezione idraulica del piede dei rilevati;
- Opere nella stazione di Bussoleno.

### **9.3.2.1 Imbocco Interconnessione lato Bussoleno**

L' Interconnessione sbocca lato Bussoleno con due gallerie affiancate ad una interdistanza di circa 30 m. A fianco della galleria Pari, distante circa 25 metri, si trova l'imbocco della Galleria Tanze appartenente al binario Pari della Linea Storica Torino-Modane. Vista la morfologia dei luoghi in questo punto a pendenza dolce, l'ultimo tratto delle gallerie è realizzato in artificiale. Tra i due portali di accesso, in sotterraneo, è stato previsto un edificio tecnico atto a contenere gli impianti di segnalamento e sicurezza a supporto della linea nonché la centrale antincendio con serbatoio d'acqua.

Tra l'imbocco e i ponti sulla S.P.24 e sulla Dora è stato ricavato un piazzale a servizio delle gallerie, raggiungibile dal ponte Dora Est ove è prevista una strada di servizio. Il piazzale serve sia i due binari dell'Interconnessione, sia i binari della Linea Storica e su di esso sono ricavati i passaggi a raso per i mezzi bimodali.

### **9.3.2.2 Sottopasso scatolare della Strada Provinciale 24**

L'Interconnessione interferisce la SP24 nel tratto di attuale sottopasso della linea storica Torino Modane.

Attualmente la Linea Storica sovrappassa la SP24 con due ponti in c.a. aventi luce pari a circa 24 m.

Gli interventi di progetto prevedono la demolizione ed il rifacimento del manufatto relativo al binario dispari della Linea Storica e la realizzazione di un nuovo manufatto a sostegno della deviazione della linea storica e del binario dispari dell'interconnessione.

Non viene invece interessato dalle nuove opere il manufatto relativo al Binario Dispari della Linea Storica.



La nécessité de construire les ouvrages tout en maintenant l'exploitation du réseau routier et du trafic ferroviaire de la Ligne Historique et de pouvoir réaliser les travaux de fondation superficielle au rocher, a conduit à envisager l'adoption, pour les nouveaux passages inférieur, d'une solution prévoyant la construction d'une tranchée couverte sous les nouvelles voies. Cette réalisation est prévue avec des structures préfabriquées.

La mise en exploitation de la déviation de la voie impaire de la Ligne Historique avant la démolition du pont ferroviaire nécessite de réaliser la tranchée couverte en deux phases distinctes.

La longueur totale de la tranchée couverte est d'environ 46 m (environ 23 m dans la première phase).

L'ouvrage présente une largeur intérieur d'environ 12,5 m, pour pouvoir abriter une section de type C1 (DM 5/11/2001) et une hauteur libre supérieure à 5 m.

S'agissant du tracé de la SP24, seul un léger déplacement de l'axe (environ 2,5 m) est prévu sur le côté Suse. Il est obtenu en intervenant sur le rayon de courbe du voirie.

### **9.3.2.3 Pont Ouest sur la Dora**

Le nouveau pont Dora Ouest est réalisé sur la Dora à côté du pont existant en maçonnerie de la voie impaire de la Ligne Historique. Il est destiné à accueillir la Voie Impaire déviée de la Ligne Historique et la voie impaire de l'interconnexion.

Le nouveau pont est constitué d'un tablier à poutres latérales réticulées en acier, avec une travée unique isostatique de 75 m de portée, une largeur de 15 m et une hauteur de 11 m environ.

L'esigenza di realizzare le opere mantenendo in esercizio la viabilità ed il traffico ferroviario della Linea Storica e la possibilità di realizzare opere di fondazione superficiali su roccia, ha suggerito di adottare per i nuovi sovrappassi una soluzione che preveda la realizzazione di un tratto di galleria artificiale al di sotto dei nuovi binari. Tale realizzazione è prevista con strutture prefabbricate.

La necessità di messa in esercizio della deviazione del binario dispari della Linea Storica prima della demolizione del ponte ferroviario comporta la necessità di realizzare la galleria artificiale in due fasi distinte.

Lo sviluppo totale della galleria artificiale risulta pari a circa 46 m (circa 23 m in prima fase).

Il manufatto presenta larghezza interna pari a circa 12,5 m, in grado di accogliere una sezione di tipo C1 (DM 5/11/2001) ed altezza libera superiore a 5 m.

Relativamente al tracciato della SP24, si prevede unicamente un lieve spostamento d'asse (circa 2,5m) sul lato Susa ottenuto intervenendo sul raggio di curva della viabilità.

### **9.3.2.3 Ponte Dora Ovest**

Il nuovo ponte Dora Ovest è realizzato sulla Dora in affiancamento all'esistente ponte in muratura del binario dispari della Linea Storica. È destinato ad accogliere il Binario Dispari deviato della Linea Storica ed il binario dispari dell'interconnessione.

Il nuovo ponte è costituito da un impalcato reticolare in acciaio a via inferiore in semplice appoggio, avente luce unica di 75 m, larghezza 15 m circa ed altezza 11 m circa.

Sa portée a été déterminée par les exigences hydrauliques du franchissement de la Dora et les exigences ferroviaires de ne pas dépasser 75 m pour éviter les joints sur la voie, incompatibles avec l'aiguillage voisin de la jonction de la Ligne Historique sur l'Interconnexion.

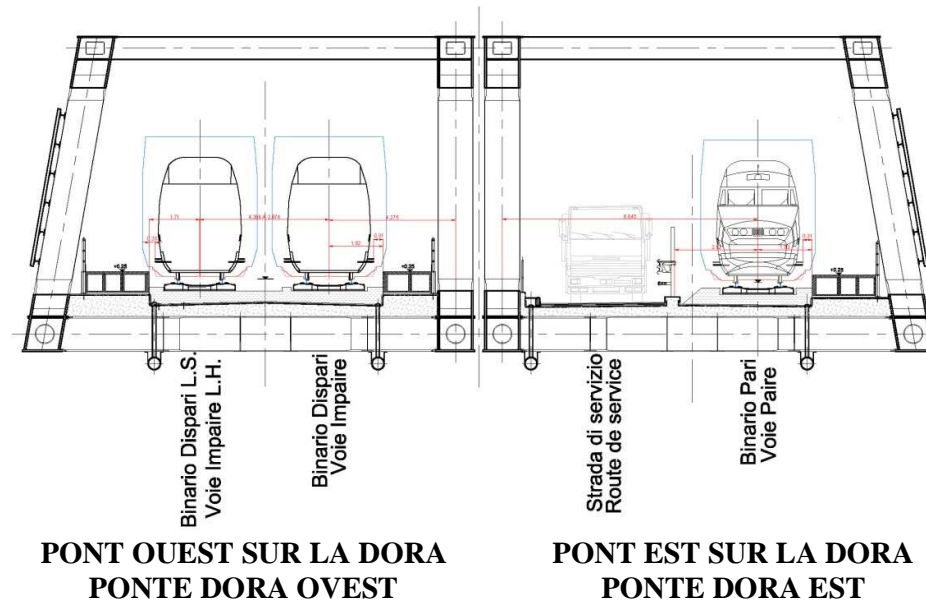
Du point de vue planimétrique, la position de la culée côté Bussoleno est commune avec le Pont Dora Est. Elle est connectée à la culée du pont ferroviaire existant de la voie Paire de la Ligne Historique et elle est compatible avec les aménagements et les installations de protection des berges.

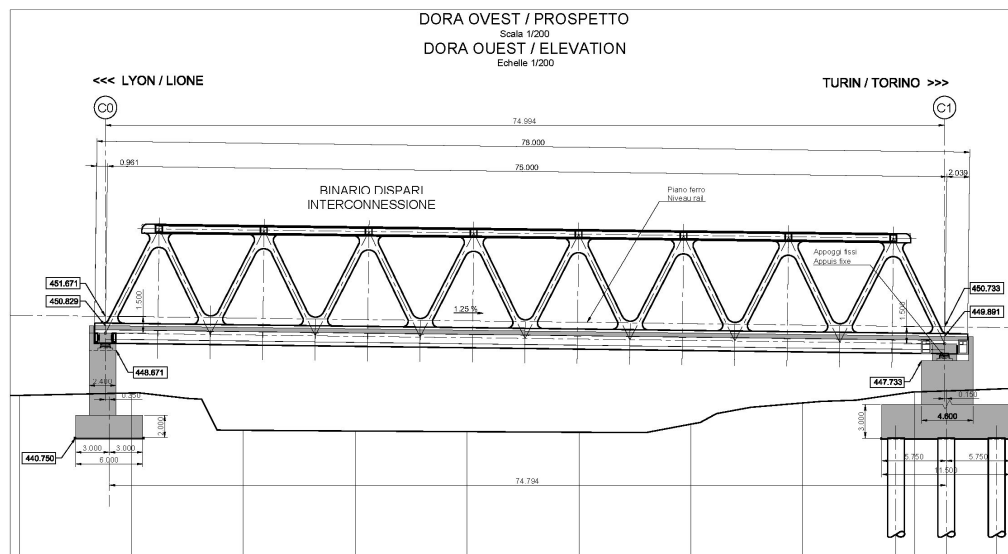
Du point de vue de la construction, il est prévu d'assembler le nouveau pont sur le côté arrière de la culée côté Bussoleno et donc de le lancer à l'aide d'appuis provisoires.

La sua luce è stata dettata da esigenze idrauliche di scavalco della Dora e da esigenze ferroviarie di non superare i 75 m per evitare giunti sul binario, incompatibili con il vicino scambio di innesto della Linea Storica sull'Interconnessione.

Planimetricamente la posizione della spalla lato Bussoleno è in comune con il Ponte Dora Est, è opportunamente collegata con la spalla dell'esistente ponte del binario Pari della Linea Storica ed è coerente con le sistemazioni e le difese di sponda.

Costruttivamente il nuovo ponte si prevede montato a tergo della spalla lato Bussoleno e quindi varato con l'ausilio di pile provvisorie.





#### 9.3.2.4 Pont Est sur la Dora

Le tracé de la Voie Paire de l'Interconnexion interfère avec l'actuelle Voie Impaire de la Ligne Historique précisément au niveau du pont de chemin de fer construit en maçonnerie sur la Dora au 19<sup>ème</sup> siècle. Pour cette raison, après accord de la Surintendance du Patrimoine Culturel et Architectural, il est prévu de démolir le pont actuel. Bien entendu, cela ne pourra être fait qu'après avoir construit le Pont Dora Ouest et après avoir mis en service la déviation de la Voie Impaire de la Ligne Historique.

Le nouveau pont est en structure métallique à une seule travée, semblable au pont Ouest sur la Dora auquel on peut se référer pour les caractéristiques.

#### 9.3.2.4 Ponte Dora Est

Il tracciato del Binario Pari dell' Interconnessione interferisce con l'attuale Binario Dispari della Linea Storica proprio in corrispondenza dell'attuale ponte ferroviario in muratura sulla Dora realizzato nell' 800. Per tale ragione, previa verifica positiva con la Soprintendenza ai Beni Culturali ed Archittonici, si è previsto la demolizione dell'attuale ponte, da eseguirsi naturalmente dopo avere realizzato il Ponte Dora Ovest ed aver messo in esercizio la Deviazione del Binario Dispari della linea Storica.

Il nuovo ponte è in struttura metallica a campata unica analogo al ponte Dora Ovest a cui si rimanda per le caratteristiche.

Sur ce pont, on trouve la Voie Paire de l'Interconnexion et une route de service/sécurité pour l'accès à partir de Bussoleno à la plateforme de la tête de l'Interconnexion et du Tunnel de Tanze de la Ligne Historique.

Le nouveau pont permet aussi d'augmenter de manière significative la section d'écoulement de la Dora.

Du point de vue de la construction, le nouveau pont, inclus entre Dora Ouest et le pont réticulaire existant de la Voie Paire de la Ligne Historique, doit être assemblé à l'arrière de la culée côté Bussoleno, et donc lancé à l'aide d'appuis provisoires.

#### **9.3.2.5 Plateforme ferroviaire entre Bussoleno et les ponts sur la Dora**

La structure ferroviaire actuelle de la Ligne Historique entre la gare de Bussoleno et les ponts sur la Dora est considérablement élargie sur le côté ouest afin de mettre en place les deux nouvelles voies de l'Interconnexion. Son emprise est limitée par la nécessité d'inclure le tracé entre la gare de Bussoleno, avec un rayon de courbure qui soit un compromis acceptable entre la vitesse de tracé et l'occupation du territoire. Sa hauteur est similaire à celle du remblai existant aujourd'hui.

L'élargissement du remblai impacte l'ancienne sous-station électrique RFI (déjà désaffectée) qui sera démolie.

Le remblai actuel est positionné à l'intérieur de la tranche A du PAI de la Dora. Il ne comporte pas de buses destinées à assurer la transparence hydraulique. Le travail d'extension, comme en témoignent les études hydrauliques menées sur le tronçon Suse-Bussoleno, diminue de manière insignifiante la zone inondable de la Dora en amont des ponts actuels sur la Dora.

Su questo ponte viene posto il Binario Pari dell'Interconnessione ed una strada di servizio/sicurezza per l'accesso da Bussoleno alla piazzola di imbocco dell'Interconnessione e della Galleria Tanze della Linea Storica.

Il nuovo Ponte consente anche di aumentare in modo significativo la luce di deflusso della Dora.

Costruttivamente il nuovo ponte, inserito tra il Dora Ovest ed il ponte reticolare esistente del Binario Pari della Linea Storica, si prevede montato a tergo della spalla lato Bussoleno, quindi varato con l'ausilio di pile provvisorie.

#### **9.3.2.5 Corpo ferroviario tra Bussoleno ed i ponti sulla Dora**

L'attuale corpo ferroviario della Linea Storica tra la stazione di Bussoleno ed i ponti sulla Dora viene significativamente ampliato sul lato ovest per poter porre in opera i due nuovi binari dell'Interconnessione. La sua impronta è vincolata dall'esigenza dell'inserimento del tracciato entro la stazione di Bussoleno, con un raggio di curvatura che sia un compromesso accettabile tra la velocità di tracciato e l'occupazione di territorio. La sua altezza è analoga a quella del rilevato oggi esistente.

L'ampliamento del rilevato risulta interferente con la vecchia sottostazione elettrica RFI (già dismessa) che sarà demolita.

L'attuale rilevato risulta posizionato all'interno della fascia A del PAI della Dora e privo di fornici atti a garantirne la trasparenza idraulica. L'intervento di ampliamento, come dimostrato dagli studi idraulici condotti nel tratto Susa-Bussoleno, diminuisce in maniera insignificante l'area di laminazione della Dora nel tratto a monte degli attuali ponti sulla Dora.

Nel rilevato esistente, nei pressi della sottostazione elettrica, è presente un sottopasso che consente il collegamento della viabilità poderale tra i due lati del rilevato esistente. Con l'ampliamento del rilevato è prevista la

Dans le remblai existant, à proximité de la sous-station électrique, il existe un passage inférieur qui permet la connexion du passage piéton entre les deux côtés du remblai. Avec l'extension du remblai, il est prévu la construction d'un nouveau passage inférieur qui permette le maintien des connexions existantes actuellement.

A proximité, entre la voie Paire actuelle de la Ligne Historique et les voies de l'Interconnexion, une route en tranchée dans le remblai est prévue. Elle part du nouveau passage inférieur, conduit à un autre passage inférieur sous la seule voie Paire de l'Interconnexion et de là se relie au Pont Dora Est, pour desservir ensuite, comme dit précédemment, la plateforme de tête de l'Interconnexion.

La nouvelle plateforme ferroviaire est reliée à celle de la gare de Bussoleno à la hauteur de la sous-station électrique. A partir de là, les travaux de génie civil concernent uniquement les interventions liées aux équipements ferroviaires comme les caniveaux et les fondations pour les poteaux.

realizzazione di un nuovo sottopasso, che permette il mantenimento dei collegamenti ora esistenti.

Nel rilevato in affiancamento, tra l'attuale binario Pari della Linea Storica ed i binari di Interconnessione è prevista una strada in trincea che, partendo dal nuovo sottopasso porta ad un ulteriore sottopasso, sotto il solo binario Pari dell'Interconnessione, e di qui si collega al Ponte Dora Est per poi servire, come prima detto, il piazzale di imbocco dell'Interconnessione.

Il nuovo corpo ferroviario si ricollega a quello della stazione di Bussoleno all'altezza della Sottostazione Elettrica. Di qui in poi le opere civili riguardano solo interventi legati all'impiantistica ferroviaria quali cavidotti e basamenti per pali.

## 9.4 OUVRAGES DE COMPENSATION DU BRUIT

Pour définir la position et la hauteur des ouvrages de compensation du bruit une étude spécifique a été faite à l'aide d'un programme de simulation du bruit produit par les trains de passagers et de marchandises. De plus, le cumul des sources de bruits a également été pris en compte (effet combiné route + chemin de fer).

Les écrans antibruit se sont avérés nécessaires sur presque toute la longueur des tronçons à ciel ouvert dans la plaine de Suse et à Bussoleno. La hauteur des écrans au-dessus du rail est de 6,50 m.

La plupart des écrans sont opaques, constitués de panneaux métalliques phonoabsorbants. Sur les ponts, les écrans sont transparents en méthacrylate phonoabsorbants.

Vers l'extérieur de la voie ferrée, les écrans ont été traités avec l'objectif d'en faire un élément important de l'insertion de l'ouvrage dans le territoire. De ce fait, en suivant les principes de la Charte Architecturale et Paysagère, ils ont été traités avec des lattes en terre cuite.

## 9.5 OUVRAGES DE COMPENSATION DES VIBRATIONS

Tous les chemins de fer produisent des vibrations. Pour en évaluer les effets et en vérifier la compatibilité avec la législation, il a été procédé à une étude spéciale qui a conduit à déterminer que les trains plus importants à cet égard sont les trains de marchandises. Leur spectre vibratoire a été fourni par RFI. Avec cette spectre, les limites réglementaires ne sont pas dépassées, à condition de mettre en place un tapis anti-vibration à l'extérieur et des coussinets anti-vibrations entre les traverses bi-bloc et la chape de réglage dans le tunnel.

## 9.4 OPERE DI MITIGAZIONE AL RUMORE

Per definire la posizione e l'altezza delle opere di mitigazione al rumore è stato eseguito uno studio specifico utilizzando un programma di simulazione del rumore prodotto dai convogli ferroviari sia passeggeri sia merci ed inoltre è stata tenuta in conto la concorsualità delle sorgenti rumorose (effetto combinato strade + ferrovia).

Le barriere al rumore sono risultate necessarie su quasi tutto lo sviluppo delle tratte all'aperto nella Piana di Susa ed a Bussoleno. L'altezza delle barriere sul piano del ferro è di 6,50 m.

La maggior parte delle barriere sono opache, in pannelli metallici fonoassorbenti. Sui ponti sono invece trasparenti in metacrilato fonoassorbenti.

Verso l'esterno della ferrovia le barriere sono state trattate architettonicamente con l'obiettivo di farle diventare un elemento importante di territorializzazione dell'opera. Pertanto, seguendo i dettami della Carta Architettonica e del Paesaggio, sono state trattate con doghe in cotto.

## 9.5 OPERE DI MITIGAZIONE DELLA VIBRAZIONI

Ogni ferrovia produce un impatto sulle vibrazioni. Per valutare gli effetti e verificarne la compatibilità con quanto stabilito dalla normativa è stato eseguito un apposito studio che ha portato a determinare che i treni più gravosi sotto questo aspetto sono i treni merci, il cui spettro vibratorio è stato fornito da RFI. Con questo spettro comunque non si superano i limiti normativi a condizione di porre in opera un tappetino antivibrante all'esterno e cuffie antivibrante tra traverse biblocco e solettone di regolamento in galleria.

Il sera nécessaire, dans un seul cas, de procéder à une intervention ciblée, qui sera définie au cours des études d'exécution en approfondissant la question afin de déterminer la fonction de transfert réel permettant d'établir la typologie des travaux d'atténuation des vibrations

Solo in un caso bisognerà procedere ad eseguire un intervento mirato, che sarà sviluppato in sede di progettazione esecutiva eseguendo un approfondimento specifico al fine di determinare la funzione di trasferimento effettiva che permetterà di stabilire la tipologia di opera di mitigazione della vibrazione.

## 10.INTERFERENCES AVEC LES RESAUX ENTERRES OU AERIENS

La nouvelle ligne ferroviaire Lyon – Turin et ses ouvrages annexes, bien que principalement souterrains, présentent un certain nombre d'interférences avec les réseaux enterrés ou aériens dans les zones où ces infrastructures sont à l'air libre.

Une liste de réseaux enterrés ou aériens et de leurs principales caractéristiques a été rédigée, accompagnée des planches explicatives, d'après les informations disponibles obtenues auprès des Organismes Publics et des propriétaires/exploitants des réseaux enterrés ou aériens.

D'après les recherches effectuées et les informations fournies par les différents organismes contactés, les réseaux/ouvrages impactés par les nouvelles infrastructures sont de propriété ou exploités par :

- Aqueducs : SMAT, ACEA (y compris réseau d'assainissement) ;
- Réseaux électriques : Enel Distribuzione, Enel Produzione; Enel Sole, Terna, AEM;
- Téléphonie : Telecom, Wind;
- Réseaux de gaz : ENI Rete Gas ;
- Sociétés diverses : Geogreen, NIE.

Les communes sur lesquelles se trouvent les principales interférences avec ces réseaux sont Bussoleno, Chiomonte, Giaglione, Venaus, Susa, a cui si è aggiunto Salbertrand nel PRV.

## 10.INTERFERENZE CON I SOTTO-SOPRA SERVIZI

La nuova linea ferroviaria Torino-Lione e le opere ad essa connesse, anche se la linea si sviluppa prevalentemente in galleria, presentano un certo numero di interferenze con i sotto-sopra servizi nelle aree in cui queste infrastrutture sono all'aperto.

E' stato redatto un elenco sotto-sopra servizi con le loro caratteristiche salienti, corredato di tavole esplicative, sulla base di quanto disponibile e noto dopo aver richiesto informazioni ad Enti Pubblici ed ai proprietari/gestori dei sotto-sopra servizi.

Dalle ricerche effettuate e sulla base dei riscontri forniti dai diversi enti contattati, le utenze/opere interferite dalle nuove infrastrutture sono di proprietà o in gestione di:

- Acquedotti: SMAT, ACEA (anche fognature);
- Reti elettriche: Enel Distribuzione, Enel Produzione; Enel Sole, Terna, AEM;
- Telefoni: Telecom, Wind ;
- Reti gas: ENI Rete Gas ;
- Società varie: Geogreen, NIE.

I Comuni in cui si riscontrano le maggiori interferenze con i sottoservizi sono Bussoleno, Chiomonte, Giaglione, Venaus, Susa, a cui si è aggiunto Salbertrand nel PRV



## 11. EXPROPRIATIONS, SERVITUDES ET OCCUPATION TEMPORAIRE

Les ouvrages prévus par le projet se situent sur les territoires communaux de Chiomonte, Susa, Mompantero, Giaglione, Venaus, déjà intéressés par le PD2, auxquels s'ajoute Salbertrand avec le PRV, tous dans la Province de Turin. A ces communes il faut ajouter Caprie e Torrazza Piemonte concernées par les sites de mise en dépôt des matériaux.

Les cartes cadastrales de la zone intéressée par les ouvrages ont été acquises auprès de l'agence du Territoire de Turin, sur support magnétique. L'emprise du Projet de Définitif y a été reportée, suite à un géoréférencement approprié effectué en convertissant préalablement les coordonnées des cartes cadastrales de WGS84 à l'ED50 puis à LTF 2004.

Toutes les typologies d'occupation du sol ont été représentées de manière différente sur les plans du cadastre. En particulier :

- les plans parcellaires de l'ouvrage principal et des parties fonctionnelles annexes qui correspondent à une occupation définitive du territoire (chemin de fer, déviations définitives de routes, etc.) ;
- les plans parcellaires des installations de chantier qui occupent temporairement le territoire (aires de chantier, voiries de chantier, etc) ;
- les plans parcellaires des emprises réservées en bordure de l'ouvrage ;
- les plans parcellaires des zones de servitudes, en particulier des tunnels.

La représentation est au niveau du Projet Définitif. Il est important de préciser que, pour toutes les parcelles concernées par le passage de l'ouvrage, la superficie à exproprier définitivement sera limitée à une fraction définie d'après le relevé des ouvrages effectivement réalisés. Suite à ce relevé, les superficies d'occupation de chaque parcelle seront recalculées selon les dispositions des normes de relevé cadastral.

## 11. ESPROPRI, ASSERVIMENTI E OCCUPAZIONE TEMPORANEA

Le opere previste in progetto ricadono nei territori comunali di Chiomonte, Susa, Mompantero, Giaglione, Venaus, già interessati dal PD2, a cui si aggiunge Salbertrand con il PRV, tutti in Provincia di Torino. A questi comuni si devono aggiungere Caprie e Torrazza Piemonte interessati dai Siti di Deposito del materiale di risulta.

Sono state acquisite presso l'Agencia del Territorio di Torino, su supporto magnetico, le mappe catastali riguardanti l'area interessata dalle opere, e su di esse è stato riportato l'ingombro del Progetto Definitivo, eseguendo preventivamente una opportuna georeferenziazione, convertendo le coordinate delle mappe catastali da WGS84 a ED50 e poi a LTF 2004.

Sulle tavole catastali sono state rappresentate in modo differente tutte le tipologie di occupazione, in particolare:

- i piani parcellari dell'opera principale e delle parti funzionalmente connesse ad essa determinanti occupazioni definitive del territorio (ferrovia, deviazioni definitive di strade, ecc.);
- i piani parcellari delle opere di cantiere determinanti occupazioni temporanee del territorio (aree di cantiere, viabilità di cantiere, ecc.);
- i piani parcellari delle fasce di rispetto conseguenti alla realizzazione dell'opera;
- i piani parcellari delle aree di asservimento, in particolare delle gallerie.

La rappresentazione è a livello di Progettazione Definitiva. È bene chiarire che, come per tutte le particelle interessate dal passaggio dell'opera, la superficie di esproprio definitiva sarà solo quella risultante dal tipo di frazionamento redatto sulla base del rilievo delle opere effettivamente realizzate. A seguito di tale rilievo saranno nuovamente calcolate le superficie di occupazione di ogni singola particella secondo i disposti delle norme di rilievo catastale.

## 12. ARMEMENT ET TECHNOLOGIE FERROVIAIRE

### 12.1 PREAMBULE

L'objectif de ce chapitre est de fournir une vision d'ensemble de l'armement, des équipements ferroviaires et des équipements non ferroviaires qui composent le système ferroviaire objet du présent projet.

Outre l'armement ferroviaire les équipements suivants sont pris en compte :

- équipements ferroviaires:
  - Installations fixes de Traction Electrique ;
  - Signalisation et Contrôle ;
  - Télécommunications ;
  - Mise à la terre et détection des anomalies du matériel roulant ;
- équipements non ferroviaires :
  - Alimentation électrique ;
  - Ventilation ;
  - Eclairage ;
  - Equipements de sécurité ;
  - Installations incendie.

### 12.2 ARMEMENT

L'armement est prévu pour le passage de convois avec une charge maximale par essieu de 25 t.

La pose de la voie sera faite sur béton en tunnel et sur ballast à l'air libre. Un système identique de jonction des voies principales a été en outre prévu dans les deux cas, de manière à réduire à la fois le stock de pièces de rechange et les coûts de maintenance.

## 12.ARMAMENTO E TECNOLOGIA FERROVIARIA

### 12.1 PREMessa

Obiettivo del presente capitolo è fornire un quadro di insieme dell'armamento, degli impianti ferroviari e non ferroviari di cui si compone il sistema ferroviario oggetto della presente progettazione.

Oltre all'armamento sono considerati i seguenti sottosistemi:

- sottosistemi ferroviari:
  - Impianti fissi di Trazione Elettrica;
  - Segnalamento e Controllo;
  - Telecomunicazioni.
  - Sistemi a terra di rilevamento anomalie del materiale rotabile
- sottosistemi non ferroviari:
  - Distribuzione elettrica;
  - Ventilazione;
  - Illuminazione;
  - Impianti di sicurezza;
  - Impianti antincendio.

### 12.2 ARMAMENTO

L'armamento è previsto per il passaggio di convogli con carico massimo per asse pari a 25 t.

È stata scelta la posa del binario su calcestruzzo in tunnel e su ballast per i binari all'aperto; inoltre per entrambi è stato previsto un identico sistema di attacco dei binari principali, in modo tale da ridurre sia lo stock del parco dei ricambi, sia i costi di manutenzione.

Les voies sur ballast et sur béton auront les caractéristiques suivantes :

- Rails UIC 60 E1 hautes 17,2 cm ;
- Ecartement international UIC : 1435 mm ;
- Traverses bi-bloc type S312 en béton dans les tunnels espacées de 1 666 traverses/km ;
- Traverses monoblocs en béton armé préfabriqué type M450 à l'air libre avec espacées de 1 666 traverses/km ;
- Inclinaison de rail : 1/20.

En ce qui concerne les voies en tunnel, on prévoit une pose de voie sur dalle. Celle-ci est composée de traverses en béton bi-bloc noyées dans des plaques en béton non armé. L'élasticité de la voie est obtenue grâce à un revêtement élastomère situé sous les blochets et maintenu par un sabot qui enveloppe la partie inférieure des blochets de la traverse. Ce type de voie est efficace, mais il présente l'inconvénient de la difficulté de substitution des traverses. Pour cette raison, une coque rigide qui enveloppe le sabot a été ajoutée, avec un joint d'étanchéité entre le béton et la coque.

L'attache se fait avec un système pré-monté pour réduire les coûts d'assemblage et homogénéiser les voies :

- Type “Vossloh W14” ;
- Type “Pandrol Fastclip” (mis en œuvre sur le projet LGV Est en France).

Dans les zones de transition entre les voies sur ballast et les voies sur dalles de béton, un système sensiblement identique à la voie courante, mais permettant un réglage latéral et altimétrique pour pouvoir corriger le tracé à l'occasion des travaux de maintenance, sera installé sur environ 50 m du côté de la voie sur dalle (tunnel).

Ce type de voie avec des traverses à coque permet de respecter les normes relatives au bruit et permet aussi de réduire la transmission des vibrations en modifiant la rigidité du revêtement élastomère en des points précis. Le

I binari su ballast e su calcestruzzo avranno le caratteristiche seguenti :

- Rotaie UIC 60 E1 con altezza 17,2 cm;
- Scartamento internazionale UIC: 1435 mm;
- Traverse in c.a. biblocco tipo S312 in galleria con spaziatura 1666 traverse/km;
- Traverse in c.a. p. monoblocco all'aperto tipo M450 con spaziatura 1666 traverse/km;
- Inclinazione di rotaia: 1/20.

Per quanto attiene ai binari in tunnel, si prevede una posa di binario su piastra. Essa è composta di traverse in calcestruzzo bi-blocco immerse in lastra di calcestruzzo non armato. L'elasticità del binario è ottenuta grazie ad una soletta elastomerica situata sotto i blocchetti e mantenuta da uno zoccolo che avvolge la parte inferiore dei blocchetti della traversa. Questo tipo di binario è efficace, tuttavia presenta l'inconveniente della difficoltà in caso di sostituzione delle traverse. Pertanto è stato aggiunto un guscio rigido che avvolge lo zoccolo, con una guarnizione stagna tra il calcestruzzo ed il guscio.

L'attacco viene realizzato con un sistema pre-montabile allo scopo di ridurre i costi di montaggio e di omogeneizzazione dei binari riconducibile alle seguenti tipologie:

- Tipo “Vossloh W14”;
- Tipo “Pandrol Fastclip” (messo in opera sul progetto LAV - collegamento ad alta velocità Est in Francia).

Nelle zone di transizione tra i binari su ballast ed i binari su lastre di calcestruzzo, si installerà su circa 50 m dal lato binario su calcestruzzo (tunnel) un sistema simile al binario corrente ma che permette una regolazione laterale e altimetrica del binario stesso per poter correggerne l'andamento in occasione dei lavori di manutenzione dell'armamento.

Questo tipo di binario con traverse a guscio permette di rispettare le norme relative al rumore e permette anche di ridurre la trasmissione delle vibrazioni modificando la rigidità della soletta elastomerica in zone

projet reprend essentiellement ce qui était prévu dans l'APR, l'unique différence concernant les zones à l'air libre sur ballast.

Le type de traverses monoblocs en béton armé préfabriqué utilisées à l'air libre est le M450, déjà utilisé en France, dont les dimensions sont de 2 451 mm en longueur, 290 mm en largeur e 220 mm d'épaisseur sous rail.

#### Appareils de voie :

- **Tronçon transfrontalier** et SJdM
  - De type français (RFF 60 E1)
    - sur les voies principaux avec aiguillage pointe mobile;
    - sur les voies d'évitement et dans l'aite technique de Suse avec aiguillage pointe fixe
- **Innesto a Bussoleno**
  - De type italien (RFI 60 E1) avec aiguillage pointe fixe

## 12.3 ELECTRIFICATION

### 12.3.1 Généralités

On présente ici de manière synthétique les équipements d'électrification en 25 kVca de la NLLT (sous-stations, postes d'auto-transformation, ligne primaire 132 kV) et les équipements 3 kVcc dans la zone de frontière entre la NLLT et la Ligne Historique à Bussoleno et « l'île » à 1,5 kV à Saint-Jean-de-Maurienne.

L'architecture globale des équipements de traction électrique 25 kV de la NLLT est représentée sur le schéma suivant :

particolari. Il progetto ricalca sostanzialmente quanto previsto nell'APR, con l'unica differenza che nelle zone all'aperto su ballast.

La tipologia delle traverse monoblocco in c.a.p. utilizzate all'aperto è quella M450 in uso in Francia, con dimensioni di 2 451 mm in lunghezza, 290 mm in larghezza e 220 mm di spessore sotto rotaia.

#### Deviatoi:

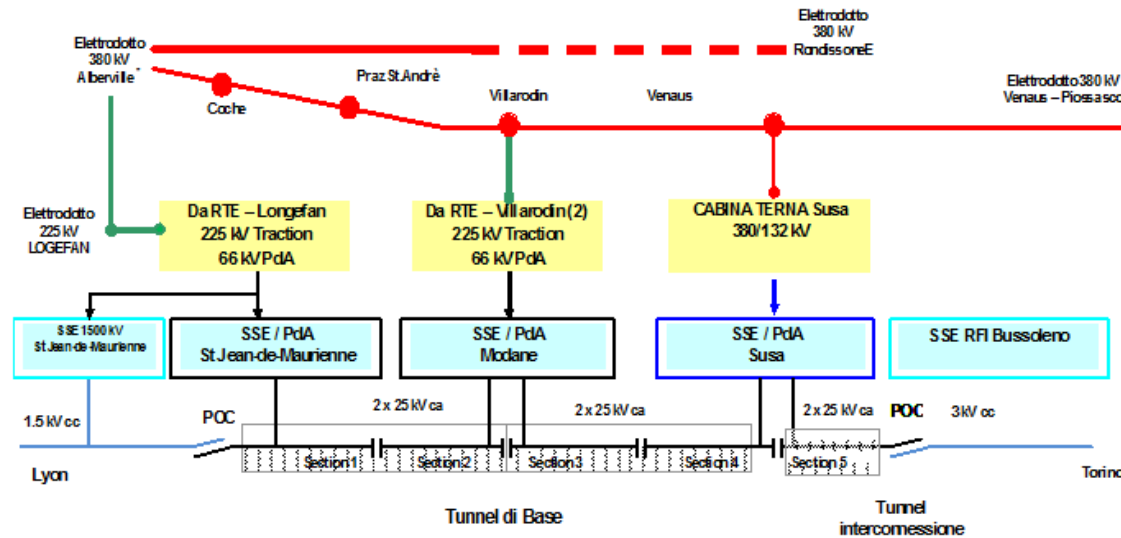
- **Tratta transfrontaliera** e SJdM
  - Di tipo francese (RFF 60 E1)
    - Sui binari di corretto tracciato con cuore a punta mobile;
    - sui binari di precedenza e nell'area tecnica di Susa con cuore punta fissa.
- **Innesto a Bussoleno**
  - Di tipo italiano (RFI 60 E1) con cuore punta fissa

## 12.3 ELETTRIFICAZIONE

### 12.3.1 Generalità

Vengono illustrati, in sintesi, gli impianti di elettrificazione a 25 kVca della NLTL (sottostazioni, posti di autotrasformazione, linea primaria 132 kV) e gli impianti di elettrificazione 3 kVcc della zona di confine tra NLTL e Linea Storica a Bussoleno e "l'isola" a 1,5 kV c.c. a Saint-Jean-de-Maurienne.

L'architettura complessiva degli impianti per la trazione elettrica a 25 kV della linea AC è rappresentata nel seguente schema:



**SCHEMA DI ALIMENTAZIONE DEL SISTEMA DI TRAZIONE / (PDA)**  
**SCHEMA D'ALIMENTATION DU SYSTEME DE TRACTION / (PDA)**

### 12.3.2 Sous-stations électriques - Postes d'Alimentation

Pour l'alimentation des équipements de traction électrique 2x25 kV de la section transfrontalière, trois sous-stations de transformation 132 kV (ou 220 kV) / 2x25 kV sont prévues.

Le Poste d'Alimentation (PdA) de l'Aire Technique de Suse, qui sert pour l'alimentation de tous les sous-systèmes d'équipements du système ferroviaire Transfrontalier, est constitué de deux arrivées de lignes (un dédié en temps normal aux équipements de traction, l'autre dédié à l'alimentation des autres équipements), d'un jeu de barre divisé en deux sections par un double raccordement de barre, et de quatre unités de transformation (deux dédiés aux machines 132/2x25 kV pour la traction

### 12.3.2 Sottostazioni elettriche- Posti di Alimentazione

Per l'alimentazione degli impianti di trazione elettrica 2x25 kV della tratta internazionale sono previsti tre sottostazioni di trasformazione: una 132 kV/2x25 kV a Susa e due 225 kV/2x25 kV a Modane V-B e Saint Jean de Maurienne.

Il Posto di Alimentazione (PdA) nell' Area Tecnica di Susa, che serve per l'alimentazione di tutte le sotto applicazioni impiantistiche del sistema ferroviario Transfrontaliero, è costituito da due arrivi linea (uno normalmente dedicato agli impianti di trazione, l'altro dedicato all'alimentazione degli altri impianti), da una sbarra divisa in due sezioni da un doppio congiuntore di barra, e da quattro stadi di trasformazione (due dedicati ai trasformatori 132/2x25 kV per la trazione elettrica e due dedicati

électrique et deux dédiés aux transformateurs 132/20 kV triphasés qui alimentent les tableaux MT de la distribution 20 kV).

Le secondaire des transformateurs 132/2x25 kV, sera relié au tableau blindé 2x25 kV d'alimentation et de protection de la caténaire. De ce tableau, partiront les alimentations par câbles en direction des installations ferroviaires.

Les deux autres sous-stations (Saint-Jean-de-Maurienne et Modane) sont constituées de deux arrivées de lignes 220 kV, toutes les deux dédiées à la traction électrique, d'un jeu de barres divisé en deux sections par un double raccordement de barres, et de deux unités de transformation 220/2x25 kV. La partie MT est par contre analogue à celle décrite précédemment pour Suse, si ce n'est qu'il est alimenté en 65 kV au primaire. Dans cette configuration du système ferroviaire on a prévu une alimentation auxiliaire à Bussoleno pour assurer l'alimentation des postes du portail est et du Tunnel d'Interconnexion en cas de mise en hors service du PdA de Val di Susa.

### **12.3.3 Postes d'Autotransformation**

Chaque poste d'autotransformation sera réalisé en installant, à l'intérieur des niches prévues à cet effet, un autotransformateur et un tableau 2x25 pour chaque voie.

L'autotransformateur aura comme rôle de permettre la refermeture des courants de la voie vers le feeder négatif -25 kV, tandis que le tableau électrique accueillera les organes de manœuvre et de protection qui permettent de :

- Effectuer la désinsertion et l'insertion du transformateur sur la caténaire ;
- Effectuer la protection du Transformateur ;
- Etablir ou désinsérer le parallèle entre la ligne de contact de la voie paire avec celle de la voie impaire.

ai trasformatori 132/20 kV trifase alimentanti i quadri MT della distribuzione a 20 kV).

Il secondario dei trasformatori 132/2x25 kV, sarà collegato al quadro blindato 2x25 kV di alimentazione e protezione della linea di contatto. Da tale quadro partiranno gli alimentatori in cavo diretti verso la sede ferroviaria.

Le altre due sottostazioni (Saint-Jean-de-Maurienne e Modane) sono costituite da due arrivi linea a 225 kV, entrambi dedicati alla trazione elettrica, da una sbarra divisa in due sezioni da congiunture di barra e da due stalli di trasformazione 225/2x25 kV. Il reparto MT è invece analogo a quanto sopra descritto per Susa, seppur alimentato con il 65 kV al primario. In questa configurazione del sistema ferroviario transfrontaliero è stata prevista un'alimentazione di riserva a Bussoleno la cui funzione è quella di garantire l'alimentazione delle utenze del piazzale est e del tunnel di Interconnessione in caso di fuori servizio del PdA di Val di Susa

### **12.3.3 Posti di Autotrasformazione**

Ogni posto di auto trasformazione sarà realizzato installando all'interno di apposite nicchie, un autotrasformatore, in resina per ridurre il carico di incendio e un quadro 2x25 per ogni binario.

L'autotrasformatore avrà il compito di permettere la richiusura delle correnti dal binario al feeder negativo -25 kV, mentre il quadro elettrico alloggerà gli organi di manovra e protezione che permetteranno di:

- Effettuare la disinserzione e l'inserzione del trasformatore sulla linea di contatto;
- Effettuare la protezione del Trasformatore;
- Stabilire o disinserrire il parallelo tra la linea di contatto del binario pari e quella del binario dispari.

Dans le cadre du projet préliminaire, les postes d'autotransformation ont été repositionnés en fonction de la nouvelle position des rameaux et de l'élimination du poste d'autotransformation des SSE.

Le nouvel aménagement du tronçon prévoit 18 postes d'autotransformation, espacés les uns des autres d'environ 7-8 km, dont 10 de type PATS (postes d'autotransformation simple) et 8 de type PATD (postes d'autotransformation doubles), associés aux tronçons neutres de separation de phase.

#### **12.3.4 Ligne Primaire 132 kV**

Pour le raccordement du nouvel équipement de Sous-station électrique (SSE) / Poste d'Alimentation (PdA) de Suse au réseau électrique national, une nouvelle ligne en câble 132 kV de section égale à 1600 mm<sup>2</sup> sera réalisée. Cette ligne électrique, réalisée en double terne, aura une longueur d'environ 7,8 km et se développera essentiellement sur la partie ferroviaire (à l'intérieur du tunnel de base ou sur l'aire technique de Suse).

Ce tracé en variante par rapport à la phase de projet précédente, permet d'éliminer les interférences sur le territoire dans la partie finale. En effets, seulement dans la première partie du tracé, sur environ 1,4 km seulement, par rapport aux 7 km prévus en PD2, la ligne sera posée le long de la route provinciale n.210. Sur ce tronçon, compris entre la cabine TERNA de Venaus et le point où la nouvelle ligne ferroviaire passe en-dessous des voies publiques, les deux ternes seront posées à l'intérieur d'une seule et même tranchée d'une largeur totale égale à 1,6 mètres.

Pour l'entrée de la ligne dans le tunnel seront réalisés deux raccordements verticaux d'une profondeur égale à 50 mètres.

Sur le tracé postulé, aucune situation critique n'est identifiée en termes de respect de la réglementation en vigueur en matière d'exposition aux champs électromagnétiques.

Le long du tracé au-dessous de la voirie publique, des regards de raccordement seront réalisés. Les regards de raccordement de chaque terne de câbles auront comme dimensions 8x2,5 m et 2 m de profondeur.

Nell'ambito del progetto è prevista la ricollocazione dei posti di autotrasformazione in funzione della nuova posizione dei Rameaux e l'eliminazione del posto di auto trasformazione in corrispondenza alla SSE. Nel nuovo assetto della tratta saranno previsti 18 posti di autotrasformazione, distanziati ognuno di circa 7-8 km, di cui 10 di tipo PATS (posti di autotrasformazione semplice) e 8 di tipo PATD (posti di autotrasformazione doppi) associati ai tratti neutri di separazione di fase

#### **12.3.4 Linea Primaria 132 kV**

Per l'allacciamento del nuovo impianto di Sottostazione elettrica (SSE) / Posto di Alimentazione (PdA) di Susa alla rete elettrica nazionale verrà realizzato una nuova linea in cavo 132 kV di sezione pari a 1600 mm<sup>2</sup>.

Tale elettrodotto, realizzato in doppia terne, avrà una lunghezza di circa 7,8 km e si svilupperà prevalentemente in sede ferroviaria (all'interno del tunnel di base o nell'area tecnica di Susa).

Questo percorso in variante rispetto alla precedente fase progettuale permette di eliminare le interferenze sul territorio nella parte finale. Infatti, solo nella prima parte del tracciato, per soli circa 1,4 km, rispetto ai 7 km previsti in PD2, il cavidotto sarà posato lungo la strada Provinciale n.210. In tale tratta, compresa tra la cabina TERNA di Venaus e il punto in cui la nuova linea ferroviaria sottopassa la viabilità pubblica, le due terni saranno posate all'interno di una unica trincea di larghezza complessiva pari a 1,6 metri.

Per l'ingresso del cavidotto nel tunnel saranno realizzati due collegamenti verticali di profondità di circa 50 metri.

Nel tracciato ipotizzato non sono individuate situazioni critiche in termini di rispetto della normativa Vigente relativa all'esposizione ai campi elettromagnetici.

Lungo la parte di tracciato che si sviluppa in sede pubblica saranno realizzate buche giunti. Le buche giunti di ogni terne di cavi avranno dimensioni 8x2,5 m e profondità 2 m



**ORTOFOTO TRACCIATO LINEA ELETTRICA IN SOTTERRANEO VENAUS - SUSÀ  
ORTOPHOTOPLAN DU TRACE DE LA LIGNE ELECTRIQUE EN SOUTERRAIN ENTRE VENAUS ET SUSE**



### **12.3.5 Equipements 3 kVcc**

Le tracé de la section transfrontalière de la NLLT prévoit la réalisation à Bussoleno d'une interconnexion avec la ligne historique.

Sur l'Interconnexion, à partir de son origine côté Plaine de Suse, la traction électrique est de 25 kVca alors que côté gare de Bussoleno la traction est celle du réseau italien ordinaire et donc de 3 kVcc.

Il est donc nécessaire de réaliser tous les travaux liés aux équipements de traction électrique pour cette différence de tension, et en particulier:

- Réalisation de la Section de Séparation de Tension (SST) pour le passage de 25 kV à 3 kV et viceversa sur les Voies de l'Interconnexion et plus précisément du Pk 0+990 au Pk 1+110 pour l'Interconnexion Impaire et du Pk 1+397 au Pk 1+517 pour l'Interconnexion Paire ;
- Réalisation de la caténaire (section 610 mm<sup>2</sup>) dans le tronçon de l'Interconnexion côté gare de Bussoleno et plus précisément du Pk 1+100 au Pk 3+643 pour l'Interconnexion Impaire et du Pk 1+517 au Pk 3+552 pour l'Interconnexion Paire ;
- Réalisation de la nouvelle caténaire à 3 KV au service des nouvelles voies déplacées de la Ligne Historique Suse-Bussoleno et de la Ligne Historique Turin-Modane, à l'entrée ouest de la Gare de Bussoleno.

### **12.3.6 Distribution 20 kV**

Pour alimenter tous les utilisateurs électriques présents en tunnels et dans les sites à l'air libre (équipements d'éclairage, de signalisation, de télécommunications, de ventilation, d'extinction incendie, etc.), la réalisation d'un système de fourniture de l'énergie électrique en moyenne tension est prévue en tunnel.

Ce réseau d'alimentation est raccordé au réseau public en trois points :

### **12.3.5 Impianti 3 kVcc**

Il tracciato della sezione transfrontaliera della NLTL prevede la realizzazione di un'interconnessione con la linea storica a Bussoleno.

Sull'Interconnessione, a partire dalla sua origine lato Piana di Susa, la trazione elettrica è a 25 kVca mentre lato stazione di Bussoleno la trazione è quella della rete ordinaria italiana e quindi a 3 kVcc

E' pertanto necessario realizzare tutti gli interventi connessi agli impianti di trazione elettrica per questa differenza di tensione ed in particolare:

- Realizzazione del Posto di Origine Catenaria (POC) per il passaggio da 25 kV a 3 kV e viceversa sui Binari di Interconnessione e precisamente da Pk 0+990 a Pk 1+110 per l'Interconnessione Dispari e da Pk 1+397 a Pk 1+517 per l'Interconnessione Pari;
- Realizzazione della Linea di contatto (sezione 610 mm<sup>2</sup>) nel tratto di Interconnessione lato stazione di Bussoleno e precisamente da Pk 1+100 a Pk 3+643 per l'Interconnessione Dispari e da Pk 1+517 a Pk 3+552 per l' Interconnessione Pari;
- Realizzazione della nuova linea di contatto a 3KV a servizio dei nuovi binari spostati sulla Linea Storica Susa-Bussoleno, alla radice ovest della Stazione di Bussoleno, sulla Linea Storica Torino-Modane.

### **12.3.6 Distribuzione 20 kV**

Per l'alimentazione di tutte le utenze elettriche presenti in galleria e nei siti all'aperto (impianti di illuminazione, di segnalamento, di telecomunicazione, di ventilazione, spegnimento incendi, eccetera) è prevista la realizzazione di un sistema in media tensione di distribuzione dell'energia elettrica in galleria.

Tale rete di alimentazione è allacciata alla rete pubblica in quattro punti:

- le premier, situé à la tête ouest du tunnel de Base au niveau de la gare de Saint-Jean-de-Maurienne sera alimenté par le réseau HT 63 kV RTE ;
- le deuxième, situé en correspondance du débouché de la descenderie de Villarodin-Bourget/Modane sera alimenté par le réseau de la Régie Municipale d'Electricité ;
- le troisième, situé entre la tête est du tunnel de Base et la tête Ouest du tunnel de l'Interconnexion à proximité du site de sécurité de Suse, sera alimenté par le réseau HT 132 kV TERNA. Cette dernière installation sera de type mixte SSE/PDA. Deux arrivées de ligne sont en effet prévues (une normalement dédié aux installations de traction, l'autre à l'alimentation des autres équipements), qui confluent sur un jeu de barres divisé en deux sections par un double raccordement de barres. Sur la première section sont prévues deux unités de transformation 132/2x25 kV pour la traction électrique, tandis que sur la seconde seront présent deux transformateurs 132/20 kV triphasé alimentant les tableaux de distribution MT).

Dans chaque PdA le niveau de tension sera porté à 20 kV via deux transformateurs AT/MT 63/20 kV, (PdA Saint-Jean-de-Maurienne et Modane) AT/MT 132/20kV (SSE/PdA Suse).

On signale enfin que contrairement à ce que prévoyait l'APR et conformément aux nouveaux Critères de Sécurité de la CIG V.22 paragraphe 12.1, pour garantir les fonctionnalités minimales requises par les équipements de secours (éclairage des voies d'évacuation du tunnel), de télécommunications, de signalisation et auxiliaires de cabine MT / BT / en cas de black-out national (réseau HT), chaque PdA est équipé d'un groupe électrogène, en container et insonorisé de l'extérieur, d'une puissance de 2 MVA.

- il primo, situato all'imbocco ovest del tunnel di Base in corrispondenza della stazione di Saint-Jean-de-Maurienne, prenderà l'alimentazione dalla rete AT 63 kV RTE;
- Il secondo, situato in corrispondenza dell'imbocco esterno della discenderia di Villarodin-Bourget/Modane, prenderà l'alimentazione dalla Régie Municipale d'Electricité ;
- il terzo, situato fra l'imbocco est del tunnel di Base e l'imbocco Ovest del tunnel dell'Interconnessione in prossimità dell'area di sicurezza di Suse, prenderà l'alimentazione dalla rete AT 132 kV TERNA. Quest'ultimo impianto sarà di tipo promiscuo SSE/PDA. Sono infatti previsti due arrivi linea (uno normalmente dedicato agli impianti di trazione, l'altro all'alimentazione degli altri impianti), confluenti su una sbarra divisa in due sezioni da un doppio congiuntore di barra. Sulla prima sezione di sbarra sono previsti due stalli di trasformazione 132/2x25 kV per la trazione elettrica, mentre sulla seconda saranno presenti due trasformatori 132/20 kV trifase alimentanti i quadri MT di distribuzione.
- La quarta alimentazione, una cabina primaria alimentata in media tensione ubicata all'imbocco est del tunnel di Interconnessione

In ogni PdA e nella cabina il livello di tensione sarà portato a 20 kV attraverso due trasformatori AT/MT 63/20 kV, (PdA Saint-Jean-de-Maurienne e Modane) AT/MT 132/20kV (SSE/PdA Suse) e MT/MT 15/20kV a Bussoleno.

Si segnala infine che a differenza di quanto previsto nell'APR e in uniformità con i nuovi Criteri di Sicurezza della CIG V.22 paragrafo 12.1, per garantire le funzionalità minime richieste dagli impianti di soccorso (illuminazione delle vie di esodo del tunnel), di telecomunicazione, di segnalamento ed ausiliari di cabina MT / BT in caso di black-out nazionale (rete AT), ciascun PdA è equipaggiato con un gruppo elettrogeno, in esecuzione containerizzata ed insonorizzata da esterno, di potenza pari a 2 MVA.

### ***12.3.7 Distribution électrique basse tension et éclairage***

Pour alimenter les utilisateurs électriques de la galerie (éclairage, équipements de signalisation, télécommunications, ventilation, etc.), des locaux électriques sont prévus qui pourront accueillir les appareils dédiés à cet usage. Parmi les locaux électriques, appelés ci-après cabines électriques, on peut identifier les typologies énumérées ci-dessous:

- Cabines MT/BT de plateforme, situées aux têtes et dans les plateformes ferroviaires ;
- Cabines MT/BT de rameau technique ;
- Cabines MT/BT tunnel descenderies, situées à l'intérieur des descenderies et dans la galerie de la Maddalena ;
- Cabines MT/BT descenderie, situées aux jonctions des descenderies et de la galerie de la Maddalena ;
- Cabines MT/BT pompage, situées dans les Sites de Sécurité et aux têtes des tunnels, appelées à alimenter les équipements respectifs incendie ;
- Cabines MT/BT ventilation extraction, injection et climatisation situées aux têtes des descenderies et du Tunnel de Base.

Dans ces locaux, l'énergie du réseau de distribution MT décrit au paragraphe précédent sera prélevée, transformée et distribuée au niveau 400/230 V aux utilisateurs identifiés auparavant, parmi lesquels :

- Equipements d'éclairage des têtes de tunnel ;
- Equipements d'éclairage des sites de sécurité ;
- Equipements d'éclairage des cheminements ;
- Equipements d'éclairage des pointes des aiguillages (PA) ;
- Equipements de chauffage des appareils de voie.

### ***12.3.7 Distribuzione elettrica in bassa tensione e illuminazione***

Per l'alimentazione delle utenze di galleria (illuminazione, impianti di segnalamento, telecomunicazione, ventilazione, eccetera) sono stati previsti dei locali elettrici in grado di ospitare le apparecchiature idonee allo scopo. Tra i locali elettrici, in seguito denominati cabine elettriche, si individuano le tipologie di seguito elencate:

- Cabine MT/BT di piazzale, poste agli imbocchi e nei piazzali ferroviari;
- Cabine MT/BT di ramo tecnico;
- Cabine MT/BT tunnel discenderia, ubicate all'interno delle discenderie e della galleria della Maddalena;
- Cabine MT/BT di smistamento, ubicate agli innesti delle discenderie e della galleria della Maddalena;
- Cabine MT/BT Pompaggio, ubicate nelle Aree di Sicurezza e agli imbocchi dei tunnel, chiamate ad alimentare i rispettivi impianti antincendio;
- Cabine MT/BT ventilazione estrazione, iniezione e raffrescamento poste agli imbocchi discenderie e del tunnel di Base.

In tali locali verrà prelevata energia dalla rete di distribuzione MT descritta nel precedente paragrafo, e verrà trasformata e distribuita al livello 400/230 V alle utenze sopra individuate, tra le quali:

- Impianti illuminazione imbocchi;
- Impianti illuminazione siti di sicurezza;
- Impianti illuminazione camminamenti;
- Impianti illuminazione punte scambi (PS);
- Impianti riscaldamento deviatoi.

## 12.4 SIGNALISATION ET CONTROLE

La NLLT est un système de transport constitué d'infrastructures et d'équipements capables de supporter un trafic de type mixte à haute capacité. Il peut être utilisé par différents types de matériel roulant. Pour les prestations à assurer, en prenant en considération des évaluations coûts/bénéfices et vu les projets en cours de réalisation sur les réseaux avoisinants, la solution ERTMS/ETCS (European Rail Traffic Management System / European Train Control System), Niveau 2 a été adoptée pour l'espacement et pour le contrôle/commande de la marche des trains (fonction ATC-Automatic Train Control). Les gares, les bifurcations et de manière générale tous les Postes de Service sont contrôlés par des systèmes interlocking informatisés à logique concentrée.

La technologie ERTMS, outre le fait qu'elle a été expressément demandée par la Commission Intergouvernementale (CIG) pour répondre aux critères de sécurité, a été choisie dans le Projet pour les motifs suivants :

- elle est devenue le standard européen en matière de circulation ferroviaire sûre et interoperable ;
- les composants et appareils correspondants aux spécifications ERTMS sont produits par de nombreux constructeurs, ce qui permet d'éviter des situations de monopole, lors des futures extensions ou modifications du système ;
- l'ERTMS est conçu pour pouvoir évoluer et pouvoir compléter des équipements existants, à condition qu'ils ne soient pas obsolètes ;
- avec l'ERTMS, il est possible d'atteindre de grandes vitesses avec un espacement minimal entre les trains, obtenant donc un accroissement des Performances ;
- l'ERTMS est un système de fiabilité élevée.

L'ERTMS de niveau 2 est associé à un système de communication radio GSM-R, devenu lui aussi un standard européen en matière de communications radio appliquées aux chemins de fer.

## 12.4 SEGNALAMENTO E CONTROLLO

La NLTL è un sistema di trasporto costituito da infrastrutture e tecnologie idonee a supportare un traffico di tipo misto ad alta capacità che può essere utilizzato da differenti tipologie di materiale rotabile. In funzione delle prestazioni da rispettare, prendendo in considerazione valutazioni costi/benefici e visti i progetti in corso di realizzazione al momento sulle reti confinanti, è stata adottata la soluzione ERTMS/ETCS (European Rail Traffic Management System/ European Train Control System) Livello 2 per il distanziamento e per il comando/controllo della marcia dei treni (funzione ATC-Automatic Train Control). Le stazioni, i bivi e più in generale tutti i Posti di Servizio sono controllati con apparati interlocking computerizzati a logica concentrata.

Il sistema tecnologico ERTMS, oltre ad essere stato espressamente richiesto dalla Commissione Intergovernativa (CIG) all'interno dei criteri di sicurezza, è stato scelto nel Progetto in quanto:

- è diventato lo standard europeo in materia di circolazione ferroviaria sicura ed interoperabile;
- i componenti e gli apparati rispondenti alle specifiche ERTMS sono prodotti da numerosi costruttori, cosa che permette di evitare situazioni di monopolio, in occasione di future estensioni o modifiche del sistema;
- l'ERTMS è concepito per potersi evolvere e poter completare delle installazioni esistenti, a condizione che queste non siano obsolete;
- con ERTMS è possibile raggiungere alte velocità con il minimo distanziamento tra i treni ottenendo quindi un incremento delle Prestazioni;
- l'ERTMS è un sistema ad alta affidabilità.

L'ERTMS di livello 2 è associato ad un sistema di comunicazioni radio GSM-R, anch'esso divenuto uno standard europeo nel campo delle comunicazioni radio applicate alle ferrovie

Les équipements des Postes de Service sont de type à calculateur conformes aux modèles homologués par l'administration ferroviaire italienne (fonctionnalités de base) ou, plus généralement, européennes, correspondant aux Normes EN 50126, 50128 et 50129.

Les équipement des plateformes auront une typologie adaptée à l'armement et aux actionneurs du système d'interlocking.

Tout le système de signalisation sera développé avec un niveau de sécurité SIL = 4.

## 12.5 TELECOMMUNICATIONS

Les télécommunications sont composées des sous-systèmes suivants :

- télécommunications d'urgence en tunnel ;
- vidéosurveillance ;
- radio ;
- diffusion sonore ;
- téléphonie administrative et automatique ;
- systèmes de transmission.

Le **sous-système de téléphonie d'urgence** permet via les bornes SOS placées à l'intérieur des tunnels, la communication entre les personnes (qu'il s'agisse du personnel ou des voyageurs), les deux PCC et les locaux techniques situés à l'extérieur des tunnels.

Ce système utilise la technologie Voice over IP pour relier les téléphones situés à l'intérieur de la galerie avec l'extérieur.

Gli impianti dei Posti di Servizio sono di tipo a calcolatore conformi ai modelli omologati dalla amministrazioni ferroviaria italiana (nelle funzionalità base) ed, o più generalmente europee, in ogni caso rispondenti agli Standard EN 50126, 50128 e 50129.

Gli enti di piazzale saranno di tipologia adeguata in relazione all'armamento e agli attuatori del sistema di interlocking.

Tutto il sistema di segnalamento sarà sviluppato in livello di sicurezza SIL = 4.

## 12.5 TELECOMUNICAZIONI

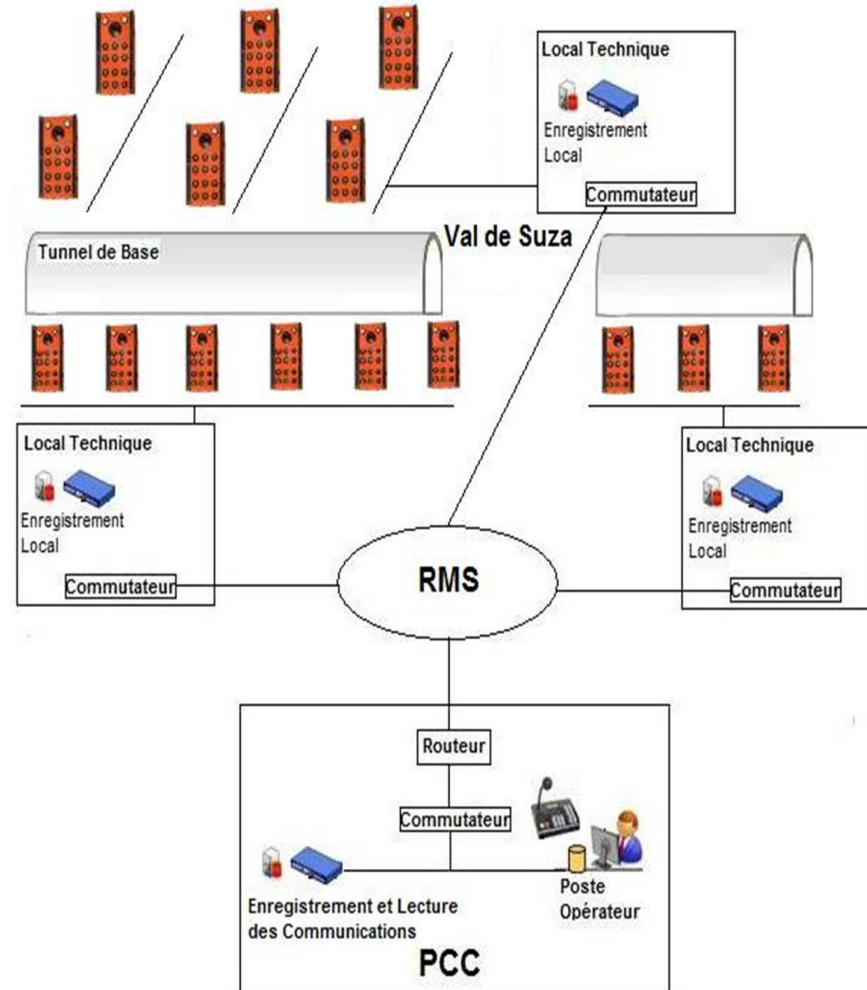
Le telecomunicazioni sono composte dai seguenti sottosistemi

- telecomunicazioni di emergenza in galleria
- video sorveglianza;
- radio;
- Sistemi di diffusione sonora;
- Sistemi di telefonia amministrativa e automatica;
- Sistemi trasmissivi.

Il **sottosistema di telefonia di emergenza** permette, a mezzo di colonnine SOS posizionate all'interno delle gallerie, la comunicazione tra persone (sia personale, sia viaggiatori) e i due PCC ed i locali tecnici posizionati all'esterno delle gallerie.

Tale sistema utilizza la tecnologia Voice over IP per collegare i telefoni interni alla galleria e l'esterno.

### Descenderies



Le **sous-système de Vidéo** surveillance prévoit l'installation de caméras :

- dans les espaces extérieurs ;
- aux têtes et le long des descenderies ;
- près des extrémités des by-pass et à l'intérieur de ceux-ci ;
- dans les Sites de Sécurité en souterrain (sur les quais et dans la salle d'accueil) ;
- dans les Sites de Sécurité à ciel ouvert (sur les quais).

Les images seront retransmises vers les PCC et vers les locaux extérieurs aux tunnels.

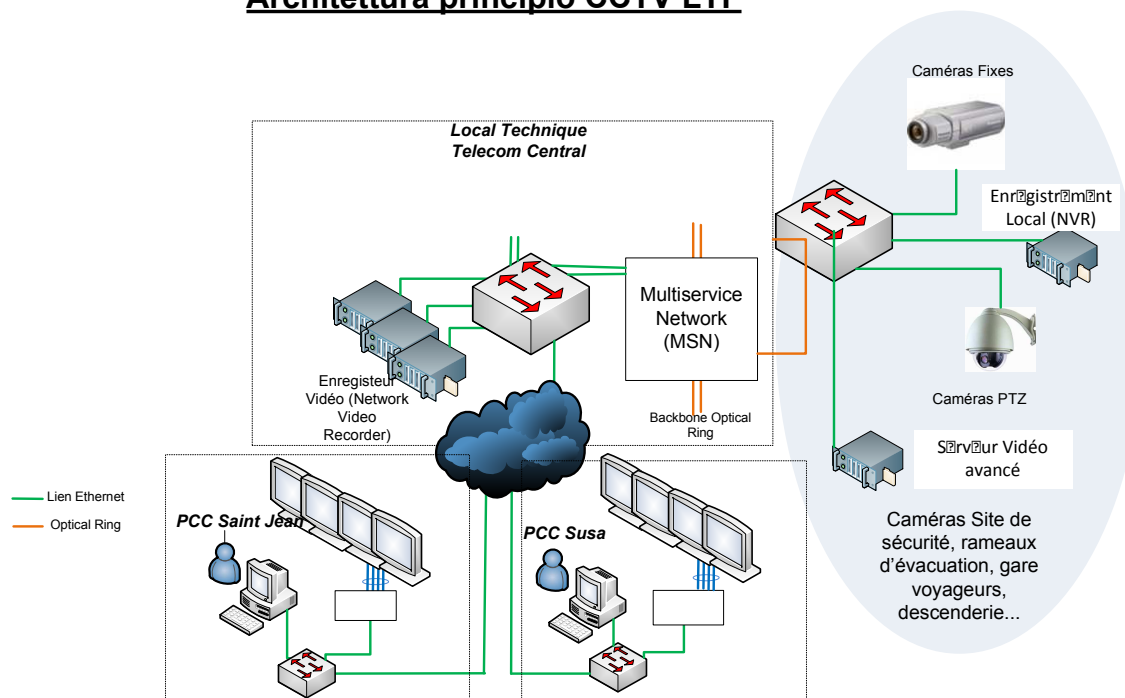
Il **sottosistema di Videosorveglianza** prevede l'installazione di telecamere:

- Nelle Aree esterne;
- Agli imbocchi e lungo le Discenderie;
- presso gli imbocchi dei By-pass e all'interno degli stessi;
- Nelle Aree di Sicurezza in sotterraneo (sulle banchine e nella Sala di Accoglienza);
- Nelle Aree di Sicurezza all'aperto (in banchina).

Le immagini saranno rimandate verso i PCC ed i locali esterni alle gallerie.

### Architecture de principe CCTV LTF

### Architettura principio CCTV LTF



Le **sous-système radio** prévoit d'étendre le signal GSM-R à toute la ligne.

Les systèmes radio suivants seront prévus en plus dans les tunnels :

- TETRA pour la maintenance et les services de secours et de sécurité internes ;
- Réseaux opérateurs de téléphonie mobile ;
- ACROPOL pour les communications de la police nationale française ;
- ANTARES pour les communications de la protection civile française ;
- RUBIS pour les communications de la gendarmerie française ;
- TETRAPOL, réseau lié à RUBIS et ACROPOL.
- Système de communication pour les Sapeurs-Pompiers (PUMA) développé dans cette dernière phase du projet suite à une prescription du GTS de la CIG

La **diffusion sonore** est assurée dans le Tunnel de Base, dans le Tunnel de l'Interconnexion et dans les interconnexions. Les équipements sonores sont destinés à l'auto-sauvetage des personnes en cas d'incendie ou d'accident.

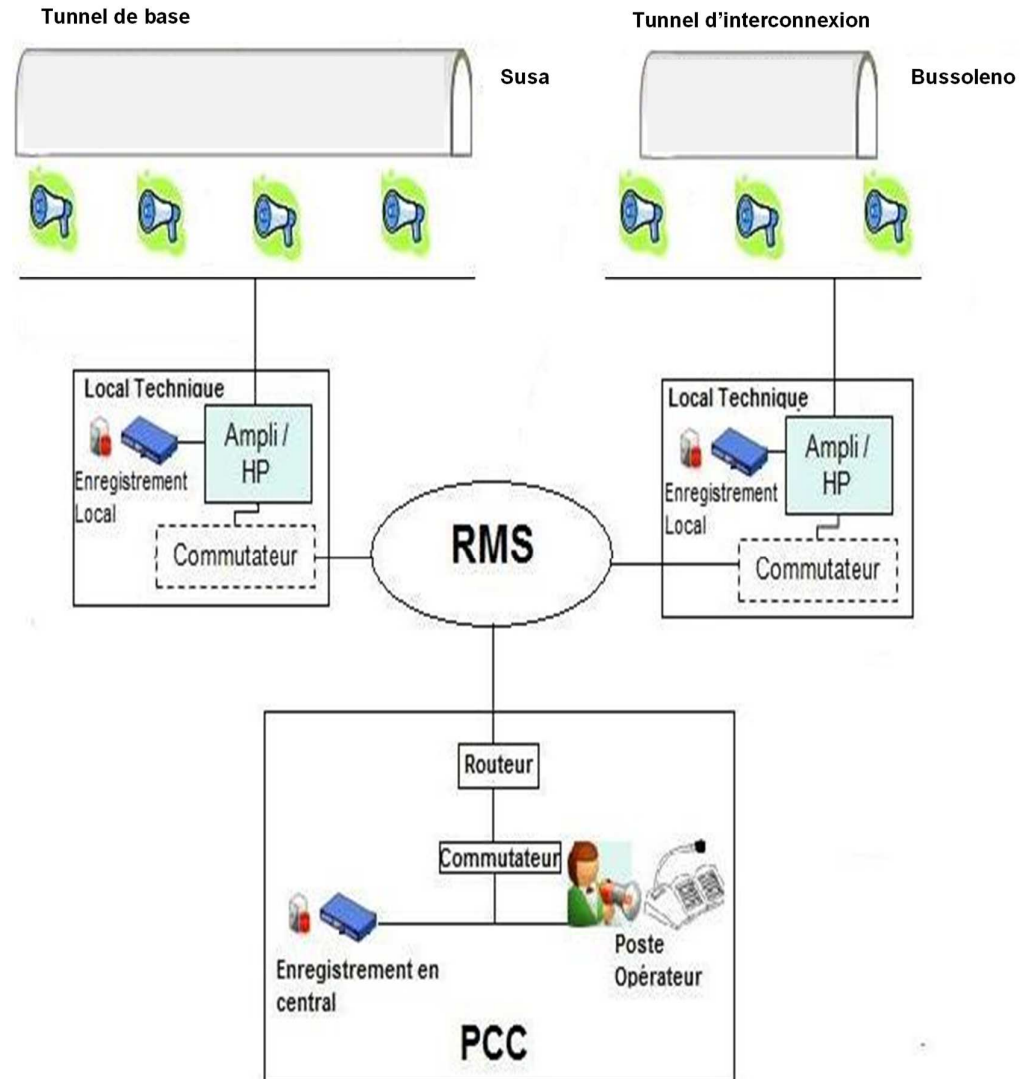
Il **sotto-sistema radio** prevede di radio estendere su tutta la linea il segnale GSM-R.

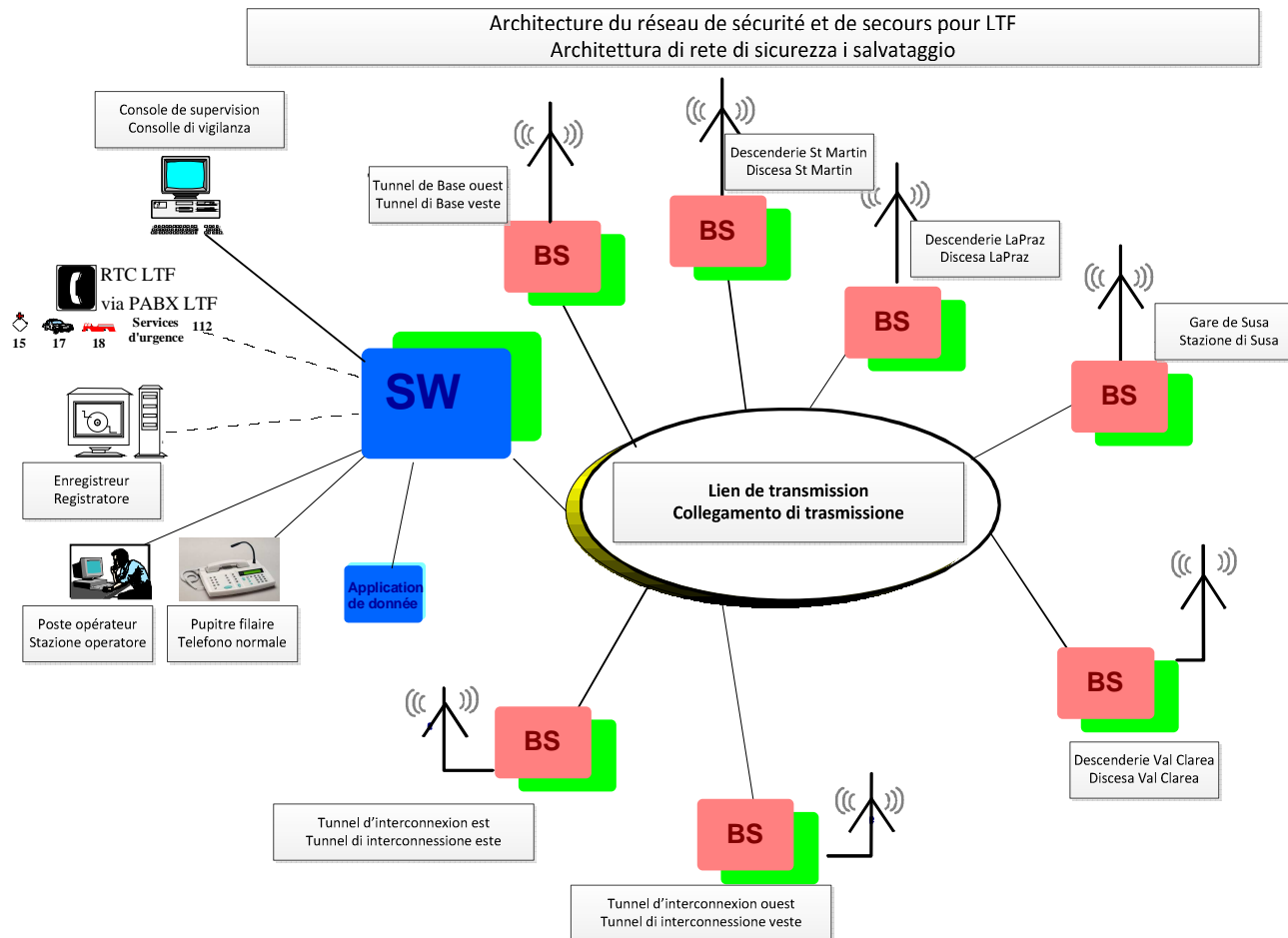
In aggiunta nelle gallerie saranno previsti i seguenti sistemi radio:

- TETRA per la manutenzione ed i servizi di soccorso e di sicurezza interni;
- Reti operatori di telefonia mobile;
- ACROPOL per le comunicazioni della polizia nazionale francese;
- ANTARES per le comunicazioni della Protezione Civile francese;
- RUBIS per le comunicazioni della gendarmeria francese;
- TETRAPOL rete collegata a RUBIS e ACROPOL;
- Sistema di comunicazione per i C.N.VV. (PUMA) sviluppato nell'ambito di quest'ultima fase di progettazione in ottemperanza alla prescrizione del GTS della CIG

La **diffusione sonora** è realizzata nel Tunnel di Base e nel Tunnel dell'Interconnessione e nelle interconnessioni. Le apparecchiature sonore destinate all'autosalvataggio delle persone in caso d'incendio o d'incidente.







Le **sous-système de téléphonie ferroviaire** est destiné aux communications téléphoniques ferroviaires nécessaires à l'exploitation de la ligne et à la circulation des trains. Ce système permet les communications téléphoniques nécessaires au trafic ferroviaire, à la gestion de l'énergie de

Il **sotto-sistema di telefonia ferroviaria** è destinato alle comunicazioni telefoniche ferroviarie necessarie all'esercizio della linea ed alla circolazione dei treni. Questo sistema permette le comunicazioni telefoniche necessarie all'espletamento del traffico ferroviario, alla

traction, à la gestion technique centralisée, à la maintenance des systèmes de signalisation.

Le **sous-système de transmission** utilise des câbles à fibres optiques posés le long de la ligne pour relier les équipements (caméras video, téléphonie, signalisation, etc.) le long de toute la ligne en provenance et à destination du PCC.

## 12.6 VENTILATION

### 12.6.1 Généralités

Les dispositifs de ventilation concernent l'ensemble des ouvrages souterrains de la section transfrontalière.

Leur but est d'une part, d'assurer le désenfumage en cas d'incendie, et d'autre part de maintenir une qualité de l'air compatible avec le fonctionnement des appareils et avec l'exploitation ferroviaire.

Le système de ventilation comprend les sous-systèmes suivants :

- Désenfumage des tunnels ;
- Ventilation hygiénique des tunnels ;
- Ventilation des descenderies ;
- Ventilation des locaux techniques ;
- Ventilation des sites de sécurité ;
- Ventilation des rameaux de communication.

Dans le Tunnel de Base, les centrales d'extraction des fumées sont au nombre de 4, situées aux entrées des descenderies de Saint-Martin-la-Porte (avec un débit d'extraction/soufflage de 300 m<sup>3</sup>/s) et La-Praz (avec un débit d'extraction/soufflage de 400 m<sup>3</sup>/s), au début des puits de Avrieux (avec un débit double flux de 400+400 m<sup>3</sup>/s) et à l'entrée de la galerie de ventilation Maddalena 2 (avec un débit d'extraction/ soufflage de 400 m<sup>3</sup>/s).

gestione dell'energia di trazione, alla gestione tecnica centralizzata, all'espletamento della manutenzione dei sistemi di segnalamento.

Il **sotto-sistema trasmissivo** utilizza i cavi a fibra ottica posati lungo linea per collegare gli apparati (TVCC, telefonia, segnalamento, ecc) lungo tutta la linea da e verso i PCC.

## 12.6 VENTILAZIONE

### 12.6.1 Generalità

I dispositivi di ventilazione riguardano l'insieme delle opere sotterranee della sezione transfrontaliera.

Il loro scopo è da una parte, di assicurare l'estrazione dei fumi in caso di incendio, e d'altra parte di mantenere una qualità dell'aria compatibile con il funzionamento degli apparecchiature e dell'esercizio ferroviario.

Il sistema di ventilazione comprende i seguenti sottosistemi :

- Estrazione dei fumi dai tunnel ;
- Ventilazione igienica dei tunnel;
- Ventilazione delle discenderie;
- Ventilazione dei locali tecnici;
- Ventilazione dei siti di sicurezza;
- Ventilazione dei rami di comunicazione.

Nel Tunnel di Base, le centrali di estrazione dei fumi sono 4, ubicate agli imbocchi delle discenderie di Saint-Martin-la-Porte (con portata di estrazione/pompaggio di 300 m<sup>3</sup>/s) e La-Praz (con portata di estrazione/pompaggio di 400 m<sup>3</sup>/s), in testa ai pozzi di Avrieux (con portata doppio flusso di 400+400 m<sup>3</sup>/s) e all'imbocco della galleria di ventilazione di Maddalena 2 (con portata di estrazione/pompaggio di 400 m<sup>3</sup>/s).

Aux têtes des deux tubes, il est prévu l'installation de batteries d'accélérateurs de flux (jet-fans) qui pourront être activés dans le but d'assurer la mise en suppression du tube sain par rapport au tube incidenté quelles que soient les conditions atmosphériques.

La problématique de la ventilation des tunnels ferroviaires, à plus forte raison pour les tunnels très longs, est étroitement liée aux effets aérodynamiques dus à l'effet piston des trains et aux contrepressions ainsi générées, aux effets thermiques dus aux différences de température entre l'extérieur et l'intérieur du tunnel et aux effets thermiques liés à la température du massif rocheux.

D'autre part, la problématique de la ventilation des tunnels est étroitement liée aux problèmes relatifs à la sécurité des personnes, particulièrement en cas d'incendie. Dans ce cas, la ventilation doit répondre aux objectifs suivants :

- Le déplacement des fumées au moyen du contrôle du courant d'air longitudinal, quelle que soit la position du feu dans le tunnel ;
- L'évacuation des voyageurs et des membres de l'équipage vers les sorties de sécurité, dans les conditions les plus sûres possible.

Le tableau suivant récapitule, en fonction du type de train incendié, de l'emplacement de l'incendie dans le train (TGV uniquement) et de la phase examinée, les stratégies de ventilation prévues.

Agli imbocchi delle due canne è prevista l'installazione di batterie di acceleratori di flusso (jet-fans) che potranno essere attivati allo scopo di assicurare la messa in sovrappressione della canna sana rispetto alla canna incidentata, indipendentemente dalle condizioni atmosferiche.

La problematica della ventilazione dei tunnel ferroviari, e ancor di più per i tunnel di notevole sviluppo, è strettamente legata agli effetti areodinamici dovuti all'effetto pistone dei treni ed alle relative contropressioni, agli effetti termici dovuti alle differenze di temperatura tra l'esterno e l'interno del tunnel.

D'altra parte, la problematica della ventilazione dei tunnel è strettamente legata ai problemi relativi alla sicurezza delle persone, particolarmente in caso di incendio. In questo caso, la ventilazione deve assicurare i seguenti obiettivi:

- Lo spostamento dei fumi attraverso un controllo della corrente d'aria longitudinale, qualunque sia la posizione del fuoco nella galleria;
- L'evacuazione dei viaggiatori e dei membri dell'equipaggio verso le uscite di sicurezza, nelle condizioni più sicure possibili.

La tabella seguente ricapitola, in funzione del tipo di treno incendiato, della posizione dell'incendio sul treno (unicamente per il TGV Duplex in configurazione doppia, caso dimensionante per il trasporto passeggeri) e della fase considerata, le strategie di ventilazione previste.

Tipo di treno Type de train	Ubicazione sul treno Localisation sur le train	Fase/ Phase	Strategia/ Stratégie
TGV-D	Motrice di testa Motrice de tête	1 : Evacuazione / Evacuation	Velocità critica nel senso della circolazione Vitesse critique dans le sens de circulation
		2 : Lotta contro l'incendio Lutte contre l'incendie	Velocità critica in un senso o nell'altro Vitesse critique dans un sens ou dans l'autre
	Motrice intermedia Motrice intermédiaire	1 : Evacuazione / Evacuation	Velocità elevata (diluizione) Vitesse élevée (dilution)
		2 : Lotta contro l'incendio Lutte contre l'incendie	Velocità critica in un senso o nell'altro Vitesse critique dans un sens ou dans l'autre
	Motrice di coda Motrice de queue	1 : Evacuazione/ Evacuation	Velocità critica in senso opposto alla marcia Vitesse critique dans le sens opposé à la circulation
		2 : Lotta contro l'incendio Lutte contre l'incendie	Velocità critica in un senso o nell'altro Vitesse critique dans un sens ou dans l'autre
Treno merci Train de marchandises	1 : Evacuazione/ Evacuation	Velocità critica in senso opposto alla marcia Vitesse critique dans le sens opposé à la circulation	
	2 : Lotta contro l'incendio Lutte contre l'incendie	Velocità critica in un senso o nell'altro Vitesse critique dans un sens ou dans l'autre	
Treno Autostrada Ferroviaria Train Autoroute Ferroviaire	1 : Evacuazione/ Evacuation	Velocità critica in senso opposto alla marcia Vitesse critique dans le sens opposé à la circulation a	
	2 : Lotta contro l'incendio Lutte contre l'incendie	Velocità critica in un senso o nell'altro Vitesse critique dans un sens ou dans l'autre	

Le tableau suivant indique, en fonction du type de train incendié, de la position de l'incendie sur le train (TGV uniquement), et de la phase examinée, les équipements/ouvrages de ventilation à travers lesquels sont extraites les fumées.

La tabella seguente è indicata l'opera di ventilazione attraverso cui vengono estratti i fumi, in funzione del tipo di treno incendiato, della posizione dell'incendio sul treno (unicamente TGV-D) e della fase considerata.

Tipo di treno Type de train	Ubicazione sul treno Localisation sur le train	Fase Phase	Linea corrente Ligne courante	Area di sicurezza Site de sécurité
TGV-D	Motrice davanti Motrice avant	1 : Evacuazione 1 : Evacuation	Pozzo antecedente all'incendio Puits en aval de l'incendie	Serrande d'estremità antecedenti l'incendio Trappe d'extrémité en aval de l'incendie
		2 : Lotta contro l'incendio 2 : Lutte contre l'incendie	Pozzo verso cui sono sospinti i fumi Puits en direction duquel sont repoussées les fumées	
	Motrice intermedia Motrice intermédiaire	1 : Evacuazione 1 : Evacuation	Pozzo antecedente all'incendio Puits en aval de l'incendie	n° 10 serrande in corrispondenza della sala d'accoglienza  10 Trappes au droit de la salle d'accueil
		2 : Lotta contro l'incendio 2 : Lutte contre l'incendie	Pozzo verso cui sono sospinti i fumi Puits en direction duquel sont repoussées les fumées	Serrande di estremità dal lato in cui sono sospinti i fumi Trappe d'extrémité du côté où sont repoussées les fumées
	Motrice di coda Motrice de queue	1 : Evacuazione 1 : Evacuation	Pozzo posteriore all'incendio Puits en amont de l'incendie	Serrande d'estremità posteriori all'incendio
		2 : Lotta contro l'incendio 2 : Lutte contre l'incendie	Pozzo verso cui sono sospinti i fumi Puits en direction duquel sont repoussées les fumées	Trappe d'extrémité en amont de l'incendie
Treno merci Train de marchandises	1 : Evacuazione 1 : Evacuation	Pozzo posteriore all'incendio Puits en amont de l'incendie	n. 10 serrande in corrispondenza dell'area di stazionamento 10 Trappes au droit du site de stationnement	
	2 : Lotta contro l'incendio 2 : Lutte contre l'incendie	Pozzo verso cui sono sospinti i fumi Puits en direction duquel sont repoussées les fumées		
Treno Autostrada Ferroviaria Train Autoroute Ferroviaire	1 : Evacuazione 1 : Evacuation	Pozzo posteriore all'incendio Puits en amont de l'incendie	n° 10 serrande in corrispondenza dell'area di stazionamento 10 Trappes au droit du site de stationnement	
	2 : Lotta contro l'incendio 2 : Lutte contre l'incendie	Pozzo verso cui sono sospinti i fumi Puits en direction duquel sont repoussées les fumées		

Le tableau suivant récapitule les types d'incendie à considérer, leur puissance nominale, et les vitesses du courant d'air longitudinal à créer pour le contrôle des fumées.

Nella tabella seguente sono riepilogati i tipi di incendio da considerare, la loro potenza nominale, e le velocità della corrente di aria longitudinale da creare allo scopo di controllare i fumi.

<b>Tipo di incendio Type d'incendie</b>	<b>Potenza nominale totale (MW) Puissance nominale totale (MW)</b>	<b>Strategia Stratégie</b>	<b>Velocità della corrente d'aria necessaria (m/s) Vitesse du courant d'air recherchée (m/s)</b>
<b>Posizione intermedia di un treno viaggiatori Position intermédiaire d'un train de voyageurs</b>	30 (2 x 15 MW)	Diluizione a velocità elevata Dilution à vitesse élevée	Fino a 6 (*)
<b>Motrice d'estremità di un treno viaggiatori Motrice d'extrémité de train de voyageurs</b>	27 (1,7 x 15 MW)	Scorrimento alla velocità critica Balayage à vitesse critique	2,8
<b>Treno merci Train de marchandises</b>	170 (1,7 x 100 MW)	Scorrimento alla velocità critica Balayage à vitesse critique	3,8

(\*) *Cette valeur est plus élevée que celle mise en œuvre dans d'autres longs tunnels ferroviaires. La vitesse de consigne pourra être diminuée si des études particulières en montre la pertinence avant la mise en service.*

Les autres conditions aérauliques à respecter sont :

- Vitesse de retour < 1m/s ;
- Non-recyclage des fumées aux têtes : vitesse > 1 m/s dans le tube sain ;

La chronologie des procédures de désenfumage est indiquée dans le tableau suivant :

(\*) Questo valore è più elevato di quello adottato negli altri lunghi tunnel ferroviari. La velocità richiesta potrà essere diminuita se studi particolari ne mostreranno la possibilità prima della messa in esercizio.

Le altre condizioni da rispettare sono :

- Velocità di ritorno < 1,5 m/s;
- Evitare il riciclaggio dei fumi agli imbocchi : velocità > 1 m/s;

La tabella seguente mostra i tempi di procedura nel caso dell'incendio di un treno passeggeri :

Tempo (min) Temps (min)	Azioni / Actions	
	Canna incidentata Tube sinistré	Canna sicura Tube sain
<b>0</b>	Lancio della procedura di arresto Lancio della procedura di ventilazione fase 1 Lancement de la procédure d'arrêt Lancement de la procédure de ventilation phase 1	
<b>2</b>	Arresto del treno incendiato e dei treni successivi Arrêt du train incendié et des trains suiveurs	
<b>3</b>	Inizio del rallentamento dei treni precedenti Début de ralentissement des trains précédents	Inizio frenatura dei treni che non hanno superato il sinistro Inizio rallentamento dei treni che hanno superato il sinistro Début du freinage des trains n'ayant pas dépassé le sinistre Début du ralentissement des trains ayant dépassé le sinistre
<b>5</b>	Treni precedenti a velocità ridotta Trains précédents à vitesse réduite	Treni che hanno superato il sinistro a velocità ridotta Trains ayant dépassé le sinistre à vitesse réduite
<b>7 à 10</b> <b>7 a 10</b>	Regime di ventilazione stazionario Régime de ventilation établi	
<b>10</b>	Inizio allontanamento dei treni successivi a velocità ridotta Inizio evacuazione attraverso 2 rami in corrispondenza del treno incendiato Début du refoulement des trains suiveurs à vitesse réduite Début de l'évacuation par 2 rameaux au droit du train incendié	Inizio allontanamento dei treni che non hanno superato il sinistro Début du refoulement des trains n'ayant pas dépassé le sinistre
<b>30</b>	Fine dell'evacuazione attraverso i rami Lancio della procedura di ventilazione fase 2 Fin de l'évacuation par les rameaux Lancement de la procédure de ventilation phase 2	



Les performances énoncées ci-avant doivent être obtenues jusqu'à une différence de pression atmosphérique (après correction liée à la différence d'altitude) entre les deux têtes de tunnel de Tunnel de Base de  $\pm 1000$  Pa.

### **12.6.2 Ventilation hygiénique des tunnels**

La ventilation hygiénique des tunnels a pour objectifs de :

- Assurer un balayage longitudinal pour éviter la stagnation de l'air ;
- Apporter un volume d'air frais aux personnes présentes ;
- Assurer la dilution des polluants.

Les installations de ventilation hygiénique des tunnels doivent permettre d'obtenir une qualité d'air acceptable en permanence, en particulier lors des opérations de maintenance et de travaux en tunnel.

La quantité d'air minimale à apporter au niveau de chaque zone concernée sera définie par la plus grande des trois valeurs suivantes:

- Apport de 50 l/s/personne;
- Apport de 50 l/s/cv (si présence d'engins à motorisation thermique) ;
- Création d'un courant d'air longitudinal de 1 m/s.

### **12.6.3 Ventilation des descenderies**

Les descenderies (Saint-Martin-La-Porte, La-Praz, Modane) et galerie (Maddalena) d'accès au tunnel de base comportent une zone dédiée à la circulation routière.

Pour ces zones, trois fonctionnalités sont à assurer :

- Le désenfumage en cas d'incendie dans la descenderie ;
- La ventilation hygiénique;
- La mise en pression en cas d'incendie dans le tunnel ferroviaire.

Le prestazioni succitate devono essere ottenute fino a una differenza di pressione atmosferica (dopo la correzione relativa alla differenza di altitudine) tra i due imbocchi del tunnel di Base di  $\pm 1000$  Pa.

### **12.6.2 Ventilazione igienica dei tunnel**

La ventilazione sanitaria dei tunnel ha i seguenti obiettivi:

- Assicurare uno scorrimento longitudinale per evitare il ristagno dell'aria;
- Apportare un volume d'aria pura alle persone presenti;
- Assicurare la diluizione delle sostanze inquinanti.

Gli impianti di ventilazione sanitaria dei tunnel devono garantire una qualità dell'aria accettabile in permanenza, soprattutto durante le operazioni di manutenzione o durante lo svolgimento di lavori in galleria.

La quantità minima di aria da fornire a livello di ciascuna zona interessata è definita dal maggiore valore tra quelli riportati sotto:

- Apporto di 50 l/s/persona;
- Apporto di 50 l/s/cv (se in presenza di macchine con motorizzazione termica);
- Creazione di una corrente d'aria longitudinale di 1 m/s.

### **12.6.3 Ventilazione delle discenderie**

Le discenderie (Saint-Martin-La-Porte, La-Praz, Modane) e la galleria (Maddalena) di accesso al tunnel di base comprendono una zona destinata al traffico stradale.

Per queste zone occorre assicurare tre funzionalità:

- L'estrazione dei fumi in caso di incendio nella discenderia;
- La ventilazione sanitaria;
- La messa in pressione in caso di incendio nel tunnel ferroviario.

En cas d'incendie dans une descenderie ou dans la galerie, le principe de désenfumage retenu consiste à créer un balayage longitudinal en pleine section de l'ouvrage, en general de façon à repousser les fumées vers le pied de la descenderie, en les aspirant dans les gaines de ventilation en voute dans la descenderie meme (La Praz et SMLP) ou par les puits de ventilation du TdB (Modane et Maddalena 2)

La ventilation hygiénique de chaque descenderie ou galerie devra respecter les objectifs suivants :

- maintien permanent d'une qualité de l'air compatible avec l'exploitation de l'ouvrage ;
- taux de renouvellement d'air minimum de 1 vol/h ;
- vitesse de balayage de l'air de minimum 1 m/s pour ventiler tout le linéaire de descenderie ou de galerie sans aucune zone morte.

La mise en pression des descenderies est configurée comme suit :

- En situation normale d'exploitation ferroviaire et en situation de maintenance, la décompression de l'air injecté dans les descenderies s'effectue vers le tunnel ferroviaire. En situation normale d'exploitation, dans la mesure où il n'y aura aucun véhicule dans l'ouvrage, le débit de ventilation pourra être réduit de moitié ;
- En situation d'incendie en tunnel ferroviaire (utilisation des descenderies pour assurer l'accès des secours) : la décompression s'effectue directement vers l'extérieur, vers la tête ; l'installation de ventilation hygiénique assurera un niveau de surpression dans la descenderie de 70 Pa par rapport à la pression régnant dans la chambre en pied de descenderie.

#### ***12.6.4 Ventilation des locaux techniques***

Nel caso di un incendio in una discenderia o in galleria, il principio di estrazione dei fumi adottato consiste nel creare uno scorrimento longitudinale dell'aria nella piena sezione dell'opera, generalmente in modo da spingere i fumi verso il piede della discenderia aspirandoli nei condotti di ventilazione in calotta nella discenderia stessa (La Praz e SMIP) o attraverso i pozzi di ventilazione del TdB (Modane e Maddalena 2).

La ventilazione sanitaria delle discenderie o gallerie rispetta i seguenti obiettivi:

- mantenimento permanente di una qualità dell'aria compatibile con il normale esercizio nell'opera;
- tasso minimo di ricambio dell'aria di un volume/ora;
- velocità di scorrimento minima dell'aria di 1 m/s per ventilare tutta la zona rettilinea delle discenderie o le gallerie, senza alcuna zona morta.

La messa in pressione delle discenderie è così configurata:

- In situazione normale di esercizio ferroviario e in situazione di manutenzione, la decompressione dell'aria immessa nelle discenderie si effettua verso il tunnel ferroviario. In situazione normale di esercizio, e solo quando nessun veicolo è presente nell'opera, è possibile dimezzare la portata;
- In situazione di incendio nel tunnel ferroviario (uso delle discenderie per accesso soccorsi) la decompressione si effettua direttamente verso l'esterno; l'impianto di ventilazione sanitaria assicurerà un livello di sovrappressione nella discenderia pari a 70 Pa rispetto alla pressione che regna nella camera in fondo alla discenderia.

#### ***12.6.4 Ventilazione dei locali tecnici***

La ventilation hygiénique des locaux techniques en tunnels a pour objectifs de :

- Assurer un renouvellement d'air minimal ;
- Maintenir la température sous un seuil prédéfini.

La ventilation hygiénique des locaux techniques en tunnels devra respecter les objectifs suivants :

- Maintien permanent d'une température compatible avec le fonctionnement des équipements présents dans les locaux, fixée au maximum à 40 °C ;
- Taux de renouvellement d'air minimum de 3 vol/h ;
- L'air injecté dans les locaux proviendra des tubes ferroviaires ;
- Les réseaux d'amenée et d'évacuation d'air devront être munis de dispositifs (clapets) permettant de reconstituer en cas d'incendie le degré coupe-feu de toutes les parois traversées.

### *12.6.5 Ventilation des sites de sécurité*

La ventilation des zones non-ferroviaires des sites de sécurité doit assurer deux fonctionnalités :

- La ventilation hygiénique ;
- La mise en pression en cas d'incendie dans le tunnel ferroviaire.

La ventilation des zones non-ferroviaires des sites de sécurité devra respecter les objectifs suivants :

- L'air injecté dans les locaux devra être pris à l'extérieur ;
- Les réseaux d'amenée et d'évacuation d'air devront être munis de dispositifs (clapets) permettant de reconstituer, en cas d'incendie, le degré coupe-feu de toutes les parois traversées ;
- Les installations seront conçues pour résister au premier défaut.

La ventilazione sanitaria dei locali tecnici in galleria ha i seguenti obiettivi:

- Assicurare il ricambio minimo dell'aria;
- Mantenere la temperatura sotto la soglia prefissata.

La ventilazione sanitaria dei locali tecnici in galleria rispetta i seguenti requisiti:

- Mantenimento permanente di una temperatura compatibile con il funzionamento delle apparecchiature presenti nei locali, fissata ad un massimo di 40 °C;
- Tasso minimo di ricambio dell'aria di 3 vol/h;
- L'aria immessa nei locali proverrà dalle canne dei tunnel ferroviari;
- Le reti di mandata e di evacuazione dell'aria saranno munite di dispositivi (valvole) che consentano di ricostituire, in caso di incendio, il grado tagliafuoco di tutte le pareti attraversate.

### *12.6.5 Ventilazione delle Aree di Sicurezza*

La ventilazione delle zone non ferroviarie delle Aree di Sicurezza garantisce due funzionalità:

- La ventilazione sanitaria;
- La messa in pressione in caso di incendio nel tunnel ferroviario.

La ventilazione delle zone non ferroviarie delle Aree di Sicurezza rispetta i seguenti requisiti:

- L'aria immessa nei locali è prelevata all'esterno;
- Le reti di mandata e di evacuazione dell'aria sono munite di dispositivi (valvole) che consentano di ricostituire, in caso di incendio, il grado tagliafuoco di tutte le pareti attraversate;
- Gli impianti sono studiati per resistere al primo difetto.

En cas d'incendie dans un tube ferroviaire, ces zones doivent être mises en surpression de façon à empêcher leur envahissement par les fumées.

Les critères retenus sont :

- La surpression des locaux par rapport au tube sinistré doit être de 80 Pa, toutes portes fermées ;
- Dans le cas où les portes d'accès sont ouvertes, la vitesse du courant d'air à travers les portes doit être comprise entre 1 m/s et 13 m/s, du local vers le tunnel ;
- En ventilation hygiénique, le débit injecté en permanence sera égal à environ 50 % du débit en cas d'incendie.

En cas d'incendie à l'intérieur de la salle d'accueil ou de la galerie intertube, la réversibilité des ventilateurs permettra l'extraction des fumées.

#### **12.6.6 Rameaux de communication**

Les rameaux intertubes assurent les fonctions suivantes :

- En cas d'incendie dans un tube ferroviaire, ils interdisent la propagation des fumées du tube sinistré vers le tube sain ;
- Ils permettent le passage des piétons d'un tube ferroviaire à l'autre.

Afin de protéger le tube sain contre l'envahissement par les fumées, les deux critères suivants doivent être respectés :

- Au droit du train incendié, la surpression du tube sain par rapport au tube sinistré doit être de 80 Pa, toutes portes de rameaux fermées ;
- Dans le cas des portes de au moins deux rameaux ouvertes, ce qui correspond à la période d'évacuation des personnes du tube sinistré au tube sain, la vitesse du courant d'air à travers les portes doit être comprise entre 1 m/s et 13 m/s, du tube sain vers le tube sinistré.

Nel caso di un incendio in una canna ferroviaria, queste aree devono essere messe in sovrappressione per evitare che vengano invase dai fumi.

I criteri adottati sono:

- La sovrappressione dei locali rispetto alla canna incidentata è di 80 Pa, con tutte le porte chiuse;
- Nel caso in cui le porte di accesso siano aperte, la velocità della corrente dell'aria attraverso le porte è compresa tra 1 m/s e 13 m/s, dal locale verso il tunnel;
- In ventilazione sanitaria, la portata immessa in permanenza è pari a circa il 50% della portata in caso di incendio.

In caso di incendio all'interno della sala di accoglienza o nella galleria intertubo la reversibilità dei ventilatori permetterà l'estrazione dei fumi.

#### **12.6.6 Rami di comunicazione**

I rami di collegamento tra le due canne ferroviarie assicurano le seguenti funzioni:

- Nel caso di un incendio in una canna ferroviaria, impediscono la propagazione dei fumi dalla canna incidentata verso l'altra canna;
- Assicurano il passaggio delle persone da una canna ferroviaria all'altra.

Per evitare che la canna non incidentata venga invasa dai fumi, sono rispettati i due criteri seguenti:

- In corrispondenza del treno incendiato, la sovrappressione della canna sicura rispetto alla canna incidentata è di 80 Pa, con tutte le porte dei rami chiuse;
- Nel caso in cui le porte di almeno due rami siano aperte (massimo 3), ciò che corrisponde al periodo di evacuazione delle persone dalla canna incidentata verso l'altra canna, la velocità della corrente dell'aria attraverso le porte è compresa tra 1 m/s e 13 m/s, dalla canna sicura verso la canna incidentata.

### 12.6.7 Portes sur les communications paire/impair

Les communications paire-impair sont les voies ferroviaires reliant les deux tubes du tunnel de base.

Dans le Tunnel de Base, ces voies sont situées dans un tunnel de liaison qui relie un tube à l'autre :

- A l'extrémité côté Lyon de la Gare de Modane (du Pk 29+885 Voie Paire au Pk 30+479 Voie Impaire) ;
- A l'extrémité côté Turin de la Gare de Modane (du Pk 32+851 Voie Impaire au Pk 33+472 Voie Paire).

Au milieu de ces tunnels, une cavité est aménagée pour abriter les dispositifs d'obturation.

Le rôle de ces portes est d'assurer, en cas d'incendie dans l'un des tubes ferroviaires, l'indépendance aéraulique entre la voie 1 et la voie 2, de façon à faciliter la mise en action des équipements de désenfumage.

Cette indépendance doit être maintenue pendant une durée minimum de 2 heures.

Le critère retenu pour la réalisation de cette fonction est l'obturation minimale équivalente à 95 % de la section, sans interférence avec la caténaire et la voie, (voir le schéma ci-dessous).

Les autres contraintes relatives au fonctionnement de ces équipements sont les suivantes :

- Les portes restent normalement en position ouverte ;
- Dans cette position, elles ne devront pas empiéter sur le gabarit ferroviaire ;
- Le temps de fermeture ou d'ouverture a été fixé à 1 minute ;
- La manœuvre des portes doit être possible à tout instant.

### 12.6.7 Porte sulle comunicazioni pari/dispari

Le comunicazioni pari-dispari sono i binari ferroviari che collegano le due canne del tunnel di base.

Nel Tunnel di Base questi binari sono ubicati in una galleria di comunicazione che collega una canna con l'altra:

- All'estremità lato Lione della Stazione di Modane (da Pk 29+885 Binario Pari a Pk 30+479 Binario Dispari);
- All'estremità lato Torino della Stazione di Modane (da Pk 32+851 Binario Dispari a Pk 33+472 Binario Pari).

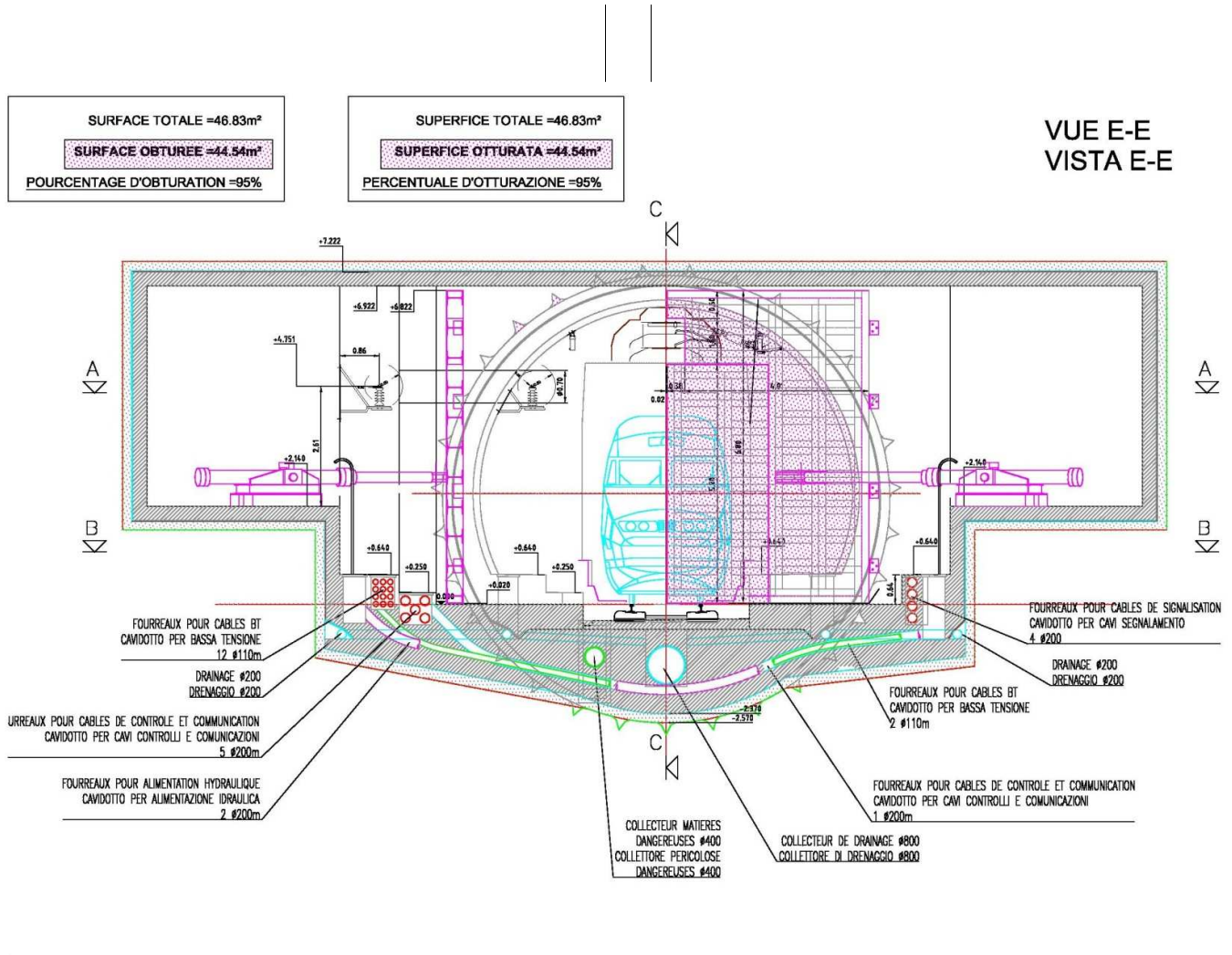
Al centro di queste gallerie è predisposta una cavità per l'alloggiamento dei dispositivi di otturazione.

Il ruolo di queste porte è assicurare, in caso di incendio in una delle due canne ferroviarie, l'indipendenza aeraulica tra il binario pari e il binario dispari, in modo da agevolare l'azione degli impianti di estrazione dei fumi. Questa indipendenza è mantenuta per una durata minima di 2 ore.

Per realizzare questa funzione è stato adottato il criterio di avere una otturazione minima pari al 95 % della sezione, senza interferenza con la catenaria e il binario, come evidenziato nella figura qui sotto.

Gli altri requisiti relativi al funzionamento di questi elementi sono i seguenti:

- Le porte restano normalmente in posizione aperta;
- In questa posizione, non incidono sulla sagoma ferroviaria;
- Il tempo di chiusura o apertura è stato fissato in 1 minuto;
- Le porte possono essere manovrate in qualsiasi momento.



## 12.7 PORTES

Les portes d'accès aux rameaux et d'accès aux salles d'accueil dans les sites de sécurité seront de type coulissant. Elles auront les caractéristiques de tenue au feu HCM90 et seront pourvues de :

- un dispositif électrique d'ouverture à distance depuis le poste de commande ;
- un dispositif d'ouverture locale électrique ;
- un dispositif d'ouverture locale manuelle.

Les dimensions sont les suivantes :

- portes d'accès aux rameaux : 2,00 m x 2,20 m ;
- portes d'accès à la salle d'accueil : 1,40 m x 2,20 m.

La largeur réduite au niveau des sites de sécurité est justifiée par le fait que les portes d'accès à la salle d'accueil seront placées tous les 50 m.

## 12.8 ECLAIRAGE

Ce paragraphe décrit les équipements qui font partie du système d'éclairage du tronçon commun, subdivisés selon la typologie de zone desservie : tunnel, rameaux de communication, descenderies, sites de sécurité en souterrain, plateformes de tête, cheminements d'évacuation, aiguillages, locaux techniques du tunnel.

### 12.8.1 Éclairage Tunnel

L'équipement d'éclairage des tunnels est constitué d'appareils d'éclairage en classe II (double isolement), Ces appareils sont en aluminium, avec écran en polycarbonate auto-extinguible et récupérateur de flux en aluminium, installés sur les parois à environ 2 m de hauteur par rapport aux cheminements d'évacuation. Sur le côté attenant aux rameaux, ces équipements sont placés typiquement tous les 12,5 m, alors que sur le côté de la galerie opposé à la voie d'évacuation, les appareils d'éclairage courants sont prévus tous les 100 m environ.

## 12.7 PORTE

Le porte di accesso ai rami di collegamento e di accesso alle sale di accoglienza nelle aree di sicurezza saranno di tipo scorrevole. Esse avranno caratteristica di tenuta al fuoco HCM90 e saranno dotate:

- di un dispositivo elettrico di apertura a distanza dal posto di comando;
- di un dispositivo di apertura locale elettrico;
- di un dispositivo di apertura locale manuale.

Le dimensioni sono le seguenti:

- porte di accesso ai rami di collegamento: 2,00 m x 2,20 m
- porte di accesso alla sala di accoglienza: 1,40 m x 2,20 m.

La larghezza ridotta in corrispondenza delle aree di sicurezza è giustificata dal fatto che le porte di accesso alla sala di accoglienza sono realizzate ogni 50 m.

## 12.8 ILLUMINAZIONE

Nel presente paragrafo si descrivono gli equipaggiamenti facenti parte del sistema di illuminazione della tratta comune, suddivisi in base alla tipologia di area servita: tunnel, rami di comunicazione, descenderie, delle aree di sicurezza in galleria, piazzali di imbocco, camminamenti, punte scambi, locali tecnici del tunnel.

### 12.8.1 Illuminazione Gallerie

L'impianto di illuminazione delle gallerie è costituito da apparecchi illuminanti, in classe II (doppio isolamento), dotati di un recuperatore di flusso, schermo in polycarbonate autoestinguente V2, corpo in lega di alluminio, installati sulle pareti della galleria a circa 2 m di altezza rispetto ai camminamenti. Sul lato adiacente ai rami, tali impianti sono posti tipicamente ogni 12,5 m, mentre sul lato di galleria opposto alla via di esodo, sono previsti apparecchi illuminanti di riferimento ogni 100 m circa.

A proximité des appareils d'éclairage branchés sur circuit dit de secours, est installé un bouton lumineux qui permet d'envoyer un signal au système de supervision qui pourvoit à l'allumage complet de l'éclairage de la zone concernée. De cette manière, il est possible d'éclairer le cheminement d'évacuation situé à proximité des rameaux techniques en cas d'urgence.

Le but de cette installation est d'éclairer le cheminement d'évacuation d'une largeur de 2 m au droit des rameaux techniques afin d'obtenir les niveaux d'éclairage prévu pour les voies d'évacuation en cas d'urgence.

L'alimentation électrique des circuits d'éclairage part du tableau électrique placé dans un lieu protégé, à l'intérieur du rameau technique. Par commodité, les circuits d'alimentation des appareils d'éclairage ont été dénommés "normal" et "de secours". Le premier est alimenté directement par le tableau électrique, le second l'est par une réserve d'énergie (batteries/onduleurs avec une autonomie de 90'). Sur trois appareils d'éclairage, deux appartiennent au circuit "normal" et un au circuit "de secours". Les câbles d'alimentation sont posés dans la multitubulaire sous les trottoirs d'évacuation ; seul le tronçon final (100 m) est apparent dans des canalisations en acier galvanisé.

Pendant la marche normale du train, il est prévu que l'éclairage en tunnel soit normalement éteint. Il est toutefois possible d'allumer simultanément les appareils d'éclairage de tout le tunnel.

La division des circuits et le système de télégestion de l'allumage de l'éclairage secouru permettent d'activer l'éclairage partiellement, en quelques points seulement, conformément aux prescriptions de la CIG relatives aux critères de sécurité de l'exploitation.

La position de rameaux entre les deux tubes est signalée par des panneaux réfléchissants.

In prossimità degli apparecchi illuminanti sottesi al circuito denominato di emergenza, è installato un pulsante luminoso che permette di inviare un segnale al sistema di supervisione che provvede all'accensione di tutta l'illuminazione dell'area interessata. In tal modo è possibile illuminare il camminamento posto in adiacenza ai rami tecnici in caso di emergenza.

Lo scopo di tale installazione è quello di illuminare il camminamento di larghezza di 2 m posto in adiacenza ai rami tecnici, al fine di ottenere i livelli di illuminamento previsti per le vie d'esodo in caso di emergenza.

L'alimentazione elettrica dei circuiti d'illuminazione ha origine dal quadro elettrico posto in luogo protetto, all'interno del ramo tecnico. Per motivi di praticità, i circuiti di alimentazione degli apparecchi illuminanti sono stati denominati "normale" e di "emergenza". Il primo tipo è alimentato direttamente dal quadro elettrico, il secondo viene alimentato con riserva di energia (UPS con autonomia 90'). Ogni tre apparecchi illuminanti due appartengono al circuito "normale", uno al circuito di "emergenza". I cavi di alimentazione sono posati entro la polifora sotto i camminamenti; solo il tratto finale (100 m) risulta installato a vista entro tubazioni in acciaio zincato.

La gestione dell'illuminazione durante la marcia normale del treno, prevede il tunnel normalmente spento; tuttavia è possibile accendere simultaneamente gli apparecchi illuminanti di tutto il tunnel.

La divisione dei circuiti ed il sistema di telegestione dell'accensione dell'illuminazione di emergenza, permettono di attivare l'illuminazione anche solamente in alcuni e di parzializzarla, così come previsto dalle prescrizioni della CIG relativamente ai criteri di sicurezza dell'esercizio.

La posizione dei rami di collegamento tra le due canne nel tunnel è segnalata tramite cartelli foto riflettenti.



### **12.8.2 Éclairage des rameaux de liaison entre les deux tubes du tunnel**

Dans les rameaux de liaison, des appareils d'éclairage placés au plafond sont prévus.

Ces appareils sont en aluminium, avec écran en polycarbonate auto-extinguible et récupérateur de flux en aluminium. Le câblage est réalisé avec un réacteur de type électronique pour une lampe fluorescente de 36 W. Les appareils d'éclairage sont distribués en quinconce le long du rameau de liaison avec un pas moyen d'environ 12-15 m, pour obtenir un niveau d'éclairement moyen de 30 lux au sol sur toute la surface du rameau technique.

L'alimentation électrique des circuits d'éclairage partira du tableau électrique placé dans un lieu protégé, à l'intérieur du rameau.

La gestion de l'éclairage pendant la marche normale du train prévoit que les rameaux de liaison soient normalement éteints. Cependant, le dimensionnement du système permet d'allumer simultanément tous les appareils d'éclairage des rameaux de liaison. L'allumage de l'éclairage des rameaux est directement lié à celui de l'éclairage des tunnels, puisqu'il s'agit de voies d'évacuation.

### **12.8.3 Éclairage des Descenderies**

L'éclairage des descenderies est réalisé de manière totalement identique à celle des tunnels et est donc constitué d'appareils d'éclairage installés sur les piédroits des descenderies à environ 2 mètres de hauteur par rapport aux cheminements d'évacuation, avec un espacement égal à 12,5 m environ. Sur le côté opposé, les appareils d'éclairage sont prévus tous les 100 m.

Durant la marche normale du train, les appareils d'éclairage des descenderies sont normalement éteints. Cependant, le dimensionnement du système permet d'allumer simultanément toutes les lumières.

### **12.8.4 Éclairage des Sites de sécurité en souterrain**

### **12.8.2 Illuminazione Rami di collegamento tra le due canne della galleria**

Nei rami di collegamento sono previsti apparecchi illuminanti posti a soffitto.

Detti apparecchi sono in alluminio, con schermo in polycarbonato autoestinguente e recuperatore di flusso in alluminio. Il cablaggio è realizzato con reattore di tipo elettronico per una lampada fluorescente da 36 W.

I corpi illuminanti sono distribuiti a quinconce lungo il ramo di collegamento con un passo medio di circa 12-15 m, per ottenere un livello di illuminamento medio di 30 lux a pavimento su tutta la superficie del ramo tecnico.

L'alimentazione elettrica dei circuiti d'illuminazione ha origine dal quadro elettrico posto in luogo protetto, all'interno del ramo di collegamento.

La gestione dell'illuminazione durante la marcia normale del treno, prevede che i rami di collegamento abbiano normalmente le luci spente; tuttavia il dimensionamento del sistema è previsto per poter accendere simultaneamente tutte le luci dei rami di collegamento. L'accensione dell'illuminazione dei rami è direttamente collegata a quella dell'illuminazione delle gallerie, in quanto trattasi di via di esodo.

### **12.8.3 Illuminazione delle Discenderie**

L'illuminazione delle discenderie è realizzata in modo del tutto identico a quello delle gallerie, quindi costituito da apparecchi illuminanti installati sulle pareti delle discenderie a circa 2 metri di altezza rispetto ai camminamenti, con interdistanza pari a circa 12,5 m, mentre sul lato opposto sono previsti apparecchi illuminanti di riferimento ogni 100 m.

Durante la marcia normale del treno, le luci delle discenderie sono normalmente spente; tuttavia il dimensionamento del sistema è previsto per poter accendere simultaneamente tutte le luci.

Dans les sites de sécurité, des appareils d'éclairage sont prévus au plafond comme ceux décrits pour l'éclairage des rameaux de liaison.

L'éclairage moyen garanti est également dans ce cas de 30 lux au sol sur toute la surface du Site de Sécurité.

L'alimentation électrique des circuits d'éclairage part du tableau électrique placé en un lieu protégé, à l'intérieur d'un local technique de la descenderie desservant le Site de Sécurité.

Les circuits d'alimentation des appareils d'éclairage sont analogues à ceux des tunnels. Les lumières des sites de sécurité sont normalement éteintes pendant la marche normale du train.

#### **12.8.5 Éclairage Plateformes de tête**

Les plateformes de tête des tunnels sont éclairées avec des appareils de type routier, installés sur des poteaux en fibres de verre d'une hauteur hors-sol de 5,4 m. Les appareils ont une optique particulière capable d'éclairer les cheminements d'évacuation latéraux. Elles sont équipées d'ampoule à vapeurs de sodium à haute pression de 150W.

L'éclairage moyen est d'environ 10 lux au sol (espacement moyen 15-20 m). L'alimentation provient des cabines de plateforme les plus proches. Dans chaque zone d'éclairage, un bouton lumineux est installé, qui permet de commander l'allumage du circuit correspondant.

#### **12.8.6 Éclairage des Cheminements et des aiguillages**

Les cheminements de chaque côté de la ligne qui mènent aux têtes et aux zones de triage sont éclairés avec des appareils d'éclairage semblables à ceux utilisés sur les plateformes de tête et équipés d'ampoules de 150 W placées sur des poteaux en fibres de verre d'une hauteur hors-sol égale à 5,4 m.

L'éclairage moyen est d'environ 10 lux au niveau du sol (espacement moyen 15 - 20 m) et l'alimentation provient des cabines de plateforme les plus proches. Dans chaque zone d'éclairage, un bouton lumineux est installé pour commander l'allumage du circuit correspondant.

#### **12.8.4 Illuminazione delle Aree di sicurezza in galleria**

Nelle aree di sicurezza sono previsti apparecchi illuminanti posti a soffitto come quelli descritti per l'illuminazione dei Rami di collegamento.

L'illuminamento medio garantito è anche in questo caso di 30 lux a pavimento su tutta la superficie dell' Area di Sicurezza.

L'alimentazione elettrica dei circuiti d'illuminazione ha origine dal quadro elettrico posto in luogo protetto, all'interno di un locale tecnico della discenderia di competenza dell' Area di Sicurezza.

I circuiti di alimentazione degli apparecchi illuminanti sono analoghi a quelli delle gallerie. Le luci delle Aree di sicurezza sono normalmente spente durante la marcia normale del treno.

#### **12.8.5 Illuminazione Piazzali di imbocco**

I piazzali all'imbocco delle gallerie sono illuminati con armature di tipo stradale, poste su paline in vetroresina di altezza fuori terra pari a 5,4 m. Le armature hanno ottica particolare in grado di illuminare i camminamenti laterali. Sono dotate di lampada a vapori di sodio ad alta pressione da 150W.

L'illuminamento medio è di circa 10 lux sul piano di calpestio (interdistanza media 15-20 m). L'alimentazione è derivata dalle cabine di piazzale più vicine. In ogni zona di illuminazione è installato un pulsante luminoso, che permette di comandare l'accensione del circuito sotteso.

#### **12.8.6 Illuminazione Camminamenti e punte scambi**

I camminamenti laterali alla linea che conducono dagli imbocchi ed alle aree di triage sono illuminati con apparecchi illuminanti simili a quelli utilizzati nei piazzali di imbocco e sono dotati di lampada da 150 W. poste su paline in vetroresina di altezza fuori terra pari a 5.4 m.

L'illuminamento medio è di circa 10 lux sul piano di calpestio (interdistanza media 15- 20 m) e l'alimentazione è derivata dalle cabine di

Les aiguillages de voie des gares de Saint-Jean-de-Maurienne et Suse sont éclairés de manière analogue aux cheminements.

### **12.8.7 Éclairage des Locaux techniques des tunnels**

Dans les locaux techniques des tunnels, les appareils d'éclairage, placés au plafond, sont similaires à ceux prévus pour les rameaux de liaison entre les deux tubes, avec des ampoules fluorescentes de 36 W, distribuées de façon à obtenir un niveau d'éclairage moyen de 200 lux au sol sur la surface utile du local technique.

L'alimentation électrique des circuits d'éclairage part du tableau électrique placé dans le local technique. Les circuits d'alimentation des appareils d'éclairage sont similaires à ceux des tunnels. La gestion de l'éclairage durant la marche normale du train prévoit que les lumières des locaux techniques soient normalement éteintes.

## **12.9 EQUIPEMENTS DE SECURITE**

Les équipements de sécurité interviennent de manière substantielle dans la surveillance de l'ouvrage, de manière à assurer la protection des personnes et des biens.

Les équipements de sécurité, sont constitués des systèmes suivants:

- détections incendie ;
- portiques thermographiques;
- détections automatiques de gabarit ;
- détecteurs de gaz (explosimètres) ;
- détecteurs de boîtes chaudes;
- détecteurs de déraillement;
- signaux indicateurs dans les rameaux de communication ;

piazzale più vicine. In ogni zona di illuminazione è installato un pulsante luminoso per l'accensione del circuito sotteso.

Le punte scambi delle stazioni di Saint-Jean-de-Maurienne e Susa sono realizzate in modo analogo a quanto descritto per l'illuminazione dei camminamenti.

### **12.8.7 Illuminazione dei Locali tecnici delle gallerie**

Nei locali tecnici delle gallerie vi sono apparecchi illuminanti, posti a plafone, analoghi a quelli previsti per i rami di collegamento tra le due canne, con lampade fluorescenti da 36W, distribuiti in modo da ottenere un livello di illuminamento medio di 200 lux a pavimento sulla superficie utile del locale tecnico.

L'alimentazione elettrica dei circuiti d'illuminazione ha origine dal quadro elettrico posto nel locale tecnico. I circuiti di alimentazione degli apparecchi illuminanti sono analoghi a quelli delle gallerie. La gestione dell'illuminazione durante la marcia normale del treno, prevede che le luci dei locali tecnici siano normalmente spente.

## **12.9 IMPIANTI DI SICUREZZA**

Gli impianti e dispositivi di sicurezza intervengono in maniera sostanziale nel controllo dell'opera, in modo da assicurare la protezione delle persone e dei beni.

Gli impianti di sicurezza sono costituiti dai seguenti dispositivi:

- rilevatori incendio;
- portali termografici;
- rilevatori di sagoma;
- rilevatori di gas (esplosimetri);
- rilevatori di boccole calde;
- rilevatori di deragliamento;
- segnalamento nei rami di collegamento;

- stations météorologiques.

### ***12.9.1 Détection incendie en tunnel***

L'objectif du système de détection incendie en tunnels ferroviaires est de détecter, le plus tôt possible, les signes d'un incendie, localisé sur tout type de matériel roulant ou sur un équipement du tunnel afin :

- D'empêcher que le train suivant n'entre dans le nuage de fumée créé par le train en feu ;
- De minimiser le nombre de personnes qui devront évacuer dans une zone enfumée ;
- De permettre au personnel de prendre l'ensemble des mesures nécessaires pour l'exploitation en présence d'un train ou d'un équipement incendié.

### ***12.9.2 Détection incendie dans les locaux techniques***

L'objectif du système, dans les locaux techniques, est de détecter, au plus tôt, les signes d'un incendie afin :

- D'isoler le lieu de l'incendie ;
- De déclencher une intervention d'urgence.

### ***12.9.3 Détection thermographique***

La Nouvelle Ligne Ferroviaire prévoit le transport des camions sur des wagons appropriés (Autoroute Ferroviaire). Ces camions pourraient être soumis à des incendies de manière similaire à ce qui advient pour le trafic routier. Pour remédier à ce problème, des portiques thermographiques viennent compléter les équipements de sécurité mis en œuvre dans les zones à l'air libre voisines des entrées des tunnels. Les portiques thermographiques ont ainsi l'objectif de détecter tout point anormalement chaud sur le matériel roulant afin de pouvoir détecter à l'avance un risque

- stazioni meteo.

### ***12.9.1 Rilevamento incendi in galleria***

L'obiettivo del sistema di rilevamento incendio nei tunnel ferroviari è quello di rilevare al più presto possibile i segni di un incendio, localizzato su qualsiasi tipo di materiale rotabile o su un impianto della galleria per:

- Impedire che il treno seguente entri nella zona di fumo creata dal treno incendiato;
- Limitare al minimo il numero di persone che sono costrette ad evacuare in una zona invasa dal fumo;
- Dare la possibilità al personale preposto di prendere tutte le misure necessarie per l'esercizio in presenza di un treno o di un impianto incendiato.

### ***12.9.2 Rilevamento incendi nei locali tecnici***

L'obiettivo del sistema, nei locali tecnici, consiste nel rilevare, al più presto, i segni di un incendio per:

- Isolare il luogo dell'incendio;
- Far scattare un intervento di emergenza.

### ***12.9.3 Rilevamento termografico***

La Nuova Linea Ferroviaria prevede il trasporto su appositi vagoni di camion (Autostrada Ferroviaria). Questi camion potrebbero essere fonte di incendio similmente a quanto avviene nel traffico stradale. Per ovviare a questo problema, sono stati previsti dei portali termografici che completano gli impianti di sicurezza messi in opera nelle zone all'aperto vicine agli imbocchi dei tunnel. I portali termografici hanno quindi lo scopo di rilevare punti anormalmente caldi presenti sopra il materiale rotabile, in modo da poter rilevare in anticipo pericoli di incendio e da poter quindi fermare il convoglio dell'Autostrada Ferroviaria prima della sua entrata nel tunnel.

d'incendie et de pouvoir arrêter le convoi d'Autoroute Ferroviaire avant son entrée dans le tunnel.

Les détecteurs thermographiques seront positionnés au même endroit que les détecteurs de gabarit de manière à pouvoir être placés sur un portique commun.

#### **12.9.4 Détection du gabarit**

Le diamètre des tunnels de la section transfrontalière a été défini sur la base d'un gabarit d'obstacle maximal.

Seuls les trains dont le gabarit cinématique (gabarit du matériel roulant tenant compte des déplacements géométriques et dynamiques que subissent les véhicules du fait de la souplesse de leurs suspensions) n'excède pas le gabarit d'obstacle maximal (gabarit AF nominal) du tunnel seront autorisés à emprunter le tunnel. En effet, tout train qui ne respecterait pas cette contrainte serait susceptible d'endommager, outre le train lui-même, la structure et les équipements du tunnel.

La détection de gabarit devra être réalisée sur chacune des voies historique et nouvelle en provenance des réseaux RFF et RFI, quel que soit le sens de circulation des trains, cela afin que les trains susceptibles d'emprunter les tunnels de la ligne nouvelle aient fait l'objet d'une vérification de conformité.

Les détecteurs de gabarits sont positionnés :

- Côté Saint-Jean-de-Maurienne : à 3 km environ de la Pointe d'aiguille extérieure de la gare, côté Chambéry ;
- Côté Suse : à 3 km environ de la Pointe d'aiguille extérieure de la gare de Bussoleno, côté Turin.

#### **12.9.5 Détection de déraillement**

Un des points critiques pour la sécurité de la circulation ferroviaire est constitué de la présence d'aiguillages, en particulier lorsqu'ils sont placés en tunnel.

I rilevatori termografici saranno ubicati nello stesso punto dei rilevatori di sagoma in modo da essere posti in opera su un portale unico.

#### **12.9.4 Rilevamento della sagoma**

Il diametro dei tunnel della internazionale sezione transfrontaliera è stato definito sulla base di una sagoma di ostacolo massima.

Solo i treni la cui sagoma cinematica (sagoma del materiale rotabile tenendo conto degli spostamenti geometrici e dinamici ai quali sono sottoposti i veicoli per la flessibilità delle loro sospensioni) non eccede la sagoma d'ostacolo massima (sagoma AF nominale) del tunnel sono autorizzati a percorrere il tunnel, in quanto un treno che non rispettasse questo vincolo sarebbe suscettibile di danneggiare la struttura e gli impianti fissi nel tunnel oltre che se stesso.

Il rilevamento di sagoma sarà realizzato su ogni binario della Nuova Linea e sulla Linea Storica in provenienza dalle reti ~~RFF~~ SNCF e RFI, qualsiasi sia il senso di circolazione dei treni. In tal modo, tutti i treni che devono transitare nei tunnel della Nuova Linea subiscono una verifica di conformità.

La posizione del rilevamento di sagoma è:

- Lato Saint-Jean-de-Maurienne: almeno 3 km circa dalla Punta Scambio Esterna della stazione lato Chambéry;
- Lato Susa: almeno 3 km circa dalla Punta Scambio Esterna della stazione di Bussoleno lato Torino.

#### **12.9.5 Rilevamento di deragliamento**

Uno dei punti critici per la sicurezza della circolazione ferroviaria è costituito dalla presenza di "scambi", in particolar modo se questi sono ubicati in galleria.

Il est important, pour la sécurité de la circulation, que soit placé, en amont de chaque groupe d'aiguillages, un appareil de détection de l'état des roues du train. En effet, si celles-ci ne sont pas dans des conditions parfaites, elles pourraient endommager les aiguillages jusqu'à produire le déraillement du train.

L'emplacement de ces détecteurs est le suivant :

- Sur la Ligne Historique Chambéry-Modane, à environ 3 km de la Pointe d'aiguille extérieure de la gare de Saint-Jean-de-Maurienne, côté Chambéry, pour permettre l'arrêt d'urgence à Saint-Jean-de-Maurienne ;
- Dans le Tunnel de Base au km 7 + 131, pour permettre l'arrêt d'urgence à Saint-Jean-de-Maurienne ;
- Dans le tunnel de Base au km 27 + 089, pour permettre l'arrêt d'urgence à Modane-bis ;
- Dans le Tunnel de Base au km 36+512, pour permettre l'arrêt d'urgence à Modane-bis ;
- Dans le Tunnel de Base au km 57+816, pour permettre l'arrêt d'urgence dans le Site de Sécurité de Suse ;
- Dans le Tunnel Pair de l'Interconnexion au km 2+700, pour permettre l'arrêt d'urgence dans le Site de Sécurité de Suse ;
- Dans le Tunnel Impair de l'Interconnexion au km 2+610, pour permettre l'arrêt d'urgence dans le Site de Sécurité de Suse ;
- Sur la Ligne Historique Turin-Modane, à environ 3 km avant la Pointe d'aiguille extérieure de la gare de Bussoleno côté Turin, pour permettre l'arrêt d'urgence dans la Gare de Bussoleno ou dans le Site de Sécurité de Suse.

### **12.9.6 Détection boîtes chaudes**

En dépit de l'amélioration des normes et techniques d'entretien des équipements, les exploitants des réseaux ferroviaires reconnaissent qu'il n'est pas possible d'éliminer complètement le danger potentiel d'avoir des déraillements dus à la rupture d'un essieu d'un wagon ou d'une motrice. Or,

E' importante per la sicurezza della circolazione, che a monte di ogni gruppo di scambi sia posto un apparato di rilevamento dello stato delle ruote del treno in quanto, se queste non sono in condizioni perfette, potrebbero danneggiare gli scambi e giungere fino a produrre il deragliamento del treno.

L'ubicazione di questi rilevatori è la seguente:

- Sulla Linea Storica Chambéry-Modane circa 3 km prima della Punta Scambio Esterna della stazione di Saint-Jean-de-Maurienne lato Chambéry , per permettere la fermata di emergenza a Saint-Jean-de-Maurienne;
- Nel tunnel di Base al km 7+131, per permettere la fermata di emergenza a Saint-Jean-de-Maurienne;
- Nel tunnel di Base al km 27+089, per permettere la fermata di emergenza a Modane-bis;
- Nel tunnel di Base al km 36+512, per permettere la fermata di emergenza a Modane-bis;
- Nel tunnel di Base al km 57+816, per permettere la fermata di emergenza nell'Area di Sicurezza di Susa;
- Nella Galleria Pari dell'Interconnessione al km 2+700, per permettere la fermata di emergenza nell'Area di Sicurezza di Susa;
- Nella Galleria Dispari dell'Interconnessione al km 2+610, per permettere la fermata di emergenza nell'Area di Sicurezza di Susa
- Sulla Linea Storica Torino Modane 3 km circa prima della Punta Scambio Esterna della stazione di Bussoleno lato Torino, per permettere la fermata di emergenza nella Stazione di Bussoleno o nell'Area di Sicurezza di Susa.

### **12.9.6 Rilevamento boccole calde**

Malgrado il miglioramento delle norme e delle tecniche di manutenzione del materiale rotabile, i gestori delle reti ferroviarie ammettono che non è possibile eliminare completamente il pericolo potenziale di avere dei deragliamenti dovuti alla rottura di un asse di un vagone o di una motrice.

l'une des causes principales de rupture d'essieu est la surchauffe d'un roulement de l'essieu lui-même. Prise à temps, cette surchauffe peut n'entraîner qu'une simple inspection en atelier du roulement incriminé, mais les effets peuvent aussi être le déraillement du train et ses conséquences graves sur les réseaux en cas d'absence de détection.

Le dispositif de détection de la température des boîtes d'essieu doit être en mesure, dans un laps de temps au cours duquel la température augmente habituellement, de détecter un échauffement anormal d'une boîte d'essieu. C'est aussi ce que prescrivent les normes STI.

L'emplacement de ces détecteurs de boîtes chaudes est le suivant :

- Sur la Ligne Historique Chambéry-Modane, à environ 3 km de la Pointe d'aiguilles extérieure de la gare de Saint-Jean-de-Maurienne, côté Chambéry, pour permettre l'arrêt d'urgence à Saint-Jean-de-Maurienne ;
- Dans le Tunnel de Base, au km 7 + 131, pour permettre l'arrêt d'urgence à Saint-Jean-de-Maurienne ;
- Dans le tunnel de Base, au km 31 + 053, pour permettre l'arrêt d'urgence dans le Site de Sécurité de Modane
- Dans le Tunnel de Base au km 53+834, pour permettre l'arrêt d'urgence dans le Site de Sécurité de Suse ;
- Sur la Ligne Historique Turin-Modane, 3 km environ avant la Pointe d'aiguilles extérieure de la gare de Bussoleno côté Turin, pour permettre l'arrêt d'urgence dans la Gare de Bussoleno ou dans le Site de Sécurité de Suse.

### ***12.9.7 Signalisation de sécurité dans les rameaux de liaison du tunnel***

Le tunnel est constitué de 2 tubes. Ceux-ci sont reliés entre eux par des rameaux de communication espacés de 333 m en section courante. Dans les Sites de sécurité, ces rameaux permettent aux personnes de rejoindre la salle d'accueil en cas d'incident et sont espacés de 50 m sur une longueur de 400 m.

Le dispositif de signalisation est destiné à prévenir les personnes présentes dans les rameaux des dangers d'ouverture des portes donnant accès aux voies ferrées en tunnel.

Una delle cause principali di rottura d'asse è costituita dal surriscaldamento di un cuscinetto dell'asse stesso. Individuato in tempo il surriscaldamento, si può eseguire una semplice ispezione del cuscinetto surriscaldato in officina. In caso contrario, gli effetti possono anche arrivare a produrre il deragliamento del treno con evidenti gravi conseguenze.

Il dispositivo di rilevamento di temperatura di boccole è in grado, in un lasso di tempo in cui la temperatura abitualmente aumenta, di rilevare il surriscaldamento anormale di una boccola, secondo anche quanto prescritto dalle norme STI.

L'ubicazione dei Rilevatori delle Boccole Calde è la seguente:

- Sulla Linea Storica Chambéry-Modane circa 3 km prima della Punta Scambio Esterna della stazione di Saint-Jean-de-Maurienne lato Chambéry , per permettere la fermata di emergenza a Saint-Jean-de-Maurienne;
- Nel tunnel di Base al km 7+131, per permettere la fermata di emergenza a Saint-Jean-de-Maurienne;
- Nel tunnel di Base al km 31+053 nell'Area di Sicurezza di Modane;
- Nel tunnel di Base al km 53+834, per permettere la fermata di emergenza nell'Area di Sicurezza di Suse;
- Sulla Linea Storica Torino Modane 3 km circa prima della Punta Scambio Esterna della stazione di Bussoleno lato Torino, per permettere la fermata di emergenza nella Stazione di Bussoleno o nell'Area di Sicurezza di Suse.

### ***12.9.7 Segnalamento di sicurezza nei rami di collegamento del tunnel***

Il tunnel è costituito da due canne. Esse sono collegate tra di loro mediante dei rami di collegamento distanziati di 333 m in sezione corrente. Nelle Aree di Sicurezza, questi rami permettono alle persone di raggiungere la sala d'accoglienza in caso d'incendio e quindi sono distanziati di 50 m su di una lunghezza di 400 m.

Il dispositivo di segnalamento dei rami è destinato a preservare le persone presenti nei rami dai pericoli d'apertura delle porte che danno accesso ai binari in tunnel.

En effet, le passage des trains dans les tubes génère des variations de pression très importantes.

Il est important que les personnes présentes dans les rameaux soient conscientes des conditions de sécurité dans lesquelles elles se trouvent avant de choisir d'ouvrir une porte d'un rameau donnant sur l'autre voie.

L'utilisation de la signalisation de sécurité en rameau réduit la probabilité d'ouverture d'une porte de rameau au passage d'un train.

### 12.9.8 Stations météorologiques

Compte tenu de l'implantation géographique de la Ligne Nouvelle en haute vallée alpine (altitude entre 500 et 1000 m), de l'influence des paramètres météorologiques sur l'exploitation ferroviaire (vent, gel, pression atmosphérique, neige) il a semblé utile, malgré la diffusion d'informations météorologiques nationales (française et italienne), de recueillir des données météorologiques particulières à cet ouvrage au moyen d'un système dédié.

Ce système a pour objectif de recueillir les informations météorologiques suivantes :

- Mesure de la vitesse et de la direction du vent pour permettre, en cas de vent transversal fort, de déclencher la circulation en mode dégradé des trains de fret et d'autostrada ferroviaire (AF), et d'informer le gestionnaire du réseau ferré sur le risque de décalage de la caténaire au-delà de la zone de frottement normal du pantographe ;
- Analyse du risque de gel pour permettre de déclencher la mise en chauffe des aiguillages et d'informer le gestionnaire du réseau ferré sur les possibilités de givre sur la caténaire et sur les rails ;
- Mesure de la pression atmosphérique aux têtes de tunnel pour donner les informations au gestionnaire de la ligne permettant de calibrer le système de désenfumage en cas d'incendie ;

Infatti, il passaggio dei treni nelle canne può generare delle variazioni di pressione molto significative..

E' pertanto importante che le persone presenti nei rami siano coscienti delle condizioni di sicurezza nelle quali si trovano prima di scegliere di aprire la porta di un ramo che dà sull'altro binario.

L'utilizzazione del segnalamento di sicurezza in un ramo riduce la probabilità d'apertura di una porta del ramo in corrispondenza al passaggio di un treno in piena velocità.

### 12.9.8 Stazioni meteorologiche

Poiché la Nuova Linea si trova per notevole lunghezza in alta vallata alpina con altitudine tra 500 e 1000 m, vista l'influenza dei parametri meteorologici sull'esercizio ferroviario (vento, gelo, pressione atmosferica, neve), è sembrato utile, malgrado la diffusione d'informazioni meteorologiche nazionali (francesi e italiane), raccogliere dei dati meteorologici particolarmente mirati all'esercizio di quest'opera, mediante un sistema dedicato.

Tale sistema permette di raccogliere le informazioni meteorologiche seguenti:

- Misura della velocità e della direzione del vento per permettere, in caso di vento trasversale forte, di degradare la circolazione dei treni e dell'autostrada ferroviaria (AF), nonché d'informare il gestore della ferrovia sul rischio di spostamento della catenaria della linea di contatto al di fuori della zona di sfregamento normale del pantografo;
- Analisi del rischio di gelo per permettere il riscaldamento degli scambi e informare il gestore della ferrovia sulle possibilità di formazione di brina sulla catenaria della trazione elettrica;
- Misura della pressione atmosferica agli imbocchi dei tunnel per dare le informazioni al gestore della linea utili a calibrare il sistema di evacuazione dei fumi in caso d'incendio;



- Mesure des précipitations et analyse des hauteurs de neige pour permettre au gestionnaire de programmer les opérations de déneigement.

## 12.10 EQUIPEMENTS DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

Ce paragraphe présente les équipements prévus tout le long de la section transfrontalière en matière d'équipements d'extinction et d'atténuation incendie prévus à la fois dans les tunnels et dans les sites de sécurité externes.

On distingue trois types d'équipements fixes d'extinction/atténuation des incendies :

- équipement avec bouches incendie pour la protection des tunnels et des sites de sécurité externes ;
- système de brumisation à haute pression pour la protection des sites de sécurité internes ;
- équipement avec extincteurs à gaz dans les by-pass avec locaux techniques à l'intérieur du tunnel de base et du tunnel de l'Interconnexion, ainsi que dans les locaux des bâtiments techniques.

Les deux premiers types d'équipement (au droit de sites de sécurité en souterrain) partagent le réservoir, dimensionné en fonction des exigences des deux installations, et le local central de pompage pour les installations contre l'incendie.

Aux deux têtes du tunnel de Base, se trouvent les sites de sécurité externes de Saint-Jean-de-Maurienne et de Susse et à la sortie du tunnel de l'interconnexion côté Bussoleno se trouve le point antincendie

Le long du parcours, trois sites de sécurité sont situés au droit des descenderies (accès par l'extérieur) : le site de sécurité de La-Praz, le site de sécurité de Modane et le site de sécurité de Clarea.

- Misura delle precipitazioni e analisi delle altezze di neve per consentire al gestore di programmare le operazioni di sgombero della neve.

## 12.10 IMPIANTI ANTINCENDIO

Nel presente paragrafo sono presentate le dotazioni previste per la sezione transfrontaliera per quanto attiene gli impianti antincendio di spegnimento e di attenuazione previsti sia nei tunnel, sia nelle aree di sicurezza esterne.

Vi sono tre tipologie di impianti fissi antincendio di estinzione/attenuazione:

- impianto ad idranti per la protezione delle gallerie e delle aree di sicurezza esterne;
- impianto brumizzazione ad alta pressione per la protezione delle aree di sicurezza interne;
- Impianto ad estinguente gassoso nei by-pass con locali tecnologici all'interno del tunnel di base e del tunnel dell'Interconnessione, nonché nei locali dei fabbricati tecnologici.

I primi due tipi di impianto (in corrispondenza delle aree di sicurezza sotterranee) presentano in comune la vasca di accumulo, dimensionata per entrambe le esigenze, ed il locale centrale di pompaggio antincendio.

Ai due imbocchi del tunnel di Base sono situate le aree di sicurezza esterne di Saint-Jean-de-Maurienne e di Susa e all'uscita del tunnel di interconnessione lato Bussoleno è ubicato il punto antincendio.

Lungo il percorso sono situati tre aree di sicurezza in corrispondenza delle discenderie (accessi dall'esterno) e precisamente l'Area di Sicurezza di La-Praz, l'Area di Sicurezza di Modane e l'Area di Sicurezza di Clarea.

Les fonctionnalités de sécurité situées au pied de la descenderie de Saint-Martin-La-Porte, sont en revanche seulement la station de pompage et la réserve d'eau desservant le réseau des bouches incendie du tunnel.

L'installation d'une conduite incendie est prévue dans chacun des tubes. Chacune d'elles alimente les bouches incendies placées tous les 111 m le long du tube. Cette architecture permet, dans l'éventualité d'un incendie, d'utiliser la canalisation du tube sain pour réalimenter la station de pompage impliquée dans l'extinction de l'incendie.

### **12.10.1 Installation d'extinction avec bouches incendie**

Le système des stations de pompage et des réservoirs d'eau de la NLLT peut être synthétisé comme suit.

Une station de pompage avec réservoir pour les bouches incendie du quai de secours est placée à Saint-Jean-de-Maurienne.

Dans le Tunnel de Base les Stations de pompage munies de réservoirs d'eau sont situées comme suit :

- Tête Ouest, sur la plateforme de sécurité de Saint-Jean-de-Maurienne ;
- Dans la descenderie de Saint-Martin-La-Porte ;
- Dans le Site de Sécurité de La-Praz ;
- Dans la Gare de Service de Modane ;
- Dans le Site de Sécurité de Clarea ;
- Tête Est sur la plateforme de sécurité de Suse.
- Point antincendi Bussoleno

Dans le Site Technique de Suse, on trouve une station de pompage avec réservoir d'eau à usage de la Voie de Secours.

Le funzionalità di sicurezza poste al piede della discenderia di Saint-Martin-La-Porte, sono invece solamente la stazione di pompaggio ed il serbatoio antincendio che servono la rete degli idranti in galleria.

In entrambe le canne è prevista l'installazione di una condotta antincendio che alimenta gli idranti posizionati ogni 111 m lungo la canna. Tale architettura permette, nell'eventualità di un incendio, di utilizzare la tubazione della canna non incidentata per rialimentare la stazione di pompaggio che è coinvolta nello spegnimento dell'incendio.

### **12.10.1 Impianto di spegnimento ad idranti**

Il sistema di stazioni di pompaggio e dei relativi serbatoi d'acqua a servizio della NLTL si può sintetizzare come segue.

A Saint-Jean-de-Maurienne è ubicata una stazione di pompaggio con relativo serbatoio a servizio degli idranti del binario di soccorso della corrispondente area di sicurezza esterna.

Nel Tunnel di Base le Stazioni di pompaggio con i relativi serbatoi d'acqua sono ubicate a:

- Imbocco Ovest, sul piazzale di sicurezza di Saint-Jean-de-Maurienne;
- Nella discenderia di Saint-Martin-La-Porte;
- Nell'Area di Sicurezza di La-Praz;
- Nella Stazione di Servizio di Modane;
- Nell'Area di Sicurezza di Clarea;
- Imbocco Est, sul piazzale di sicurezza di Suse.
- Punto antincendio Bussoleno

A Suse, nell'Area Tecnica, è presente una stazione di pompaggio con relativo serbatoio d'acqua a servizio del binario di soccorso della corrispondente area di sicurezza esterna.

Pour le Tunnel de l'Interconnexion, il est prévu deux stations de pompage avec réservoir d'eau situées côté Suse sur la plateforme de sécurité et côté Bussoleno avant le bâtiment de tête du Tunnel de l'Interconnexion.

Une station de pompage avec réserve d'eau est prévue dans la Gare Internationale de Suse.

Enfin, suite aux indications des STI Sécurité dans les Tunnel Ferroviaires (1303/2014), on a prévu un point anti-incendie à la sortie du tunnel d'interconnexion coté Bussoleno.

Chaque station de pompage est équipée d'un raccordement pour l'autopompe des Pompiers compatible avec les dotations en usage en France et en Italie (un raccordement UNI 45 et un raccordement DSP 65).

Per il Tunnel dell'Interconnessione sono previste due stazioni di pompaggio con relativo serbatoio d'acqua ubicate lato Susa sul piazzale di sicurezza e lato Bussoleno entro il manufatto di imbocco del tunnel dell'Interconnessione.

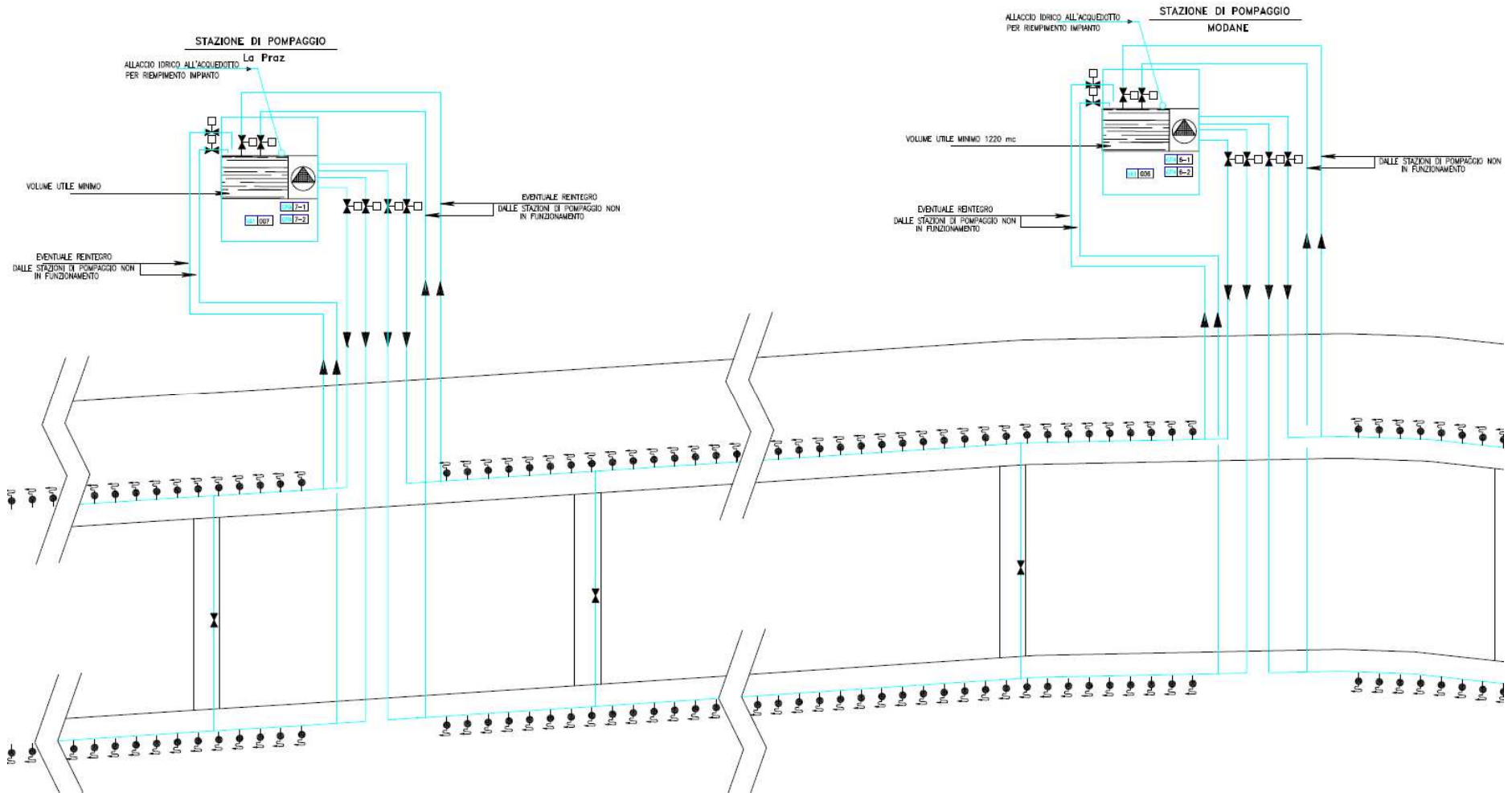
Una stazione di pompaggio con relativa riserva idrica è prevista nella Stazione Internazionale di Susa.

In ottemperanza alla STI Sicurezza nelle gallerie ferroviarie (1303/2014), è stato previsto un punto antincendio all'uscita del tunnel di interconnessione lato Bussoleno.

Ogni stazione di pompaggio è dotata di attacco per l'autopompa dei Vigili del Fuoco compatibile con le dotazioni in uso in Francia ed in Italia (un attacco UNI 45 ed un attacco DSP 65).

Rapport general descriptif PRV – Volume 2

Relazione generale illustrativa PRV – Volume 2



### *Système anti-incendie en tunnel*

Pour chaque station de pompage, un ensemble "réservoir de stockage - station de pompage" est prévu. Le système de pompage de chaque section d'équipement a été divisé en deux : un système à basse pression pour l'alimentation de la première moitié de la section (favorisée du point de vue hydraulique) et un système à haute pression pour l'alimentation de la deuxième moitié de la section. Chaque système est doté de deux électropompes dont une de réserve.

Pour garantir la sécurité maximale de fonctionnement, chaque tronçon de l'installation peut être alimenté par l'ensemble réservoir-centrale situé à l'autre extrémité, en plus du sien.

Dans la centrale, il est possible de sélectionner quel tronçon de canalisation mettre en pression pour l'extinction du feu. La canalisation installée dans le tube sain peut être utilisée pour réalimenter la station de pompage en marche.

Dans la section courante de la galerie, chaque canalisation principale alimente les bouches incendie positionnées tous les 111 m dans des armoires en acier inoxydable. La distance entre les bouches incendie dans les sites de sécurité souterrains est au maximum de 50 m. Pour les sites de sécurité à l'air libre la distance maximale entre les bouches incendie est de 50 m.

Les bouches d'incendie sont équipées de double raccords français et italien (UNI 45 et DSP 65). Le réseau de protection incendie fournit un débit total de 120 m<sup>3</sup>/h sur une ou réparti sur deux bouches pour une durée égale à 2 heures.

En ce qui concerne les sites internes, le réservoir et la station de pompage sont placées à proximité du pied de la descenderie correspondante. Sur le côté du réservoir qui borde la station de pompage, est placée la zone d'aspiration des électropompes, qui se trouve au même niveau que la

### *12.10.2 Sistema antincendio in tunnel*

Per ciascuna stazione di pompaggio è previsto un complesso "serbatoio di stoccaggio - stazione di pompaggio". Il sistema di pompaggio di ciascuna sezione di impianto è stato suddiviso in due: un sistema a bassa pressione per l'alimentazione della prima metà della sezione (idraulicamente più favorita) ed un sistema ad alta pressione per l'alimentazione della seconda metà della sezione. Ciascun sistema è dotato di due elettropompe di cui una di completa riserva.

Al fine di garantire la massima sicurezza di funzionamento ciascuna sezione di impianto può essere alimentata, oltre che dal proprio, anche dal complesso serbatoio-centrale posto all'altra estremità.

In centrale è possibile discriminare quale tratto di tubazione mettere in pressione per lo spegnimento incendi. La tubazione installata nella canna non coinvolta nell'incendio può essere utilizzata per rialimentare la stazione di pressurizzazione in funzionamento.

Nella sezione corrente della galleria, ogni tubazione principale alimenta gli equipaggiamenti idranti posizionati ogni 111 m in armadi di acciaio inox. La distanza tra gli idranti nelle Aree di Sicurezza interne è al massimo 50 m; per le Aree di Sicurezza esterne la distanza massima tra gli idranti è di 50 m.

Gli idranti sono dotati di attacco francese ed italiano (UNI 45 et DSP 65). La rete antincendio garantisce una portata totale di 120 m<sup>3</sup>/h ripartita su una o due bocchette per un tempo pari a 2 ore.

Per quanto riguarda le aree interne, vasca e stazione di pompaggio sono collocati in adiacenza fra loro ai piedi della discenderia di pertinenza; sul lato della vasca confinante con la stazione di pompaggio è ricavata la zona di aspirazione delle diverse elettropompe, che si trova sullo stesso piano

centrale. Dans les stations de pompage desservant le réseau du tunnel, quatre électropompes seront installées, destinées à l'alimentation et à la mise en pression du réseau, ainsi réparties : deux pompes (l'une servant de réserve à l'autre) à basse pression pour l'alimentation de la moitié de l'installation plus favorisée du point de vue hydraulique ; deux pompes (l'une servant de réserve à l'autre) à haute pression pour l'alimentation de la moitié de l'installation plus défavorisée du point de vue hydraulique.

L'approvisionnement en eau des réservoirs pourra se faire via le raccordement aux réseaux communaux. Les réservoirs des sites de sécurité internes du Tunnel de Base sont dimensionnés pour garantir tant le fonctionnement des bouches incendie que le fonctionnement du système d'atténuation du feu. Plus spécifiquement, les réservoirs des stations internes ont une capacité utile de 520 m<sup>3</sup>, tandis que ceux des sites de sécurité externes, conformément à l'APR, ont une capacité utile de 120 m<sup>3</sup>.

### 12.10.3 *Systèmes de brumisation*

Chaque site de sécurité est doté d'un système d'atténuation des incendies à brumisation (une station de pompage et une réserve d'eau sont prévues). À l'intérieur de chaque site, l'équipement est installé dans chaque tube, pour protéger un tronçon de voie d'une longueur de 750 m. L'installation est subdivisée en sections de 30 m.

Pour chaque tube, la conduite principale part de la station de pompage. Sur cette conduite sont piquées 25 sections, constituées d'une canalisation principale jusqu'à une électrovanne, et de deux canalisations secondaires, installées en voûte du tunnel sur les côtés de la voie. Des piquages alimentent les buses.

Dans des conditions opérationnelles "normales", les canalisations du système d'extinction sont vides et les électrovannes fermées. En cas d'incendie, le système de supervision enverra une commande d'ouverture à la vanne de tri et au groupe de pompes, en activant la pressurisation et la distribution dans la zone concernée.

della centrale. Nelle stazioni di pompaggio a servizio della rete del tunnel si prevede l'installazione di quattro elettropompe, destinate all'alimentazione ed alla pressurizzazione della rete, così suddivise: due pompe (una di riserva all'altra) a bassa pressione per l'alimentazione della metà dell'impianto idraulicamente più favorita; due pompe (una di riserva all'altra) ad alta pressione per l'alimentazione della metà dell'impianto idraulicamente più sfavorita.

L'approvvigionamento idrico dei serbatoi avverrà attraverso il collegamento a acquedotti pubblici. Le vasche delle aree di sicurezza interne del Tunnel di Base sono dimensionate per garantire sia il funzionamento dell'impianto ad idranti sia il funzionamento del sistema di attenuazione incendi. In particolare le vasche di accumulo delle stazioni interne hanno capacità utile di 520 m<sup>3</sup>. Le vasche di accumulo delle aree di sicurezza esterne hanno capacità utile di 120 m<sup>3</sup>.

### 12.10.3 *Impianti a brumizzazione*

Ogni area di sicurezza è dotata di un impianto di attenuazione incendi del tipo a brumizzazione (è prevista una stazione di pompaggio e una riserva). All'interno di ciascuna area l'impianto è installato in ogni canna, a protezione di un tratto di binario di lunghezza 750 m. L'impianto è suddiviso in sezioni di 30 m.

Dalla stazione di pompaggio ha origine, per ogni canna, la condotta principale da cui vengono derivate 25 sezioni costituite da una tubazione principale fino alla valvola a diluvio e da due tubazioni secondarie, installate sulla calotta della galleria ai lati del binario, sulle quali sono previste delle derivazioni per alimentare gli ugelli erogatori.

In condizioni operative "normali" le tubazioni dell'impianto di spegnimento sono vuote e le elettrovalvole a diluvio sono chiuse. In caso di incendio, il sistema di supervisione invierà un comando di apertura alla valvola di smistamento e al gruppo di pompe, attivando la pressurizzazione e l'erogazione nell'area interessata.

#### **12.10.4 Equipements d'extinction à gaz inerte**

Il est prévu d'installer ce type d'équipement dans les by-pass avec locaux techniques (dans le Tunnel de Base comme dans le Tunnel de l'Interconnexion) et dans les locaux des bâtiments techniques.

Les bouteilles de gaz d'extinction sont placées dans des armoires appropriées et dotées d'une soupape à ouverture rapide commandée par un système pneumatique pour activer la décharge.

#### **12.10.4 Impianti di spegnimento a gas inerte**

Si prevede di installare tale tipologia di impianto nei by-pass con locali tecnologici (sia nel Tunnel di Base, sia nel Tunnel dell'Interconnessione) e nei locali dei fabbricati tecnologici.

Le bombole di gas estinguente sono posizionate in appositi armadi e sono dotate di una valvola ad apertura rapida comandata da un sistema pneumatico per l'attuazione della scarica.

## **13. PHASE DE CONSTRUCTION – LOGISTIQUE – TRANSPORT ET MISE EN DEPOT DES MATERIAUX D'EXCAVATION**

### **13.1 CRITERES GENERAUX**

#### *13.1.1 Phase de construction*

La phase de construction est définie de façon à minimiser l'occupation des espaces et les mouvements des déblais, en favorisant le transport ferroviaire par rapport au transport routier, c'est-à-dire en respectant les orientations exprimées par la Commission VIA du Ministère de l'Environnement, par le territoire et les demandes de l'Observatoire Turin-Lyon.

Le nouveau projet des chantiers a été développé à partir des aspects de sûreté analysés dans l'étude spécifique développée par la consortium NITEL. En général, sur les chantiers on prévoit des clôtures doubles avec des voiries le long du périmètre, là où cela est possible, spécifiques pour les Forces de l'Ordre pour mieux surveiller les zones de chantiers. On prévoit aussi l'éclairage et la vidéo surveillance avec un système de caméras sur la totalité des zones, qui seront aussi protégées contre l'incendie par un système de bouches d'eau.

Pour des raisons logistiques et organisationnelles évidentes, les chantiers sont prévus aux têtes des tunnels et sur des sites où des ouvrages importants seront à réaliser (par exemple, des sites de sécurité ou des interconnexions, où il faut construire des tranchées couvertes, des aires de stockage et/ou de traitement des matériaux d'excavation, etc.). Cependant l'étude sur la sûreté a rendu nécessaire de localiser les chantiers même hors de cette logique mais en tous cas avec une bonne accessibilité, comme par exemple l'aire de Salbertrand.

En plus, conformément aux lignes directrices énoncées dans la Charte Architecturale, et dans la mesure du possible, l'objectif est d'aménager les chantiers et les dépôts de déblais sur des aires déjà compromises, enfermées ou sur lesquelles des activités logistiques sont déjà réalisées, tout en

## **13. CANTIERIZZAZIONE – LOGISTICA -TRASPORTO E MESSA A DEPOSITO DEL MATERIALE DI RISULTA DEGLI SCAVI**

### **13.1 CRITERI GENERALI**

#### *13.1.1 Cantierizzazione*

La cantierizzazione est définie de façon à minimiser l'engagement des zones et la nécessité de mouvementation des matériaux, privilégiant le transport sur ferro respectivement à celui sur gomme en ce qui concerne les indications exprimées par la Commission VIA du Ministère de l'Environnement, du territoire et des demandes de l'Osservatorio Torino-Lione.

La nouvelle conception des chantiers a été développée partant des aspects liés à la sécurité analysés dans l'étude spécifique élaborée par le consortium NITEL. Sur les chantiers on prévoit des clôtures doubles avec des voiries le long du périmètre, là où cela est possible, spécifiques pour les Forces de l'Ordre, où il faut construire des tranchées couvertes, des aires de stockage et/ou de traitement des matériaux d'excavation, etc.). Cependant l'étude sur la sûreté a rendu nécessaire de localiser les chantiers même hors de cette logique mais en tous cas avec une bonne accessibilité, comme par exemple l'aire de Salbertrand.

Pour des raisons logistiques et organisationnelles évidentes, les chantiers sont prévus aux têtes des tunnels et sur des sites où des ouvrages importants seront à réaliser (par exemple, des sites de sécurité ou des interconnexions, où il faut construire des tranchées couvertes, des aires de stockage et/ou de traitement des matériaux d'excavation, etc.). Cependant l'étude sur la sûreté a rendu nécessaire de localiser les chantiers même hors de cette logique mais en tous cas avec une bonne accessibilité, comme par exemple l'aire de Salbertrand.

En plus, conformément aux lignes directrices énoncées dans la Charte Architecturale, et dans la mesure du possible, l'objectif est d'aménager les chantiers et les dépôts de déblais sur des aires déjà compromises, enfermées ou sur lesquelles des activités logistiques sont déjà réalisées, tout en



cherchant à minimiser la nécessité de transports et par conséquent l'impact sur le réseau de transport local.

Toujours en accord avec la Charte Architecturale et les Spécifications de Projet de l'Observatoire Lyon-Turin et avec les demandes des Collectivités Locales, l'organisation des chantiers prévoit l'utilisation prioritaire de ressources disponibles sur le territoire (par exemple, dans la mesure du possible, l'utilisation de structures existantes pour le logement et la restauration des personnels, à vérifier avec les Collectivités Locales), de façon à minimiser l'occupation du sol et à donner lieu à des retombées positives sur l'économie locale.

### ***13.1.2 Gestion des matériaux d'excavation et logistique***

Ce projet est conçu de manière à permettre la plus grande réutilisation des matériaux d'excavation au travers de l'identification des possibilités de « valorisation » ainsi que de l'emplacement des zones de provenance et d'utilisation des matériaux, afin de minimiser la quantité de déblais à transporter et à mettre en dépôt. S'agissant des matériaux de construction et des produits à utiliser sur les chantiers, dans le cas où leurs caractéristiques seraient équivalentes, la préférence sera donnée à ceux qui possèdent une marque écologique et dont la production engendre une faible consommation d'énergie et une faible émission de CO<sub>2</sub>. Avec le retour d'expérience de l'excavation de la galerie de reconnaissance de la Maddalene et surtout le nouvelles essais réalisés dans ce contexte, il a été possible d'augmenter le taux prévisionnel de valorisation à plus de 50%.

La réalisation de la ligne, pour la plus grande part en souterrain, produira une quantité importante de déblais. En cohérence avec les exemples les plus récents (grands tunnels ferroviaires suisses et autrichiens en particulier), et par le biais de techniques de « valorisation » opportunes (tri, criblage et concassage), il est prévu de maximiser la réutilisation des matériaux d'excavation aussi bien pour la réalisation de remblais que pour la production de bétons, en réduisant ainsi la nécessité d'ouvrir de nouvelles carrières et la quantité de déblais à mettre en dépôt.

trasportistiche, cercando nel contempo di minimizzare le necessità di trasporto, e quindi l'impatto sulla rete di trasporto locale.

Sempre in accordo con la Carta Architettonica, con le Specifiche Progettuali dell'Osservatorio Torino-Lione e con le richieste degli Enti Locali, l'impostazione della cantierizzazione prevede l'utilizzo prioritario delle risorse disponibili sul territorio (es. l'utilizzo per quanto possibile di strutture esistenti per l'alloggio e la ristorazione del personale, previa verifica con gli Enti locali) in modo da minimizzare l'impegno di aree e originare una ricaduta positiva sull'economia locale.

### ***13.1.2 Gestione dei materiali di scavo e logistica***

Il progetto è impostato in modo da prevedere la massima riutilizzazione dei materiali scavati attraverso l'identificazione delle possibilità di “valorizzazione” e dell'ubicazione sia delle aree di provenienza che di quelle di utilizzo dei materiali, in modo da minimizzare la quantità di materiale da trasportare e da mettere a deposito. Per i materiali da costruzione e i prodotti da utilizzare in cantiere sarà data indicazione di preferenza, a parità di caratteristiche, a quelli con marchio ecologico e provenienti da una produzione a ridotto consumo energetico ed emissione di CO<sub>2</sub>. Grazie all'esperienza maturata con lo scavo del cunicolo esplorativo della Maddalena ed in particolare ai nuovi test eseguiti in questo contesto, è stato possibile aumentare il tasso previsionale di valorizzazione, arrivando a superare il 50%

La realizzazione della linea, che si svolge in massima parte in sotterraneo, produrrà una rilevante quantità di materiale. In linea con gli esempi più recenti (grandi tunnel ferroviari svizzeri e austriaci in particolare) si prevede con opportune tecniche di “valorizzazione” (selezione, vagliatura e frantumazione), di massimizzare il riutilizzo del materiale scavato sia per rilevati sia come inerte per calcestruzzi, riducendo la necessità di aprire nuove cave e la quantità di materiale da mettere a deposito.

### **13.1.3 Sites de dépôt définitifs**

En rappellent que ce sujet de fait pas partie du Projet de Variante, on décrit pour mémoire ce qu'on avait réalisé dans le cadre du Projet Définitif approuvé (PD2)

Pour les déblais qu'il ne sera pas possible de réutiliser, une investigation a été menée en amont, dans le cadre des «plans de carrières» provinciaux et régionaux, pour étudier les possibilités de réutilisation complémentaires ou de mise en dépôt. L'identification des sites correspondant tient compte de leurs caractéristiques, de celles des déblais et de la distance des lieux de production.

Les sites identifiés, notamment grâce aux indications de la Région et de la Province de Turin dans le cadre de l'Observatoire, sont la «carrière de Caprie" sur la commune de Caprie dans la basse vallée de Susse et la Zone de l'hypothétique Pôle Logistique de Torrazza Piémont dans la Plaine de la Province de Turin, à la limite de la Province de Vercelli.

Le choix des sites se portera de préférence sur des emplacements locaux dégradés, en saisissant l'occasion d'apporter des améliorations au travers de projets de réhabilitation environnementale, toute en prenant en compte la sauvegarde des équilibres écologiques et paysagers. Il a également été tenu compte de la nécessité que les zones soient facilement accessibles du point de vue ferroviaire.

## **13.2 CONSTRUCTION DES OUVRAGES SOUTERRAINS**

### **13.2.1 Scénario de construction**

Le scénario de construction de référence, en ce qui concerne les ouvrages souterrains du tronçon en territoire italien, est illustré dans le tableau suivant :

### **13.1.3 Siti di deposito definitivi**

Premesso che questo tema non è oggetto del Progetto di Variante, si riporta per memoria quanto già eseguito nell'ambito del Progetto Definitivo approvato (PD2).

Per la parte di smarino che non sarà possibile riutilizzare è stata preventivamente condotta un'indagine nell'ambito dei “piani cave” provinciali e regionali, studiando le possibilità di ulteriore riutilizzo o di collocazione in siti individuati tenuto conto delle caratteristiche del materiale, delle caratteristiche dei siti e della distanza dai luoghi di produzione.




I siti individuati, anche grazie alle segnalazioni della Regione e della Provincia di Torino in ambito Osservatorio, sono stati la “cava di Caprie” in Comune di Caprie nella bassa valle di Susa e l'Area dell'ipotizzato Polo Logistico di Torrazza Piemonte nella Pianura in Provincia di Torino ai confini con la Provincia di Vercelli.

Essi sono stati scelti in quanto ricadenti in situazioni di degrado locale, cogliendo l'occasione di miglioramento attraverso progetti di riambientalizzazione, e tenendo in considerazione la salvaguardia degli equilibri ecologici e paesaggistici. Inoltre è stata tenuta in debito conto l'esigenza che le aree fossero facilmente accessibili dal punto di vista ferroviario.

## **13.2 COSTRUZIONE DELLE OPERE IN SOTTERRANEO**

### **13.2.1 Scenario di costruzione**

Lo scenario costruttivo di riferimento, per quanto riguarda le opere in sotterraneo della tratta in territorio italiano, è rappresentato nella tabella seguente :

Ouvrage Opera	Pk (VP/BP)		Longueur Lunghezza [m]	Méthode d'excavation Metodo di scavo	Direction d'excavation Direzione di scavo
	Début/Inizio	Fin/Fine			
Tunnel de Base + Galerie Maddalena + Site de sécurité de Clarea  Tunnel di Base + Galleria Maddalena + Area di sicurezza di Clarea	48+577 (*)	51+640	3.123	TBM à grippers	
	Site de sécurité de Clarea / Area di sicurezza di Clarea				
	52+590	53+417	827	D&B	
	53+417	61+076	7.659	TBM à voussoirs TBM a conci	
Portail Est / Imbocco Est Tunnel di Base					
Plaine de Suse – Ouvrages à l'aire libre (Gare Internationale, ouvrages en ligne, voirie, zone techniques, ligne en cable 132 kV, etc) Piana di Susa – Opere all'aperto (Stazione Internazionale, opere di linea, viabilità, area tecnica, cavidotto 132 kV, etc.)					
Tunnel di Interconnessione	Portail Ouest / Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione			D&B	
	1.950 m (BP) 1.750 m (BD)				
	Portail Est / Imbocco Est Tunnel di Interconnessione				
Insertion / Innesto Bussoleno – Ouvrages à l'air libre / Opere all'aperto					

*Scenario costruttivo di riferimento Tunnel di Base (lato Italia) e Tunnel di Interconnessione.*

(\*) pk de la frontière – tunnelier en provenance de Modane debut excavation à la pk 33+746 (v.p.)  
 pk del confine di stato – fresa proveniente da Modane con inizio scavo alla pk 33+746 (b.p.)

### 13.2.2 Revêtement avec tunnelier à jupe

Dans le cas du tunnelier à jupe, le revêtement est installé derrière le tunnelier à l'abri de la jupe. Deux épaisseurs de voussoirs sont prévues : 40 et 45 cm.

### 13.2.2 Rivestimento con TBM scudata

Nel caso di TBM scudata, il rivestimento è montato a tergo della TBM sotto la protezione dello scudo. Si prevedono due spessori 40 cm et 45 cm.

Le vide annulaire derrière l'anneau, dont la dimension théorique équivaut à la différence entre diamètre de la tête de coupe et l'extrados des anneaux, sera injecté avec du mortier dans les zones étanches ( $P < 10\text{bar}$ ).

Les injections du vide annulaire dans les zones drainées se feront par injection de mortier sur le lit ( $120^\circ$  en partie basse), injection de gravette jusqu'à la voûte et nouvelle injection de mortier sur les  $60^\circ$  en calotte. Dans les zones drainées, des perforations au travers du revêtement, connectées au système d'exhaure, permettront d'éviter les charges d'eau sur les anneaux.

### ***13.2.3 Revêtement en méthode traditionnelle et tunnelier ouvert***

Dans le cas de tunnelier ouvert à gripeurs et d'excavation traditionnelle, la mise en place du soutènement provisoire suit le front de taille. A une distance variable selon les convergences atteintes, le revêtement définitif est coulé en place par le biais d'un coffrage spécifique.

Une étanchéité par feuille en PVC et géotextile est systématiquement prévue en voûte derrière le revêtement définitif. Dans les tronçons drainants, l'eau sera collectée dans des drains longitudinaux le long des piedroits et transférée vers le système d'exhaure.

Une contrevoûte est prévue de façon systématique. Dans les tronçons étanches, l'étanchéité est mise en œuvre avant de couler la contrevoûte et les piedroits.

### ***13.2.4 Noeud Maddalena-Clarea***

L'excavation de la galerie de reconnaissance de la Maddalena est en phase de réalisation. Le présent projet ne comprend que les aires de croisement et de manœuvre. Il est prévu de réaliser des niches de longueur variable entre 30 et 45 m environ pour les croisements et l'inversion des véhicules dans

Il vuoto anulare dietro l'anello, la cui dimensione teorica equivale alla differenza tra il diametro della testa e l'estradosso degli anelli, sarà iniettato con malta nelle tratte totalmente impermeabilizzate ( $P < 10\text{bar}$ ).

Le iniezioni del vuoto anulare nelle zone drenanti si faranno con malta sul letto ( $120^\circ$  parte bassa), con pea-gravel sino alla volta e ancora con malta su  $60^\circ$  in calotta. Nelle tratte drenanti una serie di perforazioni attraverso il rivestimento collegate al sistema di drenaggio permetteranno di evitare carichi d'acqua sugli anelli.

### ***13.2.3 Rivestimento in tradizionale e con TBM aperta***

Nel caso di TBM aperta o scavo tradizionale l'installazione del rivestimento provvisorio segue il fronte di scavo. Il rivestimento definitivo è gettato in opera ad una distanza variabile dal fronte secondo le convergenze sviluppate.

In calotta si prevede sistematicamente di porre in opera una impermeabilizzazione in fogli di pvc e geotessile di protezione dietro il rivestimento definitivo. Nei tratti drenanti l'acqua sarà convogliata in dreni longitudinali alla base dei piedritti e convogliata nella rete drenante.

E' previsto in maniera sistematica un arco rovescio. Nei tratti impermeabilizzati sarà posta in opera l'impermeabilizzazione prima del getto dell'arco rovescio e delle murette.

### ***13.2.4 Nodo Maddalena-Clarea***

Lo scavo del cunicolo esplorativo della Maddalena (Galleria Maddalena 1) è in fase di completamento. Nell'ambito del presente progetto sono previsti le aree di incrocio e di manovra. Sono previste delle nicchie di lunghezza variabile tra 30 e 45 m circa per l'incrocio e l'inversione dei veicoli nella

la galerie Maddalena 1. Elles sont excavées avec méthode traditionnelle dans les cadre des travaux préparatoires.

#### Creusement des galeries de connexion 1 et 2

Du mois fin 19 au mois 45 sont réalisés, depuis la galerie Maddalena 1, les ouvrages suivants en utilisant la méthode traditionnelle :

- La galerie de connexion 1
- La caverne technique (calotte et seulement une partie du stross) et les différentes galeries d'accès à la galerie de connexion 2
- La galerie de connexion 2, qui est excavée à partir de la caverne technique de manière à ce que les travaux n'interfèrent pas avec ceux de la Maddalena 2, qui sont sur le chemin critique.

#### Réalisation de la galerie Maddalena 2 et des niches de creusement

La galerie Maddalena 2 a commencé en méthode traditionnelle. En parallèle, le tunnelier prévu pour les travaux suivants est monté à l'extérieur, sur l'aire de chantier de Maddalena.

Le tunnelier commence l'excavation de la galerie de la Maddalena 2 au mois 30 et continue jusqu'à atteindre le tunnel de base. Les voussoirs sont réalisés en avançant tout de suite au niveau du bouclier.

Le tunnelier s'arrête provisoirement dans le tube pair du tunnel de base au mois 42 de manière à ce que le back-up soit au-delà des niches de croisement, qui sont réalisées ultérieurement.

#### Réalisation du tunnel de base entre Maddalena 2 et Suse

Le tunnelier, à l'arrêt sur la VP jusqu'au mois 45, reprend l'excavation au mois 46 en direction de Suse.

galleria Maddalena 1. Esse sono scavate con metodologia tradizionale nell'ambito di lavori preparatori.

#### Scavo delle gallerie di connessione 1 e 2

Dal mese fino 19 al mese 45 sono realizzate, dalla galleria Maddalena 1, le opere seguenti con metodologia D&B:

- La galleria di connessione 1
- La caverna tecnica (calotta e solo una parte dello stross) e la varie gallerie di accesso alla galleria di connessione 2
- La galleria di connessione 2, che viene scavata dalla caverna tecnica di maniera tale che i lavori non interferiscono con quelli della Maddalena 2, che sono sul percorso critico.

#### Realizzazione della galleria Maddalena 2 e delle nicchie di incrocio

La galleria Maddalena 2 è iniziata con metodologia D&B. In parallelo la fresa dedicata ai lavori successivi viene montata all'esterno, nell'area di cantiere di Maddalena.

La fresa inizia lo scavo della galleria della Maddalena 2 al mese 30 e prosegue fino a raggiungere il Tunnel di Base. I conci vengono messi in opera in avanzamento subito a tergo dello scudo.

La fresa si ferma provvisoriamente nella canna pari del Tunnel di Base al mese 42 di maniera tale che il back-up sia al di là della nicchie di incrocio, che vengono realizzate in seguito.

#### Realizzazione del Tunnel di Base tra Maddalena 2 e Suse

La fresa, ferma sul BP fino al mese 45, riprende lo scavo al mese 46 in direzione di Suse.

En parallèle, le second tunnelier est monté sur le tracé de la voie impaire. Le tunnelier commence l'excavation avec une vitesse réduite de moitié pendant 2 mois (courbe d'apprentissage).

En ce qui concerne l'excavation mécanisée (avec tunnelier), une augmentation progressive des cadences est prise en considération jusqu'à un maximum de 10 % pour le deuxième tube creusé. L'expérience acquise durant la réalisation du premier tube permet d'améliorer la performance moyenne pouvant être obtenue dans le second (cet effet est moins évident dans l'avancement en méthode traditionnelle).

Pour un "déphasage" inférieur à deux mois entre les deux tubes, on considère que les machines sont trop proches l'une de l'autre pour être en mesure de bénéficier de cette expérience.

Le remplissage dans la partie basse est réalisé en parallèle de l'excavation. Les phases du remplissage sont :

- Remplissage provisoire de la partie basse ;
- Cheminement piéton;
- Ventilation;
- Réseaux souterrains.

Pour permettre la réalisation des rameaux, les éléments et les réseaux positionnés du côté de ces derniers seront surélevés ou devront être mis tous du même côté. Il est important de noter que, de ce fait, l'emplacement de ces éléments ne sera pas du même côté du tunnel pour les deux tubes.

La réalisation des rameaux (ou by-pass) suit celle des remplissages, avec une distance minimum de 400 m par rapport au front d'excavation et maximum de 1000 m.

La faisabilité de la réalisation des rameaux transversaux de connexion inter-tube en parallèle de l'avancement du front de chaque tube a été étudiée en vue de rendre possible, une fois les ouvrages de génie civil terminés, l'installation de composants des équipements pour la phase d'exploitation.

In parallelo, la seconda fresa è montata sul tracciato del binario dispari. La fresa inizia lo scavo in con una velocità ridotta a metà durante 2 mesi (curva di apprendimento).

Per quanto riguarda lo scavo meccanizzato (con fresa), 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.

Il riempimento in parte bassa 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.

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

Nell'ottica di rendere possibile, al completamento delle opere civili, l'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.

Depuis le début de l'excavation du deuxième tube, la durée moyenne d'excavation et de revêtement des rameaux est d'environ 1,5 mois (valeur moyenne pour les différents types de rameau).

### *13.2.5 Avancements dans les terrains potentiellement amiantifères*

Comme il ressort des études géologiques préliminaires, l'aire correspondant à la zone de Mompantero, où est prévu le portail est du tunnel de base, est caractérisée par la présence de roches ophiolitiques (roches basiques et ultra-basiques) appartenant à l'unité tectonométamorphique de la zone piémontaise.

Pour un tronçon de 350 m - 400 m environ jusqu'à l'entrée Est du TdB, le tunnel sera creusé dans les prasinites (OMB), lithotypes potentiellement asbestiformes, y compris dans le groupe des roches vertes.

Compte tenu de l'inaltérabilité des fibres, les mesures de sécurité sont toutes sensiblement orientées selon trois principes de base :

- Empêcher le soulèvement dans l'air des fibres qui ont éventuellement été libérées (la mesure la plus efficace et la plus largement utilisée est l'arrosage avec de l'eau) ;
- Empêcher la diffusion dans l'environnement des fibres qui pourraient éventuellement se libérer (la mesure la plus courante est la ventilation artificielle, orientée pour tenir en dépression l'environnement de travail) ;
- Mécaniser et automatiser tous les différents travaux d'excavation, le déblaiement, le transport, le dépôt des matériaux d'excavation (le « remblais ») dans le but de réduire au minimum le nombre d'opérateurs qui doivent être potentiellement présents dans l'environnement inquitinabile.

La gestion de l'excavation, du transport du remblai et du stockage permanent et isolé de ce dernier est organisée selon les trois critères énumérés ci-dessus, avec les aménagements qui sont décrits ci-après.

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

### *13.2.5 Avanzamenti nei terreni potenzialmente amiantiferi*

Come risulta dalle indagini geologiche preliminari, 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 prasinita (OMB), litotipi potenzialmente asbestiformi, comprese nel gruppo delle rocce verdi.

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 inquitinabile.




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.

Dans le présent cas du tunnel de base, toutes les opérations d'excavation, le transport et le dépôt se déroulent dans un environnement fermé (les galeries) sans jamais être à l'extérieur : cela, déjà en soi, évite la diffusion incontrôlée de fibres. Ces espaces fermés sont relativement petits (galeries de 6 m et de 10 m de diamètre) et, avec la présence des machines, les zones d'opération ont des espaces limités, qui nécessitent des procédures et des moyens spéciaux.

Il faut en particulier veiller à :

- Éviter des opérations qui favorisent le soulèvement de poussières et de fibres ;
- Éviter des opérations qui pourraient, même accidentellement, induire le risque de déversements incontrôlés du remblai pollué ;
- Éviter des renversements (par exemple, pour les vider) ;
- Favoriser l'utilisation de conteneurs fixes, ce qui permet d'utiliser aussi des conteneurs de grand volume et avec un poids brut élevé ;
- Utiliser des alimentateurs ayant la capacité de réguler et de doser le flux de matériaux déplacés.

Dans les différents zones de travail, la zone d'excavation est compartimentée par des barrières physiques mobiles munies de passages pour les véhicules et la main d'œuvre avec subdivision en trois zones distinctes A1-A2-A3 représentées avec une couleur spéciale :

-  A3, zone décontaminée ;
-  A2, zone de décontamination (intermédiaire) ;
-  A1, zone contaminée.

### 13.2.6 Avancements dans les terrains avec présence potentielle de radon ou d'uranium




A ce propos, les zones éventuellement concernées par le risque de trouver des terrains qui contiennent des minéraux radioactifs (uranium) ou du radon, sont celles des gneiss du massif d'Ambin.

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.

### 13.2.6 Avanzamenti nei terreni con potenziale presenza di radon o uranio

Al riguardo, le zone eventualmente interessate dal rischio di incontrare terreni che contengono minerali radioattivi (uranio) o radon sono quelle degli gneiss del massiccio di Ambin.



Afin de déterminer la présence éventuelle de radon ou d'uranium, des mesures périodiques doivent être faites au front et au niveau des bouches d'aspiration de la ventilation de chantier dans les terrains potentiellement concernés par le radon. Toutes les mesures technologiques aptes à réduire l'exposition au niveau le plus bas possible, doivent être mises en œuvre en cas de dépassement de la limite de 400 Becquerel.

Le risque radon se situe également dans l'eau. C'est pour cela qu'il est nécessaire de prévoir des installations de traitement des eaux au niveau des zones de chantier (cuves de gargouillement avec échantillonnage).

Des procédures devront être établies avec le PPSPS avant le début des travaux d'excavation dans les matériaux à risque.

### **13.2.7 Refroidissement**

La température du massif monte rapidement de 25°C à 35°C entre les pk 54 et 52.

A la tête Suse (dont le front est poussé jusqu'au pk 52 environ), une tour de refroidissement est prévue de 98kW. Le calcul des puissances de refroidissement à installer a été fait en prenant en compte :

- Le coefficient de transmission de chaleur locale
- La température du rocher
- La température de l'air extérieur
- La température de l'air intérieur (max 25°C)
- La chaleur dissipée par les ateliers et les machines le long du tunnel et au front
- La chaleur d'hydratation des bétons des ateliers présents le long du tunnel

Le système prévoit des machines frigorifiques à proximité des ateliers et une tour de refroidissement qui distribue un circuit d'eau alimentant les différentes machines le long du tunnel.

Per determinare la presenza eventuale di radon o d'uranio, devono essere fatte misure periodiche al fronte ed al livello delle bocche d'aspirazione della ventilazione di cantiere nei terreni potenzialmente interessati da radon. Tutte le misure tecnologiche atte a ridurre l'esposizione al livello più basso possibile devono essere messe in opera nel caso di un superamento del limite di 400 Becquerel.

In parte il rischio del radon si situa nell'acqua. È per questo che è necessario prevedere impianti di trattamento delle acque al livello delle zone di cantiere (vasca di gorgogliamento con prelievo di campioni).

Procedure dovranno essere stabilite con il POS prima dell'inizio dei lavori di scavo nei materiali a rischio.

### **13.2.7 Raffreddamento**

La temperatura del massiccio sale rapidamente da 25° a 35° tra le pk 54 e 52.

All'attacco Susa (il cui fronte avanza sino alla pk 52 circa), si prevede una torre di raffreddamento di 98kW. Il calcolo delle potenze di raffreddamento da installare è stato fatto prendendo in conto:

- Coefficiente di trasmissività del calore nel massiccio
- Temperatura della roccia
- Temperatura dell'aria esterna
- Temperatura dell'aria interna (max 25°)
- Calore dissipato dagli ateliers e macchinari lungo il tunnel ed al fronte
- Calore di idratazione dei calcestruzzi degli ateliers lungo il tunnel

Il sistema prevede macchine frigorifere in prossimità degli ateliers ed una torre di raffreddamento che distribuisce l'acqua di raffreddamento in un circuito che corre lungo il tunnel.

### *13.2.8 Creusement des rameaux*

Les rameaux et locaux techniques (niches pour les équipements ferroviaires et albraques pour le recueil des liquides dangereux) seront creusés en méthode traditionnelle.

Pour les tronçons creusés en traditionnel ou au tunnelier roche dure, le bétonnage intervient après la fin de l'excavation du rameau. Pour les tronçons creusés au tunnelier à voussoirs (pk 60+600 à 52+000 env.), les voussoirs qui se trouvent dans le gabarit du rameau seront partiellement démolis après délimitation par une découpe à la scie, avant de commencer l'excavation du rameau.

En outre, avant l'excavation des niches, il faudra procéder à la mise en sécurité du soutènement du tunnel de base (ou des voussoirs dans le tronçon au tunnelier à voussoirs) par une poutre en acier ancrée par des boulons autoforeurs.

Lorsque les rameaux sont situés dans des tronçons rocheux, ils seront, si possible, creusés à l'explosif, sauf dans le tronçon des roches vertes où, suite à une prescription du CIPE, l'utilisation de l'explosif est proscrite.

Les rameaux sous la Val Cenischia méritent un traitement particulier, compte tenu de la nature des sols (gravelo-argilleux) et des contraintes environnementales (ne pas affecter la nappe, présence de bâtiments en surface). Avant la démolition partielle des voussoirs, il sera nécessaire de réaliser l'étanchéité de la zone à excaver par des injections à proximité du revêtement et par un double anneau de colonnes sécantes de jet grouting. L'ouverture des anneaux suivra la réalisation d'un piezomètre qui permettra de vérifier la bonne exécution du rideau étanche. Puis, l'excavation se fera par passes de 1 m. Le sol devrait se prêter à une excavation à la pelle ou à la fraise. La cavité sera soutenue par des cintres et du béton projeté.

### *13.2.8 Scavo dei rami*

I rami ed i locali tecnici (nicchie per gli apparecchi di interruzione e serbatoi per l'accumulo dei materiali pericolosi) verranno scavati con metodo tradizionale.

Se per le tratte in tradizionale o TBM a gripper il getto del rivestimento definitivo avviene a valle delle operazioni di scavo del ramo, per la tratta in scavo con TBM scudata e montaggio di conci prefabbricati (pk 60+600-52+000 env.), i conci nella sagoma di ingombro dei rami saranno parzialmente rimossi e, per quelli di bordo, parzialmente tagliati con sega circolare, prima di effettuare lo scavo.

Inoltre, prima dello scavo delle nicchie si dovrà procedere alla messa in sicurezza dei sostegni del Tunnel di Base (o dei conci, nella tratta scavata con TBM scudata) con una trave in acciaio provvisoria ancorata con bulloni autoproforanti.

Quando i rami tecnici sono situati in ammassi rocciosi, saranno scavati con esplosivo, salvo nelle rocce verdi in cui, a seguito di una prescrizione CIPE, lo scavo all'esplosivo è escluso.

Un discorso a parte meritano i rami situati nei materiali sciolti sotto la Val Cenischia, data la natura dei terreni ed i vincoli ambientali (necessità di non abbassare la falda e presenza di edifici in superficie). Prima di rimuovere i conci ed effettuare lo scavo è necessario infatti rinforzare il terreno a tergo dei conci con iniezioni ed un doppio anello di colonne secanti in jet-grouting. L'apertura dell'anello seguirà l'esecuzione di un piezometro spia per verificare l'impermeabilità della zona. Dopo aver rimosso i conci si scaverà per sfondi da 1 m. Lo scavo può avvenire con escavatore o con fresa puntuale. Lo scavo sarà sostenuto con centine e cls proiettato.

### 13.3 CONSTRUCTION DES OUVRAGES DANS LE TRONCON PLAINE DE SUSE - BUSSOLENO

Les dates charnières qui ont été prises en compte pour l'organisation des travaux de Suse, et par conséquent de Bussoleno, sont représentées par :

- lancement des travaux sur la plaine de Suse à partir du 01/01/2021
- arrivée prévue de l'excavation du tunnel de base de Suse ; puis réalisation préparatoire du chantier pour la tête et son raccordement à l'A32.
- date de début du chantier d'armement du tunnel d'interconnexion et du tunnel de base (inchangées par rapport au PD2) ; puis achèvement des travaux de Bussoleno (remblais ferroviaires, ponts sur la Dora), du tunnel d'interconnexion et des travaux de plateforme ferroviaire de Suse (Aire technique, pont sur la Dora, plateforme ferroviaire au nord de la Dora).

Les travaux ont ensuite été organisés en premier lieu pour respecter les contraintes mentionnées ci-dessus.

Dans le flux des travaux, il est également nécessaire de donner la priorité à certaines interventions afin d'avoir les espaces ou les conditions pour pouvoir effectuer celles qui suivent. En outre, conformément à ce qu'on a dit auparavant, durant la phase de définition de la planification des ouvrages de Suse, il a été donné encore plus d'importance à la possibilité de relier les différentes aires de chantier de la plaine entre elles et à l'A32 et sans avoir recours à des routes ordinaires et d'avoir le plus possible des aires de chantier délimitables avec des clôtures de sécurité et des pistes de surveillance, avec des modifications limitées à l'empreinte dans le temps de ces derniers.

Pour résumer, la séquence suivante dans le temps des interventions, plus détaillée dans les paragraphes suivants, a été identifiée.

*Nord Dora*

### 13.3 COSTRUZIONE DELLE OPERE NEL TRATTO PIANA DI SUSA - BUSSOLENO

Le date cardine che sono state considerate per l'organizzazione delle fasi di costruzione di Susa, e di conseguenza di Bussoleno, sono rappresentate da:

- avvio delle attività nella piana di Susa a partire dal 01/01/2021
- arrivo previsto dello scavo del Tunnel di Base a Susa; quindi realizzazione propedeutica del cantiere per l'imbocco ed il suo collegamento con la A32.
- data di inizio del cantiere di armamento del Tunnel di Interconnessione e del Tunnel di Base (non modificate rispetto al PD2); quindi completamento delle opere di Bussoleno (rilevati ferroviari, ponti sulla Dora), del Tunnel di Interconnessione e delle opere di piattaforma ferroviaria di Susa (Area Tecnica, ponte sulla Dora, piattaforma ferroviaria in nord Dora).

Gli interventi di costruzione sono stati quindi organizzati in primo luogo per rispettare i suddetti vincoli.

Nel flusso dei lavori risulta inoltre necessario dare priorità ad alcuni interventi per poter avere gli spazi o le condizioni per poter eseguire quelli successivi. Inoltre, come detto, in fase di definizione del planning delle opere della Piana di Susa si è data ancor più importanza alla possibilità di collegare le diverse aree di cantiere della piana tra loro e con la A32 e senza utilizzare percorsi di viabilità ordinaria e di avere il più possibile aree di cantiere perimetrabili con recinzioni di sicurezza e piste di sorveglianza, con limitate modifiche all'impronta nel tempo degli stessi.

In sintesi si è individuata quindi la seguente successione nel tempo degli interventi, meglio dettagliata nei paragrafi successivi.

*Nord Dora*

- Réalisation du nouvel échangeur de l'A32 (l'échangeur de Suse-Est continue à être exploité en utilisant les pistes de l'autoport) ;
- réalisation de la déviation temporaire de la SS25 et sa mise en service ;
- réalisation du passage souterrain et du nouveau siège de la SS25 (possible seulement après l'achèvement du nouvel échangeur de l'A32) ;
- réalisation de la déviation temporaire de la ligne ferroviaire Suse-Turin et de via Montello (possible seulement après l'ouverture du passage souterrain et du nouveau siège de la Route Nationale SS25) et sa mise en service ;
- réalisation de l'élévation sur place de la Suse-Turin et des ouvrages de franchissement de la NLLT et réalisation simultanée du passage souterrain de via Montello (excavations possibles seulement après le déplacement de la ligne ferroviaire) ; le chantier pour l'entrée est du tunnel de base, pour lequel est prévu un raccordement à l'A32 indépendant des voies publiques, est installé en même temps ;
- la mise en service sur le site modifié de la ligne ferroviaire Suse-Turin et achèvement de la Route Nationale SS25 ;
- construction de la gare internationale et achèvement des travaux de la NLLT.

#### *Sud Dora*

- Réalisation de la déviation temporaire de la SP024 et après sa mise en service, du raccordement entre le chantier de l'entrée ouest du tunnel d'interconnexion et l'ex-zone del l'autoport ;
- Déplacement du canal Coldimosso pour permettre les travaux à l'entrée du tunnel d'interconnexion ;
- réalisation de la déviation temporaire de la A32 (possible après l'ouverture du nouvel échangeur nord Dora) et sa mise en service ;

- Realizzazione del nuovo svincolo della A32 (lo svincolo di Susa Est rimane in esercizio utilizzando le piste dell'Autoporto);
- realizzazione della deviazione temporanea della SS25 e sua messa in servizio;
- realizzazione del sottopasso e della nuova sede della SS25 (possibile solo dopo il completamento del nuovo svincolo della A32);
- realizzazione della deviazione temporanea della linea ferroviaria Susa-Torino e di via Montello (possibile solo dopo l'apertura del sottopasso e della nuova sede della SS25) e la sua messa in servizio;
- realizzazione dell'innalzamento in sede della Susa-Torino e delle opere di scavalco della NLLT e contemporanea realizzazione del sottopasso di via Montello (scavi possibili solo dopo lo spostamento della linea ferroviaria); in contemporanea viene installato il cantiere per l'imbocco est del Tunnel di Base, per il quale si prevede un percorso di collegamento alla A32 indipendente dalla viabilità pubblica;
- messa in esercizio sulla sede modificata delle linea ferroviaria Susa-Torino e completamento della SS25;
- costruzione della stazione Internazionale e completamento delle opere della NLLT.

#### *Sud Dora*

- Realizzazione della deviazione temporanea della SP024 e, dopo la sua messa in servizio, del collegamento tra il cantiere imbocco ovest del Tunnel do Interconnessione e l'area ex autoporto;
- spostamento del canale Coldimosso per consentire le opere di imbocco del Tunnel di Interconnessione;
- realizzazione della deviazione temporanea della A32 (possibile dopo l'apertura del nuovo svincolo in nord Dora) e sua messa in servizio;

- élévation au niveau de la plate-forme de l'A32 et achèvement du passage souterrain de la nouvelle ligne puis mise en service,
- réalisation du pont de la nouvelle ligne sur la Dora (possible durant la phase finale du charriage Maddalena-Salbertrand) ;
- réalisation du nouveau siège de la SP024 et sa mise en service ;
  
- achèvement des ouvrages ferroviaires et civiles de l'aire technique de la nouvelle ligne.

### 13.4 CHANTIERS POUR LA CONSTRUCTION

#### 13.4.1 Généralités

##### 13.4.1.1 Chantiers de tête des tunnels

Ils abritent les installations nécessaires pour le déroulement des travaux pour la réalisation des ouvrages souterrains. Ils sont en général installés à la tête des tunnels et prévoient :

- Installations au service des travaux tels que cabines électriques, usines de ventilation et de refroidissement, silos pour le stockage des matériaux inertes, pour la préparation du béton et ateliers (électriques, mécaniques etc...) ;
- Emplacements pour la maintenance et le stationnement des véhicules de chantier ;
- Emplacements pour le stockage provisoire des déblais, des matériaux de construction ;
- Installations de traitement des eaux ;
- Bureaux, infirmerie et une plateforme destinée au parking ;
- Zone réservée aux équipements électromécaniques.

##### 13.4.1.2 Aires de chantier

Elles abritent les équipements nécessaires au déroulement des travaux pour la réalisation des ouvrages en plein air (remblais, tranchées, viaducs, tranchées couvertes, bâtiments, installations etc.).

- innalzamento in sede della A32 e completamento opera di sottopasso della nuova linea e successiva messa in servizio;
- realizzazione del ponte della nuova linea sulla Dora (possibile nella fase finale del carreggio Maddalena-Salbertrand);
- realizzazione della nuova sede della SP024 e sua messa in servizio;
- completamento delle opere ferroviarie e civili dell'Area Tecnica della nuova linea.

### 13.4 CANTIERI PER LA COSTRUZIONE

#### 13.4.1 Generalità

##### 13.4.1.1 Cantieri di imbocco

Ospitano le attrezzature necessarie allo svolgersi del lavoro per la realizzazione delle opere in sotterraneo. Sono di norma installati agli attacchi dei tunnel e prevedono :

- Impianti a servizio delle lavorazioni quali cabine elettriche, centrali di ventilazione e raffreddamento, silo per lo stoccaggio degli inerti, centrale per la preparazione del calcestruzzo e officine (elettriche, meccaniche ecc.);
- Aree per la movimentazione e sosta dei mezzi del cantiere;
- Aree per lo stoccaggio temporaneo dello smarino, dei materiali da costruzione;
- Impianti di trattamento delle acque;
- Uffici, infermeria e una zona destinata a parcheggio;
- Zona riservata alle attrezzature elettromeccaniche.

##### 13.4.1.2 Aree di Lavoro

Ospitano le attrezzature necessarie allo svolgersi del lavoro per la realizzazione delle opere all'aperto (Rilevati, trincee, viadotti, gallerie artificiali, fabbricati, impianti, ecc.).

Elles prévoient des installations et des emplacements similaires à ceux des chantiers de tête, mais aussi des emplacements pour le stockage provisoire de la terre végétale.

#### **13.4.1.3 Sites industriels**

Ils sont équipés de manière « à fournir un support » aux chantiers de tête de tunnel et aux aires de chantier, avec des équipements et des installations non directement liés à l'activité, mais à la valorisation des matériaux d'excavation et à la préparation des voussoirs. On y trouve :

- Centrale de broyage et de criblage ;
- Centrale pour la préparation du béton ;
- Installations pour la préfabrication des voussoirs pour le revêtement des tunnels.

#### **13.4.1.4 Bases de vie**

Il n'est pas prévu de réaliser de bases de vie car les ouvriers qui seront employés pour la construction des ouvrages placés en Italie, seront hébergés dans des structures existantes (hôtels, maisons louées etc..) ou des structures actuellement non utilisées et éventuellement récupérées, qui, à la fin des travaux pourront être rendues au territoire.

#### **13.4.1.5 Sites de dépôt provisoires**

Les sites de dépôt provisoires sont considérés à l'intérieur des sites industriels, tout comme les sites liés aux mouvements des matériaux.

#### **13.4.1.6 Localisation et organisation des chantiers**

Les chantiers suivants seront nécessaires pour permettre la réalisation des ouvrages du projet se trouvant sur le territoire italien.

Chantiers de construction :

- Chantier « Insertion Bussoleno » ;

Prevedono impianti ed aree simili a quelle dei cantieri di imbocco, ma prevedono anche aree per lo stoccaggio temporaneo del terreno vegetale.

#### **13.4.1.3 Aree Industriali**

Sono attrezzati in modo tale da “fornire supporto” ai cantieri di imbocco ed alle aree di lavoro, con attrezzature e impianti non strettamente legati all'attività, ma alla valorizzazione del materiale di scavo e alla preparazione di conci. In esse sono presenti:

- Centrale di frantumazione e vagliatura;
- Centrale per la preparazione del calcestruzzo;
- Impianti per la prefabbricazione dei conci per il rivestimento delle gallerie.

#### **13.4.1.4 Campi base**

Non si prevede la realizzazione di campi base, poiché le maestranze che saranno impegnate nella costruzione delle opere ubicate in Italia verranno ospitate in strutture esistenti (alberghi, case di affitto, ecc.) o strutture attualmente non utilizzate ed eventualmente recuperate, che al termine dei lavori potranno venir restituite al territorio.

#### **13.4.1.5 Siti di deposito provvisori**

I siti di deposito provvisori sono considerati all'interno delle aree industriali, come anche le aree connesse alla movimentazione dei materiali.

#### **13.4.1.6 Localizzazione ed organizzazione dei cantieri**

Al fine di permettere la realizzazione delle opere in progetto ricadenti in territorio italiano saranno necessari i seguenti cantieri.

Cantieri di costruzione:

- Cantiere “Innesto Bussoleno”;

- Chantier « Entrée Est du tunnel d'interconnexion » ;
- Chantier « Entrée Ouest du tunnel d'interconnexion » ;
- Aire de travail de « Suse »
- Chantier « Entrée Est du tunnel de base » ;
- Chantier « Maddalena ».

Zone industrielle de soutien aux activités des chantiers de construction :

- Zone industrielle « Salbertrand ».

Le tableau suivant précise la dénomination adoptée pour les chantiers prévus pour la réalisation des ouvrages du projet et la description synthétique des travaux effectués ou des ouvrages réalisés.

- Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Interconnessione”;
- Cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione”;
- Area di lavoro di “Susa”
- Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Base”;
- Cantiere “Maddalena”.

Area industriale di supporto alle attività dei cantieri di costruzione:

- Area industriale “Salbertrand”.

La tabella seguente riporta la denominazione adottata per i cantieri previsti per la realizzazione delle opere di progetto e la descrizione sintetica delle attività svolte o delle opere da esso realizzate.

<b>Nom du chantier</b> <b>Denominazione dei cantiere</b>	<b>Activités/ouvrages principaux réalisés de ce chantier</b> <b>Principali attività / opere realizzate dal cantiere</b>
Chantier Industriel “Salbertrand” Area Industriale “Salbertrand”	Activités de support à la construction / Attività di supporto ai cantieri di costruzione: - productions agrégats / produzione aggregati - furniture agrégats et matériaux pour remblais / fornitura aggregati e materiali idonei per rilevati - realisation des voussoirs / prefabbricazione dei conci - transpoer des déblais par train /trasporto del marino via treno
Chantier “Portail Est Tunnel de Base” Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Base”	Construction du portail / costruzione imbocco Realisation de la tranchée couverte au portail Est du Tunnel de Base / Realizzazione della galleria artificiale di imbocco Est del Tunnel di Base
Chantier “Portail Est Tunnel d’Interconnexion” Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Interconnessione” + Chantier “Insertion Bussoleno” Cantiere “Innesto Bussoleno”	Portail Est du Tunnel d’Interconnexion/ Imbocco Est del Tunnel di Interconnessione  Ouvrages à l’air libre pour l’insertion NLLT sur la LH Opere a cielo aperto per l’innesto tra la NLTL e la LS
Chantier “Portail Ouest Tunnel d’Interconnexion” Cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione”	Portail Ouest / Imbocco Ovest del Tunnel di Interconnessione Tunnel di Interconnessione Ouvrags preparatoires à l’air libre Plaine de Suse / Opere preparatorie a cielo aperto Piana di Susa
Chantier / Cantiere “Maddalena”	Site de securité en souterrain de Clarea / Area di sicurezza in sotterraneo di Clarea Galerie/Galleria Maddalena 2 Galeries de connexion / Gallerie di connessione (Maddalena 1 e 2) Revêtements definitifs / Getto dei rivestimenti definitivi delle gallerie di Maddalena 1 e 2 Ouvrages à l’air libre (centrale de ventilation) / Opere a cielo aperto (centrale di ventilazione) Excavation des deux tubes principaux du Tunnel de Base / Scavo dei due forni principali del tunnel di base lato Italia fino all’imbocco di Susa.
Chantiers mobiles / Area di lavoro di “Susa Autoporto*”	Attività di supporto ai cantieri delle opere a cielo aperto “Piana di Susa”: - Gare Internationale / Stazione Internazionale - Ouvrages en ligne / Opere di linea - Pont sur la Dora / Ponte sulla Dora - Zone Techniques / Area Tecnica - Voirie / Viabilità stradale - Ligne électrique en cable 132 kV / Cavidotto 132 kV



## 13.5 GESTION DES MATERIAUX D'EXCAVATION, VALORISATION ET TRANSPORT

### 13.5.1 Matériaux d'excavation

L'excavation des tunnels produit une grande quantité de déblais. Les matériaux d'excavation des galeries du tronçon côté Italie s'élèvent à environ 2,8 millions de mètres cube en place, équivalents à 7,33 millions de tonnes. Dans la mesure du possible, les matériaux d'excavation des galeries seront utilisés dans l'ouvrage lui-même, pour une part prévue d'environ 64%, sous forme de granulats pour béton et de remblais.

Sur la base des caractérisations lithologiques et géotechniques des terrains et en fonction des méthodes d'excavation prévues, les matériaux d'excavation ont été quantifiés et classés selon leur capacité à être réutilisés.

Les classes utilisées sont :

- Classe CL 1 : matériaux de qualité optimale pour la production des granulats pour béton ;
- Classe CL 2 : matériaux de bonne qualité utilisés pour la construction des remblais ;
- Classe CL 3 : matériaux non utilisables pour la production de granulats ou pour la construction de remblais. Ils doivent être mis en dépôt définitif. Dans la classe CL 3, on distingue la classe CL 3a, matériaux non utilisables à mettre en dépôt (matériaux inertes avec un grand pourcentage de fines) et la classe CL 3b, matériaux non utilisables et qui requièrent une mise en dépôt spéciale (matériaux avec un pourcentage élevé d'anhydrite et/ou gypses ou contenant de l'amiante et matériaux qui, suite au retour d'expérience de l'excavation de la galerie de reconnaissance de Maddalena, aurait un taux important d'arsenic.

## 13.5 GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO, VALORIZZAZIONE E TRASPORTO

### 13.5.1 Materiali di scavo

Lo scavo dei tunnel produce una grande quantità di smarino. I materiali scavati nei tunnel della tratta lato Italia ammontano a circa 2.8 milioni di metri cubi in banco, equivalenti a circa 7,33 milioni di tonnellate. Nella misura del possibile, i materiali di scavo dei tunnel saranno riutilizzati nell'opera stessa, per una quota prevista in circa il 64% tra inerti per calcestruzzo e per rilevati.

Sulla base delle caratterizzazioni litologiche e geotecniche dei terreni e in funzione dei metodi di scavo previsto, i materiali di scavo sono stati quantificati e classificati secondo la loro capacità di essere riutilizzati.

Le classi utilizzate sono :

- Classe CL 1: materiali di qualità ottimale per la produzione di aggregati per il calcestruzzo;
- Classe CL 2: materiali di buona qualità utilizzati per la costruzione dei rilevati;
- Classe CL 3: materiali non utilizzabili per la produzione di aggregati o la costruzione dei rilevati. Devono essere messi a deposito definitivo. Nella classe CL 3, si distinguono la classe CL 3a, materiali non utilizzabili da mettere a deposito (materiali inertes con un'alta percentuale di fines) e la classe CL 3b, materiali non utilizzabili e che richiedono una messa a deposito speciale (materiali con un'alta percentuale in anidrite e/o gessi o contenenti amianto e materiali che, a seguito del ritorno di esperienza dallo scavo del cunicolo esplorativo di Maddalena, risulterebbero avere un contenuto elevato di arsenico).

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<b>BILANCIO COMPLESSIVO</b>	<b>Scavo+depositi esistenti</b>	<b>Volume totale[t]</b>	69'990	96'637	330'907	1'092'414	2'060'976	2'133'022	1'384'633	160'071	3'382	0	7'332'032	
		<b>Cl1 [t]</b>	0	57'800	157'875	584'845	717'828	684'224	720'380	0	0	0	2'922'953	
		<b>Cl2 [t]</b>	0	16'088	27'291	141'153	642'825	873'608	57'867	0	0	0	1'758'832	
		<b>Cl3a [t]</b>	69'990	22'428	120'863	366'208	638'383	574'160	541'378	8'116	3'382	0	2'344'909	
		<b>Cl3b [t]</b>	0	321	24'878	207	61'941	1'029	65'008	151'955	0	0	305'339	
	<b>Fabbisogni</b>	<b>ClS</b>	<b>ClS - Complessivi [t aggregati]</b>	0	72'469	49'633	243'856	402'519	762'039	552'237	198'594	173'730	316'758	2'771'836
			<b>ClS - Spritz [t aggregati]</b>	0	8'857	15'101	21'939	76'400	87'740	30'066	6'113	345	0	246'560
			<b>ClS - Rivestimento [t aggregati]</b>	0	63'612	34'533	115'230	215'756	469'944	354'032	66'866	85'586	70'081	1'475'638
			<b>ClS - Finiture [t aggregati]</b>	0	0	0	0	3'677	97'668	40'055	0	81'209	187'739	410'347
			<b>ClS - Cielo aperto [t aggregati]</b>	0	0	0	106'687	106'687	106'687	128'085	125'615	0	0	573'762
			<b>ClS - Armamento [t aggregati]</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	6'590	58'938	65'528
		<b>Bilancio aggregati</b>	<b>Defecit aggregati [t]</b>	0	33'409	0	0	0	0	0	0	0	0	33'409
		<b>Sur plus aggregati [t]</b>												184'526
	<b>Rilevati</b>	<b>Rilevati [t] (disponibilità)</b>	0	0	0	141'153	642'825	873'608	57'867	0	0	0	1'715'453	
		<b>Cl2 a deposito definitivo [t]</b>	0	16'088	27'291	0	0	0	0	0	0	0	43'379	
	<b>(Cl2+Cl3a) prodotto da evacuare [t]</b>			69'990	38'516	148'154	366'208	638'383	574'160	541'378	8'116	3'382	0	2'388'288
<b>(Cl3b) prodotto totale [t]</b>			0	321	24'878	207	61'941	1'029	65'008	151'955	0	0	305'339	

## BILAN DES MATERIAUX BILANCIO DEI MATERIALI

Par rapport au PD2 et grâce à la nouvelle configuration (notamment l'élimination du puits de Clarea), la quantité de matériaux extraits se réduit de 40.000 t environ.

De l'analyse du tableau précédent, on observe que :

- le besoin en granulats pour le béton s'élève à 2,77 Mt
- la production de granulats pour CL1 s'élève à 2,92 Mt

En référence au calendrier, les périodes de production des granulats de valorisation du CL1 sont compatibles avec les besoins en béton sur les différents chantiers : sauf pour une petite partie au début des travaux, les granulats produits sont suffisants pour couvrir les besoins.

- La quantité totale de matériaux à allouer au stockage définitif est de 2,38 Mt qui proviennent entièrement des déblais d'excavation de type

Rispetto al PD2 e grazie alla nuova configurazione (in particolare l'eliminazione del pozzo di Clarea), il quantitativo di materiale estratto è di circa 400.000 t in meno rispetto.

Dall'analisi della tabella precedente si osserva che:

- il fabbisogno di aggregati per calcestruzzi è pari a 2.77 Mt
- la produzione di aggregati da CL1 è pari a 2.92 Mt

Con riferimento al cronoprogramma, i periodi di produzione dell'aggregato da valorizzazione del CL1 sono compatibili con i fabbisogni di calcestruzzi sui diversi cantieri: fatta eccezione per una piccola aliquota ad inizio lavori, gli aggregati prodotti sono sufficienti a garantire il fabbisogno necessario.

- Il materiale complessivamente da destinarsi a deposito definitivo è di 2.38 Mt interamente derivante dallo smarino di scavo di tipologia Cl3a (fatta eccezione per un aliquota di circa 43.000 t di CL2

CL3 (sauf pour une partie d'environ 43 000 tonnes de CL2 produite au début des travaux avant la mise en service de l'installation de valorisation au chantier industriel de Salbertrand.

- La quantité de matériau CL2, permettant la réalisation des remblais le long de la Plaine de Suse et Bussoleno s'élève à 1,75 Mt

Le besoin en matériaux pour les remblais est actuellement estimé à environ 2,9 Mt ; tous les matériaux conformes, fruit des excavations, seront utilisés dans le cadre des travaux du projet. Le déficit d'environ 1,24 Mt devra être comblé selon les modalités qui devront être définies. Parmi les hypothèses d'approvisionnement possibles pour combler ce qui manque :

- Utilisation d'une partie de CL3 préparé au préalable et rendu apte pour l'étalement sur des remblais ;
- Achat des matériaux dans des sites externes.

### ***13.5.2 Logistique de transport, gestion et valorisation des matériaux d'excavation***

Tous les matériaux souterrains d'excavation sont transportés du front vers l'extérieur au moyen de bandes transporteuses, sauf pour les matériaux amiantifères qui seront mis dans des conteneurs fermés et traité selon les procédures établies par le service Sécurité et Protection Santé, en assurant dans chaque phase, de l'excavation à la préparation jusqu'au stockage définitif les conditions de sécurité maximale pour tous les gens qui travaillent dans ce processus. Les matériaux de construction et le personnel peuvent être conduits jusqu'au front par des camions et navettes

Si le revêtement définitif et les quais latéraux ne sont pas pris en considération, la section type du tunnel permet à deux *dumpers* de se croiser (profil limite plus pénalisant). La communication entre les tubes sera possible tous les 333 mètres au niveau des rameaux de communication.

prodotti all'inizio dei lavori prima della messa in esercizio dell'impianto di valorizzazione presso l'area industriale di Salbertrand.

- Il materiale CL2, idoneo alla realizzazione dei rilevati lungo la Pian di Susa e Bussoleno è pari a 1.75 Mt

Il fabbisogno di materiale per rilevati è attualmente stimato in circa 2, Mt; tutto il materiale idoneo, prodotto dagli scavi, verrà utilizzato nell'ambito delle opere in progetto. Il deficit, di circa 1.24 Mt dovrà essere colmato secondo le modalità che dovranno essere definite. Tra le possibili ipotesi di approvvigionamento per colmare il deficit:

- Utilizzo di una quota parte di CL3a preventivamente preparato e reso idonea per la stesa in rilevati;
- Acquisto del materiale da siti esterni.

### ***13.5.2 Logistica di trasporto, gestione e valorizzazione dei materiali di scavo***

In sotterraneo tutti i materiali scavati sono trasportati dal fronte verso l'esterno per mezzo di nastri trasportatori, ad eccezione degli eventuali materiali amiantiferi che saranno movimentati in contenitori chiusi e trattati secondo le procedure definite dal Coordinatore Sicurezza in fase di Progettazione garantendo in ogni fase, dallo scavo alla preparazione fino allo stoccaggio definitivo le condizioni di massima sicurezza per tutti i lavoratori coinvolti nel processo. I materiali da costruzione ed il personale possono essere portati al fronte tramite autocarri e navette.

Se non si considerano il rivestimento definitivo e le banchine laterali, la sezione tipo del tunnel permette di far incrociare due *dumper* (profilo limite più penalizzante). La comunicazione tra le canne sarà possibile ogni 333 m di tunnel in corrispondenza dei rami di comunicazione.

Tous les matériaux provenant des excavations (sauf le C12 creusé dans les tunnels d'interconnexion) seront transportés par l'autoroute depuis les lieux de production à la zone industrielle de Salbertrand où, en fonction des caractéristiques, soit ils seront valorisés, soit, s'ils ne peuvent pas être réutilisés, ils seront destinés à un stockage définitif.

Pour rejoindre l'aire de Salbertrand à partir du chantier de la Maddalena, les véhicules utiliseront le nouvel échangeur du chantier de Chiomonte de l'autoroute A32, en descendant jusqu'à l'échangeur de Suse-Est, puis en remontant jusqu'à Salbertrand. Un parcours analogue sera fait dans le sens inverse.

Les déblais provenant du tunnel d'interconnexion subira une première préparation directement sur le chantier de l'entrée ouest de l'interconnexion : les matériaux aptes à constituer des remblais resteront sur l'aire pour une utilisation ultérieure comme remblai sur l'aire de Suse ou Bussoleno ; la partie destinée au stockage définitif sera envoyée à Salbertrand par voie routière puis rejoindra la zone de stockage définitif par voie ferroviaire.

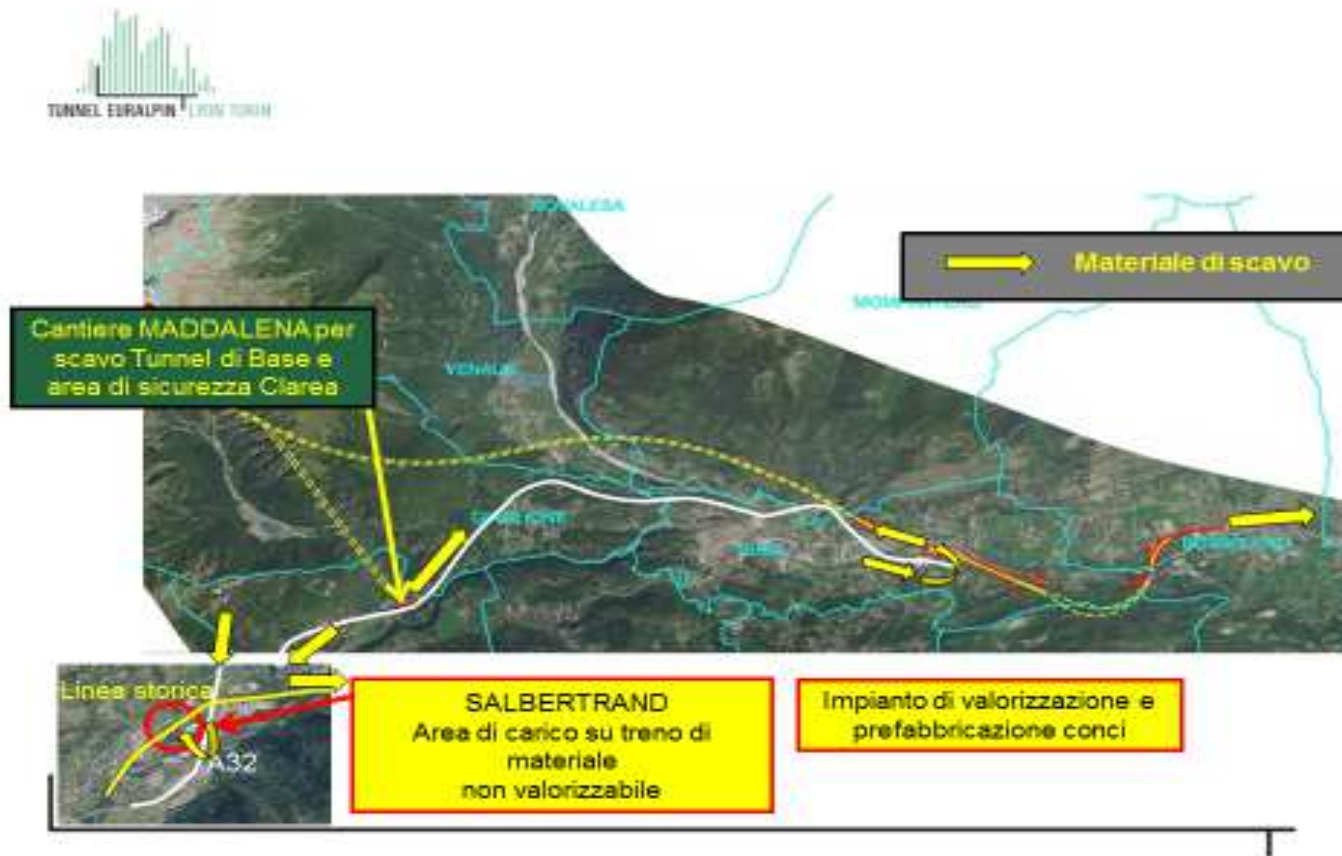
Les déblais de roches potentiellement amiantifères portant au niveau du tronçon terminal du tunnel de base (côté Suse) ne seront pas entreposés à ciel ouvert, mais stockés à l'intérieur de conteneurs spéciaux scellés qui seront placés de manière définitive à l'intérieur des tronçons de galeries du Nœud Maddalena-Clarea non utilisés durant la phase d'exploitation et dans la galerie Maddalena 1 bis. Ces matériaux ne seront par conséquent pas comptabilisés dans le bilan final des matériaux à prévoir pour le stockage ou comme granulats pour son utilisation.

Tutto il materiale proveniente dagli scavi (ad eccezione del C12 scavato nei tunnel di Interconnessione) verrà trasportato via autostrada dai luoghi di produzione, all'area industriale di Salbertrand nel quale in funzione delle caratteristiche o verrà inviato al processo di valorizzazione o nel caso non risultasse idoneo ad un successivo riutilizzo verrà avviato a deposito definitivo.

Per raggiungere l'area di Salbertrand dal cantiere della Maddalena i mezzi utilizzeranno il nuovo svincolo di cantiere di Chiomonte dell'autostrada A32, scendendo fino allo svincolo di Susa Est e successivamente risalendo fino a Salbertrand. Analogo percorso verrà fatto in senso inverso.

Il materiale scavato dal tunnel di interconnessione subirà una prima preparazione direttamente sul cantiere di Imbocco Ovest dell'interconnessione: il materiale idoneo ad essere steso in rilevati rimarrà sull'area per il suo successivo utilizzo come rilevato nell'area di Susa o Bussoleno; l'aliquota da destinare a deposito definitivo verrà inviata a Salbertrand via gomma e successivamente raggiungerà il deposito definitivo via treno.

Il materiale scavato nelle rocce potenzialmente amiantifere in corrispondenza del tratto terminale del tunnel di base (lato Susa) non verrà portato a cielo aperto ma bensì stoccato all'interno di appositi contenitori sigillati che saranno collocati in modo definitivo all'interno dei tratti di gallerie del Nodo Maddalena-Clarea non utilizzate in fase di esercizio e nella galleria Maddalena 1 bis. Questo materiale, pertanto, non rientrerà nel bilancio finale di materiale da prevedere a deposito o come aggregato per il suo utilizzo.



SCHEMA DE LA LOGISTIQUE DE GESTION DES DEBLAIS – SCHEMA DELLA LOGISTICA DI GESTIONE DEL MATERIALE DI SCAVO

### 13.6 MISE EN DEPOT DEFINITIF DES DEBLAIS NON REUTILISABLES ET DES DEBLAIS EN SURPLUS

En raison du volume de déblais important à mettre en dépôt, dans le Projet Définitif approuvé les sites potentiels à utiliser à cette fin ont été identifiés.

Dans le but de minimiser les nécessités de mise en dépôt et d'optimiser la gestion des matériaux d'excavation et, d'une manière générale, la logistique, ce sujet, et en particulier l'examen des sites potentiels de dépôt et le choix des sites à utiliser, a été traité de façon conjointe avec RFI, responsable du tronçon national (Plaine des Chiuse-Orbassano-Settimo T.) au niveau du Projet Préliminaire.

La reconnaissance des lieux a été réalisée en prenant en considération :

- des sites déjà identifiés dans le cadre d'études précédentes, soit la Carrière du Paradis, en territoire français déjà couverte par une DUP (Déclaration d'Utilité Publique) dans les environs du Col du Mont-Cenis, et le site de Cantalupo, sur la commune de Meana di Susa ;
- les informations pouvant être tirées du Plan Provincial des Activités d'Extraction de la Province de Turin (PPAE – année 2006) ainsi que des données contenues dans les bases de données de la Région Piémont, qui ont conduit à l'identification de 16 sites de destination potentiels.

Le C.I.P.E., dans le cadre des prescriptions qui ont accompagné l'approbation de du Projet Préliminaire Modificatif, a identifié les sites de dépôts possibles suivants, pour lesquels il a demandé des approfondissements techniques et environnementaux :

- Torrazza Piémont (site du projet de pôle intermodal pour la logistique) ;
- Montanaro (quelques sites);
- S. Ambrogio (4 sites sur les pentes du mont Pirchiriano) ;
- Carrière de Caprie.

### 13.6 MESSA A DEPOSITO DEFINITIVO DEI MATERIALI NON RIUTILIZZABILI E DEI MATERIALI IN SURPLUS

Stante il consistente volume da mettere a deposito, nel Progetto Definitivo approvato si è provveduto all'identificazione dei potenziali siti da utilizzare allo scopo.

Allo scopo di minimizzare la necessità di materiale da mettere a deposito e di ottimizzare la gestione dei materiali provenienti dagli scavi ed in generale la logistica, questa materia ed in particolare la ricognizione dei possibili Siti di Deposito e la scelta di quelli da utilizzare è stata effettuata di concerto con RFI, responsabile della tratta nazionale (Piana delle Chiuse-Orbassano-Settimo T.) a livello di Progettazione Preliminare.

La ricognizione è stata effettuata prendendo in esame :

- siti già individuati in precedenti studi, e costituiti dalla Carrière du Paradis, in territorio francese, già in possesso di DUP (Dichiarazione di Utilità Pubblica francese) nei pressi del Colle del Moncenisio, e dal sito di Cantalupo, nel comune di Meana di Susa;
- informazioni desumibili da Piano Provinciale delle Attività Estrattive della Provincia di Torino (PPAE - anno 2006) e dai dati disponibili presso le banche dati della Regione Piemonte, che hanno portato ad identificare 16 potenziali siti di destinazione.

Il C.I.P.E. nelle prescrizioni che hanno accompagnato l'approvazione della Variante al Progetto Preliminare, ha individuato i seguenti possibili Siti di Deposito, su cui ha chiesto approfondimenti tecnici ed ambientali:

- Torrazza Piemonte (sito del progettato polo intermodale per la logistica);
- Montanaro (alcuni siti);
- S. Ambrogio (n° 4 siti alle pendici del monte Pirchiriano);
- Cava di Caprie.

L'analyse réalisée notamment en rencontrant les Collectivités locales, en particulier la région Piémont et la Province de Turin, avec la collaboration active de l'Observatoire Turin-Lyon, a conduit à l'identification de deux sites : la Carrière de Caprie et le Pôle Logistique de Torrazza. C'est ainsi que :

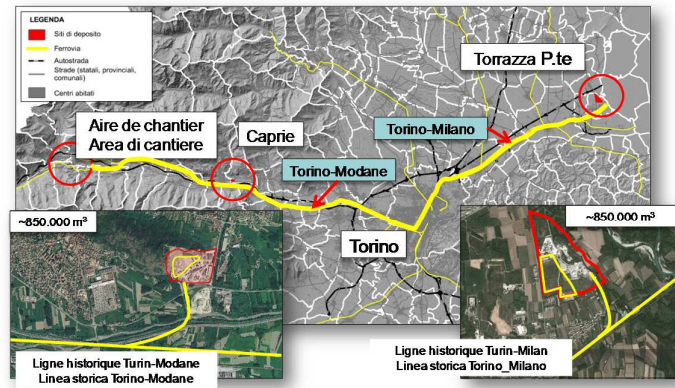
- Les sites de S. Ambrogio se sont révélés peu spacieux et il n'était pas possible d'y effectuer le transport par chemin de fer ;
- Les sites de Montanaro, qui pouvaient être adaptés, ont été laissés à la disposition de RFI pour les déblais venant du tronçon national Chiusa S. Michele – Settimo Torinese ;
- Le site de la « Carrière du Paradis » a été écarté car inaccessible par chemin de fer ;
- Le site de Cantalupo n'est pas accessible par chemin de fer pour le transport des déblais.

Ces conclusions n'ont pas été remises en cause dans le Projet de Variante et donc aucune modification a été faite au projet de sites de dépôt.

L'analisi, effettuata anche con un confronto con gli Enti Locali, in particolare Regione Piemonte e Provincia di Torino, con la fattiva collaborazione dell'Osservatorio della Torino-Lione, ha portato ad individuare due siti: Cava di Caprie e area Polo logistico di Torrazza. Ciò in quanto:

- I siti di S. Ambrogio si sono rivelati poco capienti e per essi non era possibile effettuare il trasporto via ferrovia;
- I siti di Montanaro, che potevano essere adatti, sono stati lasciati a disposizione di RFI per il materiale di risulta proveniente dal tratto nazionale Chiusa S. Michele – Settimo Torinese;
- Il sito della “Carrière du Paradis” è stato scartato in quanto non è raggiungibile dalla ferrovia;
- Il sito di Cantalupo non è raggiungibile dalla ferrovia per poter portare il materiale di risulta.

Queste conclusioni non sono state rimesse in discussione nel Progetto di Variante e non è stata quindi apportata alcuna variazione al progetto dei siti di deposito individuati.



## SITES DE DEPOT SITI DI DEPOSITO



### 13.6.1 Site de Caprie

Le site de Caprie représente la réhabilitation environnementale de la carrière située dans la localité de Truc le Mura, dans la commune de Caprie. La carrière est actuellement à la fin de ses activités d'exploitation.

Le site se trouve à environ 21 km de la Zone Industrielle dans la plaine de Suse et lui est relié par rail par :

- La gare de chargement du chantier prévu dans cette zone ;
- La ligne historique Turin-Modane de la gare de Bussoleno à la gare de Condove ;
- Le raccord ferroviaire à réactiver de la gare de Condove à la carrière ;
- La nouvelle gare de chargement dans une zone située en face de la carrière de Caprie.

La zone d'extraction est à l'extrémité sud-est d'une dorsale dans la pente rocheuse qui, de la rive gauche de la rivière Dora Riparia, se développe vers l'axe de la vallée. La dorsale a une étendue moyenne d'environ 450 m et une largeur d'environ 150 m.

Les roches qui affleurent dans la zone de la carrière sont des serpentinites antigoritiques qui représentent le produit du processus de métamorphisme en charge des matériaux de la croûte océanique du bassin antique du Téthys.

Le site de dépôt de Caprie est caractérisé par la présence de trois lithologies, serpentinites antigoritiques, couches détritiques-colluviales, fonds de vallée, alluvionnaires récents et anciens.

Les metabasites et roches vertes présentent un degré de perméabilité bas-moyen et les dépôts quaternaires détritiques et alluvionnaires un degré de perméabilité moyen-haut.

Le site de dépôt est situé à une distance comprise entre 300 et 600 m de la rivière Dora Riparia. La zone d'extraction, bien que proche de la fin de la bande C de la Dora, ne rentre pas à l'intérieur des bandes fluviales ou des

### 13.6.1 Sito di Caprie

Il sito di Caprie rappresenta il recupero ambientale della cava sita in località Truc le Mura nel comune di Caprie. La cava attualmente è al termine della sua attività di coltivazione.

Il sito dista circa 21 km dall'Area Industriale nella Piana di Susa ed è collegata ad esso via ferrovia attraverso:

- lo scalo di carico di cantiere previsto nella suddetta area;
- la linea storica Torino-Modane dalla stazione di Bussoleno alla stazione di Condove;
- il raccordo ferroviario da riattivare dalla stazione di Condove alla cava;
- il nuovo scalo di scarico in un'area antistante la cava di Caprie.

L'area di cava corrisponde all'estremità sud-orientale di una dorsale in roccia che dal versante in sinistra idrografica del fiume Dora Riparia si sviluppa verso l'asse vallivo. La dorsale presenta un'ampiezza media di circa 450 m ed una larghezza di circa 150 m.

Le rocce affioranti nel settore di cava sono rappresentate da serpentiniti antigoritiche che rappresentano il prodotto di processi di metamorfismo a carico dei materiali della crosta oceanica dell'antico bacino della Tetide.

Il sito di deposito di Caprie è caratterizzato dalla presenza di tre litologie, serpentiniti antigoritiche, coltre detritico-colluviale, depositi alluvionali di fondovalle, recenti e antichi.

Le metabasiti e rocce verdi hanno un grado di permeabilità medio-basso, i depositi quaternari detritici hanno un grado di permeabilità medio-alto.

Il sito di deposito è ubicato ad una distanza variabile tra 300 e 600 m dal corso del fiume Dora Riparia. L'area di cava, pur essendo prossima alla fascia C della Dora, risulta non ricadere all'interno delle fasce fluviali o di

autres zones instables indiquées par le PAI. La zone dans laquelle se trouve le site de la carrière n'a jamais été affectée par des phénomènes d'inondations et de crues de la Dora Riparia.

La zone du projet se situe dans la zone d'influence du Plan Territorial Intégré « Metromontano » (PTIM). Le plan indique que dans la zone où se situe la carrière de Caprie, des objectifs ont été définis pour améliorer le paysage et l'environnement en relation avec les éléments de valeur existant dans les zones environnantes (par exemple Château du Comte de Monte Verde et Chapelle de Notre Dame du Château).

Le projet de rénovation du versant permet une configuration compatible avec l'état des lieux à la période précédant le début des activités de culture, ce qui permet de masquer la plupart des fronts de culture. La perception visuelle des lieux s'améliore également au sein d'une vaste zone, et pas seulement au niveau local, au bénéfice aussi d'autres lieux de valeur.

Dans le secteur de la carrière, il est prévu de sauvegarder une zone au niveau du sol adjacente à la SP 24, afin de maintenir une zone pour les mouvements de granulats et pour les activités résiduelles de la carrière. Sur la base de cette aire à préserver, l'encombrement du dépôt du projet a été défini. Le projet de restauration n'interfère donc pas avec la configuration actuelle des installations et des bâtiments existants sur le site de la carrière. Un autre facteur clé dans la définition de la géométrie est le volume à transférer vers ce site, compris entre 850 000 et 900 000 m<sup>3</sup>.

L'ensemble est structuré en une série de gradins constitués de rampes ayant une base égale à 10 m et une hauteur de 5 m, avec une pente d'environ 27°. En haut des talus, des risbermes de 5 m de large sont prévues. Les risbermes seront caractérisées par une légère contrepente de manière à transporter les eaux de pluie dans le canal de drainage situé sur le côté en amont de la risberme.

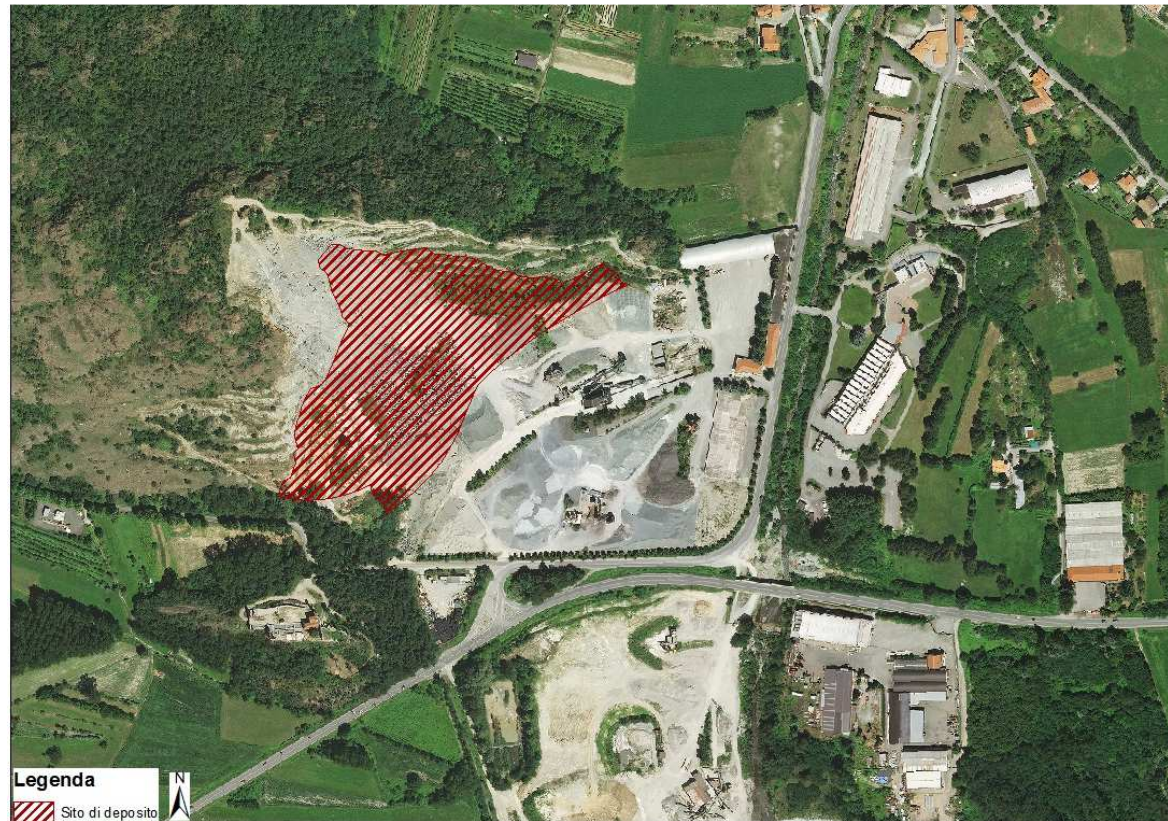
altri dissesti areali indicati dal PAI. La zona in cui è ubicato il sito di cava non è mai stato interessato da fenomeni di esondazione ed allagamenti da parte della Dora Riparia.

L'area di progetto ricade all'interno dell'area di influenza del Piano Territoriale Integrato "Metromontano" (PTIM). Il piano indica che l'area in cui si colloca la cava di Caprie sono definiti obiettivi di valorizzazione paesaggistica ed ambientale in relazione agli elementi di pregio esistenti nelle zone circostanti (es. Castello del Conte di Monte Verde e Cappella della Madonna del Castello).

Il progetto di rimodellamento del versante permette una configurazione coerente con lo stato dei luoghi riferibili al periodo precedente l'inizio delle attività coltivazione, consentendo il mascheramento di buona parte dei fronti di coltivazione. Si migliora così la percezione visiva dei luoghi in ambito di area vasta e non solo a livello locale, con beneficio anche per la fruizione di altri luoghi di pregio.

Nell'area della cava è previsto di salvaguardare una zona in piano adiacente alla SP 24 onde mantenere una zona per la movimentazione dell'inerte e per le lavorazioni residue della cava. Sulla base di questa zona di salvaguardia è stata pertanto definita l'area di ingombro del cumulo di progetto. Il progetto di risistemazione quindi non interferisce con l'attuale disposizione degli impianti e degli edifici esistenti presso il sito di cava. Altro elemento guida nella definizione della geometria è il volume da trasferire nel sito di destinazione, che risulta compreso tra 850.000 m<sup>3</sup> e 900.000 m<sup>3</sup>.

Il cumulo risulta strutturato in una serie di gradoni costituiti da rampe aventi base pari a 10 m e altezza di 5 m, con una pendenza di circa 27°. Alla sommità delle scarpate sono previste delle berme di 5 m di larghezza. Le berme saranno caratterizzate da una lieve contropendenza così da convogliare le acque di precipitazione nella canaletta di drenaggio posta lungo il lato di monte della berma stessa.



### SISTEMAZIONE SITO DI CAPRIE AMENAGEMENT DU SITE DE CAPRIE

La carrière de Caprie était reliée à une époque à la gare ferroviaire de Caprie sur la ligne historique Turin-Modane via une voie de raccord qui traverse la Dora sur un pont en béton armé à deux travées et franchit la SP 24 avec un passage à niveau. Ce raccord a été mis hors service il y a quelques années. Etant donné que les déblais devaient arriver à Caprie par voie ferrée, il est prévu la réactivation du raccord consistant principalement en :

La cava di Caprie un tempo era collegata alla stazione ferroviaria di Caprie sulla linea storica Torino-Modane attraverso un binario di raccordo che attraversava la Dora su un ponte in c.a. a due campate e attraversava la SP 24 con un passaggio a raso. Tale raccordo alcuni anni or sono era stato messo fuori servizio.

Poiché lo smarino deve arrivare a Caprie via ferrovia è prevista la riattivazione del raccordo consistente essenzialmente in:

- des travaux d'armement en gare de Condove avec l'insertion d'un aiguillage sur la voie impaire de la Ligne Historique Turin-Modane et des tiroirs de service ;
- la réalisation de la voie de raccord entre la gare de Condove et la carrière de Caprie (zone au sud de la SP 24) sur l'emplacement de l'ancien raccord ;
- le long du raccord, la réalisation d'une voie de croisement avec longueur utile d'environ 200 m ;
- la réalisation d'une zone de chargement d'une longueur utile de 300 m constituée de deux voies y compris une communication entre les voies pour l'extraction des locomotives. La conformation particulière du site oblige à créer des voies en courbe.

### **13.6.2 Site de Torrazza**

La zone est située dans le secteur nord de la commune de Torrazza Piemonte (TO) et, dans une moindre mesure, dans la ville voisine de Rondissone (TO).

Le site est à 82 km du Site Industriel de la Plaine de Suse. La distance a été calculée par chemin de fer en utilisant la connexion du chantier à Bussoleno, la Ligne Historique Turin-Modane, la Ligne Historique Turin-Milan et une nouvelle connexion réservée à la gare de Torrazza Piemonte.

Le site est situé sur un bord du sommet du cône de déjection fluvio-glaciaire qui se distingue de l'amphithéâtre morainique d'Ivrea, s'étirant vers le sud jusqu'au Pô. Les sols de la zone sont constitués par des graviers et des cailloux avec des intercalations sablo-limoneuses.

La zone de la carrière, tout en étant à proximité d'une zone inondable de la rivière Dora Baltea, cartographiée par le PAI, n'entre pas dans les bandes de protection fluviales ou autres contraintes de la zone.

Pour la zone du projet, la base de l'aquifère peu profond se situe à une altitude comprise entre 150 m et 140 m. La nappe aquifère est à environ 10 m sous le niveau du sol.

- interventi di armamento nella stazione di Condove con l'inserimento di un deviatore sul binario dispari della Linea Storica Torino – Modane e di tronchini di servizio;
- realizzazione del binario di raccordo tra la stazione di Condove e la cava di Caprie (zona a sud della SP 24) sul sedime del vecchio raccordo;
- Lungo il raccordo realizzazione di un binario di incrocio con lunghezza utile di circa 200 m;
- Realizzazione di una zona di carico e scarico di lunghezza utile di 300 m costituita da due binari compresa una comunicazione tra i binari per l'estrazione dei locomotori. La particolare conformazione del sito obbliga ad eseguire i binari in curva.

### **13.6.2 Sito di Torrazza**

L'area è ubicata nel settore settentrionale del territorio del Comune di Torrazza Piemonte (TO) e, in minima parte, nel limitrofo territorio comunale di Rondissone (TO).

Il sito dista circa 82 km dall'Area Industriale della Piana di Susa. La distanza è stata calcolata via ferrovia utilizzando il raccordo di cantiere a Bussoleno, la linea storica Torino-Modane, la linea storica Torino-Milano ed un nuovo raccordo dedicato dalla stazione di Torrazza Piemonte.

Il sito è ubicato su un lembo della superficie sommitale del conoide fluvio-glaciale che si diparte dall'Anfiteatro Morenico di Ivrea, spingendosi verso sud sino al corso del Po. I terreni dell'area sono rappresentati da ghiaie e ciottoli con intercalazioni sabbiose-limose.

L'area di cava, pur essendo prossima ad un'area ad esondazione del fiume Dora Baltea cartografata dal PAI, risulta non ricadere all'interno delle fasce fluviali o di altri dissesti areali.

Per l'area di progetto la base dell'aquifero superficiale si colloca ad una quota compresa tra 150 m s.l.m. e 140 m s.l.m. La soggiacenza della falda è di circa 10 m dal piano campagna.

Les matériaux à déposer sur le site équivalent à 850 000 m<sup>3</sup>.

Le transport des déblais issus des excavations de Bussoleno à Torrazza sera effectué par train à traction électrique. Dans la gare de Torrazza, il sera nécessaire d'adapter l'installation pour pouvoir accueillir les trains et effectuer le changement de locomotive en optant pour la traction diesel. A partir de la gare il faudra réaliser un nouveau raccordement pour entrer dans la zone de dépôt et y construire un faisceau pour le déchargement. Il est donc prévu ce qui suit :

- La réalisation de trois voies parallèles à la ligne Turin-Milan, sur environ 935 m du côté ouest, au-delà de la gare de Torrazza. Ces voies constituent le faisceau de prise et de livraison (deux à la disposition des trains et la troisième pour la circulation de la locomotive). Le faisceau est relié à la ligne par un aiguillage sur la voie impaire avant laquelle se trouve une liaison entre les deux voies principales ;
- Un raccordement à voie unique entre le faisceau et la zone de dépôt. Ce raccordement présente quelques ouvrages d'art et notamment :
  - un pont de chemin de fer de 12,50 de portée à côté de celui existant sur une Route Provinciale pour franchir le nouveau faisceau de prise et livraison ;
  - Un ouvrage hydraulique à deux ouvertures sur la Roggia dei Molini ;
  - Un siphon hydraulique ;
  - Une tranchée couverte d'une longueur de 260 m pour franchir la route provinciale et pour protéger une zone d'habitation ;
  - Un faisceau pour le déchargement des convois avant la zone de dépôt composé de deux voies d'une longueur de 300 mètres.

Tout l'aménagement ferroviaire est compatible avec un aménagement ferroviaire de plus grande ampleur, conçu par la société propriétaire de la zone de dépôt pour une éventuelle future installation logistique.

Il materiale da depositare nel sito è pari a m<sup>3</sup> 850.000.

Il trasporto del materiale di risulta degli scavi da Bussoleno a Torrazza avverrà via treno con trazione elettrica. Nella stazione di Torrazza bisognerà adeguare l'impianto per poter accogliere i treni ed effettuare il cambio di locomotore passando alla trazione diesel. Dalla stazione bisognerà realizzare un nuovo raccordo fino ad entrare nell'area di deposito e qui costruire un fascio per lo scarico dei treni. E' stato quindi previsto:

- La realizzazione di tre binari parallelamente alla linea Torino-Milano, sul lato ovest, circa 935 m oltre la stazione di Torrazza. Questi binari costituiscono il fascio presa e consegna (due a disposizione dei treni ed il terzo per la circolazione del locomotore). Il fascio è collegato alla linea con un deviatore sul binario dispari prima del quale vi è una comunicazione tra i due binari di corsa;
- Un raccordo a binario unico tra il fascio e l'area del deposito. Questo raccordo presenta alcune opere d'arte e precisamente:
  - un cavalcaferrovia di luce 12,50 a fianco di quello esistente su una Strada Provinciale per sovrappassare il nuovo fascio presa e consegna;
  - Un tombino a due luci sulla Roggia dei Molini;
  - Un sifone idraulico;
  - Una galleria artificiale della lunghezza di 260 m per sottopassare la strada provinciale e per salvaguardare un'area edificata;
  - Un fascio per lo scarico dei convogli entro l'area di deposito costituito da due binari con lunghezza utile di 300 metri.

Tutto l'impianto ferroviario è coerente con l'impianto ferroviario, di più ampie proporzioni, studiato dalla società proprietaria dell'area di deposito per un futuro possibile insediamento logistico.

## 13.7 CONSTRUCTION D'EQUIPEMENTS FERROVIAIRES ET NON FERROVIAIRES

Les équipements concernés sont de 2 types :

- Les équipements électromécaniques ferroviaires (autotransformateurs, câbles haute tension...) et non ferroviaires (ventilation, réseau incendie, courants faibles...) situés sur des aires bien précises adjacentes à la ligne ;
- Les équipements ferroviaires répartis sur toute la longueur de la ligne, comme l'armement, la signalisation, la caténaire, les câbles et les appareils de télécommunications, d'éclairage et de traction de ligne.

### 13.7.1 Phasage et méthode de construction

La pose des équipements, en principe, suit les phases suivantes :

- L'installation des équipements des rameaux de communication en complément des ouvrages de génie civil ;
- La mise en parallèle de ces chantiers et des chantiers de génie civil est faisable car ils sont ponctuels et isolés. Les moyens de transport sont analogues à ceux utilisés pour le génie civil. En cas d'urgence, les rameaux devront toujours garantir une issue de secours d'un tube à l'autre même pendant et après la phase d'installation ;
- Tirage et fixation des câbles et pose des équipements de ligne, dès que les ouvrages de génie civil laissent le chantier libre. Ceci permet de profiter des différents points d'accès, représentés par les descenderies, ainsi que de la flexibilité de ces chantiers, pour faire face aux risques possibles de retard des chantiers de génie civil dans la mise à disposition de chaque tronçon de ligne ;
- Pose de l'armement, de la caténaire et des équipements de signalisation de ligne.

En tunnel, l'armement sera réalisé par le biais de trois «trains de chantier» :

## 13.7 COSTRUZIONE IMPIANTI FERROVIARI E NON FERROVIARI

Ai fini della costruzione, gli impianti interessati sono di 2 tipi:

- gli impianti elettromeccanici ferroviari (autotrasformatori, cavo alta tensione...) e non ferroviari (ventilazione, rete antincendio, correnti deboli...) localizzati in aree ben precise adiacenti alla linea;
- gli impianti ferroviari distribuiti lungo tutta la linea, quali l'armamento, il segnalamento, la catenaria, i cavi e gli apparati di telecomunicazioni e di Luce e Forza Motrice di linea.

### 13.7.1 Fasizzazione e metodo di costruzione

La posa degli impianti, in linea di principio, segue le fasi seguenti :

- L'attrezzaggio degli impianti dei rami di comunicazione a completamento delle opere civili;
- La messa in parallelo di questi cantieri con quelli delle opere civili è possibile per il loro carattere puntuale e isolato. I mezzi di trasporto sono analoghi a quelli utilizzati dalle opere civili. In caso di emergenza, i rami dovranno comunque garantire un percorso di soccorso da una canna all'altra anche durante e dopo la fase di installazione;
- Stesura e fissaggio dei cavi e posa degli impianti di linea, non appena il cantiere viene lasciato libero dalle opere civili. Questo permette di approfittare dei diversi punti di accesso costituiti dalle discenderie e della elasticità di questi cantieri, a fronte dei possibili rischi di ritardo dei cantieri delle opere civili nella messa a disposizione di ogni tratta di linea;
- Posa dell'armamento, della catenaria e degli impianti di segnalamento di linea.

In tunnel l'armamento sarà costruito con l'impiego di 3 “treni di lavoro” :

- Un « train de bétonnage » pour réaliser la plateforme de pose des voies. Le train de bétonnage se compose de trois parties : la tête, avec le wagon de bétonnage (pompe à béton) et la bétonnière, la partie centrale, avec les wagons pour l'eau et le ciment, et la queue, avec les wagons pour les matériaux inertes (sable et agrégats pré-mélangés) ;
- Un train transportant les traverses, constitué de 4 plateaux-remorques ;
- Un train LRS (Long Rail Soudé) se composant de 10 wagons.

Ce choix est justifié par la nécessité d'obtenir des rythmes importants, en raison de la longueur de la ligne en souterrain et de l'absence d'une voie adjacente. La séquence de pose de l'armement est divisée en 3 phases : la pose de l'armement à vide (traverses et voies), pendant laquelle la voie est armée à vide sur la dalle des ouvrages de génie civil, le « dévers » (gabarit, dévers) et la mise en place du béton de blocage.

### ***13.7.2 Aires pour les chantiers d'équipements***

Les chantiers d'armement, des équipements ferroviaires (signalisation, électrification, télécommunications, sécurité) et non-ferroviaires (ventilation, réseau anti-incendie, éclairage,) nécessitent des chantiers dotés d'accès depuis le réseau routier le plus près possible des têtes des tunnels ferroviaires, directement reliés aux lignes ferroviaires existantes, puisque, comme déjà mentionné, le transport des matériaux est réalisé en grande partie par train.

Pour cette raison, les chantiers sont prévus avant le Site Industriel de Suse, relié au réseau ferroviaire par le faisceau du chantier et le raccordement ferroviaire à la gare de Bussoleno et relié au réseau routier par la déviation de la SP 24 très proche de l'échangeur de l'autoroute de Suse.

- Un "treno di betonaggio" per realizzare il piano di posa dei binari. Il treno di betonaggio si compone di tre parti : la testa con il vagone di erogazione (pompa di calcestruzzo) e la betoniera, il centro con i vagoni per l'acqua ed il cemento e la coda con i vagoni per gli inerti (sabbia ed aggregati premiscolati);
- Un treno di traverse composto da 4 carri pianale;
- Un treno di LRS (Lunga Rotaia Saldata) composto da 10 wagons.

Questa scelta è giustificata dalla necessità di ottenere cadenze elevate, per la lunghezza importante delle linee in sotterraneo e per l'assenza di binario adiacente. La sequenza di posa dell'armamento è scomposta in 3 fasi: la posa dell'armamento a vuoto (traverse e binari), durante la quale il binario è armato a vuoto sulla soletta delle opere civili, il "sovralzo" (sagoma, sopraelevazione) e la stesura del calcestruzzo di bloccaggio.

### ***13.7.2 Aree per i cantieri degli impianti***

I cantieri di armamento, degli impianti ferroviari (segnalamento, elettrificazione, telecomunicazioni, sicurezza) e di quelli non ferroviari (ventilazione, rete antincendio, illuminazione .) richiedono aree di cantiere con accesso dalla rete viabilistica il più possibile vicini agli imbocchi dei tunnel ferroviari, direttamente collegati alle linee ferroviarie esistenti, poiché, come poc' anzi specificato, il trasporto dei materiali avviene in gran parte via treno.

Per questa ragione i cantieri sono previsti entro l'Area Industriale di Susa, collegata alla rete ferroviaria attraverso il fascio di cantiere e il raccordo ferroviario alla stazione di Bussoleno e collegata alla rete viaria attraverso la variante della SP 24 molto prossima allo svincolo autostradale di Susa.

Ce Site Industriel sera occupé pendant les premières années par les équipements et matériaux des travaux de génie civil, mais dans la dernière période de la construction, elle sera en grande partie débarrassée de ces équipements et matériaux. Elle peut donc parfaitement abriter les chantiers de l'armement et des installations ferroviaires.

D'altronde quest'Area Industriale è occupata per i primi anni dalle attrezzature e dai materiali dei lavori civili, ma nell'ultimo periodo di costruzione viene in gran parte sgravata da tali attrezzature e materiali. E' quindi perfettamente in grado di accogliere i cantieri dell'armamento e degli impianti ferroviari.



## 14. ENVIRONNEMENT

### 14.1 ASPECTS GENERAUX

Le Comité Interministériel pour la Programmation Economique (C.I.P.E.), par sa résolution 57/2011 du 3 août 2011, avait approuvé le PP2 et son Etude d'Impact Environnemental (SIA) avec les prescriptions et les recommandations à prendre en compte lors de l'élaboration du Projet Définitif (PD2).

Les prescriptions et les recommandations couvrent également les aspects environnementaux qui ont été développés dans le Projet Définitif approuvé par le CIPE avec la résolution n. 19/2015

Dans les prescriptions de la résolution CIPE n.57/2011, il a été entre autres demandé de réaliser un phasage des travaux, avec dans une première phase, une interconnexion à Bussoleno au lieu de Chiusa San Michele. Par suite, on a développé une nouvelle Etude d'Impact Environnemental portant sur les seules variations significatives par rapport au Projet Préliminaire approuvé :

- les changements du tracé et des travaux dans la Plaine de Suse ;
- la nouvelle interconnexion de Bussoleno ;
- les nouveaux sites de dépôt, avec abandon des sites précédemment identifiés ;
- la nouvelle logistique de transport du marin.

La délibération suivante du CIPE n°19 du 20 février 2015 d'approbation du projet définitif de la Nouvelle Ligne Turin-Lyon (PD2) a exigé l'étude d'« *une localisation alternative des chantiers en fonction des besoins en termes de sécurité des personnes et dans le respect des exigences opérationnelles des travaux* » (prescription n°235).

Suite à l'identification et à l'analyse comparative des alternatives possibles raisonnablement réalisables d'un point de vue technico-économique et territorial/environnemental, la solution optimale en termes d'amélioration

## 14.AMBIENTE

### 14.1 ASPETTI GENERALI

Il Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (C.I.P.E.), con Delibera 57/2011 del 3 agosto 2011 aveva approvato il Progetto Preliminare della Parte Comune italo-francese della Nuova Linea Torino-Lione ed il relativo Studio di Impatto Ambientale (SIA) con prescrizioni e raccomandazioni da tenere in conto nella stesura del Progetto Definitivo (PD2). Prescrizioni e raccomandazioni riguardavano anche aspetti di carattere ambientale che sono stati sviluppati nel Progetto Definitivo approvato dal CIPE con la Delibera n.19/2015.

Poiché nelle prescrizioni della Delibera CIPE n.57/2011 veniva richiesto, tra l'altro, di eseguire un fasaggio delle opere organizzando il progetto in una prima fase, con interconnessione a Bussoleno in luogo di Chiusa S. Michele, si è operato sviluppando un nuovo Studio di Impatto Ambientale che aveva per oggetto le sole varianti significative rispetto al Progetto Preliminare approvato:

- Modiche al tracciato ed alle opere della Piana di Susa;
- Nuova Interconnessione di Bussoleno;
- Nuovi siti di Deposito, con abbandono dei siti precedentemente individuati;
- Nuova logistica di trasporto del marino.

La successiva Delibera CIPE n.19 del 20 febbraio 2015 di approvazione del progetto definitivo della Nuova Linea Torino-Lione (PD2) ha richiesto studio di “*una localizzazione alternativa dei cantieri in funzione delle esigenze di sicurezza delle persone e nel rispetto delle esigenze operative dei lavori*” (prescrizione n. 235).

A seguito dell'individuazione e dell'analisi comparativa delle possibili alternative ragionevolmente fattibili sotto il profilo tecnico-economico e territoriale/ambientale, la soluzione risultata ottimale in termini di

de la sécurité comporte comme choix principal l'excavation du tunnel de base en direction de Turin à partir du site de Maddalena (dans le PD2, le point d'attaque était à Suse, et donc dans la direction opposée Italie-France). Ce choix entraîne, à son tour :

- modifications dans la localisation de certaines aires industrielles et de chantier par rapport au PD2 ;
- agrandissement et/ou modification de fonctions pour certaines aires de chantier par rapport au PD2 ;
- possibilités d'amélioration dans la localisation et le développement de certains ouvrages définitifs ;
- invariance du tracé de la ligne de chemin de fer en aval de l'intersection avec le nœud Maddalena et de la plupart des ouvrages définitifs du PD2.

Du point de vue territorial et environnemental, cette variante :

- diminue considérablement les pressions environnementales sur la plaine de Suse pendant les travaux ;
- étend les espaces, les fonctions et les processus sur le chantier de Maddalena et ajoute une aire de stationnement à Colombera ;
- introduit une nouvelle aire industrielle à Salbertrand ;
- implique l'excavation d'une seconde descenderie à Maddalena (« Maddalena 2 ») avec galerie de connexion correspondante au tunnel principal. Cette descenderie sera utilisée: durant les travaux pour la descente du tunnelier destinée à l'excavation en direction de Suse et durant la phase d'exploitation comme galerie de ventilation ;
- comme conséquence du point précédent, elle élimine toute action du projet dans la vallée de Clarea en ne concentrant les fonctions de ventilation que sur le site de Maddalena, en agrandissant la centrale déjà prévue, et élimine la nécessité d'une excavation du puits de Clarea à partir de Maddalena ;
- déplace le site de sécurité de Clarea (souterraine) d'environ 4 km en direction de l'Italie, avec passage du territoire français au territoire

miglioramento della sicurezza comporta quale scelta principale lo scavo del tunnel di base in direzione Torino dal sito di Maddalena (nel PD2 il punto di attacco era a Susa, quindi in direzione opposta Italia-Francia). Questa scelta comporta, a sua volta:

- modifiche nella localizzazione di alcune aree industriali e di cantiere rispetto al PD2;
- ampliamento e/o modifica di funzioni per alcune aree di cantiere rispetto al PD2;
- opportunità di miglioramento nella localizzazione e sviluppo di alcune opere definitive;
- invarianza del tracciato ferroviario a valle dell'intersezione con il nodo Maddalena e della maggior parte delle opere definitive di PD2.

Sotto il profilo territoriale e ambientale questa variante:

- sgrava in modo significativo le pressioni ambientali nella piana di Susa nel corso dei lavori;
- estende spazi, funzioni e lavorazioni presso il cantiere di Maddalena oltre ad aggiungere un'area di parcheggio a Colombera;
- introduce una nuova area industriale a Salbertrand;
- implica lo scavo di una seconda discenderia a Maddalena (“Maddalena 2”) con relativa galleria di connessione al tunnel principale. Tale discenderia sarà utilizzata: in fase di costruzione per la discesa della fresa preposta allo scavo in direzione Susa e in fase di esercizio quale galleria di ventilazione;
- come conseguenza del punto precedente elimina ogni azione di progetto in val Clarea concentrando le funzioni di ventilazione nel solo sito di Maddalena ampliando la centrale ivi già prevista ed elimina la necessità di scavo del pozzo di Clarea da Maddalena stessa;
- sposta l'area di sicurezza di Clarea (in sotterraneo) di circa 4 km in direzione dell'Italia, con passaggio da territorio francese a italiano,

italien, de manière à la relier à la nouvelle galerie de ventilation (« Maddalena 2 » et connexion correspondante) ;

- permet le stockage de matériaux potentiellement asbestiformes en galerie sans nécessité de manipulation en plein air, de transport et de dépôt sur d'autres sites (en Allemagne dans la configuration du PD2) ;
- élimine partiellement sur la commune de Venaus et intégralement sur les communes de Mompantero et de Suse le réseau électrique souterrain et les pressions environnementales connexes;
- laisse intactes les zones concernées par les sites de stockage de Caprie et Torrazza Piemonte ;
- augmente le transport routier, concernant exclusivement l'autoroute A32, afin de permettre, à Salbertrand et non plus à Suse, le chargement par voie ferroviaire des remblais destinés aux sites de stockage mentionnés ci-dessus.

Un aspect d'une grande importance pour les présentes analyses et évaluations environnementales est par conséquent constitué par le chantier de la Maddalena, qui met à disposition, en plus de l'expérience et des équipements de sécurité actuels, un cadre exhaustif des données de surveillance et de gestion environnementale acquises au cours de la construction de la galerie de reconnaissance.

La continuité des travaux à Maddalena permet ainsi d'évaluer aussi l'impact de sa plus grande extension due à l'augmentation des volumes d'excavation à partir de ce site (tunnel de base vers Turin au lieu du puits de Clarea) avec une connaissance plus que bonne non seulement du site, mais aussi de ses réponses environnementales aux activités du chantier.

Une autre étude d'impact environnemental a donc été établie, en lien avec les seules modifications induites par l'étude de sûreté par rapport au PD2 (localisation ou différentes fonctions à l'intérieur de zones déjà prévues) et en tenant compte, pour le site de la Maddalena, des résultats environnementaux obtenus jusqu'ici.

Le cadre qui en découle, en termes de comparaison avec le PD2, peut être ainsi résumé dans les points suivants :

in modo da collegarla alla nuova galleria di ventilazione (“Maddalena 2” e relativa connessione),

- consente lo stoccaggio del materiale potenzialmente asbestiforme in galleria senza necessità movimentazione all'aperto, trasporto e conferimento presso siti terzi (in Germania nella configurazione di PD2);
- elimina parzialmente in comune di Venaus e integralmente in comune di Mompantero e Susa il cavidotto interrato e le relative pressioni ambientali ;
- lascia inalterate le zone interessate dai siti di deposito di Caprie e Torrazza Piemonte;
- incrementa il trasporto su gomma, con esclusivo interessamento dell'autostrada A32, al fine di consentire, a Salbertrand e non più a Susa, il caricamento su treno dello smarino da conferire ai siti di deposito sopra indicati.

Un aspetto di grande rilevanza ai fini delle presenti analisi e valutazioni ambientali è pertanto rappresentato dal cantiere della Maddalena, che mette a disposizione, oltre all'esperienza e alle già attuali dotazioni di sicurezza, anche un esaustivo quadro di dati di monitoraggio e gestione ambientale acquisiti nel corso della costruzione del cunicolo geognostico.

La continuità di lavorazione a Maddalena permette quindi di valutare anche l'impatto della sua maggiore estensione dovuta all'incremento dei volumi di scavo da quel sito (tunnel di base verso Torino anziché pozzo di Clarea) con una conoscenza più che buona non solo del sito ma anche delle sue risposte ambientali alle attività del cantiere.

E' stato quindi redatto un ulteriore Studio di Impatto Ambientale in relazione alle sole modifiche indotte dallo studio di sicurezza rispetto al PD2 (localizzazione o diverse funzioni all'interno di aree già previste) e tenendo conto, per il sito della Maddalena, dei risultati ambientali sin qui acquisiti.

Il quadro che ne emerge, in termini di confronto con il PD2, è riassumibile nei seguenti punti:

- amélioration substantielle pour les phases d'exploitation qui met en évidence des possibilités significatives de réduction de l'impact des ouvrages définitifs accessoires ;
- limitation des impacts du chantier, en particulier sur le système anthropique, grâce à la poursuite des travaux sur le site de Maddalena, à cet effet aménagé et complété par la nouvelle aire de Salbertrand. L'augmentation du transport routier nécessaire pour atteindre la zone de chargement à Salbertrand prévoit l'utilisation exclusive de l'autoroute A32, sans utilisation des routes ordinaires et sans interférences avec les récepteurs sensibles.

#### 14.2 LE MODELE PRESSION-ETAT-REponses

Pour l'analyse environnementale relative aux deux études d'impact environnemental des modifications, le modèle conceptuel de référence connu sous la dénomination «**Pression-Etat-Réponse (PSR – Pressione-Stato-Risposta)**», a été encore utilisé pour les études et les analyses environnementales du projet de la NLLT. Ce modèle prévoit une lecture intégrée des phénomènes au travers de l'étude des interdépendances de la chaîne de causalité entre les pressions anthropiques (industrie, transports, urbanisation), l'état des ressources environnementales (air, eau, sol, etc.) et les réponses qu'une société est en mesure de mettre en œuvre pour maintenir un équilibre entre ses pressions et la protection des ressources environnementales. Selon cette logique, le projet de la NLLT devient une cheville de ce système d'analyse. A côté des nouvelles pressions inévitablement induites par sa construction et son exploitation, l'objectif est d'obtenir en fin de compte des réponses positives en termes d'équilibre entre les trois principes du développement durable (environnement, économie et social).

- sostanziale miglioramento per le fasi di esercizio che evidenzia importanti opportunità di riduzione dell'impatto di opere definitive accessorie;
- contenimento degli impatti di cantiere, soprattutto sul sistema antropico, grazie al prosieguo delle attività nel sito di Maddalena, opportunamente adeguato ed integrato dalla nuova area di Salbertrand. L'incremento del trasporto su gomma necessario a raggiungere l'area di carico a Salbertrand prevede l'esclusivo utilizzo dell'autostrada A32, senza interessamento della viabilità ordinaria e interferenze con ricettori sensibili.

#### 14.2 IL MODELLO PRESSIONE-STATO-RISPOSTE

Per l'analisi ambientale relativa ai due SIA delle varianti si è sempre utilizzato il modello concettuale di riferimento per gli studi e le analisi ambientali del progetto della NLLT conosciuto come «**Pressione-Stato-Risposta (PSR)**». Questo modello prevede una lettura integrata dei fenomeni studiando le interdipendenze della catena causale fra le pressioni antropiche (industria, trasporti, urbanizzazione), lo stato delle risorse ambientali (aria, acqua, suolo ecc.) e le risposte che una società è in grado di mettere in atto per mantenere equilibrio fra le proprie pressioni e la tutela delle risorse ambientali. In questa logica, il progetto della NLLT diventa un tassello di questo sistema di analisi e, accanto alle nuove pressioni inevitabilmente indotte con la sua costruzione ed esercizio, si pone il fine di indurre nel tempo risposte positive in termini di equilibrio fra i tre fondamenti della sostenibilità (ambiente, economia e sociale).

### 14.3 LES PHASES DE L'ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

Les phases de rédaction de deux études d'impact environnemental des modifications peuvent être décrites comme suit :

- Phase préliminaire – dans cette phase, le modèle PSR a été choisi et une première série d'indicateurs a été définie pour l'analyse environnementale suivante ;
- Phase 1) – dans cette phase de l'Etude, les connaissances préexistantes déjà incluses dans le SIA du PP2 ont été complétées avec ce qu'il a été possible d'observer et de mesurer sur le terrain ou par le biais d'approfondissements documentaires et bibliographiques de nature scientifique et technique. Les principales relations entre les nouvelles pressions de l'ouvrage induites sur le territoire sont issues de cette activité ;
- Phase 2) – cette phase a consisté, pour chaque site récepteur faisant l'objet de pressions induites par l'ouvrage, en la définition d'une matrice d'estimation des impacts par rapport à toutes les composantes environnementales d'étude. Les impacts ont été évalués et mis en évidence à l'aide d'un système de notation sur la base de leur nature (positive, négative) et de leur intensité ; ces impacts ont également été indiqués sur une cartographie pour en mettre en évidence la dimension spatiale ;
- Phase 3) conception environnementale – Dans cette phase, ce qui avait été fait précédemment a été réexaminé et mis au point en fonction des Variantes présentées.

### 14.4 DOCUMENTATION DE BASE

Toutes les données de projet ont été utilisées comme données d'entrée pour les évaluations environnementales. Mais ceci s'est fait dans le cadre d'un processus de travail interactif, visant à la restitution d'informations sur l'environnement aux concepteurs avant et pendant la prise de décisions sur l'ouvrage.

### 14.3 LE FASI DEL LAVORO PER L'ANALISI AMBIENTALE

Le fasi di lavoro per la redazione del SIA delle Varianti possono essere descritte come segue:

- Fase preliminare – in tale fase è stato prescelto il modello PSR e definito un primo set di indicatori per la successiva analisi ambientale;
- Fase 1) – in questa fase dello Studio sono state integrate le conoscenze già inserite nel SIA del PP2 con quanto è stato possibile osservare e misurare in campo o mediante approfondimenti documentali e bibliografici di natura tecnico-scientifica. Da questa attività sono emerse le principali relazioni fra le nuove pressioni dell'opera indotte sul territorio;
- Fase 2) – in questa fase è stata compilata per ciascun sito ricettore oggetto di pressioni dell'opera una matrice di stima degli impatti in relazione a tutte le componenti ambientali di studio. Gli impatti sono stati valutati ed evidenziati con un sistema a punteggio sia nella loro natura (positiva, negativa) che intensità e riportati su cartografia per evidenziarne la dimensione spaziale;
- Fase 3) Progettazione ambientale - In tale fase è stato svolto un riesame e una messa a punto di quanto in precedenza svolto alla luce delle Varianti introdotte.

### 14.4 DOCUMENTAZIONE DI BASE

Tutti i dati progettuali hanno costituito elementi di ingresso per le valutazioni ambientali ma nell'ambito di un processo di lavoro interattivo teso a restituire informazioni di natura ambientale ai progettisti sia prima sia nel corso delle decisioni sull'opera.

L'ensemble des études peut donc être considéré comme inséparable et non distinguable de la conception environnementale, si ce n'est pour convention de forme et pour commodité de lecture de certains documents dans lesquels il a été estimé opportun de mettre en évidence et de souligner certaines spécificités (espaces verts et écrans antibruit).

Une dernière catégorie de données d'entrée, utilisées pour orienter les projets susmentionnés, concerne les données typiquement environnementales et relatives à l'aménagement du territoire, provenant principalement de sources publiques et acquises in situ pendant la période des études.

Les données environnementales disponibles ont été complétées, durant les différentes phases du développement du projet, par des études environnementales spécifiques. L'expérience acquise en matière environnementale en ce qui concerne l'excavation de la galerie de reconnaissance de la Maddalena a également été correctement prise en compte.

#### **14.5 PRINCIPAUX ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX DU PROJET**

L'ouvrage, en majeure partie en souterrain, intéresse une portion minimum de territoire par rapport à son étendue globale, ce qui ne réduit pas l'importance des zones à ciel ouvert, comme la plaine de Susa et celle de Bussoleno et les aires qui seront occupées, à plusieurs titres, pour la phase de construction. Toutefois, il paraît évident que, dans son ensemble, c'est le sous-sol qui est l'environnement dans lequel les pressions principales de l'ouvrage se manifesteront et pour lequel le choix du tracé constitue (avec le choix des modalités et des techniques d'excavation) l'action principale pour agir dès le début sur la protection environnementale du territoire.

En ce qui concerne les environnements en surface, l'occupation de sols est limitée mais concerne des contextes particulièrement complexes et intéressants du point de vue de l'analyse environnementale. Les aspects environnementaux relatifs aux analyses de surface peuvent être classés en 4 catégories :

Tutta la progettazione può quindi definirsi come inscindibile da quella ambientale e da essa non distinguibile, se non per convenzioni di forma e per comodità di lettura di taluni elaborati nei quali si è ritenuto opportuno evidenziare ed approfondire talune specificità (opere a verde e barriere antirumore).

Un'ulteriore categoria di dati in ingresso, utilizzati per indirizzare la citata progettazione, ha riguardato quelli di carattere tipicamente ambientale e di pianificazione del territorio di prevalente provenienza pubblica e di acquisizione in campo nel periodo di progettazione.

I dati ambientali disponibili sono stati integrati, nelle varie fasi di sviluppo del progetto, da indagini ambientali specifiche. Inoltre è stata adeguatamente tenuta in conto l'esperienza acquisita in materia ambientale dallo scavo del cunicolo esplorativo della Maddalena

#### **14.5 PRINCIPALI ASPETTI AMBIENTALI DEL PROGETTO**

L'opera, prevalentemente in sotterraneo, interessa una porzione minima di territorio rispetto al suo sviluppo complessivo. Ciò non riduce l'importanza delle zone all'aperto, quali la piana di Susa e quella di Bussoleno e le aree che saranno impegnate, a diverso titolo, per la fase di costruzione. Appare tuttavia evidente come, nell'insieme, sia il sottosuolo sia l'ambiente nel quale si manifesteranno le principali pressioni dell'opera e per il quale la scelta del tracciato costituisce di per se stessa (unitamente a modalità e tecniche di scavo) la principale azione per agire all'origine sulla tutela ambientale del territorio.

Per quanto di riferimento agli ambienti in superficie, la limitata occupazione di suolo avviene in ogni caso in contesti particolarmente complessi e rilevanti sotto il profilo dell'analisi ambientale. Gli aspetti

- environnement anthropique ;
- paysage ;
- environnement biotique ;
- environnement géologique, eaux, hydrogéologique.

#### ***14.5.1 Environnement anthropique***

L'environnement anthropique figure parmi les éléments principaux de l'analyse environnementale en tant que récepteur d'impacts et facteur de pression selon le modèle «pressions-état-réponses». L'environnement anthropique a donc fait l'objet d'investigations dans le cadre de l'approfondissement de l'étude d'impact environnemental, sous plusieurs profils. En particulier :

- Contexte socio-économique local ;
- Récepteur d'impacts : bruit, vibrations, atmosphère et, d'une manière plus générale, santé publique.

En ce qui concerne le contexte socio-économique et on fait référence à la Démarche Grand Chantier (pour la phase de construction) appliquée aussi en Italie.

En ce qui concerne les impacts causés par le bruit et les vibrations, la qualité de l'air et la santé publique, l'intervention principale consiste à agir encore sur le tracé, en s'orientant vers la solution ayant la plus faible pression sur le territoire et sur les bâtiments, et en effectuant d'autres optimisations dans la Plaine de Suse.

En ce qui concerne les aspects sonores, tous les tronçons à ciel ouvert se caractérisent par la présence d'écrans, intégrés dans l'ouvrage du point de vue architectural.

ambientali relativi alle analisi di superficie sono sinteticamente accorpabili nelle seguenti quattro categorie:

- Ambiente antropico;
- Paesaggio;
- Ambiente biotico;
- Ambiente geologico, acque superficiali ed idrogeologia.

#### ***14.5.1 Ambiente antropico***

L'ambiente antropico risulta fra i principali elementi dell'analisi ambientale sia in qualità di ricettore di impatto che come fattore di pressione del modello “pressioni-stato-risposte”. L'ambiente antropico è stato pertanto indagato, nell'approfondimento dello Studio di Impatto Ambientale sotto diversi profili, in particolare:

- Nel contesto socio-economico di carattere locale;
- Quale ricettore di impatto da rumore, vibrazioni, atmosfera e, più in generale, di salute pubblica.

Per quanto riguarda il contesto socio-economico è riconfermata la Démarche Grand Chantier (per la fase di costruzione), applicata anche in Italia

Per quanto riguarda gli impatti da rumore, vibrazioni, qualità dell'aria e salute pubblica il principale intervento è risultato quello di agire ulteriormente sul tracciato indirizzandosi verso la soluzione di minore pressione sul territorio e sui fabbricati, effettuando altre ottimizzazioni nella Piana di Susa.

Per quanto riguarda gli specifici aspetti acustici, tutte le tratte all'aperto si caratterizzano per la presenza di barriere, viste come elemento architettonicamente integrato nell'opera.

#### **14.5.2 Environnement géologique, eaux superficielles et souterraines**

Comme nous l'avons déjà dit, le tracé se développe principalement en tunnels, pour la plupart profonds. Pour l'étude des aspects géologiques et hydrogéologiques, les aspects importants mis en évidence par les activités menées jusqu'à présent peuvent être résumés comme suit :

**Présence possible d'amiante, uranium et radon.** La possibilité de rencontrer de l'amiante est confinée sur 400 m d'excavation dans la zone Susa-Mompantero. Il s'agit d'un risque vis-à-vis de la sécurité des travailleurs mais aussi d'un risque économique de gestion. Les techniques opérationnelles et de sécurité actuellement prévues excluent toute possibilité de contamination de l'environnement extérieur et d'exposition pour la population. En ce qui concerne l'uranium et le radon, le raisonnement est partiellement analogue, même si les informations sont moins nombreuses. Toutes les procédures nécessaires pour intervenir ont été mises à point, en attendant les approfondissements prévus lors du projet d'exécution.

**Vulnérabilité de l'aquifère et nappe.** L'analyse des données à notre disposition montre une vulnérabilité différenciée : l'aire de fond de la vallée Cenischia, en rive orographique droite du torrent homonyme, présente une vulnérabilité nettement inférieure par rapport à celle en rive orographique gauche. Dans ce cas aussi, c'est la localisation du tracé lui-même qui a permis de rechercher et de configurer dès le début les hypothèses de moindre pression.

**Sources.** Dans la mesure du possible, des investigations in situ ont été réalisées. La position du tracé vise à protéger le plus possible cet élément environnemental précieux. Même si aucun problème particulier n'a été mis en évidence jusqu'à présent, sur ce thème des approfondissements ultérieurs ont été réalisés à l'aide d'un Plan de Surveillance détaillé des ressources hydriques étendu à l'ensemble des secteurs concernés depuis novembre 2009.

#### **14.5.2 Ambiente geologico, acque superficiali e sotterranee**

Come già accennato, il tracciato si sviluppa principalmente in sotterraneo, in buona parte profondo. Per lo studio sugli aspetti geologici ed idrogeologici i punti rilevanti dell'attività sin qui svolta possono essere rappresentati come segue:

**Possibile presenza di amianto, uranio e radon.** La possibilità di rinvenire amianto risulta confinato a circa 350-400 m di scavo nella zona Susa-Mompantero. Si tratta di un rischio di sicurezza per i lavoratori ma anche economico di gestione. Le tecniche di lavoro e di sicurezza oggi previste escludono tuttavia qualsiasi possibilità di contaminazione in ambiente esterno e conseguenti esposizioni per la popolazione. Per quanto riguarda uranio e radon il ragionamento è in parte analogo anche se le informazioni sono ad oggi minori. Sono state al momento messe a punto tutte le procedure necessarie ad intervenire in attesa degli approfondimenti previsti in sede di progettazione esecutiva.

**Vulnerabilità dell'acquifero e falda.** Analizzando i dati disponibili emerge un quadro di vulnerabilità differenziato, in base al quale l'area di fondovalle della Valle Cenischia in destra idrografica del torrente omonimo presenta una vulnerabilità decisamente inferiore rispetto a quella in sinistra idrografica. Anche in questo caso è stata la localizzazione del tracciato stesso a ricercare e configurare le ipotesi di minore pressione all'origine.

**Sorgenti.** Sono state effettuate per quanto possibile le indagini in campo e l'ubicazione del tracciato ha puntato a salvaguardare quanto più possibile questo prezioso elemento ambientale. Per quanto ad oggi non si ravvedano problematiche particolari, su questo tema, sono stati eseguiti ulteriori approfondimenti utilizzando un ampio Piano di Monitoraggio delle risorse idriche esteso a tutti i settori interessati iniziato nel novembre 2009.



**Terres et roches d'excavation** : La gestion des matériaux extraits, la logistique des mouvements de terre, les volumes d'excavation à allouer aux aires de dépôt, ont été évalués dans le but de la plus grande réutilisation des matériaux d'excavation.

Sur la base de la classification géotechnique des matériaux extraits, des filières de réutilisation ont déjà été identifiées dans le respect de toutes les contraintes de la nouvelle législation émise récemment à cet égard.

En ce qui concerne les matériaux qui ne sont pas récupérables pour la réalisation de remblais, de comblements et pour la production de béton sur le chantier, il est actuellement prévu de les transporter, éventuellement après un stockage temporaire, vers des sites de mise en dépôt adaptés, avec réhabilitation morphologique. Ceci se fait par l'utilisation de bandes transporteuses et de convois ferroviaires dans le respect des prescriptions du C.I.P.E. et de l'Observatoire Technique Turin-Lyon.

#### **14.5.3 Environnement biotique**

L'analyse de l'environnement biotique s'est basée principalement sur l'étude des aires protégées et des réseaux écologiques, élément prioritaire pour l'aménagement aussi bien régional que provincial. En l'état actuel, la plaine de Susse peut être considérée comme une aire à faible degré de naturalité à cause des pressions anthropiques importantes et de la simplification graduelle des formes et des ressources agro-forestières au fil du temps. Les rives du fleuve Dora Riparia (ainsi que la qualité biologique des eaux dans plusieurs stations de relevé) présentent elles-aussi des éléments critiques, avec des objectifs d'assainissement y-compris dans le cadre de la planification de l'aménagement public.

En ce qui concerne la zone de Bussoleno, l'analyse biotique a été effectuée en évaluant la sensibilité et en recherchant les mesures d'atténuation adaptées à mettre en œuvre.

**Terre e rocce da scavo**: La gestione dei volumi scavati, la logistica dei movimenti terra, i volumi di scavo da allocare nei siti di conferimento è stata valutata con la finalità di rendere riutilizzabili il più possibile i materiali origine degli scavi.

Sulla base della classificazione geotecnica dei materiali estratti sono state individuate linee di utilizzo nel rispetto di tutti i vincoli della nuova normativa di legge emessa su questo aspetto recentemente.

Quanto non fosse recuperabile per rilevati, ritombamenti e produzione di conglomerati cementizi in cantiere, è stato previsto che il materiale venga avviato, anche previo stoccaggio temporaneo, presso siti deposito materiale di risulta anche con recupero morfologico dedicato. Ciò avviene con l'utilizzo di nastri trasportatori e di convogli ferroviari seguendo le prescrizioni del C.I.P.E. e dell'osservatorio Tecnico della Torino-Lione.

#### **14.5.3 Ambiente biotico**

L'ambiente biotico analizzato per il progetto si è basato in larga parte sullo studio delle aree protette e delle reti ecologiche, elemento prioritario sia per la pianificazione regionale che provinciale. Per quanto riguarda lo stato attuale la piana di Susa può essere considerata zona a ridotto grado di naturalità a causa delle importanti pressioni antropiche esistenti ed alla graduale semplificazione delle forme e delle risorse agro-forestali osservabile nel tempo. Anche le sponde fluviali della Dora Riparia (nonché la qualità biologica delle acque in più stazioni di rilevamento) presentano elementi di criticità e giudizi e insufficienza, con obiettivi di risanamento anche nell'ambito della pianificazione pubblica.

Per quanto riguarda l' Area di Bussoleno l'analisi biotica è stata condotta valutando la sensibilità e cercando le adeguate misure di mitigazione da mettere in atto.

#### **14.5.4 Paysage**

La Charte Architecturale et Paysagère indique des interventions explicites afin de « *construire avec le paysage* » : la nouvelle ligne ferroviaire, caractérisée par de nombreux ouvrages complémentaires et accessoires, doit prévoir l'introduction de nouveaux éléments au travers de la valorisation des espaces et l'harmonisation, dans la mesure du possible, de l'ensemble des infrastructures routières et ferroviaires qui seront créées. La Charte Architecturale et l'intention du concepteur vont au-delà de cet aspect : elles cherchent à générer des dynamiques favorables dont l'utilisation, même privée, soit plus cohérente que dans le passé avec les choix globaux qui devraient découler des travaux de planification de l'aménagement du territoire.

À cet égard, la proposition de l'Agriparc de la Dora a été mise en évidence, en accord avec la Coldiretti. Les Collectivités Locales pourront demander des compléments dans la phase d'instruction pour l'approbation du projet.

#### **14.6 LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DE LA PHASE DE CONSTRUCTION**

La construction de la Nouvelle Ligne entraîne aussi de nombreuses activités de Suivi Environnemental. Il s'agit de relevés effectués avec des instruments, recensements et observations qui regardent tous les thèmes environnementaux, comme par exemple l'état des eaux, de l'air, du bruit et les différentes composantes naturelles. Le-Projet Définitif du Suivi Environnemental, annexé au SIA, décrit et programme la suite de ces activités pour les phases d'état initial, en cours de chantier et après achèvement des travaux.

Pour la qualité environnementale pendant la phase de construction, un rôle très important est joué par la localisation des sites de chantier (qui se caractérisent cependant par des contraintes techniques et fonctionnelles importantes), ainsi que par les procédures, les critères et les comportements

#### **14.5.4 Paesaggio**

La Carta Architettonica e Paesaggistica indica espliciti interventi al fine di “*costruire con il paesaggio*”: la nuova linea ferroviaria, caratterizzata da molteplici opere complementari ed accessorie deve pertanto prevedere l'inserimento di nuovi elementi valorizzando gli spazi e armonizzando, per quanto possibile, l'insieme delle diverse infrastrutture viarie e ferroviarie che si verranno a determinare. Sia la Carta Architettonica che l'intenzione del progettista non si fermano a questo aspetto, ma puntano ad indurre dinamiche favorevoli ad uso anche privato più coerente che in passato con le scelte di insieme che dovrebbero derivare dal lavoro di pianificazione territoriale.

Al riguardo si evidenzia la proposta, svolta in accordo con la Coldiretti, dell'Agriparco della Dora, che potrà subire implementazioni su richieste degli Enti Locali in fase di istruttoria approvativa del progetto.

#### **14.6 LA GESTIONE AMBIENTALE DELLA FASE DI COSTRUZIONE**

La fase di costruzione della Nuova Linea comporta anche numerose attività di Monitoraggio Ambientale. Si tratta di rilievi strumentali, censimenti ed osservazioni che coinvolgono tutti i temi ambientali, quali ad esempio lo stato delle acque, dell'aria, il rumore e le varie componenti naturalistiche. Il Progetto Definitivo di Monitoraggio Ambientale, allegato al SIA, descrive e programma il prosieguo di queste attività per le fasi di ante-operam, in corso d'opera e post-operam.

Ai fini della qualità ambientale della fase di costruzione grande importanza rivestono poi sia le scelte di ubicazione delle aree di lavoro (solitamente caratterizzate tuttavia da vincoli importanti di tipo tecnico e funzionale) che le procedure, i criteri e i comportamenti, previsti in sede di progettazione.

prévus pendant la phase d'études. Ces aspects sont en effet réellement en mesure de déterminer une réduction significative des risques de pollution et favorisent l'acceptation sociale des travaux lorsqu'ils sont accompagnés par une communication correcte et transparente.

D'une manière plus générale, et à titre d'exemple, le projet répond aux exigences d'efficacité technique et environnementale :

- En adoptant des technologies d'excavation au tunnelier ;
- En utilisant des véhicules à faible consommation et émission de polluants et équipés de dispositifs de protection acoustique ;
- En prévoyant la fabrication du béton dans des installations dédiées et contrôlées ;
- En prévoyant des aires équipées pour le dépôt des substances potentiellement dangereuses.

Outre le choix des technologies, toutes les activités de chantier seront assurées par l'adoption d'un système de gestion environnementale conforme à la norme ISO 14001. Les études d'environnement comprennent un document qui traite, au niveau du Projet Définitif de la gestion de tous les aspects environnementaux importants de chantier (de la gestion des déblais, des audits, des réexamens périodiques dans une optique d'amélioration continue).

#### **14.7 REHABILITATIONS ET REMISES EN ETAT ENVIRONNEMENTALES A LA FIN DES TRAVAUX**

Les travaux de réhabilitation environnementale concernent tous les ouvrages strictement liés à la réalisation de l'infrastructure et ont pour but la protection du sol fertile et des équilibres écologiques, au-delà des objectifs paysagers indiqués dans la charte architecturale et paysagère. D'une façon plus détaillée, les buts poursuivis au cours de la conception de la NLLT ont été les suivants :

Tali aspetti risultano infatti realmente in grado di determinare un significativo contenimento dei rischi di inquinamento, di qualsivoglia entità, e favoriscono l'accettazione sociale dei lavori quando accompagnata da una corretta e trasparente comunicazione.

Più in generale, e a titolo esemplificativo, il progetto risponde a requisiti di efficienza nel contempo tecnica ed ambientale in vari modi:

- adottando tecnologie di scavo con TBM;
- operando con mezzi a bassi consumi, minime emissioni di particolato e schermati acusticamente;
- prevedendo il confezionamento del calcestruzzo in installazioni dedicate e controllate;
- prevedendo aree attrezzate di deposito per le sostanze potenzialmente pericolose.

Oltre alla scelta delle tecnologie, tutta l'operatività di cantiere sarà garantita mediante l'adozione di un sistema di gestione ambientale conforme alla norma ISO 14001; fra gli elaborati ambientali è in tal senso incluso un documento che tratta, a livello di Progetto Definitivo, le linee guida per la gestione di tutti gli aspetti ambientali significativi di cantiere (dalla gestione dei rifiuti, agli audit, ai riesami periodici in ottica di miglioramento).

#### **14.7 RECUPERI E RIPRISTINI AMBIENTALI A FINE LAVORI**

I lavori di recupero ambientale interessano tutte le opere strettamente connesse alla realizzazione dell'infrastructure e sono finalizzati alla tutela del suolo fertile, agli equilibri ecologici ed agli obiettivi paesaggistici indicati dalla carta architettonica e paesaggistica.

Più in dettaglio, gli obiettivi perseguiti nel corso della progettazione della NLTL sono stati i seguenti:

- Harmonisation et optimisation de l'introduction de nouveaux ouvrages dans le contexte territorial et paysager ;
- Réhabilitation des aires concernées par le front d'avancement des travaux dans la plaine de Suse et à Bussoleno ;
- Requalification d'aires enfermées ou marginalisées, même existantes, et de situations susceptibles d'améliorations environnementales (par Agriparc de la Dora) ;
- Harmonisation des têtes des tunnels par rapport aux éléments paysagers et naturels environnants, au travers de la réalisation de raccordements morphologiques et de l'utilisation d'espèces végétales autochtones.

En cohérence avec les buts susmentionnés, des interventions de réhabilitation ont été prévues dans les aires suivantes :

- Chantier de la Maddalena, situé lui-aussi à proximité de zones naturelles importantes, et qui avait déjà été identifiée comme une aire laissée à l'abandon après les travaux autoroutiers et maintenant élargi dans le Projet de Variante, aussi avec une appendice dans le site de Colombera ;
- Tête du tunnel de base, particulièrement importante du point de vue paysager ;
- Plaine de Suse, où on prévoit une harmonisation lourde des aménagements finaux (ligne, bâtiments, espaces verts, etc.) ;
- Tête ouest du tunnel de l'Interconnexion, comme pour la tête du tunnel de base, avec l'insertion paysagère des hauts remblais avoisinants ;
- Tête est du tunnel de l'Interconnexion, qui nécessite lui aussi un raccordement avec le territoire ;
- Chantier d'insertion dans la gare de Bussoleno: aménagements afin de le restituer dans leur état initial les zones occupées.
- Chantier industriel de Salbertrand, celui-ci introduit par le Projet de Variante

- Armonizzazione ed ottimizzazione dell'inserimento dei nuovi manufatti nel contesto territoriale e paesaggistico;
- Ripristino delle aree interessate dal fronte avanzamento lavori nella piana di Susa ed in Bussoleno;
- Riqualificazione delle aree intercluse o marginali, anche già esistenti e di situazioni suscettibili di miglioramenti ambientali (es. Agriparco della Dora);
- Armonizzazione degli imbocchi dei tunnel con gli elementi paesaggistici e naturalistici circostanti, mediante utilizzo di raccordi di morfologia e impiego di specie vegetali autoctone.

Coerentemente con questi obiettivi sono stati progettati interventi di ripristino nelle seguenti aree:

- Cantiere delle Maddalena, anch'esso in prossimità di zone naturali importanti, per quanto già prescelto in area di abbandono dopo i lavori autostradali ed ora ulteriormente ampliato con il Progetto di Variante, con anche un appendice nell'area di Colombera
- Imbocco del tunnel di base, particolarmente rilevante sotto il profilo paesaggistico;
- Piana di Susa, con le più importanti sistemazioni finali da armonizzare (linea, fabbricati, spazi verdi ecc.);
- Imbocco ovest tunnel dell'Interconnessione, in analogia a quanto già detto per l'imbocco del tunnel di base e con la risoluzione paesaggistica degli alti rilevati nella zona limitrofa;
- Imbocco est tunnel dell'Interconnessione, anch'esso con necessità di raccordo con il territorio;
- Cantiere di innesto nella stazione di Bussoleno: sistemazioni al fine di restituire allo stato ante operam le aree occupate.
- Area industriale di Salbertrand, quest'ultimo introdotto con il Progetto di Variante



**PHOTOMONTAGE AIRE TECHNIQUE - FOTOMONTAGGIO AREA TECNICA**



**PHOTOMONTAGE DU PONT SUR LA DORA A SUSE - FOTOMONTAGGIO PONTE DORA A SUSÀ**



**PHOTOMONTAGE DU SITE DE LA MADDALENA EN PHASE FINALE - FOTOMONTAGGIO DEL SITO DI MADDALENA IN FASE FINALE**

#### 14.8 RELATIONS ENTRE LES ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX DU PROJET ET LES THEMES IMPORTANTS DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

#### 14.8 RELAZIONI FRA GLI ASPETTI AMBIENTALI DI PROGETTO E I TEMI RILEVANTI DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

Tema - Thème	Riscontro nel progetto - Réponse dans le projet
Fattore ambiente nelle politiche	La NLTL rappresenta un asse di collegamento tra le politiche trasportistiche e quelle ambientali, poiché risponde alla necessità di dare priorità al trasporto ferroviario, di maggiore sostenibilità rispetto a quello aereo e su gomma, e pianificato a livello europeo (corridoio 5).
Facteur environnement dans les politiques	La NLLT représente un axe de connexion entre les politiques des transports et les politiques d'environnement, car elle répond à la nécessité de donner la priorité au transport ferroviaire plus soutenable que le transport aérien et par la route, et planifié à l'échelon européen (couloir 5).
Cambiamento climatico	Il trasferimento di quota parte del trasporto merci da gomma a ferro implica la diminuzione delle emissioni dei gas ad effetto serra vista l'assenza di emissioni dirette in atmosfera del trasporto ferroviario. Possibile integrazione fra NLTL e produzione di energia da fonti rinnovabili mediante l'uso di elementi fotovoltaici su fabbricati, coperture e barriere al rumore ed altre opportunità quali la geotermia.
Changement climatique	Le transfert d'une-partie du transport de fret vers le rail implique la diminution des émissions de gaz à effet de serre, le transport ferroviaire ne causant pas d'émissions directes dans l'atmosphère. Intégration possible entre la NLLT et la production d'énergie à partir de sources renouvelables au travers de l'emploi d'éléments photovoltaïques sur des bâtiments, couvertures et écrans anti-bruit et d'autres opportunités dont la géothermie.
Natura e biodiversità	Prevalente sviluppo del tracciato in galleria, con limitato consumo di suolo. Contestuale recupero a verde di suoli improduttivi e parziale ricucitura delle connessioni con le "core areas" dei SIC. Questo tema è stato trattato in maniera particolarmente approfondita sia per favorire gli equilibri ecologici che gli aspetti paesaggistici.
Nature et biodiversité	Le tracé se développe principalement en souterrain, avec une consommation de sol limitée. En parallèle, requalification en espaces verts de sols improductifs et recouture partielle des connexions avec les « core areas » des SIC. Ce thème a été traité de façon particulièrement approfondie pour favoriser aussi bien les équilibres écologiques que les aspects paysagers.



<p>Ambiente e salute</p>	<p>Tutte le azioni di progetto sono relazionate alla tutela dei lavoratori e della salute pubblica; quest'ultimo tema è stato oggetto di specifiche valutazioni nel Quadro Ambientale. Ricadute positive sulla salute pubblica sono individuabili anche nella prevista riduzione dell'inquinamento atmosferico nell'Alta Valle in conseguenza del trasferimento modale su ferro.</p>
<p>Environnement et santé</p>	<p>Toutes les actions de projet sont cohérentes avec la protection des travailleurs et de la santé publique ; ce dernier thème a fait l'objet d'évaluations spécifiques dans le Cadre Environnemental. Des retombées positives sur la santé publique peuvent être également obtenues grâce à la réduction de la pollution de l'air prévue dans la Haute Vallée suite au transfert du trafic vers le rail.</p>
<p>Gestione risorse naturali</p>	<p>Dall'analisi delle alternative di tracciato sino alle scelte dei materiali tutte le valutazioni effettuate si inseriscono in un contesto di ricerca di contenimento nell'uso di risorse ambientali, nel massimo riciclo di materiali e delle terre di scavo e nella contemporanea riduzione, nei limiti del possibile, dei rifiuti prodotti.</p> <p>Fra le risorse ambientali principali è stato considerato il suolo nella doppia logica di ridurre il consumo al minimo e favorire il recupero, ove possibile, con gli interventi complementari alla realizzazione dell'opera.</p> <p>La corretta gestione delle risorse naturali sarà infine garantita dall'adozione in cantiere di un sistema di gestione ambientale.</p>
<p>Gestion ressources naturelles</p>	<p>De l'analyse des alternatives de tracé au choix des matériaux, toutes les évaluations sont effectuées dans un contexte de recherche de limitation de l'utilisation de ressources environnementales, de recyclage des déblais et des terres d'excavation, et de réduction, dans la mesure du possible, des déchets produits.</p> <p>Parmi les ressources environnementales principales, le sol a été pris en considération dans la double logique d'en réduire le plus possible la consommation et d'en favoriser la réhabilitation, lorsque c'est possible, au travers d'interventions complémentaires à la réalisation de l'ouvrage.</p> <p>Finalement, la bonne gestion des ressources naturelles sera assurée par l'adoption sur les chantiers d'un système de management environnemental.</p>

Tutela del territorio	<p>La realizzazione della NLLT induce pressioni sul territorio, alle quali fornire non solo tradizionali risposte di tipo mitigativo ma soprattutto ricerca di opportunità secondo il seguente approccio della pianificazione pubblica che ha guidato sia le scelte di tracciato che quelle della fase di costruzione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rendere massima la salvaguardia dell'agricoltura di pianura e delle aree agricole periurbane, minacciate dall'invadenza immobiliare;</li> <li>• Promuovere il riutilizzo di aree abbandonate, ma già urbanizzate, piuttosto che l'urbanizzazione di nuove aree;</li> <li>• Promuovere il recupero-riutilizzo delle aree degradate o in stato di abbandono a verde pubblico o privato di interesse pubblico (compresa la progettazione di orti urbani a funzioni polivalenti);</li> <li>• Privilegiare l'utilizzo delle aree meno pregiate o non riutilizzabili in senso agricolo per opere legate alle infrastrutture.</li> </ul> <p>Pur perseguendo questi principi la realizzazione della linea creerà comunque inevitabilmente alcune aree intercluse che attualmente ospitano edifici a destinazione terziaria (area SITAF) o in condizioni di degrado di suolo (area guida sicura), per le quali sono previsti interventi di riqualificazione e valorizzazione. .</p> <p>Il Progetto Definitivo prevede infine il recupero o la riqualificazione delle aree su cui sorgeranno i cantieri, e l'inserimento paesaggistico dei siti di deposito permanenti del materiale di risulta.</p>
Protection du territoire	<p>La réalisation de la NLLT entraîne des pressions sur le territoire, auxquelles il faut répondre non seulement à l'aide d'interventions d'atténuation traditionnelles mais surtout à l'aide de l'application de l'approche d'aménagement public décrite ci-après ; cette approche a guidé aussi bien les choix de tracé que les choix de la phase de construction :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Assurer la plus grande protection de l'agriculture de plaine et des aires agricoles périurbaines, menacées par la construction d'immeubles ;</li> <li>• Promouvoir la réutilisation de zones abandonnées, mais déjà urbanisées, plutôt que l'urbanisation de nouvelles zones ;</li> <li>• Promouvoir la réhabilitation-réutilisation de zones dégradées ou abandonnées pour la création d'espaces verts publics ou privés d'intérêt public (y compris la réalisation de potagers urbains polyvalents) ;</li> <li>• Privilégier l'utilisation des aires à faible valeur ou non réutilisables dans le domaine agricole, pour la réalisation d'ouvrages liés aux infrastructures.</li> </ul> <p>Malgré le respect de ces principes, la réalisation de la nouvelle ligne créera inévitablement des aires enfermées qui actuellement abritent des bâtiments (aire SITAF) ou qui se trouvent dans des situations de dégradation du sol (aire « guida sicura »), pour lesquelles des interventions de requalification et de valorisation sont prévues.</p> <p>Finalement, la Révision de l'Avant- Projet de Reference prévoit la réhabilitation ou la requalification des aires qui seront occupées par les chantiers et l'insertion paysagère des sites de dépôt.</p>

<p>Sviluppo economico sostenibile</p> <p>Développement économique durable</p>	<p>La localizzazione della Stazione Internazionale di Susa rientra nella logica di ottimizzare i benefici economici che la NLTL può apportare alla Valle, in termini di mobilità sostenibile locale ma anche turistica, come nel caso dei “Treni della montagna”. Il turismo (insieme con le attività produttive) è anche uno dei due elementi di forza dello sviluppo economico individuati dalla Provincia di Torino. Inoltre, sempre la Provincia vede nello sviluppo del sistema delle comunicazioni (tra cui la realizzazione della NLTL) uno dei motori dello sviluppo economico locale. Il Progetto, in tutte le sue parti, si rifà al concetto SMART (Specific Measureable Achievable Realistic Time-bound) di sostenibilità della nuova infrastruttura verso il territorio per cui sono previsti tra l'altro interventi per la produzione di energia rinnovabile (fotovoltaico, geotermico), sullo smaltimento delle acque e dei rifiuti, sull'utilizzo di veicoli elettrici per servizio, ecc.</p> <p>La position de la Gare Internationale de Suse répond à la logique d'optimiser les bénéfices économiques que la NLLT peut offrir à la Vallée, en terme de mobilité durable locale mais aussi touristique, comme dans le cas des « Trains de la montagne ». Le tourisme (avec les activités de production) est l'un des deux éléments de force du développement économique que la Province de Turin a identifié. En outre, la Province le Turin voit dans le développement du système des communications (y compris la réalisation de la NLTL) un des moteurs du développement économique local. Le Projet, dans toutes ses parties, se réfère au concept SMART (Specific Measureable Achievable Realistic Time-bound) de soutien à la nouvelle infrastructure envers le territoire pour lequel ont été prévus entre autres des travaux pour la production d'énergie renouvelable (photovoltaïque, géothermique), sur l'écoulement des eaux et des déchets, sur l'utilisation des véhicules électriques pour le service, etc.).</p>
<p>Mobilità sostenibile</p> <p>Mobilité durable</p>	<p>La pianificazione stessa della NLTL risponde ad un'esigenza, riconosciuta a tutti i livelli di governo del territorio, di improntare il sistema della mobilità a principi di sostenibilità, poiché consentirebbe il passaggio di quote significative di trasporto (passeggeri ma soprattutto merci) da gomma a ferrovia. La creazione di un modello di mobilità sostenibile è stata inserita tra le priorità di sviluppo da parte della provincia di Torino che intende, con la NLTL, promuovere un'interazione molto stretta con il sistema delle metropolitane torinesi, non solo al servizio del capoluogo ma includendo anche Rivoli e Orbassano, realizzando un grande sistema che attraverso nodi di interscambio il più possibile esterni alla città consentano lo scambio con la gomma.</p> <p>La planification même de la NLLT répond à une exigence, reconnue à tous les niveaux de gestion du territoire, d'orienter le système de la mobilité sur les principes du développement durable, car elle permettrait le passage de portions importantes de transport (passagers, mais aussi marchandises) du routier au ferroviaire. La création d'un modèle de mobilité à développement durable figurait parmi les priorités élaborées par la province de Turin, qui a l'intention, avec la NLLT de promouvoir une interaction très proche du système du métro de Turin, non seulement au service du chef-lieu mais aussi de Rivoli et d'Orbassano, en créant un grand système qui, par des nœuds d'échange le plus possible à extérieurs à la ville, permettent un changement avec le transport routier</p>