

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

EQUIPEMENTS – IMPIANTI

VENTILATION – VENTILAZIONE GENERALITES – GENERALE GENERALITES – ELABORATI GENERALI

ETUDE DE LA VENTILATION DES SITES DE SECURITE STUDIO DELLA VENTILAZIONE DELLE AREE DI SICUREZZA

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié 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	0	0	1	3	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	00	10	01												

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



ECHELLE / SCALA
-



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
2. RICHIAMO DEI DATI INIZIALI.....	6
2.1 Ubicazione	6
2.2 Caratteristiche principali delle aree di sicurezza	6
2.3 Caratteristiche geometriche delle aree di sicurezza.....	6
2.4 Caratteristiche del condotto di aspirazione dell'aria	7
2.5 Dati aeraulici e termici.....	7
2.5.1 Coefficienti di perdita di carico	7
2.5.2 Caratteristiche termofisiche delle pareti	8
2.5.3 Parametri ambientali	8
3. PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE DELLE AREE DI SICUREZZA	8
3.1 Ventilazione sanitaria	9
3.2 Ventilazione di messa in sovrappressione in caso di incendio.....	9
4. DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI.....	10
4.1 Ventilazione sanitaria delle aree di sicurezza.....	10
4.1.1 Obiettivi	10
4.1.2 Dati di dimensionamento	10
4.2 Ventilazione di messa in sovrappressione delle aree di sicurezza.....	11
4.2.1 Obiettivi	11
4.2.2 Dati di dimensionamento	11
4.2.2.1 Portata d'aria che assicura l'apporto minimo d'aria per ogni persona presente nella sala di accoglienza	11
4.2.2.2 Portata d'aria che assicura l'apporto minimo d'aria 2500 m ³ /h per 50 m ² di superficie al suolo	12
4.2.2.3 Portata d'aria che assicura la velocità minima attraverso le porte aperte .	12
4.3 Dimensionamento dell'impianto	13
5. CONCLUSIONE	13

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Principio di ventilazione dell'area di Clarea	9
---	---

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Localizzazione delle aree di sicurezza	6
Tabella 2 – Caratteristiche geometriche delle aree di sicurezza	7

Tabella 3 – Caratteristiche geometriche dei condotti di aria pura.....	7
Tabella 4 – Caratteristiche termofisiche delle pareti.....	8
Tabella 5 – Volumi delle aree di sicurezza	10
Tabella 6 – Apporto minimo di aria per 1200 persone.....	12
Tabella 7 – Superficie al suolo della sala di accoglienza	12
Tabella 8 – Sezione d'aria totale attraverso le porte dei rami	13

RESUME/RIASSUNTO

Le tunnel de base est équipé de 3 sites de sécurité :

- Site de sécurité de La Praz
- Site de sécurité de Modane
- Site de sécurité de Clarea

Les sites de sécurité représentent un lieu privilégié pour l'arrêt d'un train incidenté.

Ils ont comme but de favoriser une évacuation efficace des usagers, ainsi que de permettre l'accès des services de secours.

Les sites de sécurité sont protégés par la mise en surpression des volumes à travers un système propre de ventilation.

Il tunnel di base è dotato di 3 aree di sicurezza:

- Area di sicurezza di La Praz
- Area di sicurezza di Modane
- Area di sicurezza di Clarea

Le aree di sicurezza rappresentano un luogo privilegiato per l'arresto di un treno incidentato.

Esse hanno lo scopo di favorire l'evacuazione rapida e la messa al sicuro delle persone nonché di permettere l'accesso dei soccorsi.

Tutte le aree di sicurezza saranno protette tramite la messa in sovrappressione delle aree attraverso un sistema proprio di ventilazione.

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 lo studio della ventilazione e messa in sovrappressione delle aree di sicurezza del collegamento ferroviario Torino-Lione.

Si tratta di una nota di dimensionamento degli impianti di ventilazione (ventilatori, valvole, condotti, ecc.) necessari per assicurare la ventilazione sanitaria e la sovrappressione delle opere.

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 note e dai disegni seguenti:

- PD2_C1_0011_45-01-00_10-01_ Apparecchiature e impianti di sicurezza nelle aree di sicurezza ind.A
- PD2_C2B_0014_40-01-00_10-02 – Analisi funzionale degli impianti delle aree di sicurezza
- PD2_C2B_0014_40-01-00_10-02 – Studio tecnologia degli impianti delle aree di sicurezza
- PD2_C2B_1470_40-01-42_30-01 – lay-out degli impianti di ventilazione nell'aria di sicurezza di La Praz
- PD2_C2B_1470_40-01-44_30-01 – lay degli impianti di ventilazione nell'area di sicurezza di Modane
- PD2_C2B_1470_40-01-46_30-01 – lay degli impianti di ventilazione nell'area di sicurezza di Clarea
- PD2_C2B_1472_40-01-43_20-01 – Schema della ventilazione di La Praz
- PD2_C2B_1492_40-01-45_20-01 – Schema della ventilazione di Modane e Avrieux
- PD2_C2B_1522_40-01-48_20-01 – Schema della ventilazione di Clarea e Maddalena

2. Richiamo dei dati iniziali

2.1 Ubicazione

Le tre aree di sicurezza sono localizzate come indicato sotto:

Aree di sicurezza	Ubicazione a partire dall'imbocco ovest
Area di La Praz	tra 16,3 km e 17,2 km
Area di Modane	tra 27,9 km e 28,8 km
Area di Clarea	tra 43,7 km e 44,6 km

Tabella 1 – Localizzazione delle aree di sicurezza

2.2 Caratteristiche principali delle aree di sicurezza

Le tre aree di sicurezza hanno le seguenti caratteristiche comuni:

- l'interdistanza tra i rami di evacuazione (collegamenti tunnel - sala di accoglienza) è di 50 metri (8 per ciascun tubo),
- l'accesso dei soccorsi alle aree di sicurezza si effettua tramite le discenderie o la galleria,
- le porte dei rami (collegamenti tunnel-rami) sono larghe 1,4 m,
- la galleria intertubo e la sala di accoglienza sono considerate un unico volume,
- la galleria intertubo e la sala di accoglienza sono ventilate dall'esterno, attraverso un sistema proprio di ventilazione,
- il sistema di ventilazione delle aree di sicurezza deve garantire la messa in sovrappressione degli spazi rispetto al tubo incidentato ed impedire la penetrazione dei fumi in suddetti spazi.

2.3 Caratteristiche geometriche delle aree di sicurezza

Sulla seguente tabella sono sintetizzate le dimensioni delle aree di sicurezza:

	Accesso	Numero	Sezione aria	Perimetro	Lunghezza	Volume
Rami di evacuazione	Porta 1,4 m x 2,2 m	16	10,7 m ²	12 m	30 m	321 m ³ 5136 m ³ Totale
Rami di accesso delle squadre di soccorso	Porta 1,4 m x 2,2 m	4	10,7 m ²	12 m	30 m	321 m ³ 1284 m ³ Totale
Rami di accesso per veicoli bimodali	Porta 3,5 m x 3,5 m	4	63 m ³	30,5 m	30 m	1764 m ³ 7056 m ³ Totale
Sala di accoglienza			29,2 m ³	25 m	400 m	11680 m ³
Galleria intertubo			45,5 m ²	27,3 m	750 m	34125 m ²

Tabella 2 – Caratteristiche geometriche delle aree di sicurezza

2.4 Caratteristiche del condotto di aspirazione dell'aria

Le aree di sicurezza sono ventilate tramite apporto di aria dall'esterno.

Sulla seguente tabella sono riassunte le caratteristiche dei condotti di aria fresca:

Area di sicurezza	Ubicazione della griglia di aspirazione	Condotto	Caratteristiche del condotto		
			Sezione aria	Perimetro	Lunghezza
La Praz	Centrale di ventilazione di La Praz	Discenderia di La Praz	6,9 m ²	11,5 m	2556 m
Modane	Centrale di ventilazione di Modane	Discenderia di Modane	12 m ²	18 m	4049 m
Clarea	Centrale di ventilazione di Clarea	Pozzo della Val Clarea	13 m ²	16 m	4522 m

Tabella 3 – Caratteristiche geometriche dei condotti di aria pura

2.5 Dati aerulici e termici

2.5.1 Coefficienti di perdita di carico

Il coefficiente di perdita di carico sarà considerato pari a:

- 0,015 per la parete dei condotti e del pozzo,
- 0,020 per la parete delle discenderie e delle gallerie,
- 0,025 per la parete dei tunnel ferroviari.

2.5.2 Caratteristiche termofisiche delle pareti

Le caratteristiche termofisiche delle pareti delle opere saranno assimilate a quelle del calcestruzzo standard. Le corrispondenti grandezze figurano nella seguente tabella.

Densità [kg/m ³]	Conduttività termica [W/(m.K)]	Capacità termica per unità di massa [J/(kg.K)]
2400	1,60	920

Tabella 4 – Caratteristiche termofisiche delle pareti

2.5.3 Parametri ambientali

I parametri ambientali considerati sono:

- Temperatura media esterna all'imbocco lato Francia: +7,3 °C
- Temperatura media esterna all'imbocco lato Italia: + 12,2 °C
- Temperatura media della parete della discenderia di La Praz: 15 °C
- Temperatura media della parete della discenderia di Modane: 17 °C
- Temperatura media della parete del pozzo della Val Clarea: 28,5 °C

Le temperature delle pareti sono le medie tra la temperatura esterna e la temperatura della roccia a livello del tunnel.

3. Principio di funzionamento del sistema di ventilazione delle aree di sicurezza

Per le aree di sicurezza sono predisposti due tipi di ventilazione:

- Ventilazione sanitaria (rinnovo dei volumi di aria) nel corso del normale esercizio.
- Ventilazione di messa in sovrappressione (nel caso in cui un treno incendiato si arresti nell'area di sicurezza).

Il principio adottato consiste nella presa di aria pura attraverso delle griglie situate in superficie in corrispondenza delle centrali e nell'immissione di tale aria nei volumi dell'area di sicurezza attraverso dei ventilatori assiali situati nella caverna tecnica.

Nelle aree di sicurezza, l'aria viene soffiata in un condotto che percorre il soffitto della galleria intertubo (per le aree di La Praz e Modane) o il piedritto (per l'area di Clarea); delle bocche di soffiaggio distribuiscono l'aria lungo l'intera area. Il trasferimento dell'aria tra lo spazio superiore della galleria intertubo e la sala di accoglienza è assicurato a livello delle scale che mettono in comunicazione i due spazi e/o attraverso dei varchi aggiuntivi.

La decompressione dell'aria verso il tunnel è assicurata tramite valvole con registro di regolazione installate nei rami di evacuazione e di accesso dei soccorsi sotto le porte.

L'immagine seguente mostra, a titolo indicativo, il principio di ventilazione per l'area di sicurezza di Clarea (vedi piano PD2_C2B_1522_40-01-48_20-01_VENTILAZIONE schema Clarea_0 per tutti gli altri scenari tipo). Per le aree di Modane e La Praz viene adottato un principio analogo.

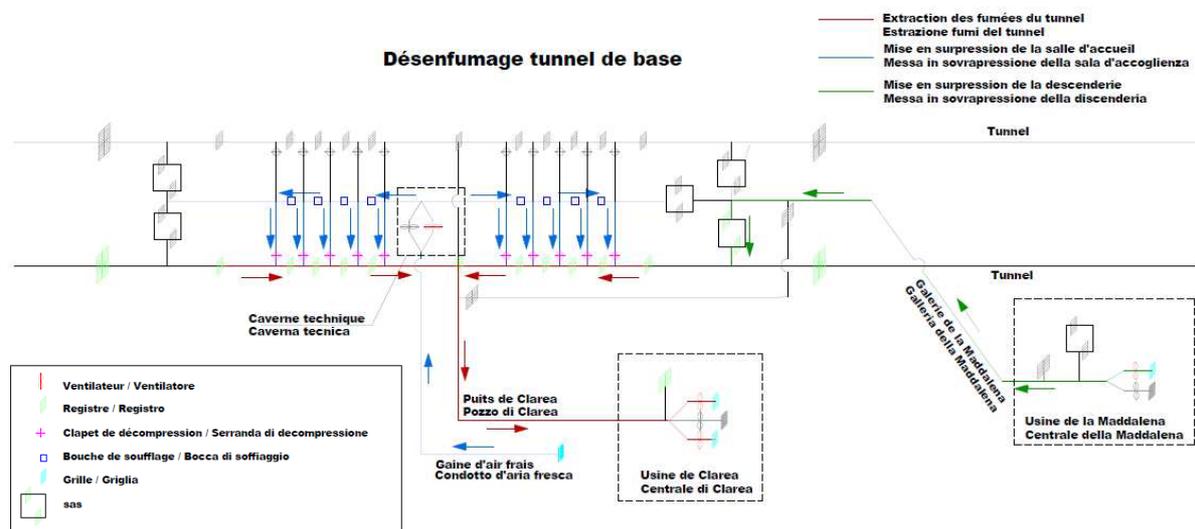


Figura 1 – Principio di ventilazione dell'area di Clarea

3.1 Ventilazione sanitaria

Nel regime di ventilazione sanitaria, l'aria immessa nell'area attraverso i ventilatori viene decompressa in uno dei due tunnel ferroviari attraverso delle valvole di decompressione poste nei rami di evacuazione e di accesso dei soccorsi.

La depressione legata all'estrazione dei fumi nella canna incidentata permette di garantire la buona circolazione del flusso d'aria.

3.2 Ventilazione di messa in sovrappressione in caso di incendio

In caso di incendio, le valvole dal lato della canna non incidentata sono chiuse. La decompressione avviene esclusivamente in corrispondenza delle valvole verso la canna incidentata.

Questa soluzione permette di proteggere dai fumi i volumi dell'area di sicurezza e limitare in tal modo le perturbazioni che potrebbero incidere sull'equilibrio aeraulico tra le aree sicure e la canna incendiata.

4. Dimensionamento degli impianti

4.1 Ventilazione sanitaria delle aree di sicurezza

4.1.1 Obiettivi

Durante il normale esercizio dell'opera, l'area di sicurezza beneficerà di una ventilazione sanitaria. Tale ventilazione dovrà assicurare il mantenimento permanente di una qualità dell'aria compatibile con l'esercizio dell'opera.

Il criterio adottato consiste nell'assicurare un tasso di rinnovo dell'aria minimo pari a 3 vol/h.

4.1.2 Dati di dimensionamento

Per garantire un rinnovo dell'aria di 3 volumi all'ora, occorre fornire una portata Q (in m^3/s) pari a:

$$Q = \frac{\text{Volume totale area} \times 3}{3600}$$

Il volume totale delle aree di sicurezza è uguale alla somma dei volumi seguenti:

	Numero	Volume unitario	Volume totale
Rami di evacuazione	16	321 m^3	5136 m^3
Rami di accesso delle squadre di soccorso	4	321 m^3	1284 m^3
Rami di accesso per veicoli bimodali	4	1764 m^3	7056 m^3
Sala di accoglienza	1	11680 m^3	11680 m^3
Galleria intertubo	1	34125 m^3	34125 m^3
Volume totale dell'area di sicurezza			59281 m^3

Tabella 5 – Volumi delle aree di sicurezza

Il rinnovo d'aria minimo per la ventilazione sanitaria dell'area di sicurezza sarà:

$$Q = \frac{59281 \times 3}{3600} = 49,4 m^3 / s$$

4.2 Ventilazione di messa in sovrappressione delle aree di sicurezza

4.2.1 Obiettivi

Le aree sicure:

- la sala di accoglienza dei passeggeri,
- i rami di comunicazione con il tunnel,
- le vie di accesso per i soccorsi,

devono essere mantenute libere da fumi qualunque siano le condizioni di ventilazione in galleria.

L'obiettivo viene raggiunto come segue:

- isolando suddette aree dal tunnel tramite delle porte stagne e resistenti al fuoco,
- garantendo la messa in sovrappressione di suddette aree tramite l'apporto di aria pura aspirata all'esterno del tunnel.

I criteri di performance da rispettare sono:

- apporto d'aria minimo da assicurare per ogni persona presente nella sala di accoglienza in caso di evacuazione (i.e. circa 1200 persone) (ai sensi del codice del lavoro francese [articolo R 4222-6]),
- apporto d'aria per garantire una portata minima di 2500 m³/h per 50 m² di superficie al suolo (conformemente all'istruzione tecnica relativa alle disposizioni di sicurezza nelle nuove gallerie stradali [Francia 25 agosto 2000]),
- velocità attraverso le porte aperte dei rami verso il tunnel durante l'evacuazione di un treno passeggeri e qualunque sia il numero delle porte aperte verso la canna incidentata:
 - Minima: 1,0 m/s
 - Valore medio: 1,5 m/s
 - Massima: 2,0 m/s(L'obiettivo di questo limite di velocità è quello di evitare eccessive turbolenze nel tunnel che potrebbero creare una destratificazione dei fumi).
- velocità di aria massima lungo la via di fuga (o di accesso dei soccorsi), ad esempio attraverso una porta aperta: 12 m/s
- sovrappressione delle aree sicure: circa 80 Pa rispetto al tunnel quando tutte le porte sono chiuse.

4.2.2 Dati di dimensionamento

4.2.2.1 Portata d'aria che assicura l'apporto minimo d'aria per ogni persona presente nella sala di accoglienza

L'obiettivo prefissato è garantire la portata d'aria minima per garantire l'apporto di aria pura a 1200 persone riunite nella sala di accoglienza.

Il Codice del lavoro francese [articolo R 4222-6] indica le seguenti portate minime di aria quando l'aerazione è assicurata mediante ventilazione meccanica:

Designazione dei locali	Portata minima di aria pura per occupante [m ³ /h]	Portata per 1200 persone [m ³ /s]
Uffici, locali senza lavoro fisico	25	8,33
Locali di ristorazione, vendita o riunione	30	10
Laboratori e locali con lavoro fisico leggero	45	15
Altri laboratori e locali	60	20

Tabella 6 – Apporto minimo di aria per 1200 persone

La portata massima dell'aria necessaria per 1200 persone sarebbe quindi pari a 20 m³/s

4.2.2.2 Portata d'aria che assicura l'apporto minimo d'aria 2500 m³/h per 50 m² di superficie al suolo

L'istruzione tecnica relativa alle disposizioni di sicurezza nelle nuove gallerie stradale (Francia 25 agosto 2000) indica una portata minima di 2500 m³/h per 50 m² di superficie allo scopo di mantenere la qualità dell'aria nei rifugi.

La superficie al suolo della sala di accoglienza è calcolato come segue:

	Dimensioni	Superficie al suolo
Sala di accoglienza	Larghezza 8,7 m Lunghezza 400 m	3480 m ²

Tabella 7 – Superficie al suolo della sala di accoglienza

La portata minima che assicura un rinnovo dell'aria pari a 2500 m³/h per 50 m² di superficie al suolo sarà pertanto:

$$Q = \frac{2500}{3600} \cdot \frac{3480}{50} = 48,3 \text{ m}^3 / \text{s}$$

4.2.2.3 Portata d'aria che assicura la velocità minima attraverso le porte aperte

Il criterio da verificare è la velocità dell'aria attraverso le porte aperte nel caso in cui:

- tutte le porte dei rami lato canna incidentata siano aperte,
- le due porte di accesso delle squadre di soccorso siano aperte.

	Numero	Dimensioni delle porte	Superficie libera
Rami di evacuazione	8	1,4 x 2,2 m	3,08 m ² 24,64 m ² Totale
Rami di accesso delle squadre di soccorso	2	1,4 x 2,2 m	3,08 m ² 6,16 m ² Totale
Superficie dell'aria totale			32,8 m³

Tabella 8 – Sezione d'aria totale attraverso le porte dei rami

Considerato un valore medio attraverso la porta aperta di 1,5 m/s, si ottiene una portata Q pari a:

$$Q = \text{Superficie aria totale} \times 1,5 = 49,2 \text{ m}^3 / \text{s}$$

4.3 Dimensionamento dell'impianto

La portata necessaria alla ventilazione sanitaria per garantire un rinnovo orario di 3 vol/h e la portata da garantire in caso di incendio sono dello stesso ordine di grandezza.

Verrà optato per un impianto in grado di fornire una portata complessiva di 50 m³/s.

L'impianto di ventilazione sanitaria e di messa in sovrappressione delle aree di sicurezza comporterà:

- 2 ventilatori assiali (1 + 1 ridondante) e accessori,
- un sistema di insonorizzazione mediante silenziatori a setti paralleli (fonoassorbenti),
- il condotto di distribuzione lungo la galleria intertubo,
- le pale di regolazione sulle bocche di mandata,
- le valvole di decompressione la cui perdita di carico sarà di 80 Pa per la portata nominale di ventilazione in situazione incendio, le valvole di ogni ramo avranno una sezione d'aria di circa 1m².

I ventilatori assiali saranno di tipo reversibile. Utilizzati esclusivamente in mandata durante l'esercizio normale dell'opera o in caso di incendio nel tunnel ferroviario, potranno comunque assumere una funzione "estrazione fumi" nel caso di un incendio nella sala di accoglienza o nella galleria intertubo.

5. Conclusione

Per il dimensionamento della ventilazione delle aree di sicurezza del tunnel di base del collegamento ferroviario Torino-Lione, sono stati studiati i casi di ventilazione sanitaria e di messa in sovrappressione a seguito di un incendio in una delle canne.

Con il regime di ventilazione sanitaria, il rinnovo dell'aria è garantito dalla mandata di aria proveniente dall'esterno. La decompressione è assicurata mediante valvole e registri di regolazione in direzione dei tubi ferroviari.

In situazione di incendio, le valvole dal lato del tubo non incidentato vengono chiuse e la decompressione è garantita esclusivamente dalle valvole situate dal lato del tubo incidentato.

I ventilatori avranno peraltro una funzione “estrazione dei fumi” nel caso di un incendio nella sala di accoglienza.

Gli impianti di ventilazione sono situati in un locale apposito ubicato nelle caverne tecniche.