

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESEREVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO
CUP C11J05000030001

EQUIPEMENTS – IMPIANTI

VENTILATION – VENTILAZIONE
GENERALITES – GENERALE
TUNNEL DE BASE – TUNNEL DI BASEANALYSE FONCTIONNELLE DES EQUIPEMENTS DE VENTILATION DU TUNNEL DE BASE
ANALISI FUNZIONALE DEGLI IMPIANTI DI VENTILAZIONE DEL TUNNEL DI BASE

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	09/11/2012	Emission pour vérification C2B et validation C3.0	L. AGNESE (SETEC)	M.PIHOUEE. C. OGNIBENE	M.FORESTA M. PANTALEO
A	31/12/2012	Emissione a seguito commenti LTF e CCF	L. AGNESE (SETEC)	M.PIHOUEE. C. OGNIBENE	M.FORESTA M. PANTALEO
B	08/02/2013	Emissione a seguito commenti LTF e CCF	L. AGNESE (SETEC)	M.PIHOUEE. C. OGNIBENE	M.FORESTA M. PANTALEO

COD E DOC	P	D	2	C	2	B	T	S	3	1	4	4	2	B	A	P	N	O	T
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	Statut / Stato		Type / Tipo				

ADRESSE GED INDIRIZZO GED		//	//	40	01	26	10	03
------------------------------	--	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA

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



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

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



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

SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO	4
1. INTRODUZIONE	5
1.1 Descrizione generale del Progetto	5
1.2 Oggetto	5
1.3 Documenti di riferimento	5
1.4 Definizioni	6
2. DESCRIZIONE DEI SISTEMI.....	6
2.1 Sistema «ventilazione sanitaria».....	6
2.2 Sistema «estrazione fumi».....	6
2.2.1 Discenderia di St. Martin	7
2.2.2 Discenderia di La Praz	7
2.2.3 Pozzo di Avrieux.....	7
2.2.4 Pozzo della Val Clarea.....	8
2.2.5 Impianti all’imbocco del tunnel	8
2.3 Rami di collegamento	8
2.4 Sistema comfort timpanico	9
2.5 Struttura generale del comando controllo della ventilazione e sua integrazione nel sistema di gestione tecnica centralizzata	9
2.5.1 I comandi locali.....	9
2.5.2 Gli automatismi locali o gli automatismi di «ventilazione».....	9
2.5.3 Gli automatismi federatori	10
2.5.4 La Gestione Tecnica Centralizzata	10
2.5.5 Collegamenti	10
3. REGIMI DI ESERCIZIO	10
3.1 Generalità.....	10
3.2 Regime «comfort timpanico»	11
3.3 Regime «ventilazione sanitaria».....	11
3.3.1 Scelta degli scenari del regime «ventilazione sanitaria»	11
3.3.2 Scenari per la ventilazione sanitaria.....	11
3.4 Regime «estrazione fumi»	12
3.4.1 Scelta degli scenari del regime «estrazione fumi».....	12
3.4.2 Scenari per l’estrazione fumi	12
4. MODI DI FUNZIONAMENTO.....	12
4.1 Generalità.....	12
4.2 Modo nominale.....	12
4.2.1 Principi di funzionamento in modo automatico e manuale remoto	12
4.2.2 Principio di funzionamento in modo «locale»	13
4.3 Modo soccorso.....	14
4.3.1 Comfort timpanico	14
4.3.2 Ventilazione sanitaria.....	14
4.3.2.1 Ventilatore reversibile non funzionante	14
4.3.2.2 Elemento di una serranda non funzionante	15
4.3.3 Estrazione fumi	16
4.3.3.1 Ventilatore reversibile non funzionante	16

Analyse fonctionnelle des équipements de ventilation du tunnel de base /

Analisi funzionale degli impianti di ventilazione del tunnel di base

4.3.3.2	Acceleratore non funzionante	16
4.3.3.3	Elemento di una serranda non funzionante	16
4.3.3.4	Valvola tagliafuoco di un ramo non funzionante	17
4.3.3.5	Ventilatore di un ramo non funzionante	17
4.3.3.6	Porta di un ramo non funzionante	17
4.4	Modo degradato	17
4.4.1	Comfort timpanico	17
4.4.2	Ventilazione sanitaria.....	17
4.4.3	Estrazione fumi	18
4.4.3.1	Centrale di ventilazione non funzionante.....	18
4.4.3.2	Diversi acceleratori non funzionanti	18
4.4.3.3	Impianti di ventilazione di un ramo non funzionanti	18
4.4.3.4	Porta di un ramo non funzionante	18

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1	– Schema della ventilazione del tunnel	6
Figura 2	– Schema della ventilazione di Avrieux	8

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1	– Tipologia dei guasti dei ventilatori.....	15
Tabella 2	– Tipologia dei guasti delle serrande.....	16

RESUME/RIASSUNTO

La présente note décrit, d'un point de vue fonctionnel, les 3 régimes d'exploitation de la ventilation du tunnel de base :

- Confort tympanique : disposition statique des équipements pour mettre en communication le tunnel avec l'extérieur
- Ventilation hygiénique : utilisée en période d'arrêt du trafic ferroviaire
- Désenfumage : en cas d'incendie en tunnel

Le système de ventilation possède un automatisme intégré à ses équipements, ce qui lui permet de fonctionner :

- par commande locale
- par commande depuis le PCC

soit sous forme de commandes unitaires des équipements, soit sous forme de scénarios mettant en œuvre un nombre prédéfini d'équipements.

Le fonctionnement est décrit pour les 3 modes suivants :

- Mode nominal : les équipements participant aux fonctionnalités sont tous opérationnels et disponibles.
- Mode secours : le fonctionnement «nominal» de l'exploitation est assuré, malgré la défaillance d'un équipement. Cependant, un second défaut peut entraîner le passage en mode d'«exploitation dégradé».
- Mode dégradé : il y a fonctionnement dégradé lorsque la fonctionnalité n'est plus assurée, et qu'une solution de repli est nécessaire.

La presente nota descrive, da un punto di vista funzionale, i 3 regimi di esercizio della ventilazione del tunnel di base:

- Comfort timpanico: disposizione statica degli impianti per mettere in comunicazione il tunnel con l'esterno
- Ventilazione sanitaria: utilizzata in periodo di sospensione del traffico ferroviario
- Estrazione fumi: in caso d'incendio nel tunnel

Il sistema di ventilazione possiede un automatismo integrato agli impianti che consente il funzionamento:

- mediante comando locale
- mediante comando dal PCC

sia sotto forma di comandi unitari degli impianti, sia sotto forma di scenari che implementano un numero predefinito d'impianti.

Il funzionamento è descritto per i 3 modi seguenti:

- Modo nominale: gli impianti che partecipano alle funzionalità sono tutti operativi e disponibili.
- Modo soccorso: il funzionamento "nominale" dell'esercizio è assicurato, anche quando si verifica un'anomalia su un impianto. Tuttavia, un secondo difetto può comportare il passaggio nel modo "esercizio degradato".
- Modo degradato: il funzionamento è degradato quando la funzionalità non è più garantita, e quando bisogna ricorrere ad una soluzione di ripiego.

1. Introduzione

1.1 Descrizione generale del Progetto

Il governo italiano e quello francese hanno deciso di intraprendere la realizzazione di una nuova linea ferroviaria tra Torino e Lione. Il progetto consiste principalmente nel predisporre un itinerario merci più efficiente per valicare le Alpi, con lo specifico obiettivo di limitare il traffico stradale che transita in queste aree ecologicamente sensibili.

La nuova linea avrà inoltre un forte impatto sul trasporto dei passeggeri, nella misura in cui collegherà la rete italiana e francese ad alta velocità, offrendo tempi di percorso ridotti tra il dipartimento francese della Savoia e il Piemonte, due regioni frontaliere particolarmente attrattive.

Per quanto l'opera sia suddivisa in tre sezioni, di cui due nazionali, il nostro studio prende in esame unicamente la parte comune italo-francese, detta "sezione internazionale" tra Saint-Jean de Maurienne e l'interconnessione con la linea storica di Bussoleno.

La sezione presa in esame avrà una lunghezza totale di circa 60 chilometri e sarà costituita dalle seguenti opere principali:

- I collegamenti alla linea storica di Saint Jean de Maurienne,
- Il tunnel di base di 57,517 km,
- La stazione internazionale di Susa,
- L'interconnessione con la linea storica a Bussoleno tramite una galleria lunga 2 km.

1.2 Oggetto

La presente nota costituisce l'analisi funzionale del sistema di ventilazione sanitaria e di estrazione fumi del tunnel di base del collegamento ferroviario Torino-Lione.

1.3 Documenti di riferimento

I documenti di riferimento del presente studio sono elencati nel documento « PD2_C2B_1420_40-01-00_10-04_Nota metodologica ventilazione ».

Sono completati dalle seguenti note:

- PD2_C1_0012_45-03-00_10-01_Attrezzature e impianti di sicurezza nelle gallerie e nelle discenderie ind.B
- PD2_C2B_1440_40-01-26_10-01 – Studio degli scenari di estrazione dei fumi del tunnel di base
- PD2_C2B_1441_40-01-26_10-02 – Studio della ventilazione sanitaria del tunnel di base
- PD2_C2B_1421_40-01-00_10-05 – Studio della ventilazione e dell'estrazione dei fumi delle discenderie
- PD2_C2B_0013_40-01-00_10-01 – Studio della ventilazione delle aree di sicurezza
- PD2_C2B_1422_40-01-00_10-04 – Analisi funzionale della ventilazione delle discenderie
- PD2_C2B_1447_40-01-26_30-01 – Schema della ventilazione del tunnel di base
- PD2_C2B_1462_40-01-41_20-01 – Schema della ventilazione di San Martin la Porte
- PD2_C2B_1472_40-01-43_20-01 – Schema della ventilazione di La Praz
- PD2_C2B_1472_40-01-45_20-01 – Schema della ventilazione di Modane e Avrieux
- PD2_C2B_1472_40-01-48_20-01 – Schema della ventilazione di Clarea e Maddalena
- PD2_C2B_1445_40-01-26_10-06 – Studio acustico
- PD2_C2B_1446_40-01-26_10-07 – Studio di robustezza

1.4 Definizioni

Per assicurare le diverse funzionalità del sistema di ventilazione, i collegamenti tra i condotti e le canne ferroviarie, tra i condotti e l'aria esterna o tra i condotti e le discenderie devono potere essere otturati tramite dei dispositivi comandabili a distanza.

In funzione della loro tecnologia, questi dispositivi saranno chiamati di seguito serranda (sportello scorrevole), registri (paratoia) o valvole (tipo a farfalla).

Tuttavia, per alcuni collegamenti di dimensioni maggiori, per realizzare la funzione di otturazione occorrono diverse serrande (o registri,...).

Tutti questi meccanismi che servono ad espletare detta funzione saranno chiamati "serrande".

2. Descrizione dei sistemi

2.1 Sistema «ventilazione sanitaria»

Per il tunnel di base, la ventilazione sanitaria è assicurata dagli stessi impianti utilizzati per l'estrazione dei fumi (ventilatori reversibili).

2.2 Sistema «estrazione fumi»

L'impianto di ventilazione-estrazione fumi del tunnel di base comprende quattro centrali di ventilazione situate in superficie. Queste centrali sono collegate al tunnel attraverso dei condotti che percorrono le discenderie o attraverso dei pozzi di ventilazione.

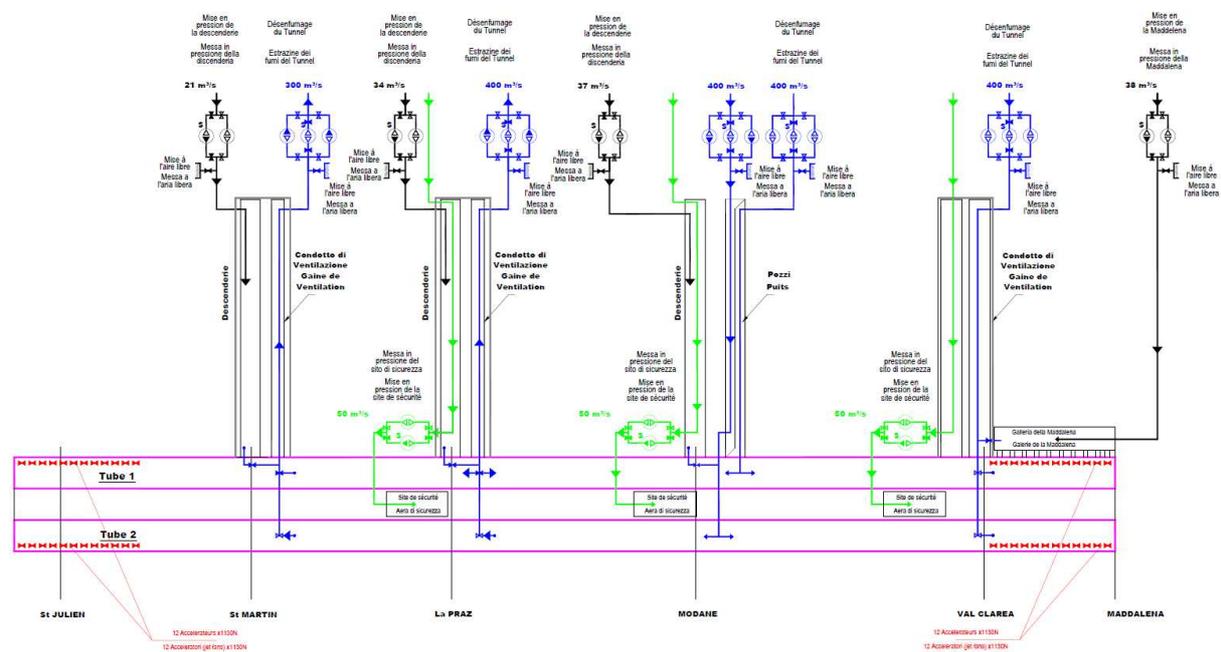


Figura 1 – Schema della ventilazione del tunnel

2.2.1 Discenderia di St. Martin

La discenderia di Saint-Martin è dotata di una centrale di ventilazione all'imbocco costituita da tre ventilatori reversibili (2 + 1 di soccorso), collegati a un condotto (che funziona in flusso semplice, mandata o estrazione fumi a seconda delle esigenze).

Il condotto si sdoppia a fondo discenderia e si collega a ciascun tubo ferroviario per mezzo di una serranda motorizzata.

Per assicurare l'estrazione dei fumi della discenderia è inoltre collegato all'area di circolazione stradale della discenderia per mezzo di una serranda motorizzata.

2.2.2 Discenderia di La Praz

Come la discenderia di St. Martin, la discenderia di La Praz è dotata di una centrale di ventilazione all'imbocco, costituita da tre ventilatori reversibili (2 + 1 di soccorso) collegati a un condotto (che funziona in flusso semplice, mandata o estrazione fumi a seconda delle esigenze).

I collegamenti tra i condotti del pozzo ed il tunnel si effettuano mediante serrande motorizzate:

- a destra della sala di accoglienza, un collegamento con delle serrande distribuite su un'area di 400 m;
- sul resto della stazione, un collegamento con delle serrande distribuite su un'area di 350 m;
- un gruppo di 3 serrande ad ogni estremità della stazione.

Per assicurare l'estrazione dei fumi della discenderia il condotto è inoltre collegato all'area di circolazione stradale della discenderia per mezzo di una serranda motorizzata.

2.2.3 Pozzo di Avrieux

Il pozzo di Avrieux è dotato, all'imbocco, di due centrali aventi ciascuna tre ventilatori reversibili (2 + 1 di soccorso), collegati a 2 condotti nel pozzo. Ogni condotto si sdoppia a fondo pozzo e si collega al binario di corsa di una canna ferroviaria e al binario di precedenza dell'altro tubo. Un condotto è anche collegato al fondo della discenderia per assicurare l'estrazione fumi.

Ogni condotto del pozzo è alimentato in modo autonomo. Con questa configurazione è quindi possibile mandare aria in un binario di precedenza ed estrarre i fumi dal binario di corsa di una stessa canna simultaneamente.

I collegamenti tra i condotti del pozzo e il tunnel si effettuano mediante serrande motorizzate:

- un punto di collegamento sui binari di precedenza;
- a destra della sala di accoglienza, un collegamento con delle serrande distribuite su un'area di 400 m;
- sul resto della stazione, un collegamento con delle serrande distribuite su un'area di 350 m;
- un gruppo di 3 serrande ad ogni estremità della stazione.

Analyse fonctionnelle des équipements de ventilation du tunnel de base /
 Analisi funzionale degli impianti di ventilazione del tunnel di base

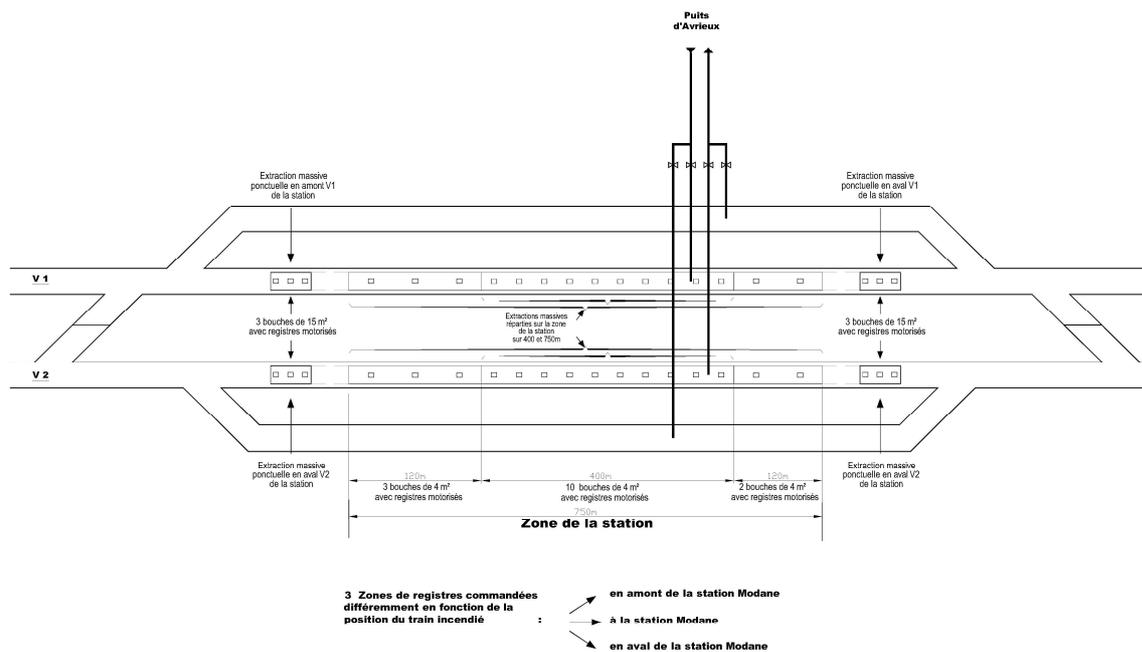


Figura 2 – Schema della ventilazione di Avrieux

2.2.4 Pozzo della Val Clarea

Il pozzo della Val Clarea è dotato di una centrale di ventilazione all’imbocco munita degli impianti necessari per assicurare la ventilazione del tunnel. Si tratta di tre ventilatori reversibili (2 + 1 di soccorso), collegati al pozzo (funzionanti in flusso semplice, in mandata o in estrazione a seconda delle esigenze).

I collegamenti tra i condotti del pozzo e il tunnel si effettuano mediante serrande motorizzate:

- a destra della sala di accoglienza, un collegamento con delle serrande distribuite su un’area di 400 m;
- sul resto della stazione, un collegamento con delle serrande distribuite su un’area di 350 m;
- un gruppo di 3 serrande ad ogni estremità della stazione.

Il pozzo di ventilazione è anche collegato all’estremità della galleria di accesso stradale della Maddalena per mezzo di una serranda motorizzata in modo da assicurare l’estrazione dei fumi della galleria.

2.2.5 Impianti all’imbocco del tunnel

Vengono attivati degli acceleratori per:

- la messa in pressione del tubo sano (senza fumi) in caso di incendio in alcuni scenari di incendio,
- l’anti-ricircolo dei fumi agli imbocchi in altri scenari d’incendio.

2.3 Rami di collegamento

Le due canne ferroviarie sono collegati per mezzo di rami posti a una distanza di circa 333 m gli uni dagli altri e lunghi da 30 a 40 m.

A ciascuna estremità, questi rami comprendono:

- Una porta tagliafuoco comandabile dalla GTC

- Due ventilatori di messa in pressione muniti di una valvola tagliafuoco
- Una griglia di decompressione munita di valvola tagliafuoco.

2.4 Sistema comfort timpanico

Per migliorare la dispersione delle onde di pressione generate dal traffico ferroviario, all'imbocco di ogni condotto di ventilazione è predisposta un'apertura verso l'aria aperta. Tale apertura permette di collegare le canne ferroviarie con l'esterno. È munita di una serranda motorizzata.

2.5 Struttura generale del comando controllo della ventilazione e sua integrazione nel sistema di gestione tecnica centralizzata

Gli impianti di ventilazione sono controllati su più livelli:

- Controllo locale
- Controllo mediante gli automatismi locali
- Controllo mediante gli automatismi federatori
- Controllo globale dalla GTC.

2.5.1 I comandi locali

Si tratta del controllo elettromeccanico degli impianti che viene attuato senza gli automatismi «locali» (logica cablata).

Ad esempio:

- L'arresto di emergenza dell'impianto
- L'interruzione dell'alimentazione attraverso lo spegnimento generale dell'impianto o di tutto il sistema
- Il fermo per manutenzione meccanica
- I segnali di accensione (spie sulla parte frontale).

2.5.2 Gli automatismi locali o gli automatismi di «ventilazione»

Si tratta degli automatismi che consentono il comando-controllo locale degli impianti.

Distinguiamo:

- Gli automatismi «ventilatori»
- Gli automatismi «acceleratori»
- Gli automatismi «serrande»
- Gli automatismi «rami».

Tali automatismi intervengono nella gestione locale degli impianti, nonché nella gestione della coerenza di funzionamento dei ventilatori che funzionano in coppia (sia in parallelo, che nel modo normale + soccorso).

In particolare, assicurano:

- La regolazione ed il controllo delle portate dei ventilatori
- La sicurezza di funzionamento (accoppiamento ventilatore-registro di isolamento, rilevamento vibrazioni, ecc.)
- La gestione delle precedenze di attivazione dei ventilatori in funzione del numero di ore di funzionamento
- Lo scaglionamento delle attivazioni dei motori delle serrande
- La gestione delle indisponibilità ed il passaggio in modo soccorso

Sono situati il più vicino possibile agli impianti da essi controllati (nelle centrali di ventilazione, le caverne sotterranee ed i rami).

2.5.3 Gli automatismi federatori

La gestione funzionale degli impianti di ventilazione per l'insieme del tunnel (il tunnel ferroviario, le discenderie, le stazioni di intervento e di sicurezza, le unità di ventilazione) è assicurata da ogni automatismo federatore di «ventilazione».

Il ruolo di tali automatismi è garantire la configurazione del sistema di ventilazione (apertura delle valvole, attivazione dei ventilatori) in funzione delle istruzioni (i.e. scenari di estrazione dei fumi) trasmesse dalla GTC.

Di conseguenza, gli algoritmi propri di ciascun regime di esercizio sono inseriti negli automatismi federatori «ventilazione».

In particolare, assicurano:

- La trascrizione delle istruzioni (scenari) ricevute dalla GTC in istruzioni di funzionamento (apertura/chiusura delle valvole, senso di rotazione e portata dei ventilatori)
- L'implementazione locale degli scenari
- La comunicazione con la GTC per il trasferimento delle informazioni

Sono situati in ogni centrale di ventilazione, nonché nei locali tecnici sotterranei (rami R1 e caverne a fondo discenderia).

Questi automatismi saranno ridonati.

2.5.4 La Gestione Tecnica Centralizzata

La GTC garantisce, per mezzo dei propri automatismi, la coerenza del funzionamento globale dei diversi sistemi del tunnel.

Per il sistema «impianti di ventilazione», la GTC gestisce la scelta dei regimi di esercizio nonché il passaggio e la scelta dei modi automatico/manuale.

Assicura il trasferimento delle informazioni o dei comandi da un sistema ad un altro, nonché la memoria dei dati e la storia del sistema di ventilazione.

2.5.5 Collegamenti

Gli automatismi federatori sono collegati tra di essi, nonché alla GTC, attraverso la Rete Multi Servizi.

Gli automatismi locali sono collegati al federatore più vicino attraverso una rete di campo (connessione via filo).

3. Regimi di esercizio

3.1 Generalità

Esistono tre regimi di esercizio:

- Regime «comfort timpanico»
- Regime «ventilazione sanitaria»
- Regime «estrazione fumi»

Il regime «comfort timpanico» è un dispositivo puramente statico degli impianti di ventilazione durante il regolare esercizio ferroviario.

Il regime «ventilazione sanitaria» è il regime di esercizio in fase di manutenzione e lavori nel tunnel.

Il regime «estrazione fumi» è attivato da un operatore o automaticamente dalla GTC alla conferma di un incendio.

È prioritario rispetto ai regimi di comfort timpanico e di ventilazione sanitaria, nonché rispetto al regime di estrazione fumi delle discenderie (vedi nota «PD2_C2B_1422_40-01-00_10-04 - Analisi funzionale della ventilazione delle discenderie»).

Gli impianti del sistema di ventilazione sono pilotati in diversi modi:

- in modo «automatico», secondo dei programmi di ventilazione basati su algoritmi (definiti di seguito), il che corrisponde al modo nominale di esercizio
- in modo «manuale remoto» da un operatore situato presso il PCC, oppure a partire da uno degli automatismi federatori
- in modo «manuale locale» a partire da un automatismo locale.

3.2 Regime «comfort timpanico»

Durante i periodi di esercizio ferroviario, i condotti di ventilazione delle discenderie di La Praz e della Val Clarea sono collegati all'aria aperta per il tubo Francia → Italia.

Per il tubo Italia → Francia, sono collegati all'aria aperta i condotti del pozzo di Avrieux e della discenderia di Saint-Martin.

3.3 Regime «ventilazione sanitaria»

3.3.1 Scelta degli scenari del regime «ventilazione sanitaria»

Questo regime è comandato in modo manuale remoto.

Viene utilizzato in caso di sospensione del traffico ferroviario, per le esigenze di ventilazione degli addetti ai lavori (manutenzione, lavori, ecc.) nel tunnel.

La scelta degli impianti da utilizzare viene fatta secondo:

- La posizione dei cantieri nel tunnel
- Il numero di persone presenti
- Il numero, la potenza ed il tipo di motore (termico o elettrico) dei treni e degli apparecchi utilizzati.

Ad esclusione dei periodi di interruzione, il traffico ferroviario induce, per effetto pistone, velocità di aria sufficienti ad assicurare la ventilazione sanitaria.

3.3.2 Scenari per la ventilazione sanitaria

In situazione di interruzione del traffico ferroviario nel tunnel di base:

- Le serrande di sbocco verso l'aria esterna sono chiuse, per le centrali di ventilazione utilizzate
- Le serrande dei punti di collegamento delle centrali di ventilazione alle canne ferroviarie, per le centrali di ventilazione utilizzate, sono aperte
- Uno o più ventilatori reversibili vengono attivati secondo la portata richiesta.

3.4 Regime «estrazione fumi»

3.4.1 Scelta degli scenari del regime «estrazione fumi»

Quando si ha conferma di un incendio in galleria, in funzione degli elementi seguenti viene implementato l'apposito scenario «estrazione fumi»:

- Tipo di treno;
- Ubicazione del treno incendiato nel tunnel;
- Ubicazione dell'incendio sul treno (motrice di testa, di coda, o motrice intermedia), per i treni passeggeri;
- Valore della contropressione agli imbocchi.

3.4.2 Scenari per l'estrazione fumi

Per gli scenari di estrazione fumi, riferirsi alle note:

- PD2_C2B_1440_40-01-26_10-01 – Studio degli scenari di estrazione dei fumi del tunnel di base
- PD2_C2B_1421_40-01-00_10-05 – Studio della ventilazione e dell'estrazione dei fumi delle discenderie
- PD2_C2B_0013_40-01-00_10-01 – Studio della ventilazione delle aree di sicurezza

4. Modi di funzionamento

4.1 Generalità

Esistono tre modi funzionamento: nominale, soccorso e degradato.

Sono definiti come segue:

- Modo nominale: gli impianti che partecipano alle funzionalità sono tutti operativi e disponibili.
- Modo soccorso: il funzionamento «nominale» dell'esercizio è garantito, nonostante l'anomalia di un impianto. Tuttavia, un secondo difetto può comportare il passaggio nel modo di esercizio «degradato».
- Modo degradato: il funzionamento è «degradato» quando la funzionalità non è più garantita, e bisogna ricorrere ad una soluzione di ripiego.

4.2 Modo nominale

Nel modo di funzionamento «nominale», gli impianti che partecipano alle funzionalità sono tutti operativi e disponibili.

Il funzionamento «nominale» è descritto nel paragrafo «Regimi di esercizio».

4.2.1 Principi di funzionamento in modo automatico e manuale remoto

I modi di esercizio «automatico» e «manuale remoto» rispondono ai requisiti di funzionamento seguenti:

- il numero massimo di attivazioni e cambio di regime dei ventilatori è fissato a 6 all'ora.
- l'attivazione di un ventilatore di mandata o di estrazione (dopo l'apertura del registro di isolamento) si effettuerà dopo l'apertura di almeno il 50% delle serrande scorrevoli di estrazione dei fumi (o registri) della serranda corrispondente.

- l'arresto del ventilatore di mandata (e la chiusura del rispettivo registro di isolamento) precederà la chiusura delle serrande.

La gestione del funzionamento delle unità di due ventilatori in parallelo avverrà come segue:

- verrà effettuata una scelta delle priorità: uno dei due ventilatori sarà prioritario, l'altro sarà non prioritario. Un'inversione delle priorità verrà effettuata automaticamente dopo un certo numero di ore di funzionamento.
- Il regime minimo di funzionamento di un ventilatore sarà del 30 % in velocità di rotazione.

L'attivazione di un ventilatore verrà effettuata secondo la seguente sequenza:

- apertura delle n serrande (o registri) corrispondente al regime di ventilazione o di estrazione fumi prescelto,
- apertura del registro di isolamento del ventilatore se almeno il 50% delle serrande sono aperte,
- avvio del ventilatore,
- raggiungimento della portata richiesta.

Un ventilatore verrà considerato in stato di fermo e isolato se si verificano le seguenti condizioni:

- contattore aperto,
- registro d'isolamento chiuso.

Per garantire l'obiettivo di controllo delle portate, il pilotaggio dei ventilatori e dei convertitori di frequenza (per i ventilatori principali reversibili) abbinati sarà effettuato «ad anello aperto» secondo i seguenti principi.

Una legge lineare portata/frequenza verrà introdotta in ogni automatismo locale ventilatore. Questa legge portata/frequenza servirà a controllare il ventilatore.

Per ogni ventilatore, sarà determinata una legge «potenza assorbita/frequenza». Servirà a controllare l'assenza di scostamenti dalla legge portata/frequenza.

Queste due leggi saranno aggiustate al momento dei collaudi di messa in servizio. Saranno introdotte nelle API locali proprie a ciascun ventilatore.

Dal punto di vista della GTC, il ventilatore ed il relativo registro, nonché l'insieme degli elementi che costituiscono una serranda, verranno considerati un'unica entità per i comandi remoti.

4.2.2 Principio di funzionamento in modo «locale»

Il modo «locale» si applica ai ventilatori e relativi registri di isolamento o agli otturatori. È prioritario sui modi «automatico» e «manuale remoto».

Quando si passa dal modo di esercizio «automatico» o «manuale remoto» al modo di esercizio «locale», l'impianto resta nello stato in cui si trova e l'operatore controlla il suo funzionamento a partire dall'automatismo locale in questione.

In questo modo, la GTC non può più trasmettere istruzioni all'automatismo locale, ma continua a ricevere le informazioni da esso trasmesse.

Esempio: Sequenza di attivazione di un ventilatore

- Posizione del commutatore di selezione in posizione «locale» sul corrispondente automatismo.
- Richiesta di apertura del registro mediante il pulsante situato sulla parte frontale.

- Se il registro è aperto, attivazione del ventilatore mediante impulso sul pulsante «on» dell'avviamento o del variatore di velocità (per i ventilatori principali reversibili).
- Scelta del regime di velocità del ventilatore sulla console digitale del variatore di velocità (per i ventilatori principali reversibili).

Tutti i quadri comandi sono dotati di una specifica spia che resta accesa fin quando l'operatore non passa i comandi alla GTC (spia modo «locale»).

Quando si passa dal modo di esercizio «locale» al modo di esercizio «manuale remoto» o «automatico», i ventilatori saranno fermati automaticamente (registri chiusi) poi si rimetteranno in moto in funzione delle istruzioni elaborate sia automaticamente che manualmente.

4.3 Modo soccorso

In questo modo di funzionamento, il funzionamento «nominale» del sistema è assicurato. Tuttavia, una seconda anomalia può comportare il passaggio nel modo di esercizio «degradato».

4.3.1 Comfort timpanico

Se alcune serrande di estrazione fumi (o registri) non possono aprirsi, il collegamento della canna ferroviaria con l'aria aperta è comunque garantito, ma il circuito ha una resistenza aeraulica superiore.

Se si apre un numero sufficiente di serrande, la funzione continuerà ad essere assicurata nei limiti delle pressioni ammissibili nel tunnel. Nel caso contrario, subentrerà il modo degradato, che determinerà pressioni superiori ai criteri prefissati.

4.3.2 Ventilazione sanitaria

Le condizioni che richiedono il funzionamento nel modo soccorso si verificano nei seguenti casi:

- ventilatore reversibile non funzionante,
- elementi di una serranda non funzionanti.

4.3.2.1 Ventilatore reversibile non funzionante

La funzione ventilazione viene garantita, per il tunnel ferroviario di base, da tre ventilatori di cui 1 è di soccorso. In caso di mancato funzionamento di un ventilatore reversibile, interviene il ventilatore di soccorso.

Allo stesso modo, l'indisponibilità di una centrale di ventilazione completa può essere eventualmente ovviata attraverso l'uso della centrale successiva, nella misura in cui quest'ultima sia in grado di soddisfare i requisiti di velocità di aria richiesti nel tunnel.

I guasti possono avere diverse cause.

Impianto	Tipo di guasto
Ventilatore	Non funzionamento Elettrico: <ul style="list-style-type: none"> • Difetto protezione • Difetto motore Difetto di isolamento (protezione termica) Vibrazione Riscaldamento soglia Registro non aperto Portata non raggiunta
Quadro di protezione/regolazione	Manca tensione Difetto variatore
Registro d'isolamento	Mancata apertura <ul style="list-style-type: none"> • Perdita di alimentazione • Difetto motore Blocco meccanico Mancato ritorno informazione posizione <ul style="list-style-type: none"> • Finecorsa scollegato o guasto • Registro bloccato tra apertura e chiusura
Sensori di controllo associati	Assenza di segnali: <ul style="list-style-type: none"> • Scollegati o fuori servizio
Automatismo pilotaggio	Mancato funzionamento: <ul style="list-style-type: none"> • Difetto scheda I/O • Difetto CPU

Tabella 1 – Tipologia dei guasti dei ventilatori

4.3.2.2 Elemento di una serranda non funzionante

L'impossibilità di aprire uno degli elementi di una serranda non impedisce di assicurare lo svolgimento delle sequenze di ventilazione.

La serranda sarà più resistente e le portate di ventilazione (mandata o estrazione fumi) nell'opera saranno di conseguenza ridotte.

Anche l'impossibilità di chiudere uno degli elementi di una serranda può determinare una perdita che ridurrà le portate di ventilazione (mandata o estrazione fumi) nell'opera.

Tali diminuzioni di portata, se compromettono l'efficacia del regime di funzionamento prescelto, possono essere compensate dall'aumento del regime dei ventilatori utilizzati (se possibile) o dall'uso di un'altra centrale di ventilazione.

Come per i ventilatori, i guasti possono avere cause diverse.

Impianto	Tipo di guasto
Serranda (n elementi)	Mancato ritorno di informazione posizione: Finecorsa scollegato o guasto Elemento bloccato tra apertura e chiusura
	Elemento bloccato aperto o bloccato chiuso: Difetto motore Blocco meccanico Perdita di alimentazione serranda Perdita di alimentazione scatola valvole Difetto scatola protezione comando

Tabella 2 – Tipologia dei guasti delle serrande

4.3.3 Estrazione fumi

Le condizioni che richiedono il funzionamento nel modo soccorso si verificano nei seguenti casi:

- ventilatore reversibile non funzionante,
- acceleratore non funzionante,
- elemento di una serranda non funzionante,
- valvola tagliafuoco di un ramo non funzionante,
- ventilatore di un ramo non funzionante,
- porta di un ramo non funzionante.

4.3.3.1 Ventilatore reversibile non funzionante

La funzione estrazione fumi è garantita, per il tunnel ferroviario di base, da tre ventilatori (2 + 1 di soccorso). In caso di mancato funzionamento di un ventilatore reversibile, interviene il ventilatore di soccorso.

4.3.3.2 Acceleratore non funzionante

La funzione ventilazione è garantita, per il tunnel di base, da un numero di acceleratori che prendono in considerazione l'indisponibilità per manutenzione o guasto. Nel caso un acceleratore non dovesse funzionare, esso viene sostituito da un altro acceleratore (in aggiunta rispetto al numero di acceleratori necessari) immediatamente a monte o a valle degli acceleratori interessati nello scenario in questione.

I guasti possono avere diverse cause e sono simili a quelli di un ventilatore.

4.3.3.3 Elemento di una serranda non funzionante

L'impossibilità di aprire uno degli elementi di una serranda non impedisce di assicurare lo svolgimento delle sequenze di ventilazione.

La serranda sarà più resistente e le portate di ventilazione (mandata o estrazione fumi) nell'opera saranno di conseguenza ridotte.

Anche l'impossibilità di chiudere uno degli elementi di una serranda può determinare una perdita che ridurrà le portate di ventilazione (mandata o estrazione fumi) nell'opera.

Tali diminuzioni di portata, se compromettono l'efficacia dello scenario prescelto, possono essere compensate dall'aumento del regime dei ventilatori utilizzati o dall'uso di un'altra centrale di ventilazione (se possibile).

4.3.3.4 Valvola tagliafuoco di un ramo non funzionante

L'impossibilità di chiudere la valvola tagliafuoco di un ramo lato tubo incendiato determina il rischio di propagazione dei fumi nel ramo in questione.

Il sistema di messa in pressione locale (ventilatore lato tubo sano) resta attivo e permette di creare una corrente d'aria attraverso la valvola rimasta aperta. I fumi non possono dunque propagarsi nel ramo e la protezione dello stesso è quindi garantita.

I guasti possono avere cause diverse e sono simili a quelli di una serranda.

4.3.3.5 Ventilatore di un ramo non funzionante

La funzione di messa in sovrappressione dei rami intertubo è garantita, con due ventilatori (1+1 di soccorso). In caso di mancato funzionamento di un ventilatore reversibile, interviene il ventilatore di soccorso.

I guasti possono essere determinati dal ventilatore stesso o dalla valvola tagliafuoco abbinata (mancata apertura).

4.3.3.6 Porta di un ramo non funzionante

Se il comando di una porta a partire dalla GTC non funziona (difetto di collegamento, difetto I/O locale, ...), la porta può essere manovrata mediante comando locale.

Se la manovra motorizzata risulta impossibile (difetto di alimentazione, difetto meccanico, ecc.), è possibile sboccarla e manovrarla manualmente.

4.4 *Modo degradato*

Il funzionamento in modo degradato interviene quando la funzionalità non è più garantita, e bisogna ricorrere ad una soluzione di ripiego.

4.4.1 Comfort timpanico

Se un numero eccessivo di elementi di una serranda non può aprirsi, il collegamento tra la canna ferroviaria e l'aria aperta non è soddisfacente.

Il rischio di pressioni nel tunnel più elevate rispetto ai criteri definiti potrà essere evitato solo attuando specifiche misure per l'esercizio (rallentamenti...).

4.4.2 Ventilazione sanitaria

Nel caso di indisponibilità completa o parziale di una o più centrali di ventilazione (difetto alimentazione, guasto ventilatori, guasto serrande, ...), e nella misura in cui le unità restanti

non sono in grado di creare le condizioni di velocità dell'aria richieste nel tunnel, la funzione di ventilazione sanitaria non è più garantita.

In tal caso, potranno essere attuate specifiche misure per l'esercizio (riduzione del numero di operatori nel tunnel, ...).

4.4.3 Estrazione fumi

I modi degradati in estrazione fumi sono classificati e descritti come segue:

4.4.3.1 Centrale di ventilazione non funzionante

Nel caso di indisponibilità completa o parziale di una o più centrali di ventilazione (difetto alimentazione, guasto ventilatori, guasto otturatori, ...), e nella misura in cui le centrali restanti non siano in grado di creare le condizioni di velocità dell'aria richieste nel tunnel, la funzione di estrazione fumi non è più garantita.

4.4.3.2 Diversi acceleratori non funzionanti

La funzione ventilazione è garantita, per il tunnel ferroviario di base, da un numero di acceleratori che prendono in considerazione una riserva per manutenzione o guasto.

Nel caso del mancato funzionamento di un numero di acceleratori superiore a questa riserva, la messa in pressione del tubo sano o l'anti-ricircolo dei fumi agli imbocchi non possono essere più assicurati in modo soddisfacente.

4.4.3.3 Impianti di ventilazione di un ramo non funzionanti

Se l'insieme degli impianti di ventilazione di un ramo non è disponibile (ventilatore e valvole), c'è rischio di propagazione di fumi a partire dal tubo incendiato.

4.4.3.4 Porta di un ramo non funzionante

In caso di blocco meccanico completo di una porta di un ramo (manovra manuale impossibile), quest'ultimo è bloccato ed occorre utilizzare il ramo successivo.