

LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

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

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

COORDINATION GENERALE – COORDINAMENTO GENERALE

CAHIERS DES CHARGES TECHNIQUES - CAPITOLATI

CAHIER DES CHARGES TECHNIQUES SIMPLIFIE'
CAPITOLATO FUNZIONALE

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	31/01/2013	Première diffusion / Prima emissione	C. OGNIBENE (TCC)	L. GLAREY R.LORUSSO G. BOVA. M. RUSSO	L..CHANTRON M. PANTALEO
A	08/02/2013	Mise au statut AP / Messa allo stato di AP	C. OGNIBENE (TCC)	L. GLAREY R.LORUSSO G. BOVA. M. RUSSO	L..CHANTRON M. PANTALEO
B	08/02/2013	Modification titre / Modifica titolo	C. OGNIBENE (TCC)	L. GLAREY R.LORUSSO G. BOVA. M. RUSSO	L..CHANTRON M. PANTALEO

CODE DOC	P	D	2	C	3	0	T	S	3	0	0	9	1	B
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice		

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C30	//	//	40	00	00	10	01
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA

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




LYON TURIN FERROVIAIRE

LTF sas – 1091 Avenue de la Boisse – BP 80631 – F-73006 CHAMBERY CEDEX (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952
Propriété LTF Tous droits réservés – Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

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



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

SOMMAIRE – INDICE

PREMESSA – SCOPO DEL DOCUMENTO	5
1 GENERALITA'	6
1.1 Principi.....	6
1.2 Metodologia di elaborazione delle specifiche	6
2 SPECIFICHE NORMATIVE FUNZIONALI	8
2.1 Esercizio	8
2.1.1 Velocità massima del tracciato della linea nuova	8
2.1.2 Velocità dei treni previsti nel traffico di progetto e velocità di riferimento per il calcolo della sopraelevazione.....	8
2.1.3 Sopraelevazione	9
2.1.4 Valori eccezionali di sopraelevazione, di insufficienza e di eccesso di sopraelevazione.....	9
2.1.5 Raggio planimetrico minimo adottato	10
2.1.6 Valori limite di variazione della sopraelevazione e di insufficienza di sopraelevazione.....	10
2.1.7 Caratteristiche degli elementi di profilo longitudinale (raccordi circolari o a pendenze costanti).....	11
2.1.8 Scambi.....	11
2.2 Sagome e interasse.....	12
2.2.1 Sagome.....	12
2.2.2 Interasse dei binari principali all'aperto.....	12
2.2.3 Interasse dei binari principali in galleria.....	12
2.2.4 Interasse dei binari di servizio con funzioni particolari.....	12
2.2.5 Altezza della linea di contatto e norme d'installazione nei tunnel e sui viadotti; isolamento e perturbazioni indotte.....	13
2.3 piano binari di stazione	14
2.3.1 Binari di precedenza: lunghezza minima utile (L), pendenza massima (p), velocità (v)	14
2.3.2 Comunicazioni pari / dispari: pendenza massima (p), velocità (v).....	15
2.3.3 Binari di interconnessione o collegamenti: pendenza massima (p), velocità (v)	15
2.3.4 Binari di soccorso: lunghezza minima utile (L), pendenza massima (p), velocità (v).....	15
2.3.5 Binario di servizio per manutenzione: lunghezza minima (L), pendenza di riferimento (pr), velocità (v), numero (n)	15
2.3.6 Binari di servizio per treno di soccorso: lunghezza minima (L), pendenza di riferimento (pr), velocità (v), numero (n)	16
2.4 piano binari interconnessione In/Is a BUSSOLENO.....	16
2.4.1 Schema delle interconnessioni	16
2.4.2 Comunicazioni pari/dispari: pendenza massima (p), velocità (v).....	16
2.4.3 Binari di interconnessione o collegamenti: pendenza massima (p), velocità (v)	17
2.4.4 Disposizioni relative ai lavori di collegamento alla Linea Storica e agli spostamenti degli stessi	17
2.5 Sezioni di separazione di tensione	17
2.5.1 Funzionalità e principi di installazione della sezione di separazione di tensione.....	17
2.5.2 Norme geometriche di installazione	18
2.5.3 Vincoli di installazione nei confronti del sistema di segnalamento.....	18

2.5.4	Norme di segnalamento	19
2.5.5	Vincoli di installazione nei confronti della compatibilità elettromagnetica	19
2.6	Segnalamento.....	19
2.6.1	Banalizzazione	20
2.6.2	Distanziamento tra i treni.....	20
2.6.3	Sistema anti-infittimento, sistema di retrocessione.....	21
2.7	Posto di Comando e Controllo (PCC)	22
2.7.1	Ruolo dei due PCC.....	22
2.8	Condizioni di sicurezza dei sistemi d'esercizio.....	22
2.8.1	Sicurezza del sistema di trazione elettrica	23
2.8.2	Sicurezza del sistema di alimentazione degli impianti non ferroviari	23
2.8.3	Sicurezza del sistema di segnalamento	23
2.8.4	Sicurezza del sistema di telecomunicazioni.....	23
2.9	Trattamento delle situazioni degradate	24
2.9.1	Ricovero dei treni dopo l'evacuazione dal tunnel con retrocessione.....	24
2.10	Carico assiale per i binari principali e gli altri binari	24
3	MANUTENZIONE E RINNOVAMENTO	25
3.1	Modalità e mezzi di manutenzione e rinnovamento	25
3.1.1	Obiettivi di disponibilità dei sottosistemi e della linea	25
3.1.2	Basi di manutenzione	25
3.1.3	Manutenzione preventiva degli impianti non ferroviari	25
3.1.4	Mezzi di manutenzione necessari alla Sezione Tranfrontaliera e alle reti contigue RFI e RFF	25
3.1.5	Marciapiedi di servizio	26
4	SICUREZZA	27
4.1	Aree di sicurezza.....	27
4.1.1	Schema funzionale delle aree di sicurezza all'aperto	27
4.1.2	Schema funzionale delle aree di sicurezza in sotterraneo.....	27
4.2	Sala di accoglienza delle aree di sicurezza sotterranee	28
4.2.1	Funzionalità della sala di accoglienza delle aree sotterranee di sicurezza.....	28
4.2.2	Caratteristiche e impianti delle sale di accoglienza delle aree sotterranee di sicurezza.....	28
4.3	Opere per l'evacuazione dei viaggiatori in caso di treno con incendio a bordo fermo in galleria	29
4.3.1	Rami di comunicazione della galleria.....	29
4.3.2	Marciapiedi in galleria per l'evacuazione delle persone.....	29
4.4	Discenderie	30
4.5	Sistemi di comunicazione	30
4.6	Impianti di distribuzione elettrica e illuminazione	30
4.7	Tenuta al fuoco delle installazioni e impianti di trazione elettrica	31
4.8	Impianti di rilevazione e di estinzione nella sezione corrente del tunnel	31
4.8.1	Impianti di rilevazione	31
4.8.2	Impianti di estinzione.....	31
4.9	Sistema fisso di lotta contro l'incendio (SFLI).....	32
4.9.1	Tipo e caratteristiche del sistema fisso di lotta contro l'incendio.....	32
4.9.2	Compatibilità del sistema fisso di lotta contro l'incendio con l'impianto di ventilazione.	32
4.9.3	Compatibilità del sistema fisso di lotta contro l'incendio con il sistema di trazione elettrica.....	33
4.9.4	Quantità d'acqua necessaria.....	33

4.10	Porte dei rami di comunicazione e indipendenza aeraulica dei tunnel nelle comunicazioni pari/dispari.....	33
4.10.1	Apertura delle porte dei rami.....	33
4.10.2	Resistenza meccanica delle porte dei rami di comunicazione (sovrapressione aeraulica).....	33
4.10.3	Tenuta al fuoco delle porte dei rami di comunicazione.....	34
4.10.4	Indipendenza aeraulica del tunnel nelle comunicazioni pari/dispari.....	34
4.11	Sistema di controllo dei fumi.....	34
4.11.1	Principi generali.....	34
4.11.2	Mezzi di ventilazione meccanica a disposizione.....	34
4.12	Raffreddamento della galleria.....	35
4.13	Sistemi di rilevamento (boccole calde, portali termografici, impegno della sagoma, incendio, deragliamento)	35
4.14	Pendenza trasversale nel tunnel	36

PREMESSA – SCOPO DEL DOCUMENTO

L'oggetto del presente documento è l'emissione, nel rispetto dei «Criteri di Sicurezza per l'Esercizio», convalidati dalla CIG nella versione 22 del 31 marzo 2010, e sulla base degli studi funzionali realizzati finora, di un insieme di Specifiche Normative Funzionali che l'opera nel suo complesso deve possedere per poter soddisfare i requisiti di base e su cui si è fondato lo sviluppo del Progetto Definitivo della Sezione Transfrontaliera della Nuova Linea Torino-Lione, sotto i suoi aspetti tanto funzionali quanto tecnici.

PREAMBULE – OBJECTIF DU DOCUMENT

L'objet du présent document est de définir, dans le cadre des «Critères de Sécurité pour l'Exploitation», validés par la CIG avec la rev. 22 du 31 mars 2010, et sur la base des études fonctionnelles réalisées à ce jour, un ensemble de Spécifications Normatives Fonctionnelles que l'ouvrage dans son complexe doit respecter et sur lesquels on a basé le développement du Project Définitif de la Section Transfrontalière de la Nouvelle Liaison Ferroviaire Lyon-Turin, sous ses aspects fonctionnels et techniques.

1 GENERALITA'

1.1 Principi

La gerarchia delle norme e regolamenti applicabili alla sicurezza è descritta in particolare nell'ambito della consegna 37. A ogni buon conto si richiama di seguito l'ordine di priorità definito:

- in primo luogo prevalgono le norme e i regolamenti europei, in particolare le Specifiche Tecniche d'Interoperabilità (STI);
- sulla base dei poteri conferiti alla CIG e al relativo Gruppo di lavoro Tecnico-Sicurezza dal Trattato franco-italiano del 29 gennaio 2001, le disposizioni di sicurezza stabilite dalla CIG sono prioritarie rispetto alle altre norme, a condizione che non violino le norme e regolamenti europei e non limitino l'interoperabilità (eccetto il materiale rotabile);

valgono infine le norme e regolamenti nazionali; la consegna 37, a tale riguardo, ha proposto la scelta di una norma di riferimento per i casi di divergenze tra i due regolamenti nazionali, in modo da rispettare il principio, più volte affermato dalla CIG, di unicità delle norme da applicare su tutta la parte comune della sezione internazionale.

Nell'ambito della presente consegna sono proposte all'approvazione della CIG gli elementi derivati dagli studi funzionali, che sono destinati a completare le disposizioni di sicurezza già adottate dalla CIG (secondo livello di cui sopra) così come le disposizioni che sono state oggetto di approvazione nelle consegne dalla 36 alla 40.

1.2 Metodologia di elaborazione delle specifiche

Le prescrizioni possono essere distinte in "Specifiche Normative" e "Specifiche". Le "Specifiche Normative" si differenziano dalle "Specifiche" fondamentalmente perché non potranno essere modificate dal progettista del progetto di dettaglio/esecutivo.

- Le "Specifiche Normative" possono essere classificate in:
 - "specifiche normative funzionali", che sono di due tipi:
 - "specifiche normative sicurezza" che vanno a completare e precisare i "Criteri di Sicurezza per l'Esercizio" della CIG, le disposizioni formalizzate nel "1° rapporto congiunto del Comitato di Sicurezza e del gruppo di lavoro TS per la riunione della CIG del 11 maggio 2009" e il quadro regolamentare che è stato oggetto della consegna 37. La CIG è l'unica autorità in grado di autorizzarne la modifica.
 - "specifiche normative di esercizio e di manutenzione", che sviluppano le funzionalità assegnate al progetto e costituiscono inoltre le esigenze minime del Committente per assicurare il raggiungimento della qualità del servizio atteso dall'opera. Tali "specifiche normative di esercizio e di manutenzione" potranno essere modificate eventualmente dal Committente ma, come le precedenti, non potranno essere oggetto di deroghe da parte dei progettisti.
 - "specifiche normative tecniche", che sono formate in parte dal quadro regolamentare degli studi tecnici (vedere la consegna 44), e delle quali il Committente non intende consentire la modifica da parte dei progettisti.
- Le "Specifiche" possono essere classificate in:
 - "specifiche funzionali" che prescrivono le caratteristiche funzionali minori, individuate dagli studi funzionali, e che potranno essere oggetto di ulteriori ottimizzazioni;

"specifiche tecniche" che prescrivono, sulla base delle specifiche normative funzionali e specifiche funzionali e delle specifiche normative tecniche, le caratteristiche tecniche. Tali specifiche potranno essere ottimizzate dal progettista.

La presente consegna propone un insieme di specifiche normative funzionali, di sicurezza da una parte, di esercizio e di manutenzione dall'altra.

Le specifiche normative tecniche, così come le specifiche funzionali e tecniche, definite nella fase di revisione del progetto definitivo sono presenti nel presente Capitolato tecnico Semplificato (CCTS), che definisce in quale categoria - specifiche normative o specifiche - si deve collocare ciascuna delle prescrizioni, in funzione degli orientamenti definitivi che il Committente intende assumere per la redazione dei Capitolati Speciali da imporre ai partecipanti alle gare per l'affidamento della progettazione e costruzione delle varie opere.

2 SPECIFICHE NORMATIVE FUNZIONALI

2.1 Esercizio

2.1.1 *Velocità massima del tracciato della linea nuova*

La velocità massima del tracciato, come pure il raggio e la sopraelevazione sono caratteristiche strettamente legate per la definizione dei principali parametri geometrici del binario. Tra questi la sopraelevazione, vista la tipologia mista del traffico che prevede (in particolare i treni AF), è la grandezza più complessa da definire.

La sopraelevazione (differenza di livello tra la rotaia interna e la rotaia esterna di uno stesso binario in curva) permette di compensare totalmente o parzialmente l'effetto della forza centrifuga. Le norme che seguono in questo paragrafo forniscono gli elementi di velocità e del tracciato necessari alla determinazione della sopraelevazione.

Per una velocità data, la sopraelevazione teorica d_v , o di equilibrio, compensa totalmente questo effetto.

La sopraelevazione reale (o pratica) d è generalmente differente da quella teorica perché diversi convogli circolano sullo stesso binario, impegnandolo a velocità differenti. Ne risulta un eccesso di sopraelevazione per i treni più lenti e una sopraelevazione insufficiente per i più veloci.

Il tracciato è progettato per una velocità massima di 250 km/h. Si tratta della velocità potenziale permessa dal tracciato del binario.

2.1.2 *Velocità dei treni previsti nel traffico di progetto e velocità di riferimento per il calcolo della sopraelevazione*

Nel caso di una linea a traffico misto, è il caso in oggetto, i convogli circolano con velocità diverse. Durante il passaggio di un convoglio lento in curva, un eccesso di sopraelevazione genera un consumo maggiore della rotaia interna. Per il passaggio dei treni veloci invece, oltre il consumo della rotaia esterna, l'insufficiente sopraelevazione genera un confort ridotto dei passeggeri. Queste considerazioni conducono ad adottare una velocità media che risulta quindi da un compromesso tra i due vincoli su riportati. Questa è la velocità di riferimento per il calcolo della sopraelevazione.

La sopraelevazione di equilibrio che corrisponde a questa velocità è adottata come sopraelevazione reale d , con la riserva di alcune verifiche in funzione dei raggi di curvatura incontrati.

Le velocità dei treni che impegneranno la parte comune della nuova linea sono le seguenti:

- Treni viaggiatori alta velocità (V): 220 km/h
- Treni viaggiatori regionali veloci (VR): 220 km/h
- Treni Viaggiatori della Neve (VTN): 220km/h;
- Treni di Autostrada Ferroviaria a grande sagoma (AF): 120 km/h
- Treni di Autostrada Ferroviaria Modalohr (AFM): 120 km/h
- Treni di merci convenzionali:
 - Diffuso: 100 o 120 km/h
 - Treno intero: 100 km/h
 - Trasporto combinato: 100 o 120 km/h
 - Automobili: 120 km/h
 - Vuoti: 100 o 120 km/h
 - Regionali: 100 km/h

- La velocità di riferimento per il calcolo della sopraelevazione è $V = 125$ km/h

Il materiale rotabile per il traffico viaggiatori sarà tale da consentire velocità superiori a 220 km/h per sfruttare a pieno la velocità di tracciato sulle tratte di accesso lato Francia e sulle tratte AV Italiane e Francesi.

2.1.3 Sopraelevazione

Le leggi della meccanica permettono di stabilire una corrispondenza tra insufficienza di sopraelevazione e accelerazione non compensata (0,1 m/s² per 15 mm).

L'accelerazione non compensata massima è quindi di 0,72 m/sec² per l'insufficienza normale di 110 mm e di 0,92 m/s² per l'insufficienza eccezionale (v. § 2.1.5) di 140 mm. Tali valori restano sempre inferiori a quelli normalmente riconosciuti come ammissibili per il confort dei viaggiatori, 0,1 g pari a circa 1 m/s².

I valori su calcolati devono essere presi in considerazione per la determinazione della sopraelevazione secondo la seguente metodologia.

Per ogni raggio di curvatura, il valore d_v definito per la velocità di riferimento per il calcolo delle sopraelevazioni (125 km/h) è confrontato al valore d_v definito per la velocità massima della linea (250 km/h). Se la differenza tra i due valori è superiore a 110 mm, la sopraelevazione è aumentata per riportare questa differenza a 110 mm. Il valore così ottenuto è paragonato alla sopraelevazione massima pari a 90 mm. Se gli è superiore, la sopraelevazione è riportata al valore massimo e deve essere applicata la deroga così come previsto al § 2.1.5. Se la regola della deroga non può essere rispettata, la velocità dei treni viaggiatori è allora limitata, a priori a 220 km/h, se c'è compatibilità dell'insufficienza di sopraelevazione a questa velocità.

Per i raggi di curvatura superiore a 5030 m, le sopraelevazioni verificano le condizioni limite per ciascuna delle velocità previste nel traffico di progetto. I raggi inferiori portano a derogare dalle regole normali, e addirittura, per i valori più bassi, a limitare la velocità a 220 km/h per rispettare la sopraelevazione massima AF.

Per memoria, i binari di precedenza e i binari di servizio non hanno sopraelevazione, il che conduce a limitare i raggi di curvatura in funzione delle velocità ammesse come riportato al § 2.1.1 e seguenti.

In definitiva, quindi, i valori di riferimento risultano essere i seguenti:

- Sopraelevazione massima: 90 mm
- Insufficienza di sopraelevazione massima normale a 250 km/h: 100 mm
- Insufficienza di sopraelevazione massima normale a 220 km/h: 110 mm
- Eccesso di sopraelevazione massima AF: 90 mm

2.1.4 Valori eccezionali di sopraelevazione, di insufficienza e di eccesso di sopraelevazione

Diversi vincoli, essenzialmente legati al terreno a disposizione, possono rendere impossibile il rispetto di tutte le regole presentate al paragrafo 2.1.3.

Nel caso in cui le regole per il calcolo della sopraelevazione non possano essere rispettate, deve essere adottata la seguente metodologia:

1. si deve aumentare la sopraelevazione fino al suo valore massimo di 90 mm;
2. dopo questa operazione, la differenza tra il valore di d_v definito per la massima velocità della linea (250 km/h) e il nuovo valore di sopraelevazione non deve essere superiore a 130 mm. Nel caso contrario, si deve limitare la velocità dei treni a 220 km/h e verificare di nuovo se c'è compatibilità con l'insufficienza di sopraelevazione ammessa per la nuova velocità; il valore di insufficienza di sopraelevazione da non superare diventa quindi pari a 140 mm.

Per i raggi di curvatura inferiori a 4255 m, l'adozione delle condizioni eccezionali di insufficienza di sopraelevazione è necessaria per permettere la velocità di 250 km/h. Per i raggi di curvatura inferiori a

3350 m, la sopraelevazione massima ammessa di 90 mm non permette più di verificare le condizioni eccezionali di insufficienza di sopraelevazione di 130 mm, il che si risolve limitando la velocità a 220 km/h.

In conclusione quindi, si determinano i seguenti parametri:

- Insufficienza di sopraelevazione massima eccezionale a 250 km/h: 130 mm
- Insufficienza di sopraelevazione massima eccezionale a 220 km/h: 140 mm

2.1.5 *Raggio planimetrico minimo adottato*

Per una data velocità, il raggio planimetrico del tracciato è legato alla sopraelevazione e alla l'insufficienza di sopraelevazione dalla formula:

$$R = 11.8 \cdot \frac{V^2}{D + I}$$

Applicando tale formula e con i valori sopra indicati di Velocità “V”, Sopraelevazione “D”, Difetto di sopraelevazione “I” e conseguente accelerazione non compensata “a_q” si ricavano i seguenti raggi minimi:

PARAMETRO	VELOCITA' 250 KM/H		VELOCITA' 220 KM/H	
	PARAMETRI NORMALI	PARAMETRI ECCEZIONALI	PARAMETRI NORMALI	PARAMETRI ECCEZIONALI
SOPRAELEVAZIONE MASSIMA (cm)	90	90	90	90
DIFETTO DI SOPRAELEVAZIONE (cm)	110	140	110	140
ACCELERAZIONE NON COMPENSATA (m/s ²)	0,72	0,92	0,72	0.92
RAGGIO MINIMO (m)	3.687	3.206	2.855	2483

Il valore minimo del raggio è il più vincolante e può condurre a diminuire localmente la velocità massima della linea.

2.1.6 *Valori limite di variazione della sopraelevazione e di insufficienza di sopraelevazione*

I limiti di variazione della sopraelevazione e dell'insufficienza rendono accettabili le zone di transizione tra rettilo e piena curva di raggio costante, che sono tracciate secondo delle clotoidi, figure geometriche nelle quali la curvatura (inverso del raggio) aumenta proporzionalmente alla distanza.

Poiché la sopraelevazione è essa stessa inversamente proporzionale al raggio, quindi proporzionale alla distanza percorsa sulla curva, la variazione di sopraelevazione e quindi anche l'accelerazione non compensata variano in maniera lineare in funzione della distanza percorsa.

Dette variazioni di sopraelevazione, espresse in mm/m, non devono superare normalmente 180/V, ed eccezionalmente 216/V, essendo V la velocità massima della linea di 250 km/h.

Le variazioni di insufficienza di sopraelevazione non devono superare normalmente 30 mm/sec, ed eccezionalmente 50 mm/sec.

2.1.7 *Caratteristiche degli elementi di profilo longitudinale (raccordi circolari o a pendenze costanti)*

Il passaggio tra pendenze diverse avviene tramite raccordi circolari il cui raggio è definito in base ai valori di accelerazione verticale ammessa per il comfort dei passeggeri, in funzione della velocità massima della linea. Il valore massimo è fissato a 40 000 m. I valori minimi dei raggi di raccordo sono 19 000 m (raccomandato), 12 500 m (limite normale), 11 000 m concavo (limite eccezionale), 10 000 m convesso (limite eccezionale). (Quanto sopra secondo le regole francesi; la normativa italiana prevede l'utilizzo di una formula per la determinazione del raggio minimo, che per la velocità di 250 km/h fornisce un valore non molto differente da quello francese). Sono ammessi cambi di pendenza senza raccordo quando la differenza di pendenza non eccede 1 mm/m. Tali interruzioni peraltro devono trovarsi lontano dai dispositivi di dilatazione o dagli scambi.

Il numero degli elementi di profilo longitudinale (raccordi circolari o a pendenze costanti) è limitato a 4 per chilometro corrente.

Le interferenze tra raccordi planimetrici e altimetrici sono vietate. La distanza minima da rispettare tra le estremità di questi raccordi è di 30 m.

I valori delle pendenze massime sono forniti nei § da 2.3.3 a 2.3.6 del presente documento.

2.1.8 *Scambi*

La gamma di scambi e le velocità accettate sul binario deviato per i treni ordinari e i treni AF con grande sagoma applicabile sono le seguenti:

Tipo di scambi francesi	1/29	1/26	1/21	1/15	tg 0,11	(cpm= cuore-punta mobile)
Tipi di scambi italiani	S60U/3000 Inf./0.022 (cpm)	-	S60U/1200 0.040 (cpm)	-	S60U/250/012 S60U/250/0092	
Velocità accettata sul binario deviato	160 (AF 100)	130 (AF 90)	100 (AF 80)	80 (AF 60)	30 (AF 30)	

I veicoli AF sono differenti dai veicoli utilizzati normalmente sulla rete per i quali valgono le norme europee o nazionali. Questa circostanza ha condotto a limitare i valori del binario di corretto tracciato e a precisare la gamma di deviatori per tener conto dei criteri di ribaltamento dell'AF. I valori prescelti sono:

- Sopraelevazione massima 90 mm,
- Insufficienza limitata a 100 mm,
- Eccesso di sopraelevazione limitata a 90 mm,
- Variazione di sopraelevazione di 180/V (eccezionalmente 216/V),
- Variazione di insufficienza massima di 30 mm/s (eccezionalmente 50 mm/s),

Con la seguente gamma di scambi per AF:

- 100 km/h sul binario deviato per il 1/29, e per l'S60U/3000 inf./0.022
- 90 km/h sul binario deviato per il 1/26,
- 80 km/h sul binario deviato per il 1/21, e per l'S60U/1200 /0.040
- 60 km/h sul binario deviato per il 1/15,
- 30 km/h sul binario deviato per il 1/9 (tg 0,11 per la serie UIC A 74, S.60U/250/0.12 e S60U/250/0.092).

2.2 Sagome e interasse

2.2.1 Sagome

La linea è elettrificata a 2 x 25 kV. Deve permettere il passaggio delle seguenti sagome :

- La sagoma alta dell'Autostrada Ferroviaria "Grand Gabarit" definita nel documento LTF "GABARIT DELL'AUTOSTRADA FERROVIARIA" del 13 febbraio 2008 e che si riferisce a veicoli di altezza 4.20 m
- La sagoma degli ostacoli bassi detti "Modalohr" definita nel documento di riferimento RFF IN07060 EF 01 C 3 del 29.02.2012

2.2.2 Interasse dei binari principali all'aperto

Nelle aree all'aperto, sul rettilineo, l'interasse normale dei binari principali "E" non deve essere inferiore, sia nella parte francese che in quella italiana al valore di 4,50 m

Questo valore s'intende in assenza di ostacoli tra i binari. In caso di presenza di ostacoli, questi dovranno essere in posizione compatibile con la sagoma limite definita in precedenza.

In curva, l'interasse deve essere aumentato e diventa:

- Per le curve di raggio superiore o uguale a 400 m :

$$Ent. = \boxed{E} + 1,18 \cdot (D + I - 0,04)_{(>0)} + \frac{12}{R}$$

dove Ent. è l'interasse, D la sopraelevazione, I l'insufficienza di sopraelevazione e R il raggio di curvatura.

- Per le curve di raggio inferiore a 400 m :

$$Ent. = \boxed{E} + 1,18 \cdot (D + I - 0,04)_{(>0)} + \left(\frac{54}{R} - 0,105 \right)$$

2.2.3 Interasse dei binari principali in galleria

In galleria il valore dell'interasse risulta determinato unicamente dalle condizioni geologiche e costruttive dell'ammasso.

2.2.4 Interasse dei binari di servizio con funzioni particolari

- I fasci di binari destinati al traffico merci sui quali il personale deve circolare e intervenire (etichettatura, controllo della composizione, controllo della frenatura, cambio delle ganasce dei freni) devono avere un interasse minimo di 4,50 m.
- I binari di ricovero, che possono inoltre servire per ricevere treni evacuati dal tunnel in caso d'incendio, devono avere un interasse minimo di 5,00 m.
- I binari di sosta dei treni d'intervento e manutenzione, sui quali possono essere effettuati i lavori di carico e scarico meccanizzati, devono avere un interasse minimo di 6,00 m.

2.2.5 Altezza della linea di contatto e norme d'installazione nei tunnel e sui viadotti; isolamento e perturbazioni indotte

L'altezza nominale del filo di contatto rispetto al piano del ferro è di 5,57 m per essere conforme al margine d'isolamento elettrico fissato dalle STI. Questo valore nominale deve essere mantenuto in qualsiasi circostanza nei limiti delle tolleranze fissate dalle STI. Le tolleranze di costruzione e di manutenzione non devono influire su quest'altezza: la catenaria deve essere regolata in modo da mantenere in modo permanente l'altezza nominale.

Il valore preso a riferimento per il progetto supera (5570 mm) il limite fissato per le linee di categoria I (nuove linee).

Quest'ultimo sarà esaminato dalle NSA (National Safety Agencies), vale a dire l'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie (ANSF) in Italia e l'EPSF in Francia.

L'allestimento della catenaria nel tunnel è progettato in modo da rispettare tutte le distanze d'isolamento richieste.

Su viadotto, oltre alle regole tecniche classiche, l'allestimento di pali di sostegno della catenaria e la loro estetica possono essere sottoposti a regole imposte dalla carta architettonica. Lo stesso vale per l'allestimento della catenaria.

L'installazione della trazione elettrica deve essere progettata in modo che le installazioni vicine (proprie del progetto o di competenza di terzi) siano protette contro gli effetti delle correnti vaganti e dei disturbi elettromagnetici.

Secondo l'allegato I della Direttiva Europea del 06/03/2008, con cui è stata emessa la nuova revisione della STI relativa al sottosistema energia del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità, le linee ad alta velocità comprendono:

- linee appositamente costruite per l'alta velocità, attrezzate per velocità generalmente pari o superiore a 250 km/h;
- linee appositamente adattate per l'alta velocità, attrezzate per velocità dell'ordine di 200 km/h;
- linee appositamente adattate o appositamente costruite per l'alta velocità, aventi carattere specifico a causa di vincoli topografici o relativi al rilievo o all'ambiente urbano, la cui velocità deve essere adeguata caso per caso.

Nella STI le suddette linee sono state classificate come categoria I, categoria II e categoria III rispettivamente.

La linea aerea di contatto deve essere progettata per l'uso da pantografi con geometria dell'archetto specificata nel paragrafo 4.2.8.3.7.2 della STI materiale rotabile ad alta velocità e treni specificati nella STI materiale rotabile ad alta velocità.

L'altezza del filo di contatto, il gradiente del filo di contatto in relazione al binario e lo spostamento laterale del filo di contatto sotto l'azione del vento laterale sono tutti aspetti da cui dipende la compatibilità della rete ferroviaria transeuropea. Nella tabella 4.2.9 della STI Energia sono riportati i valori ammissibili per la geometria della linea aerea di contatto.

Tabella 4.2.9

Valori ammissibili per la geometria della linea aerea di contatto

Descrizione	Categoria I	Categoria II	Categoria III
Altezza nominale del filo di contatto (mm)	Tra 5 080 e 5 300	Tra 5 000 e 5 500	CA — tra 5 000 e 5 750 CC — tra 5 000 e 5 600
Altezza minima del filo di contatto (mm)	—	CA — 4 950 CC — 4 900	
Altezza massima del filo di contatto (mm)	—	CA — 6 000 CC — 6 200	
Gradiente del filo di contatto	Non è previsto alcun gradiente	EN 50119:2001 paragrafo 5.2.8.2	
Spostamento laterale ammesso del filo di contatto in relazione alla linea centrale del binario sotto l'azione del vento trasversale	Il valore più piccolo fra 0,4 m o $(1,4 - L_2)$ m		

Lo spostamento ammesso del filo di contatto sotto l'azione del vento trasversale viene calcolato per fili di contatto con altezze sopra 5 300 mm e/o su binario in curva. Esso viene calcolato utilizzando la metà dell'ingombro dinamico per il passaggio del pantografo europeo, L_2 . L_2 viene calcolato secondo la norma EN 50367:2006 Allegato A.3.

L'altezza del filo di contatto e la velocità del vento alla quale è possibile l'esercizio senza restrizioni sono elencate nel Registro dell'Infrastruttura (cfr. Allegato D).

Per le linee di cui alla tabella 4.2.2 nota (2) della STI, l'altezza nominale del filo di contatto è fra 5000 mm e 5300 mm.

Per tale aspetto, in questa fase si ipotizza che la problematica potrà essere trattata in analogia a quanto già previsto per la linea Perpignan-Figueras (linea con velocità superiore a 250 km/h e altezza della linea di contatto a 5600 mm).

2.3 piano binari di stazione

2.3.1 *Binari di precedenza: lunghezza minima utile (L), pendenza massima (p), velocità (v)*

Nel presente paragrafo vengono riportate le caratteristiche principali dei collegamenti previsti nelle stazioni di St.Jean de Maurienne e Susa Internazionale e nelle stazioni di sicurezza di Modane e Susa. Si definisce binario di precedenza il binario che raddoppia il binario principale, e che permette la fermata programmata o imprevista di un treno, per precedenza o incrocio con un altro treno.

- R minimo = 500 m
- L=750 m utile
- $P \leq 2 \text{ ‰}$ nella zona di sosta. La pendenza media è identica a quella dei binari principali.
- $V = 60 \text{ km/h}$ o $V = 100 \text{ km/h}$

Possono essere previste deroghe alla pendenza in funzione della destinazione dei traffici e alla velocità per particolari casi. La pendenza è vincolata dalla pendenza generale dei binari principali. Perciò il valore del 2‰ non può essere applicato alla totalità della lunghezza dei binari di precedenza.

La dizione "utile" è da intendersi per la sosta del treno e quindi il binario di precedenza ha una lunghezza tale da permettere l'arresto del convoglio in sicurezza senza ridurre sensibilmente la capacità della linea e considerando la zona di uscita.

Si definisce zona di uscita la zona di sicurezza situata a valle del punto finale di un itinerario di arrivo.

Il raggio minimo di 500 m è il risultato dell'applicazione della formula $d_v = \frac{11,8 \times v^2}{R}$ con $v=60$ km/h e $dv=90$ mm.

2.3.2 Comunicazioni pari / dispari: pendenza massima (p), velocità (v)

- $P \leq 12,5\%$
- $v \geq 100$ km/h

Le comunicazioni devono essere:

- senza variazione di pendenza;
- fuori della curva.

2.3.3 Binari di interconnessione o collegamenti: pendenza massima (p), velocità (v)

Nel presente paragrafo vengono riportate le caratteristiche principali delle interconnessioni o collegamenti previsti a Saint-Jean de Maurienne e a Bussoleno.

Si definisce binario di interconnessione il binario principale che permette ai treni di passare da una linea a un'altra (da linea nuova a linea storica e viceversa).

- $P \leq 12,5\%$
- $v \geq 100$ km/h

2.3.4 Binari di soccorso: lunghezza minima utile (L), pendenza massima (p), velocità (v)

Il binario di soccorso è il binario di corsa o di servizio sul quale può essere ricevuto un treno interessato da un incidente, e attrezzato per l'intervento dei servizi di soccorso alle persone e alle cose. La dizione "utile" è da intendersi per la sosta del treno; quindi il binario di soccorso, se ubicato su un binario di precedenza, deve avere una lunghezza tale da permettere l'arresto del convoglio in sicurezza senza ridurre sensibilmente la capacità della linea e considerando la zona di uscita.

Si definisce zona di uscita la zona di sicurezza situata a valle del punto finale di un itinerario di arrivo.

- $L = 750$ m utile
- $P \leq 2\%$ (per almeno 750 m)
- $V = 60$ km/h

I valori di pendenza massima prevista sono compatibili con quanto riportato nelle STI.

2.3.5 Binario di servizio per manutenzione: lunghezza minima (L), pendenza di riferimento (pr), velocità (v), numero (n)

Si definisce binario di manutenzione il binario di servizio utilizzato per ricoverare, caricare, scaricare, stazionare o manovrare dei veicoli destinati alla manutenzione dell'infrastruttura.

- $L > 400$ m per almeno un binario + una lunghezza totale binari manut. ≥ 1200 m
- $Pr = 0\%$
- $v = 30$ km/h
- $n \geq 4$

La lunghezza del treno di manutenzione è di circa 400 m; il treno comprende la locomotiva, gli equipaggiamenti tecnici, i veicoli per la molatura delle rotaie, le vetture per il personale ecc. Considerando il costo di tale treno non si ritiene opportuno scomporlo e ricomporlo a ogni stazionamento.

Al fine di garantire il corretto ricovero e la scomposizione di tutti i mezzi di manutenzione, la somma totale della lunghezza dei binari del fascio manutenzione non deve essere inferiore a 1200 m.

I valori di pendenza previsti hanno lo scopo di evitare che il materiale rotabile, che può sostare per lungo tempo, possa spostarsi a causa della pendenza; il valore di riferimento, se necessario, potrà essere soggetto a richiesta di deroga.

2.3.6 *Binari di servizio per treno di soccorso: lunghezza minima (L), pendenza di riferimento (pr), velocità (v), numero (n)*

Il presente paragrafo riporta le caratteristiche principali dei binari destinati ad accogliere il treno di soccorso, che espletterà contemporaneamente funzioni di intervento e di evacuazione delle persone.

Due binari facilitano la manovra del treno.

La lunghezza di almeno uno dei due binari deve essere almeno di 200 m.

Riepilogando, quindi

- Almeno un binario di $L > 200$ m
- $pr = 0\%$
- $v=30$ km/h

I valori di pendenza previsti hanno lo scopo di evitare che il materiale rotabile, che può sostare per lungo tempo, possa muoversi a causa della pendenza.

2.4 piano binari interconnessione In/Is a BUSSOLENO

2.4.1 *Schema delle interconnessioni*

E' prevista una interconnessione a doppio binario per collegare la nuova linea con la linea storica a Bussoleno. Lo schema previsto riprende le funzionalità previste nel PP2 per l'interconnessione di Chiusa e consente di attivare la prima tappa del progetto.

2.4.2 *Comunicazioni pari/dispari: pendenza massima (p), velocità (v)*

Le caratteristiche principali delle comunicazioni pari/dispari che permettono lo scambio di binario sono le seguenti:

- $P \leq 12,5\%$
- $v \geq 100$ km/h (limitata a 80 km/h all'ingresso del fascio binari di Bussoleno per vincoli ferroviari e territoriali).

Le comunicazioni devono essere:

- senza variazione di pendenza;
- fuori della curva.

2.4.3 *Binari di interconnessione o collegamenti: pendenza massima (p), velocità (v)*

Si definisce binario di interconnessione il binario principale che permette ai treni di passare da una linea a un'altra (dalla linea nuova alla linea storica e viceversa). Le sue caratteristiche devono essere:

- $P \leq 12,5\%$
- $v \geq 100 \text{ km/h}$ (limitata a 80 km/h all'ingresso del fascio binari di Bussoleno per vincoli ferroviari e territoriali).

Possono essere previste deroghe alla pendenza in funzione della destinazione dei traffici e alla velocità per particolari casi.

2.4.4 *Disposizioni relative ai lavori di collegamento alla Linea Storica e agli spostamenti degli stessi*

La realizzazione dell'interconnessione di Bussoleno richiede:

- la ristrutturazione della radice lato Susa del fascio binari della stazione di Bussoleno;
- la radice del fascio binari militare entro la stazione di Bussoleno;
- una leggera modifica del tracciato della linea storica Torino-Modane e del binario del tratto Bussoleno Susa della linea Torino-Susa.

2.5 Sezioni di separazione di tensione

2.5.1 *Funzionalità e principi di installazione della sezione di separazione di tensione*

Per garantire ai treni la transizione corretta tra un sistema di elettrificazione in corrente alternata (c.a.) e un sistema di elettrificazione in corrente continua (c.c), è prevista l'installazione di sezioni di separazione nelle zone di confine tra la nuova linea elettrificata a 25 kV c.a. 50 Hz e la linea storica alimentata a 1,5 kV c.c. lato Saint-Jean de Maurienne e a 3 kV c.c. lato Bussoleno.

Le sezioni di separazione sono installate sulla linea principale lato Francia (Saint-Jean de Maurienne) e sui binari dell'interconnessione di Bussoleno lato Italia.

I principali standard utilizzabili a Saint - Jean de Maurienne e Bussoleno sono differenti a causa dei vincoli imposti dal sistema di segnalamento italiano.

Oltre alle problematiche territoriali, i principali standard utilizzabili a Saint - Jean de Maurienne e Bussoleno sono differenti a causa dei vincoli imposti dal sistema di segnalamento italiano (problematiche di compatibilità elettromagnetica).

La sezione di separazione di tensione lato Francia sarà installata sulla linea nuova in galleria all'imbocco ovest del Tunnel di Base

Sul lato Francia, qualora, al momento della messa in servizio della parte comune, la Linea Storica non fosse ancora elettrificata in 25 kV e restasse alimentata in 1500 V. L'installazione delle sezioni di separazione sulla linea nuova avverranno, una a monte di Saint - Jean di Maurienne sulla parte comune, nei pressi del portale del tunnel di base, l'altro sulla parte nazionale francese nelle vicinanze del portale del tunnel di Glandon, con la precisazione che tutto il tratto di Linea Nuova che interessa la zona di St.Jean-de-Maurienne tra le due sezioni di separazione delle tensioni viene previsto elettrificato a 1500 V tramite una catenaria convertibile 1500 V/25 kV che supporta contemporaneamente la tensione di 1500 V e l'isolamento a 25 kV in modo da non generare false spese nella fasizzazione dell'intervento sulla catenaria.

La sezione di separazione lato Italia sarà installata all'interno della galleria dell'interconnessione di Bussoleno tra la linea nuova e la linea storica.

2.5.2 Norme geometriche di installazione

Una zona neutra è interposta tra la catenaria alimentata a 25 kV e quella alimentata a 3 kV (1,5 kV in Francia)

Le sue caratteristiche devono essere definite affinché possa essere superata senza difficoltà.

- Per la sezione di separazione ubicata sui binari principali:
 - La lunghezza del tratto neutro è di 150 m;
 - La pendenza massima della sezione di separazione è di 6 mm/m;
 - La lunghezza della zona di pendenza massima è di 1 200 m in asse alla sezione di separazione.
- Per la sezione di separazione ubicata sui binari delle interconnessioni:
 - la lunghezza del tratto neutro è di 150 m;
 - la lunghezza dell'interconnessione è maggiore di 2000 m.

Infatti i treni TGV in unità multipla di 400 m devono abbassare contemporaneamente i pantografi dei due convogli al passaggio di una sezione di separazione. I treni di AF saranno attrezzati con automatismi che permettono di effettuare l'operazione "in serie" (ogni locomotore abbasserà indipendentemente il suo o i suoi pantografi in funzione dell'avanzamento del treno).

2.5.3 Vincoli di installazione nei confronti del sistema di segnalamento

L'installazione del segnale di protezione e quella della sezione di separazione delle tensioni devono permettere a un treno fermo al segnale di affrontare la sezione di separazione a una velocità sufficiente affinché possa superarla completamente.

La distanza minima tra il segnale di arresto più vicino alla zona neutra deve essere tale che il treno possa attraversare la zona neutra ad almeno 30 km/h.

La distanza minima tra il segnale "Alzamento pantografo" e il segnale di arresto più vicino a valle della tratto neutro deve essere di 800 m (sono accettabili distanze inferiori in funzione del modulo del binario di interconnessione).

Il passaggio da un sistema di segnalamento all'altro deve avvenire senza arresto del treno e senza riduzione della velocità.

Infatti dopo un arresto a monte di una sezione di separazione, il treno deve acquisire un minimo di energia cinetica per superare senza alimentazione la zona dove nessun pantografo è alimentato.

A valle di una sezione di separazione, il treno si deve potere fermare al successivo segnale liberando la sezione di separazione.

2.5.4 Norme di segnalamento

Una sezione di separazione di tensione costituisce un punto singolare e forma oggetto di un segnalamento particolare, la cui installazione deve permettere al macchinista di intervenire correttamente. Ciò è dovuto al fatto che oggi la maggior parte dei treni non è equipaggiata con apparecchiature che permettono di fare l'operazione automaticamente.

Pertanto dovranno essere previsti i seguenti enti:

- Segnale di annuncio “Abbassamento pantografo“ a 500 m a monte della zona neutra quando la sezione di separazione si trova sull'interconnessione (1100 m se si trovasse sulla linea principale)
- Segnale di esecuzione “Abbassamento Pantografo” tra 30 e 50 m a monte della zona neutra;
- Segnale di esecuzione “Alzamento pantografo” 5 m a valle della zona neutra.

Gli automatismi associati dovranno tenere in conto dei diversi sistemi di segnalamento (ERTMS livello 2 sulla linea nuova, sistemi di segnalamento in vigore sulle parti nazionali).

L'installazione precisa dei segnali dovrà tenere conto degli automatismi a terra che permettono:

- di riportare a bordo dei treni degli allarmi per il macchinista del treno;
- di automatizzare le operazioni di “abbassamento/alzamento pantografo” per i nuovi treni;
- di prevedere "abbassamento pantografo in caso di urgenza" a partire da boe situate a monte del segnale di esecuzione;

La circostanza che diversi tipi di treni, operanti con un diverso numero di pantografi, possano transitare sulla tratto neutro, pone dei vincoli sulla gestione a bordo treno dell'operazione di “alzamento pantografi”. In particolare dovranno essere previsti, per i treni predisposti, degli automatismi per il passaggio “in serie” della tratto neutro; per i treni non dotati di sistemi automatici, andranno previste a bordo treno delle informazioni che indichino al macchinista l'avvenuto passaggio dell'ultimo pantografo sulla zona neutra.

2.5.5 Vincoli di installazione nei confronti della compatibilità elettromagnetica

La problematica è comune a tutte le nuove linee AV/AC alimentate a 25 kV c.a. e si ripercuote sugli impianti di segnalamento e telecomunicazione delle linee storiche limitrofe alimentate a 3 kV c.c.

Il fenomeno, sostanzialmente, è dovuto al fatto che il sistema di trazione in c.a. e il sistema di segnalamento hanno la stessa frequenza di funzionamento (50 Hz).

Si deve prevedere quindi l'installazione dei dispositivi messi a punto da RFI; in particolare:

- Unità trasformatore di separazione lato 25 kV c.a.;
- Unità moduli filtri lato 3 000 V c.c.;
- Dispositivi di protezione della zona neutra
- Verifica della necessità di modificare la frequenza di codifica sulle tratte di linea storica in cui c'è vicinanza e/o sovrapposizione con la Nuova Linea, in particolare per la tratta di linea storica a monte e valle di Bussoleno.

2.6 Segnalamento

2.6.1 Banalizzazione

I binari di corsa e i binari delle interconnessioni saranno banalizzati. I binari di precedenza e di circolazione delle stazioni e dei posti di servizio saranno normalmente banalizzati.

La banalizzazione della linea è necessaria in molte modalità di esercizio normale e degradato e consente:

- di utilizzare un binario di una canna di una tratta del tunnel o di qualsiasi altra sezione della linea compresa tra due posti di comunicazione in modo bi-direzionale, in caso di interruzione programmata o accidentale dell'altro binario.
- se i binari di corsa sono banalizzati è possibile accedere a tutti i marciapiedi e i binari a partire dai due sensi di circolazione. In più questa funzionalità permette di facilitare le manovre in retrocessione.
- la possibilità di gestire, in caso di perturbazioni, la circolazione in maniera più flessibile (precedenze dinamiche.)

Le norme nazionali e internazionali, le specifiche funzionali del sistema di distanziamento ERTMS 2 nonché degli apparati di stazione previsti, consentono la banalizzazione della linea e dei binari di stazione e dei posti di servizio.

2.6.2 Distanziamento tra i treni

La tabella seguente riepiloga le distanze minime teoriche derivanti dagli studi sulle merci pericolose.

Distanze minime teoriche fra la coda del treno e la testa del treno successivo				
Primo treno	Secondo treno			
	Viaggiatori	AF con SONIA (con MP o no)	AF senza SONIA (con MP o no)	Merci (con MP o no)
Merci MP gruppo B	4200 m	4200 m	4200 m	4200 m
Merci MP gruppo C	4200 m	4200 m	4200 m	4200 m
Merci MP gruppo D	3500 m	3500 m	3500 m	3500 m
AF MP gruppo B	2500 m	2500 m	2500 m	2500 m
AF MP gruppo C	3500 m	3500 m	3500 m	3500 m
AF MP gruppo D	3500 m	3500 m	3500 m	3500 m
Viaggiatori	2500 m	2500 m	2500 m	2500 m

L'interdistanza di 2500 m deriva dagli studi di approfondimento aeraulico. La velocità di spostamento dei fumi nel tunnel è stimata in 3,3 m/s. Di conseguenza si ritiene di mantenere un limite invalicabile di 2500 m tra la coda del treno che precede e la testa del treno che segue, indipendentemente dal tipo di treno e dalle velocità di circolazione (marcia normale, marcia a vista, arresto).

Per tutti i treni nel Tunnel di Base, il segnalamento non dovrà autorizzare l'avvicinamento a distanza inferiore a 2500 m ($D1 \geq 2500$ m per tutti i treni).

Nel caso di accettazione di merci pericolose di tipo B, C, o D, così come definite nell'ambito della consegna 40, il segnalamento non autorizza, in assenza di un sistema automatico di riconoscimento del tipo di MP, l'avvicinamento in tunnel al di sotto della distanza $D2 \geq 4200$ m per i treni che trasportano merci pericolose.

La tabella seguente riassume dunque il distanziamento tra i treni.

Distanziamento tra i treni fra la coda del treno e la testa del treno successivo				
		Secondo treno		
Primo treno	Viaggiatori	AF con SONIA (con MP o no)	AF senza SONIA (con MP o no)	Merci (con MP o no)
Merci MP gruppo B	4200 m	4200 m	4200 m	4200 m
Merci MP gruppo C	4200 m	4200 m	4200 m	4200 m
Merci MP gruppo D	4200 m	4200 m	4200 m	4200 m
AF MP gruppo B	4200 m	4200 m	4200 m	4200 m
AF MP gruppo C	4200 m	4200 m	4200 m	4200 m
AF MP gruppo D	4200 m	4200 m	4200 m	4200 m
Viaggiatori	2500 m	2500 m	2500 m	2500 m

Il soccorso, nel senso ferroviario di rimorchio o spinta, necessita di procedure speciali per derogare dai vincoli o interdizioni previsti dal segnalamento.

Le precedenza, che consistono nel fermare un treno sul binario di precedenza, nel farlo superare da uno o più treni circolanti sul binario principale, e a fargli riprendere poi la sua marcia, non richiedono autorizzazioni o procedura.

Per quanto riguarda il distanziamento in accordo con quanto riportato sopra il sistema di segnalamento dovrà garantire un tempo di distanziamento di 2 minuti tra treni viaggiatori e 3 minuti tra treni viaggiatori e merci e tra treni merci.

La distanza D1 deve essere superiore alla distanza percorsa dai fumi durante il tempo necessario a iniziare la manovra di retrocessione dei treni che seguono il treno incidentato.

La distanza D2 nasce dall'esigenza di salvaguardare la vita delle persone in caso di esplosione di un treno che trasporta merci pericolose.

Il sistema di segnalamento e di monitoraggio delle circolazioni dovrà garantire il rispetto dei distanziamenti tra i treni.

2.6.3 *Sistema anti-infittimento, sistema di retrocessione*

Il presente paragrafo ha lo scopo di precisare il modo in cui il numero di treni nel tunnel è mantenuto sotto controllo limitando il numero di treni presenti contemporaneamente nel tunnel. Esso ha inoltre lo scopo di definire il modo in cui viene mantenuta sotto controllo, in caso di situazioni degradate, la retrocessione dei treni.

Anche se gli studi funzionali di sicurezza non formulano nessuna prescrizione sul numero di treni presenti contemporaneamente nel tunnel, in condizioni di esercizio degradato, un sistema anti-infittimento permetterà di gestire automaticamente il numero di treni autorizzati ad entrare nel tunnel. Questo sistema di gestione si appoggerà sul sistema di segnalamento ERTMS di livello 2.

Il rispetto dei distanziamenti assoluti tra i treni è assicurato da un modulo di gestione specifico che si appoggerà sul sistema di segnalamento ERTMS di livello 2.

Le situazioni degradate per le quali sono previste delle retrocessioni di treni nel tunnel sono descritte ai § 2.9.1 à 2.9.3.

Il sistema di retrocessione dei treni si appoggerà sulle possibilità offerte dal sistema di segnalamento ERTMS di livello 2

2.7 Posto di Comando e Controllo (PCC)

2.7.1 Ruolo dei due PCC

Sono previsti due PCC intercambiabili, di cui uno é attivo e l'altro in veglia attiva.

Le principali funzioni del PCC attivo sono le seguenti:

- Comando e controllo della circolazione ferroviaria;
- Comando e controllo degli impianti ferroviari;
- Comando e controllo degli impianti non ferroviari;
- Organizzazione e gestione della protezione a distanza dei lavori;
- Gestione in esercizio degradato e in esercizio eccezionale;
- Identificazione automatica della presenza del personale nei locali tecnici.
- Ciascun PCC è dotato di una sala di Gestione Crisi con le seguenti funzioni:
- Visualizzazione dello stato della circolazione della linea;
- Visualizzazione dello stato degli impianti ferroviari e non ferroviari quando necessario;
- Mezzi di comunicazione con l'esterno e con l'interno (interfono, telefoni, fax ecc).
- Gestione automatica delle informazioni al pubblico.

Relativamente alle funzioni dei due PCC, è previsto che solo dal PCC attivo sia possibile avere il comando e controllo delle funzioni sopra riportate mentre il secondo PCC è in veglia attiva, ossia è prevista la sola visualizzazione dei controlli.

In particolare vengono implementate le seguenti funzioni:

- aiuto alla decisione dell'operatore della circolazione per risolvere i conflitti di orario;
- assistenza automatica alla manutenzione al fine di ridurre i tempi di intervento su guasto (ad es. funzioni di localizzazione del guasto);
- postazione di comando e controllo mobile per le operazioni di manutenzione e per le funzioni ridotte di gestione del traffico ferroviario utilizzato nel caso di guasto contemporaneo dei due PCC;
- "Data-exchange" ovvero il sistema deve riconoscere le caratteristiche del treno in linea (tipo di merci trasportate, numero locomotori, lunghezza ecc.).

2.8 Condizioni di sicurezza dei sistemi d'esercizio

2.8.1 *Sicurezza del sistema di trazione elettrica*

- sistema ferroviario è alimentato da tre punti indipendenti della rete elettrica a loro volta capaci di alimentare l'intera linea in caso di mancanza totale di una di esse.
- Il sotto-sistema di trazione elettrica è riconfigurabile tramite telecomando dal PCC.
- Ciascun binario della parte comune è equipaggiato con 4 sezionamenti elettrici; ognuno di questi deve permettere la partenza simultanea di due treni.
- Le sezioni elementari non superano 2000 m.

2.8.2 *Sicurezza del sistema di alimentazione degli impianti non ferroviari*

La continuità dell'alimentazione degli impianti non ferroviari è ottenuta come segue:

- Ridondanza - la linea è alimentata da due punti indipendenti della rete elettrica capaci di alimentare ciascuno tutta la linea.
- Un'attenzione particolare sarà dedicata alla garanzia dell'indipendenza effettiva delle reti.
- Il sistema è riconfigurabile tramite telecomando dal PCC.
- Il sistema di alimentazione elettrica dovrà anche comportare ridondanze al livello delle attrezzature di trasformazione e di distribuzione dell'energia.

2.8.3 *Sicurezza del sistema di segnalamento*

La sicurezza del sistema di segnalamento è di livello SIL 4 (Safety Integrity Level).

Il sistema di segnalamento ERTMS 2 provvede altresì alla localizzazione della testa dei treni sulla linea. Questa informazione è rilasciata con una precisione in coerenza con i requisiti specifici del sistema ERTMS 2.

Tutte le attrezzature sono duplicate eccetto i circuiti di binario, i motori delle casse di manovra degli scambi, eventuali segnali luminosi e le boe.

2.8.4 *Sicurezza del sistema di telecomunicazioni*

Gli impianti di comunicazione saranno alimentati da una sorgente con tensione normale di 230Vac e una sorgente di tensione soccorsa a 230 Vac. Le due alimentazioni saranno disponibili in ogni armadio dei locali tecnici. La rete soccorsa sarà alimentata nel locale tecnico da un gruppo di continuità per alimentare gli impianti per almeno 120 minuti senza alcuna perdita di tensione.

Per evitare danni ai cavi in caso di incendio saranno privilegiate le pose entro tubazioni annegate nel cemento in posizioni basse (marciapiedi, ecc..).

Il livello di campo elettromagnetico in tutti gli ambienti del tunnel, nei rami e nelle discenderie deve essere pari ad almeno -87dBm. Questo livello deve garantire una ricezione corretta delle diverse frequenze dei servizi radio.

Il sistema deve essere automaticamente riconfigurabile tramite telecomando dal PCC.

2.9 Trattamento delle situazioni degradate

2.9.1 *Ricovero dei treni dopo l'evacuazione dal tunnel con retrocessione*

Poiché alcuni scenari studiati per il trattamento delle situazioni degradate prevedono l'evacuazione dei treni dal tunnel per retrocessione, gli impianti di Susa (stazione e area di sicurezza), analogamente a quanto previsto a Saint - Jean di Maurienne, devono essere capaci di accogliere fino a 7 treni (sulla parte comune in situazione normale di esercizio è previsto un numero massimo di 8 treni) che sono usciti dalla galleria.

Per gli impianti bisogna intendere le stazioni e le tratte, a esse afferenti sui binari di corsa, che sono installate all'esterno. Il progetto del segnalamento e le apparecchiature di trazione elettrica, catenaria mista e sezionamenti in particolare, devono prevedere questa funzionalità.

2.10 Carico assiale per i binari principali e gli altri binari

Il carico all'assale è di 25 tonnellate.

3 MANUTENZIONE E RINNOVAMENTO

3.1 Modalità e mezzi di manutenzione e rinnovamento

3.1.1 Obiettivi di disponibilità dei sottosistemi e della linea

Le necessità di manutenzione sono valutate sulla base della tipologia delle operazioni di manutenzione prevedibili allo stato attuale di progetto. Le valutazioni sono dunque fondate sull'esperienza operativa in impianti simili, adattate alle peculiarità e caratteristiche dell'opera.

La tipologia di manutenzione prevista è in linea con gli obiettivi di disponibilità attesi.

La definizione di disponibilità deve essere conforme alla norma EN 50126, ovvero:

“attitudine di un sistema, un sotto-sistema o un'attrezzatura a essere in condizioni di assicurare una funzione richiesta in condizioni stabilite, a un momento stabilito o durante un intervallo di tempo stabilito presupponendo che la fornitura dei mezzi necessari sia assicurata”

Essa è applicabile alla capacità teorica disponibile che consiste nella capacità in tracce relative a un esercizio effettuato secondo le diverse ipotesi seguenti:

- 365 giorni/anno;
- 20 ore/giorno;
- con 12 tracce (standard) per ora e per senso

Questa capacità teorica corrisponde a $365 \times 20 \times 12 \times 2 = 175200$ tracce per le due canne.

La perdita di capacità teorica si esprime dunque come tracce perse.

Una traccia è considerata perduta se il tempo di percorso del treno supera di 5 minuti o più il suo tempo di percorso normale.

In riferimento agli esempi dell'alta velocità italiana e dell'Eurotunnel, si definisce un obiettivo di disponibilità totale almeno del 99,5%, in linea con i benchmarking internazionali e coerentemente alla disponibilità previste per ciascun sottosistema.

3.1.2 Basi di manutenzione

E' prevista una basi di manutenzione a Susa (area di sicurezza e manutenzione), oltre a quella di St. Jean de Maurienne. Le basi di manutenzione sono dedicate alle operazioni di manutenzione per il tunnel di base e per i tunnel dell'Interconnessione di Bussoleno.

3.1.3 Manutenzione preventiva degli impianti non ferroviari

Gli interventi di manutenzione preventiva sulle apparecchiature previste in prossimità delle discenderie, essendo fuori dalla piattaforma ferroviaria, potranno avvenire durante l'esercizio ferroviario a condizione di non incidere sulla disponibilità delle attrezzature ferroviarie indispensabili all'esercizio ferroviario.

Per le apparecchiature ubicate nelle gallerie l'architettura del sistema dovrà essere studiata in modo da prevedere gli eventuali interventi di manutenzione correttiva durante le ore di interruzione della circolazione programmate e in tutti i casi solo quando la circolazione è interrotta.

Tali prescrizioni permettono che la manutenzione delle apparecchiature non ferroviarie non infici la disponibilità della linea, che deve essere $> 0,995$.

3.1.4 Mezzi di manutenzione necessari alla Sezione Transfrontaliera e alle reti contigue RFI e RFF

I mezzi di manutenzione necessari alla Sezione Transfrontaliera non sono dedicati alla stessa; possono essere usati anche da impianti contigui appartenenti a reti contigue. Quest'uso è tuttavia ipotizzabile

solo nel caso in cui questi mezzi non siano già impegnati in operazioni della stessa natura, che si effettuerebbero contemporaneamente nella Sezione Transfrontaliera e nella parte adiacente.

3.1.5 *Marciapiedi di servizio*

Il marciapiede detto “di servizio” è riservato alla circolazione a piedi del personale incaricato della manutenzione.

Esso è situato sul lato opposto a quello delle gallerie di comunicazione. Deve avere un livello basso, in corrispondenza del piano del ferro, per permettere l’ispezione visiva degli organi posti sotto il pianale del materiale rotabile. Deve avere un livello alto per permettere al personale incaricato della manutenzione di circolare a piedi. Questo livello deve essere libero da ostacoli su una larghezza di 0,70 m e un’altezza di 2,00 m.

4 SICUREZZA

4.1 Aree di sicurezza

4.1.1 *Schema funzionale delle aree di sicurezza all'aperto*

A Susa, come pure in Francia a St. Jean de Maurienne, è prevista la realizzazione di un'area di sicurezza all'aperto.

Le funzioni delle aree di sicurezza all'aperto sono le seguenti:

- Evacuazione di un treno viaggiatori. Prime cure ai feriti.
- Accesso delle squadre di soccorso.
- Il trattamento dei treni merci e di autostrada ferroviaria incidentati.

Le aree di sicurezza all'aperto devono disporre delle seguenti funzionalità:

Un binario di soccorso comprendente:

- Un marciapiede di soccorso per l'evacuazione dei viaggiatori di lunghezza minima pari a 400 m e 3 m di larghezza; i viaggiatori (validi o feriti) possono evacuare il marciapiede da ciascuna estremità collegata a una piattaforma accessibile dalla strada;
- Una zona di trattamento dei treni merci e di autostrada ferroviaria su una distanza di 750 m con un marciapiede di 3 m di larghezza.

Sul binario di soccorso non è programmato nessun arresto di treni in esercizio normale in modo da garantire che il binario sia libero in caso di incidente.

I veicoli stradali dei servizi di soccorso devono poter arrivare in prossimità immediata del marciapiede di soccorso.

I veicoli bimodali possono inserirsi sui binari alle due estremità del marciapiede.

L'area di sicurezza sarà dotata di:

- Impianto idrico antincendio;
- Sistema di drenaggio dei liquidi pericolosi con un serbatoio di contenimento da 120 m³;
- Impianto di illuminazione (di piazzale);
- Sistema di diffusione sonora;
- Installazioni di sorveglianza e teletrasmissione al PCC;
- Area di atterraggio per l'elicottero.

I treni di soccorso sono ricoverati nelle aree di sicurezza di Saint Jean di Maurienne e Susa e devono potere circolare nella stazione in modo da intervenire indipendentemente o simultaneamente in una canna o l'altra.

4.1.2 *Schema funzionale delle aree di sicurezza in sotterraneo*

E' prevista la realizzazione di un'area di sicurezza in territorio francese, in prossimità del confine di stato e con accesso dall'Italia attraverso la galleria geognostica di Maddalena, analoga a quelle previste a la Praz e Modane. Detta area è denominata "Clarea" essendo garantita la ventilazione attraverso il pozzo omonimo.

Le funzioni delle aree di sicurezza in sotterraneo sono le seguenti:

- Evacuazione di un treno viaggiatori e accoglienza in un luogo sicuro dei passeggeri nell'attesa del loro trasporto verso l'esterno. Prime cure ai feriti.
- Accesso delle squadre di soccorso.
- Trattamento dei treni merci e AF incidentati.

Le aree di sicurezza sotterranee dispongono delle seguenti funzionalità:

- marciapiede di evacuazione dei viaggiatori di 750 m di lunghezza e 3 m di larghezza;
- sala di accoglienza collegata ai marciapiedi di evacuazione attraverso rami di comunicazione distanziati di 50 m su una lunghezza di 400 m, pari cioè alla lunghezza del treno ad alta velocità più lungo. Il punto di fermata del treno è individuato sul marciapiede;
- accesso delle squadre di soccorso indipendente dai circuiti di evacuazione dei viaggiatori;
- possibilità per i veicoli bimodali di inserirsi sui binari;
- sistema di ventilazione;
- rete idrica antincendio;
- sistema di attenuazione incendi di 750 m di lunghezza per il trattamento dei treni merci e di autostrada ferroviaria;
- sistema di drenaggio dei liquidi pericolosi con un serbatoio di contenimento da 120 m³;
- sistema di illuminazione;
- sistema di diffusione sonora;
- installazioni di sorveglianza a teletrasmissione con copertura di teletrasmissione a partire dal PCC

4.2 Sala di accoglienza delle aree di sicurezza sotterranee

4.2.1 Funzionalità della sala di accoglienza delle aree sotterranee di sicurezza

Un treno viaggiatori con un incendio a bordo deve potere far evacuare i passeggeri in ogni area sotterranea di sicurezza dove è prevista una sala di accoglienza nella quale i passeggeri possono attendere in sicurezza di essere evacuati.

Le sale di accoglienza nelle aree di sicurezza sotterranee devono poter accogliere 1200 persone, corrispondente alla capacità massima di un treno viaggiatori previsto sulla linea.

Devono essere accessibili a tutti ivi comprese le persone a mobilità ridotta.

4.2.2 Caratteristiche e impianti delle sale di accoglienza delle aree sotterranee di sicurezza

Le sale di accoglienza delle aree sotterranee di sicurezza devono avere una superficie minima di 1100 m².

Esse non devono presentare gradini per l'accesso dal marciapiede di evacuazione.

L'altezza minima è di 3 m.

I rami di collegamento alla galleria sono distanziati di 50 m, hanno delle porte di 1.40 m di larghezza.

Sono previsti i seguenti impianti: ventilazione sanitaria (combinata con la messa in pressione della sala)-riscaldamento (se necessario per assicurare un minimo di 15°C) - servizi e acqua corrente – illuminazione – telefono - un numero di sedili per persone anziane o in difficoltà.

4.3 Opere per l'evacuazione dei viaggiatori in caso di treno con incendio a bordo fermo in galleria

4.3.1 Rami di comunicazione della galleria

Nel caso di un treno viaggiatori con un incendio a bordo, fermo in galleria, i viaggiatori possono raggiungere, attraverso i rami di comunicazione, la canna sana (senza fumi) dove resteranno in attesa del treno di evacuazione.

- I rami di comunicazione tra le gallerie sono distanziati di 333 m circa.
- La larghezza minima dei rami è 4.00 m.
- L'altezza minima utile è 2.70 m.
- Le porte hanno una larghezza di 2.00 m e un'altezza di 2,2 m. Sono attrezzate con dispositivi elettrici e meccanici che permettono sia l'apertura telecomandata a distanza dal PCC sia l'apertura locale manuale ed elettrica tramite pulsante (vd. § 4.10.1); tali porte sono equipaggiate con un sistema che ne facilita l'apertura. Lo stato di ogni porta, aperto/chiuso, è segnalato al PCC.
- La tenuta al fuoco e la resistenza delle porte sono oggetto di prescrizioni particolari. Le porte dovranno soddisfare i requisiti seguenti:
 - resistenza di 2 ore alla curva ISO 834;
 - resistenza di 90 min alla curva HCM o resistenza di 120 min alla curva REI

Il sistema di ventilazione mette i rami di comunicazione in sovrappressione per evitare l'ingresso dei fumi in caso di incendio.

Per tenere in conto dell'eventuale circolazione dei treni nella canna sana mentre i passeggeri evacuano da un treno incendiato, la messa in sovrappressione dei rami sarà possibile sia che la porta dal lato della canna sana sia aperta sia che sia chiusa.

Nei rami devono essere previsti i seguenti impianti

- Impianti di illuminazione-prese di corrente-telefono.
- Impianti di sicurezza: rivelatori di incendio - mezzi di estinzione fissi e mobili - attrezzature di primo soccorso.
- Telecamere di sorveglianza con teletrasmissione al PCC.
- Impianto di diffusione sonora.

I rami tecnici contengono le attrezzature di controllo comando e i collegamenti con la rete di distribuzione per l'alimentazione della zona elementare della galleria.

4.3.2 Marciapiedi in galleria per l'evacuazione delle persone

In materia di sicurezza, i marciapiedi della galleria sono utilizzati per l'evacuazione delle persone e l'accesso delle squadre di soccorso.

Devono permettere la circolazione delle persone a mobilità ridotta (PMR) e quindi avranno le seguenti caratteristiche:

- Larghezza minima di 1.20 m compatibile con la circolazione di una sedia a rotelle;
- Spazio libero minimo al di sopra del marciapiede di 2.25 m;
- L'altezza del marciapiede permette di assicurare una distanza inferiore a 40 cm da spigolo a spigolo tra il marciapiede e il gradino del materiale rotabile;
- I marciapiedi sono muniti di corrimano;
- Impianti: illuminazione di sicurezza luminosa e segnalazione di sicurezza luminosa nella parte bassa;

- Prese di corrente ogni 100 m;
- Impianto di sonorizzazione in galleria.

Il collegamento tra il marciapiede e i rami deve avvenire allo stesso livello per permettere il passaggio di una sedia a rotelle.

4.4 Discenderie

Da un punto di vista generale, le discenderie hanno le seguenti funzioni:

- accesso dei soccorsi e evacuazione dei feriti gravi;
- passaggio dei condotti di ventilazione/estrazione fumi in fase di esercizio e di costruzione;
- esigenze di ventilazione in fase di costruzione;
- accesso di cantiere (conduzione delle macchine di scavo-smarino).

Le discenderie rispetteranno i criteri definiti dalla CIG nel documento “Criteri di sicurezza per l’esercizio – soluzione progetto globale – versione 22”:

“dimensionata per la circolazione dei veicoli di manutenzione e di soccorso;

- *possibilità di punti di incrocio visibili da entrambe le parti, con una spaziatura massima di 400 m;*
- *illuminazioni;*
- *pendenza massima: 12%.”*

4.5 Sistemi di comunicazione

In materia di sicurezza il sistema di comunicazione deve consentire di mettere in collegamento il gestore dell’infrastruttura, i macchinisti e il personale di bordo dei treni, i viaggiatori e le squadre di intervento e di soccorso durante la gestione degli incidenti.

Nelle situazioni di gestione degli incidenti il sistema di comunicazione permette le seguenti funzionalità:

- **Fase di allarme:**
 - Il macchinista del treno incidentato comunica con il PCC, il capotreno e i viaggiatori.
 - I macchinisti dei treni non incidentati comunicano con il PCC e il personale di bordo
- **Fase di evacuazione:**
 - I macchinisti dei treni non incidentati comunicano con il PCC, con il personale di bordo e con i viaggiatori.
 - Il personale presente in galleria comunica con il PCC mediante un impianto specifico.
- **Fase di intervento dei soccorsi:**
 - Le squadre di soccorso all'interno e all'esterno della galleria comunicano tra loro.
 - Le squadre di soccorso comunicano con il PCC.

La galleria è dotata di impianto di diffusione sonora, posto al livello di ogni ramo, e utilizzabile da parte del personale tecnico e delle squadre di soccorso per agevolare le evacuazioni.

4.6 impianti di distribuzione elettrica e illuminazione

I sistemi elettrici riguardano la sicurezza per due aspetti:

- Alcuni di questi sistemi sono parte integrante degli impianti di sicurezza.
- Le attrezzature elettriche non devono generare o aggravare gli incidenti.

L'illuminazione di sicurezza nella galleria deve produrre un livello di illuminamento minimo di 2 lux al livello del suolo e di 5 lux a 1 m dal suolo.

Gli impianti di alimentazione elettrica a servizio dei dispositivi di emergenza devono prevedere opportune configurazioni o ridondanze tali da garantire in caso di guasto singolo la sola perdita di brevi tratti di impianto comunque non superiori a 500 m.

Tutti i cavi elettrici posati in galleria e non annegati nei materiali incombustibili saranno costituiti da materiali:

- Non propaganti fumi tossici (EN 50268);
- Non propaganti l'incendio (EN 50266);
- Non alogeni (EN 50267).

I cavi di dorsale principale, che transitano nella galleria e assicurano una funzione di sicurezza saranno disposti in modo da essere protetti da un incendio.

Le prese e i quadri elettrici avranno un livello di protezione, in funzione delle configurazioni di impianto, tali da garantire un livello di affidabilità equivalente a quello dei circuiti di alimentazione elettrica.

Il sistema di illuminazione di sicurezza deve avere un'autonomia di 90 minuti per permettere l'evacuazione.

4.7 Tenuta al fuoco delle installazioni e impianti di trazione elettrica

In caso di incidente i treni devono rimanere alimentati con l'energia di trazione elettrica per poter liberare la galleria.

Il sistema di trazione elettrica è suddiviso in sezioni elementari la cui lunghezza non supera 2000 m per evitare di avere più di un treno in una stessa sezione.

Gli studi di approfondimento aeraulico redatti in fase di revisione del Progetto preliminare e confermati in sede di progetto definitivo impongono un distanziamento minimo dei treni di 2'500 m; un sezionamento elettrico di 2'000 m assicura quindi che non ci siano due treni nella stessa sezione e che, se l'incendio di un treno danneggia la catenaria, gli altri treni restino alimentati e possano proseguire.

4.8 Impianti di rilevazione e di estinzione nella sezione corrente del tunnel

La sezione corrente del tunnel è attrezzata con mezzi di rilevazione e di estinzione dell'incendio sia per il caso di treni, su cui si sviluppa un incendio, che non possono raggiungere un'area di sicurezza, sia per il caso di impianti fissi incendiati.

4.8.1 Impianti di rilevazione

La galleria è divisa in sezioni tecniche elementari di 1333 m di lunghezza.

Ogni sezione è attrezzata con un rilevatore di fiamma e un rilevatore di fumo multi-puntuale. Nelle aree di sicurezza è previsto anche un rilevatore termico lineare fibro-laser per ogni canna.

4.8.2 Impianti di estinzione

La rete idrica antincendio è costituita da colonne a bassa pressione.

In servizio la pressione minima è 6 bar e la pressione massima 10 bar.

In galleria le prese antincendio sono disposte ogni 111 m.

La rete idrica antincendio deve garantire una portata di 120 m³/h ripartita su due attacchi/bocchette per due ore: ogni bocchetta/idrante sarà quindi dimensionata per erogare 60 m³/h

La riserva idrica dovrà garantire tale regime di funzionamento.

I serbatoi di riserva d'acqua antincendio hanno una capacità minima di 120 m³; gli stessi sono tra di loro idraulicamente interconnessi e quindi rialimentabili man mano durante la fase di pompaggio acqua agli idranti.

La galleria di base, la galleria dell'interconnessione e la stazione di Susa saranno attrezzate con prese di acqua doppia (tipo francese e tipo italiano) oggetto di una norma specifica (UNI45-70 in Italia, DSP65 in Francia)

4.9 Sistema fisso di lotta contro l'incendio (SFLI)

4.9.1 Tipo e caratteristiche del sistema fisso di lotta contro l'incendio

Il Sistema Fisso di Lotta contro gli Incendi (SFLI) installato nelle aree di sicurezza sotterranee, che sono le sole attrezzate con questo sistema per i treni merci, di autostrada ferroviaria e di viaggiatori, ha lo scopo di contenere il fuoco e di mantenere la temperatura ad un livello accettabile nell'attesa dell'intervento dei pompieri.

Il sistema è attivato dal PCC. Allo scopo di non perturbare il controllo dei fumi durante l'evacuazione delle persone, esso sarà messo in funzione unicamente dopo che le persone (viaggiatori, macchinisti dei treni merci e passeggeri del veicolo SONIA in caso di mancato sgancio) abbiano raggiunto una zona sicura nel sito di intervento/nell'area di sicurezza e o dopo che il veicolo Sonia dei treni AF abbia lasciato la zona.

L'impianto proposto nella fase di revisione del Progetto definitivo (brumizzazione) è compatibile con la presenza delle persone in modo che, in funzione delle condizioni dei fumi, possa essere attivato più rapidamente e non richiede messa fuori tensione.

Il sistema fisso di lotta contro l'incendio è dimensionato per contenere un incendio con una potenza che può raggiungere i 170 MW (potenza che può essere raggiunta da un camion in fiamme sottoposto ad una corrente d'aria di circa 3 m/s). L'impianto sarà ugualmente dimensionato per prevenire il rischio di BLEVE (*Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion*/esplosione dovuta ai vapori in espansione di un liquido in ebollizione).

Le aree di sicurezza sotterranee sono attrezzate con un impianto fisso di lotta contro l'incendio su 750 m di lunghezza.

I componenti del sistema devono poter resistere ad una temperatura di 1300 °C per la durata massima necessaria all'evacuazione delle persone verso un luogo sicuro, aumentata di 10 minuti, cioè 30 minuti in totale.

L'impianto sarà utilizzato in caso di incendio su treni di AF, merci e anche in caso di incendio su treno viaggiatori.

Le bocchette di dispersione devono restare operative nell'atmosfera della galleria (polveri-corrosione).

Il sistema dispone di una riserva che permette di avere un'autonomia di 2 ore.

4.9.2 Compatibilità del sistema fisso di lotta contro l'incendio con l'impianto di ventilazione.

I sistemi fissi di lotta contro l'incendio e di ventilazione devono essere compatibili tra loro.

Pertanto la nuvola prodotta dal sistema fisso di lotta contro l'incendio non deve perturbare il flusso di aria del sistema di ventilazione per effetto tenda.

Viceversa, la nuvola non deve essere trasportata dal flusso di aria.

L'effetto pistone dei treni genera in condizioni normali un flusso d'aria dell'ordine di 10 m/s. Dopo una fase transitoria di 5 o 10 minuti dopo l'arresto del treno incidentato nelle aree di sicurezza, la velocità del flusso d'aria sarà stabilizzata al massimo ad un valore pari alla velocità critica, cioè 3 o 4 m/s. Il sistema fisso di lotta contro l'incendio deve dunque conservare la sua efficacia con velocità dell'aria di 4 m/s al massimo.

4.9.3 *Compatibilità del sistema fisso di lotta contro l'incendio con il sistema di trazione elettrica*

L'azionamento del sistema fisso di lotta contro l'incendio deve essere compatibile col mantenimento in tensione della linea di trazione elettrica per i treni che devono evacuare dalla galleria in seguito all'incidente.

I sistemi fissi di lotta contro l'incendio che utilizzano gocce di piccole dimensioni sono in genere compatibili con le alimentazioni elettriche dei tunnel ferroviari. Prove hanno dimostrato la compatibilità di sistemi di nebulizzazione con tensioni fino a 35 kV.

4.9.4 *Quantità d'acqua necessaria*

Quantità d'acqua importanti dovranno essere disponibili per alimentare il sistema fisso di lotta contro l'incendio. La qualità dell'acqua nei serbatoi dovrà essere mantenuta nel tempo (filtrazione e trattamento) in funzione delle esigenze del sistema fisso di lotta contro l'incendio considerato. Dovranno essere previste installazioni per permettere l'evacuazione e la raccolta delle acque di estinzione.

Anche se il sistema di riferimento per l'attenuazione incendi è la brumizzazione, che in media consuma circa 400 m³ d'acqua ogni ora, le riserve d'acqua dovranno essere dimensionate per consentire eventualmente un'installazioni sprinkler, che consumano una quantità d'acqua tre volte più elevata rispetto agli impianti di brumizzazione (circa 1200 m³/h).

4.10 *Porte dei rami di comunicazione e indipendenza aeraulica dei tunnel nelle comunicazioni pari/dispari*

4.10.1 *Apertura delle porte dei rami*

Le porte devono essere comandate elettricamente dal PCC e in loco; in quest'ultimo caso, elettricamente e manualmente. La modalità manuale rimane prioritaria rispetto alla modalità telecomandata.

Sullo stesso ramo, l'apertura della porta collocata sul lato della canna sinistrata non deve essere posteriore a quella collocata sul lato del tubo sano. L'apertura delle porte non deve essere effettuata verso l'esterno del ramo e non deve impedire l'evacuazione delle persone.

Il controllo dello stato di apertura/chiusura delle porte si effettua dal PCC.

4.10.2 *Resistenza meccanica delle porte dei rami di comunicazione (sovrappressione aeraulica)*

Le porte dei rami di comunicazione tra le gallerie (così come tutti gli apparati presenti in galleria) devono essere in grado di resistere alle forze massime alle quali saranno sottoposte durante tutta la durata di vita presunta. Queste sono dovute alla variazione di pressione generata dal passaggio dei treni nella galleria e sono più importanti di quelle indotte dalla ventilazione.

Le porte dei rami dovranno quindi essere in grado di sopportare una variazione di pressione di 10 kPa. È necessario verificare la corretta chiusura delle porte in situazione normale di esercizio con controlli localizzati al PCC e, inoltre, rinforzare la resistenza meccanica delle porte dei rami.

4.10.3 Tenuta al fuoco delle porte dei rami di comunicazione

Le porte dei rami di comunicazione devono resistere per 90 minuti al fuoco con aumento di temperatura della curva idrocarburo maggiorata o 2 ore alla curva REI.

4.10.4 Indipendenza aerea del tunnel nelle comunicazioni pari/dispari

Le comunicazioni pari/dispari in galleria devono essere munite di dispositivi che assicurano l'indipendenza aerea delle due gallerie in caso di incendio; l'indipendenza dovrà essere assicurata per 2 ore.

4.11 Sistema di controllo dei fumi

4.11.1 Principi generali

Le strategie di controllo dei fumi hanno lo scopo di garantire, per tutti i tipi di treni e dovunque un treno in fiamme sia costretto a fermarsi in galleria (area di sicurezza, sito d'intervento o piena linea):

- in un primo tempo, l'evacuazione delle persone dal treno;
- in un secondo tempo, l'intervento dei servizi antincendio.

Nel Tunnel di Base, il controllo dei fumi avviene con la messa in opera di un sistema di ventilazione meccanica.

Questo sistema deve permettere di mettere in opera, secondo il tipo di treno e il luogo di arresto, la strategia di ventilazione che garantisca l'evacuazione delle persone in un luogo sicuro in condizioni ambientali accettabili in termini di temperatura, tossicità e visibilità.

Le capacità di questo sistema sono messe a disposizione dei servizi antincendio che ne determineranno l'utilizzo ottimale in funzione della strategia d'intervento prescelta.

4.11.2 Mezzi di ventilazione meccanica a disposizione

Il tunnel di base è dotato di centrali di ventilazione a flusso semplice a La Praz e Val Clarea. Modane è dotata di una centrale di ventilazione a doppio flusso (pozzo di Avrieux). Inoltre è prevista una centrale a St.Martin-La-Porte che sarà realizzata unicamente per aiutare a gestire la differenza di pressione fra le due canne oltre che aumentare il livello globale di disponibilità del sistema (ridondanza). Queste centrali comunicano con le due canne ferroviarie mediante condotti di ventilazione. Il dispositivo è completato da acceleratori sistemati nelle canne stesse.

Il tunnel dell'Orsiera non dispone di centrale di ventilazione intermedia. Il dispositivo di ventilazione meccanica è costituito soltanto da acceleratori installati nelle canne.

Questi dispositivi devono permettere:

- la messa in opera della strategia scelta nella canna incendiata;
- la messa in sovrappressione della canna sana;
- il non riciclaggio dei fumi agli imbocchi, da una canna verso l'altra;
- la gestione dei flussi dei fumi e la protezione delle aree sotterranee di sicurezza in modo da garantire la loro funzione di messa in sicurezza dei viaggiatori;
- la ventilazione igienica del tunnel.

Devono avere una sicurezza di funzionamento sufficiente affinché, in caso di guasto di un solo elemento di ventilazione (pozzo o discenderia), la capacità di ventilazione basti a mantenere:

- gli obiettivi di controllo della velocità longitudinale nella canna incendiata;
- gli obiettivi di messa in sovrappressione della canna sana.

4.12 Raffreddamento della galleria

Il profilo geotermico del massiccio definito nell'ambito degli studi Alpetunnel e che sono stati l'oggetto di una rivalutazione nel quadro degli studi di APR e di revisione del progetto definitivo, mostra che la natura delle rocce e la copertura, nella parte italiana del tunnel, conducono a un livello probabile di temperatura di circa 50° C nel tratto del tunnel di base ubicato tra Modane e il portale Est. Le simulazioni numeriche realizzate nell'ambito degli studi di revisione del progetto definitivo hanno mostrato che le temperature massime ottenute nelle due canne del tunnel di base superano i 32°C durante il normale esercizio, limite ammissibile nell'infrastruttura per le condizioni di esercizio.

La regolazione termica del tunnel risulterà dall'equilibrio tra l'apporto di quantità di calore legata all'energia di trazione dei treni che circolano nel tunnel, gli scambi di calore con l'aria del tunnel a causa del loro preventivo soggiorno all'esterno di questo, gli scambi termici con le pareti del tunnel, con l'aria esterna via gli imbocchi dei tunnel, i pozzi e le discenderie, nonché con un eventuale sistema di raffreddamento.

Il sistema di raffreddamento del Tunnel di Base sarà composto principalmente:

- da una produzione di freddo centralizzata in un vano tecnico situato in galleria ai piedi della discenderia di Modane;
- da un circuito primario situato tra il piede della discenderia e l'esterno che permette il trasferimento del calore verso l'atmosfera per mezzo di torri di raffreddamento poste all'esterno in corrispondenza dell'imbocca della discenderia di Modane;
- da due circuiti secondari situati in galleria: un primo anello in direzione Ovest et un secondo anello in direzione Est. Questi due anelli permettono di raffreddare le due canne.

4.13 Sistemi di rilevamento (boccole calde, portali termografici, impegno della sagoma, incendio, deragliamento)

I seguenti sistemi devono essere installati prima dell'ingresso dei tunnel della parte comune in modo tale che l'arresto di un treno che ha determinato il rilevamento da parte di un sistema possa essere trattato dal sistema di segnalamento prima dell'entrata nel Tunnel di Base. Sul lato Italia i sistemi dovranno essere installati sulla linea storica lato Torino prima della stazione di Bussoleno.

- I rilevamenti di boccole calde devono essere operativi per tutti i treni, di qualunque tipo, tenendo conto del fatto che tutti circoleranno a una ben velocità inferiore ai 250 km / h. (max 100 km/h sulle interconnessioni)
- I portali termografici devono essere operativi per i treni merci, di AF e convenzionali.
- I sistemi di rilevamento di sagoma sono previsti.

I rilevamenti d'incendio devono essere operativi per tutti i treni, di qualunque tipo; si tratta del rilevamento di incendi che avvengono all'esterno dei treni.

I rilevatori di deragliamento devono essere previsti prima degli scambi tenendo conto della distanza di frenatura dei treni. La distanza frenatura dei treni circolanti a 220 km/h è di 3000 m; quella dei treni circolanti a 160 km/h e a velocità inferiore è di 1500 m. Questa distanza deve essere adattata se il treno è in discesa in base alla regola che richiede una maggiorazione della distanza dell'1% per mm/m supplementare. La distanza considerata sarà quella maggiore ottenuta da tutti i casi ipotizzabili.

4.14 Pendenza trasversale nel tunnel

Per consentire il limite di 50 m² della superficie di una pozza di materie pericolose in tunnel in caso di perdita, è da prevedersi la realizzazione di un canale trasversale di 10 cm di larghezza e di pendenza pari al 1%.