

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

### U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI E TECNOLOGICI

### PROGETTO DEFINITIVO

## RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

### Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni

Uscite di sicurezza

Impianto Pressurizzazione zone filtro

Relazione tecnica e di calcolo

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RS2S 01 D 17 RO AI050X 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	V. Iannuccilli	29.09.2017	S. Miceli	29.09.2017	P. Carlesimo	29.09.2017	A. Falaschi Gennaio 2018
A	Emissione Esecutiva	V. Iannuccilli <i>V. Iannuccilli</i>	Gennaio 2018	S. Miceli <i>S. Miceli</i>	Gennaio 2018	P. Carlesimo <i>P. Carlesimo</i>	Gennaio 2018	ITAI/FERR S.p.A. U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI E TECNOLOGICI Dist. Ing. ALFREDO FALASCHI Ordine Ingegneri di Vicenza n. 201

RS2S 01 D 17 RO IT050X 001 B

n. Elab.: 2487



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**  
 PROGETTO DEFINITIVO  
 Uscite di sicurezza  
 Impianto Pressurizzazione zone filtro

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	RS2S	01	D 17 RO	AI050X 001	B	2 di 20

## INDICE

<b>1) GENERALITÀ .....</b>	<b>3</b>
1.1) PREMESSA .....	3
1.2) OGGETTO DELL'INTERVENTO.....	3
1.3) CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE .....	3
1.4) NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	4
<b>2) DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI.....</b>	<b>5</b>
2.1) ESTENSIONE DELL'IMPIANTO .....	5
2.2) DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI .....	6
2.3) LOGICHE DI FUNZIONAMENTO.....	8
<i>Funzionamento in emergenza con porte chiuse .....</i>	<i>11</i>
<i>Funzionamento in emergenza con porte aperte.....</i>	<i>12</i>
<b>3) DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI.....</b>	<b>13</b>
3.1) DIMENSIONAMENTO DELLA PORTATA.....	13
3.2) DIMENSIONAMENTO DELLA PREVALENZA.....	15
3.3) LINEE DI DISTRIBUZIONE.....	17
3.4) INTERFACCIAMENTO CON ALTRI SISTEMI .....	18

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Uscite di sicurezza Impianto Pressurizzazione zone filtro					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG. RS2S	LOTTO 01	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA AI050X 001	REV. B

## 1) GENERALITÀ

### 1.1) Premessa

Il presente documento ha per oggetto la descrizione dell'impianto di pressurizzazione a servizio della zona filtro dell'uscita di sicurezza pk 4+695 della galleria Calatabiano e di quella dell'intecconnessione Letojanni della tratta Giampilieri - Fiumefreddo.

L'impianto avrà lo scopo di assicurare, nelle zone filtro, una sovrappressione sufficiente ad impedire l'ingresso dei fumi all'interno in caso di incendio nella galleria ferroviaria, preservando di fatto la via di esodo.

Le macchine, le apparecchiature ed i materiali che costituiscono gli impianti oggetto di questa relazione saranno conformi alle specifiche tecniche che costituiscono il "DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI - IMPIANTI SAFETY".

### 1.2) Oggetto dell'intervento

Le opere oggetto del presente intervento comprendono essenzialmente la realizzazione degli impianti di pressurizzazione a servizio delle zone filtro della galleria Calatabiano ed interconnessione Letojanni.

### 1.3) Criteri generali di progettazione

Le soluzioni proposte, nel rispetto della normativa e legislazione vigente, sono caratterizzate dall'affidabilità e dalla economicità di gestione.

Nelle scelte progettuali sono stati considerati i seguenti fattori :

- semplicità di funzionamento per ottenere una notevole affidabilità del sistema e dei suoi componenti;
- massima standardizzazione dei componenti per avere la garanzia di una futura facile reperibilità sia in caso di modifiche che di sostituzione in fase manutentiva o per invecchiamento;
- frazionabilità di ogni sezione del sistema per ottenere una gestione flessibile, economica e di facile controllo;
- adattabilità degli impianti alle strutture del complesso, soprattutto nell'ottica di garantire una facile accessibilità durante le operazioni di manutenzione e controllo;
- sicurezza degli impianti nei confronti degli utenti e delle condizioni di utilizzo.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Uscite di sicurezza Impianto Pressurizzazione zone filtro					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG. RS2S	LOTTO 01	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA AI050X 001	REV. B

#### 1.4) Normative di riferimento

Si elencano i principali riferimenti normativi per i vari impianti.

##### *Norme tecniche applicabili*

NFPA 92 A	“Standard for smoke-control systems utilizing barriers and pressure differences”;
UL 555 S:2009	“Leakage rated dampers for use in smoke control system”.

##### *Regole tecniche applicabili*

- Direttiva 2006/42/CE (nuova direttiva macchine) del parlamento europeo e del consiglio del 17 maggio 2006 relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE (direttiva macchine).
- Direttiva 2006/95/CE del parlamento europeo e del consiglio del 12 dicembre 2006 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione.
- Decisione della Commissione del 20 dicembre 2007 relativa alla specifica tecnica di interoperabilità concernente la sicurezza nelle gallerie ferroviarie nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale ad alta velocità
- Disposizioni particolari che possano essere impartite eventualmente da altri Enti ed Autorità (VV.F., USL, ISPESL etc.) che, per legge, possono comunque avere ingerenze nei lavori.
- Istruzione dei costruttori per l'installazione delle apparecchiature impiegate.
- altre leggi, decreti, circolari, disposizioni e norme eventualmente non citate, ma comunque, vigenti al momento in cui si effettuerà l'intervento.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Uscite di sicurezza Impianto Pressurizzazione zone filtro					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.
	RS2S	01	D 17 RO	AI050X 001	B	5 di 20

## 2) DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

### 2.1) Estensione dell'impianto

L'impianto pressurizzazione sarà previsto a protezione delle zone filtro dell'uscita di sicurezza pk 4+695 della galleria Calatabiano e di quella dell'interconnessione Letojanni; le restanti uscite di sicurezza della galleria Calatabiano presenteranno un sistema di ventilazione di tipo naturale e pertanto non vi sarà previsto alcun impianto di pressurizzazione meccanica.

Ciascuna uscita di emergenza presenterà una serie di porte che individueranno 3 diverse aree :

- Zona filtro in prossimità della galleria ferroviaria, lato binario, delimitata tra la prima serie di porte (considerando la prima quella che affaccia verso la galleria) e la seconda serie di porte;
- Zona di transizione, al termine della quale è prevista l'installazione di uno sbarramento intermedio.
- Zona di esodo, delimitata tra lo sbarramento intermedio e l'uscita

L'impianto sarà configurato in linea generale con un ventilatore VC che preleverà aria dall'esterno e la immetterà, tramite canalizzazioni, nella zona di transizione e da un successivo ventilatore VF che preleverà aria da tale zona di transizione e la immetterà direttamente nella stessa zona filtro così da pressurizzarla e, pertanto, mantenere una sovrappressione sufficiente ad impedire l'ingresso dei fumi al suo interno.

Al fine di ripristinare la compartimentazione REI delle pareti, inoltre, l'impianto presenterà delle serrande tagliafuoco STV in corrispondenza dei punti di confluenza delle canalizzazioni e le pareti della zona filtro; al fine di garantire, inoltre, che la sovrappressione all'intero della zona filtro non raggiunga valori eccessivi, è prevista l'installazione a parete di una ulteriore serranda con funzione di scarico di sovrappressione (identificati con la sigla STS sugli elaborati progettuali).

L'impianto in oggetto è dimensionato al fine di garantire, in caso di emergenza, la pressurizzazione della zona filtro secondo quanto in precedenza evidenziato; detto impianto, tuttavia, potrà essere eventualmente attivato anche periodicamente al fine di garantire un ricambio d'aria periodico della zona uscita di sicurezza.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Uscite di sicurezza Impianto Pressurizzazione zone filtro					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG. RS2S	LOTTO 01	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA AI050X 001	REV. B

## 2.2)Descrizione degli impianti

Nel caso in oggetto l'impianto sarà costituito principalmente dalle seguenti apparecchiature :

- ✓ quadro di avviamento (“QIM”) dotato di PLC (“UP”) per realizzare la logica di funzionamento locale e di gestione da remoto (l'insieme dei due è identificato sugli elaborati progettuali con la sigla “QIF”);
- ✓ n. 1 elettroventilatore assiale unidirezionali (identificato con la sigla “VC”) che preleva l'aria esterna dallo sbarramento intermedio e la porta fino alla zona di transizione
- ✓ n. 2 elettroventilatori assiali (n.1 per l'uscita interconnessione Letojanni) unidirezionali (identificato con la sigla “VF”) per pressurizzazione delle zone filtro che prelevano l'aria dalla zona di transizione e la immettono nella zona filtro;
- ✓ serrande tagliafuoco di immissione aria (“STV”), dotate di fusibile tarato a 72° C, sul condotto di immissione aria nelle zone filtro in corrispondenza delle pareti REI ;
- ✓ serrande di sovrappressione tagliafuoco (“STS”) di tipo servocomandato con funzione di espulsione dell'aria di sovrappressione dalla zona filtro ed attestata sulla parete opposta alla galleria;
- ✓ griglie di ripresa aria esterna (identificate con la sigla “GR”);
- ✓ bocchette di immissione aria complete di alette regolabili in fase di taratura dell'impianto (identificate con la sigla “BM”);
- ✓ canalizzazioni in lamiera d'acciaio zincato
- ✓ sonde di pressione differenziale tra zona filtro e galleria con affidabilità di tipo industriale e posizionate in prossimità di delle porte che affacciano sulla galleria;
- ✓ serranda di sovrappressione (“SS1”) di tipo meccanico per lo sfogo della sovrappressione tra la zona di transizione e l'imbocco di finestra con funzione di espulsione dell'aria di sovrappressione ed attestata sulla parete all'altezza dello sbarramento intermedio;
- ✓ serranda di sovrappressione (“SS2”) di tipo meccanico per l'ingresso dell'aria nella zona di transizione in caso questa sia in depressione rispetto all'imbocco della finestra, attestata all'altezza dello sbarramento intermedio;



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**  
PROGETTO DEFINITIVO  
Uscite di sicurezza  
Impianto Pressurizzazione zone filtro

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	RS2S	01	D 17 RO	AI050X 001	B	7 di 20

- ✓ comando manuale avvio impianto;
- ✓ comando manuale arresto impianto;
- ✓ porte a battenti a singola anta.

Il ventilatore VC sarà installato sulla volta della galleria dell'uscita di emergenza, preleverà, tramite idonea bocca di captazione sullo sbarramento intermedio e portone grigliato all'ingresso, l'aria di rinnovo dall'imbocco della finestra e la potrà fino al camerone di manovra tramite canalizzazioni realizzate con lamiera rinforzata d'acciaio.

I ventilatori VF saranno installati in prossimità delle zone filtro e funzioneranno a seconda del binario coinvolto nell'incendio, l'aria sarà immessa da griglie di immissione BM, installate in un plenum, posizionato dopo la serranda tagliafuoco di immissione aria.

Al fine di limitare l'effetto camino che si verificherebbe all'apertura delle vie di fuga e quindi di ottimizzare il funzionamento del sistema di ventilazione, soprattutto per le finestre di notevole lunghezza e pendenza, è previsto uno sbarramento dopo la zona di transizione, prima della zona di esodo.

L'attivazione dei ventilatori dell'impianto di pressurizzazione è effettuata dall'operatore della postazione centrale o da comando locale manuale mentre la disattivazione viene eseguita dal personale di soccorso ad emergenza cessata.

La pressione differenziale tra zona filtro e galleria nelle varie situazioni di funzionamento è rilevata da apposite sonde.

Un opportuno dimensionamento dei componenti del sistema ed una idonea logica di gestione dell'impianto, garantiscono il mantenimento delle condizioni volute in qualsiasi situazione.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Uscite di sicurezza Impianto Pressurizzazione zone filtro					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG. RS2S	LOTTO 01	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA AI050X 001	REV. B

### 2.3) Logiche di funzionamento

In condizioni normali i ventilatori saranno spenti.

L'attivazione dell'impianto potrà avvenire sia da comando proveniente dal sistema di controllo remoto (ad esempio in caso di incendio in galleria) che da comando manuale installato all'interno delle finestre; in entrambi i casi il PLC di gestione locale (UP) provvederà ad attivare, per la pressurizzazione delle zone filtro, il ventilatore VC ed il ventilatore VF1 qualora sia coinvolto nell'incendio il binario pari, VF2 qualora sia coinvolto il binario dispari.

In modo contemporaneo all'attivazione del ventilatore, inoltre, tramite comando proveniente dal PLC, la serranda di sovrappressione tagliafuoco STS afferente al binario coinvolto (STS1 in caso di incendio al binario pari e STS2 per il binario dispari) sono chiuse fino a che la differenza di pressione tra zona filtro e galleria è inferiore ai 50 Pa. Al raggiungimento di questa soglia tale serranda si apre e rimane aperta in condizioni di porte chiuse, mentre si chiude in caso di porte aperte.

Le serrande tagliafuoco di immissione aria STV saranno normalmente aperte ed andranno in posizione di chiusura solo in seguito ad eventuale intervento per alta temperatura (superamento dei 72°C del relativo fusibile). Le serrande sono comunque dotate di contatti di fine corsa finalizzati a far sì che, in caso di chiusura, i ventilatori a cui sono accoppiate arrestino il proprio funzionamento.

In caso di malfunzionamento delle serrande sono previsti dei comandi manuali per la loro apertura/chiusura.

Il ventilatore VC in caso di porte dei filtri chiuse elaborerà la portata di stand - by, pari a circa il 30% di quella di progetto a porte aperte, così come i ventilatori VF.

L'aria di pressurizzazione, pertanto, sarà prelevata dalla zona di transizione tramite il ventilatore VF e convogliata tramite le canalizzazioni ed immessa nella zona filtro tramite le bocchette di immissione BM installate dopo le serrande di immissione STV;

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Uscite di sicurezza Impianto Pressurizzazione zone filtro					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG. RS2S	LOTTO 01	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA AI050X 001	REV. B

In condizioni di incendio, quindi, il ventilatore di immissione VC ed i ventilatori di pressurizzazione VF potranno funzionare in regolazione per mezzo del relativo inverter od a pieno carico in modo da garantire le seguenti condizioni di sicurezza per il locale:

- a. sovrappressione di 50 Pa a porta chiusa (la velocità di rotazione del ventilatore attivo verrà controllata in base al valore di set-point impostato (50 Pa) ed al segnale di retroazione proveniente dal trasmettitore di pressione del luogo sicuro) nonché in base allo stato di apertura/chiusura della porta;
- b. velocità dell'aria pari ad almeno 2 m/s in uscita dalle porte che affacciano sulla galleria e su quelle che si affacciano sulla zona di transizione.

La taratura dei punti di funzionamento, essendo i ventilatori dotati di inverter, potrà essere predisposta in fase di installazione, considerando i diversi scenari (porte chiuse, 2 porte aperte, 4 porte aperte ed ulteriori scenari intermedi)

In caso di incendio, pertanto, si avrà la seguente logica di funzionamento :

- ✓ segnalazione di incendio da centro di controllo con individuazione del binario incidentato;
- ✓ chiusura delle serrande di sovrappressione STS;
- ✓ analisi segnale apertura/chiusura serrande;
- ✓ analisi stato/guasto ventilatori VC VF1 VF2;
- ✓ avvio del ventilatore di immissione VC
- ✓ analisi continua nel tempo dei segnali di pressione differenziale;
- ✓ avvio del ventilatore di pressurizzazione VF, secondo una modalità di accelerazione impostata sulla condizione di funzionamento più gravosa, ossia tale da garantire, in caso di apertura delle porte, dopo un prefissato tempo di transizione, una portata che consenta una velocità dell'aria in uscita dalle porte pari almeno a 2 m/s (massima velocità di rotazione del ventilatore);
- ✓ immissione, tramite bocchette dotate di alette regolabili, dell'aria nelle zone da pressurizzare lato incidentato



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**  
PROGETTO DEFINITIVO  
Uscite di sicurezza  
Impianto Pressurizzazione zone filtro

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	RS2S	01	D 17 RO	AI050X 001	B	10 di 20

- ✓ apertura della serranda di sovrappressione tagliafuoco STS, lato canna incidentata, dopo il raggiungimento di una differenza di pressione tra zona filtro e galleria superiore ai 50 Pa ;
- ✓ Modulazione della serranda di sovrappressione tagliafuoco STS nelle posizioni di apertura o chiusura a seconda della chiusura o apertura delle porte

A questo punto, la regolazione dell'impianto deriverà dall'analisi continuativa dello stato di apertura/chiusura porte della zona filtro e del segnale retroattivo di pressione differenziale; il valore di set-point della sovrappressione sarà preimpostato su 50 Pa; i segnali di sovrappressioni proverranno da sonde di pressione differenziali ridondate installate in prossimità delle porte che affacciano in galleria.

La regolazione della sovrappressione all'interno della zona filtro sarà affidata alle serrande di sovrappressione tagliafuoco STS nella zona filtro ed alla velocità di rotazione dei ventilatori (alla massima velocità in caso di apertura porte).

Al fine comunque di evitare ambienti caratterizzati per ampi periodi da condizioni termoigrometriche interne atte alla formazione di muffe o comunque di ambienti insalubri, sarà possibile impostare, tramite il sistema di supervisione, cicli temporali prestabiliti di funzionamento dei ventilatori (sia del tipo VC, che del tipo VF).

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Uscite di sicurezza Impianto Pressurizzazione zone filtro					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG. RS2S	LOTTO 01	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA AI050X 001	REV. B

Funzionamento in emergenza con porte chiuse

In caso di funzionamento a porte chiuse il ventilatore VC all'avvio seguirà la preimpostata modalità di accelerazione basata sul 30% della portata (portata di standby). I ventilatori VF all'avvio seguiranno la preimpostata modalità di accelerazione basata sul 30% della portata (portata di standby) o sulle condizioni più gravose ossia tale da garantire, in caso di apertura delle porte, dopo un prefissato tempo di transizione, una portata che consenta una velocità dell'aria in uscita dalle porte pari almeno a 2 m/s (massima velocità di rotazione del ventilatore).

La rampa di accelerazione del ventilatore terminerà non appena le sonde di pressione rileveranno una sovrappressione tra zona filtro e galleria pari al preimpostato set-point di 50 Pa; avendo inoltre impostato la modalità di accelerazione sulla condizione di funzionamento più gravosa (numero di giri massimo del ventilatore), la sovrappressione di 50 Pa sarà raggiunta ad una velocità di rotazione inferiore alla massima velocità nominale. Pertanto La serranda di sovrappressione tagliafuoco STS andrà in apertura raggiunti i 50 Pa. Raggiunto il set point di 50 Pa di pressione differenziale l'apertura/ chiusura della serranda STS dipenderà dall'apertura/chiusura delle porte: in caso di porte aperte la serranda commuterà in posizione di chiusura, il contrario in caso di porte chiuse.

La velocità di rotazione del ventilatore VF varierà in modo inversamente proporzionale alla pressione differenziale : una sovrappressione inferiore a 50 Pa comporterà un aumento della velocità di rotazione, il contrario una sovrappressione superiore a 50 Pa.

Il funzionamento dei ventilatori VC e VF comunque dipenderà anche dallo stato di apertura chiusura delle porte secondo quanto illustrato in precedenza nonché in seguito nella presente relazione. Il tempo di risposta in secondi del sistema (in particolare dei ventilatori VC e VF e della serranda di sovrappressione STS) sarà preimpostato e regolabile in fase di taratura dell'impianto su valori opportunamente determinati in modo da gestire transitori senza eccessive pendolazioni del regime di funzionamento.

Tale logica di funzionamento si riscontra nei momenti immediatamente successivi alla segnalazione di incendio e prima che i passeggeri arrivino nelle zone filtro.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Uscite di sicurezza Impianto Pressurizzazione zone filtro					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG. RS2S	LOTTO 01	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA AI050X 001	REV. B

*Funzionamento in emergenza con porte aperte*

L'apertura delle porte comporterà una diminuzione della sovrappressione all'interno del filtro. Avendo però impostato la modalità di accelerazione sulla condizione di funzionamento più gravosa (massima velocità di rotazione del ventilatore) ed essendo le porte aperte, il ventilatore terminerà la sua fase di accelerazione solo quando verrà raggiunta la sua massima velocità di rotazione; le serrande di sovrappressione tagliafuoco STS resteranno nella loro posizione di chiusura.

Il funzionamento dei ventilatori è tuttavia influenzato dal numero di porte aperte contemporaneamente dal momento che il ventilatore potrà raggiungere la sua massima velocità di rotazione solo in caso di apertura di più di due porte; in caso contrario (apertura di un numero di porte inferiore a tre) il ventilatore modulerà in una posizione intermedia, regolabile in fase di taratura dell'impianto.

La logica di funzionamento descritta si riscontra nel momento in cui i passeggeri sono arrivati nella zona filtro di finestra e/o da questa siano passati nella zona transizione ed è rappresentativa anche del caso in cui l'azionamento dell'impianto sia del tipo manuale.

In tutte le logiche di funzionamento sopra descritte l'impianto continuerà a funzionare finché non arriverà un comando d'arresto, che potrà avvenire da remoto oppure da comando manuale azionabile esclusivamente da personale autorizzato e posto all'interno di un quadretto opportunamente protetto.

L'impianto dovrà essere tarato in modo tale da garantire, in tutte le logiche di funzionamento, tempi di risposta tali da evitare eccessive pendolazioni del regime di funzionamento.

Le impostazioni di funzionamento in precedenza riportate rappresentano delle logiche di gestione locale dell'impianto.

Il quadro di comando e controllo dei ventilatori, tuttavia, sarà predisposto per accettare i comandi remoti e tutte le segnalazioni di allarme, per adattarsi a logiche funzionali flessibili, da gestire da remoto e da stabilire in fase successiva. Per il collegamento con il sistema di supervisione dovranno essere utilizzate apposite interfacce e linguaggi di comunicazione basati su protocolli standard non proprietari (Mod Bus RTU, Ethernet).

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Uscite di sicurezza Impianto Pressurizzazione zone filtro					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG. RS2S	LOTTO 01	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA AI050X 001	REV. B

Tutti i componenti dell'impianto di pressurizzazione installati in galleria in corrispondenza delle finestre dovranno avere opportune caratteristiche meccaniche per poter resistere alle sovrappressioni indotte dal passaggio dei treni ( $\pm 5,5$  kPa, numero di cicli dipendente dal traffico ferroviario della Tratta) per una durata di 20 anni.

### 3) DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Gli impianti sono stati dimensionato per garantire, in condizioni di emergenza, una velocità d'aria in uscita dalle porte affaccianti in galleria pari a 2 m/s.

#### 3.1) Dimensionamento della portata

L'impianto di immissione aria è stato dimensionato per garantire, in condizioni di emergenza, ossia con tutte le porte aperte, una velocità d'aria in uscita dalle porte pari ad almeno  $V_{min}=2$  m/s, per evitare che i fumi invadano la zona filtro.

Per il calcolo del ventilatore VF è stato considerato un flusso d'aria pari a 2,5 m/s (con un coefficiente di sicurezza pari ad 1,25 rispetto alla  $V_{min}$ ) attraverso tutte le porte del filtro.

Il ventilatore VC viene dimensionato per garantire che vi sia un apporto di aria pari a quella che fluisce attraverso le porte lato galleria (2 porte) vista la presenza del terzo sbarramento. Tale sbarramento, infatti, permette di considerare la zona di transizione come un sistema che ha come unico sbocco la galleria attraverso le due porte del filtro. Per il calcolo della portata di VC si considera un coefficiente maggiorativo pari al 20% per tener conto della variabilità delle condizioni di pressione tra zona di filtro, zona di transizione e galleria.

Ne deriva pertanto che:

#### Ventilatore VF

$$Q = S \cdot v = 4 \cdot (1,1 \cdot 2,1) \cdot (1,25 \cdot 2) \cong 24 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### Ventilatore VC

$$Q = 1,2 \cdot S \cdot v = 1,2 \cdot 2 \cdot (1,1 \cdot 2,1) \cdot (1,25 \cdot 2) \cong 14 \text{ m}^3/\text{s}$$



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**  
PROGETTO DEFINITIVO  
Uscite di sicurezza  
Impianto Pressurizzazione zone filtro

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	RS2S	01	D 17 RO	AI050X 001	B	14 di 20

dove :

$Q [m^3/s]$  = Portata d'aria da immettere tramite i ventilatori

$S[m^2]$  = Sezione totale di espulsione aria = Sezione totale delle porte

$v[m/s]$  = Velocità di attraversamento delle porte da parte dell'aria

Si ottiene dunque che, per garantire i parametri di sicurezza desiderati, i ventilatori VF dovranno garantire una portata d'aria di pressurizzazione pari a  $24 m^3/s$  ed i ventilatori VC una portata pari a  $14 m^3/s$ .

Si consideri che il passaggio di aria attraverso le porte avviene su una superficie, pari a 1,1m x 2,1m, ossia 2,3 m<sup>2</sup>, superiore alla superficie minima netta di passaggio, pari a 0,9m x 2m.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Uscite di sicurezza Impianto Pressurizzazione zone filtro					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG. RS2S	LOTTO 01	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA AI050X 001	REV. B

### 3.2) Dimensionamento della prevalenza

Le prevalenze necessarie sono state determinate sulla base delle perdite di carico distribuite delle canalizzazioni e di quelle concentrate di serrande, griglie, bocchette e raccordi.

Le perdite di carico distribuite sono state calcolate a partire dall'equazione di Darcy-Weisbach :

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

dove :

$h_f$  [Pa] = Perdite di carico dovute all'attrito = Perdite di carico distribuite

$f$  = Coefficiente adimensionale, chiamato coefficiente d'attrito di Darcy, il quale può essere ricavato dall'equazione di Colebrook o, più semplicemente, dall'abaco di Moody, a partire però dal numero di Reynolds (Re) e dalla scabrezza relativa ( $\frac{\varepsilon}{D_{equiv.}}$ ), tipici del trinomio fluido, condotta, portata volumetrica in questione

$L$  [m] = Lunghezza della condotta

$D$  [m] = Diametro idraulico della condotta, dato genericamente da  $4S/P$ , dove a sua volta  $S$  è la sezione della condotta e  $P$  il perimetro

$v$  [ $m/s$ ] = Velocità media del fluido, data dal rapporto tra portata volumetrica del fluido e sezione della condotta

$g = 9,81 \text{ } m/s^2$  = accelerazione di gravità

Per calcolare le perdite di carico concentrate, invece, si è applicato, direttamente derivato dall'equazione di Bernoulli, il concetto di proporzionalità all'energia cinetica nel punto, il che si traduce nella seguente formula :

$$h_c = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2g}$$

dove :

$h_c$  [Pa] = Perdita di carico concentrata dell'elemento considerato



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**  
 PROGETTO DEFINITIVO  
 Uscite di sicurezza  
 Impianto Pressurizzazione zone filtro

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	RS2S	01	D 17 RO	AI050X 001	B	16 di 20

$\rho \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$  = Densità del fluido alla temperatura in considerazione

$\xi$  = Coefficiente adimensionale tipico dell'elemento in questione e/o della sua interconnessione con le parti adiacenti dell'impianto

$v \left[ \frac{m}{s} \right]$  = Velocità media del fluido, data dal rapporto tra portata volumetrica del fluido e sezione della condotta

$g = 9,81 \frac{m}{s} =$  accelerazione di gravità

Premesso quanto sopra, sono state determinate le perdite di carico, denominate statiche in quanto rappresentano tutte le perdite statiche e dinamiche dell'impianto, ad eccezione delle perdite dinamiche dello stesso ventilatore (considerato di diametro pari a 1250 mm per il VC e 1600 mm per il VF).

#### Riepilogo perdite di carico ventilatore VC

Tratto interessato	Lunghezza/numero componenti	Perdita di carico
Imbocco	1	45 Pa
Canalizzazioni	200 m – 272 m	45 Pa
Curve e cambi di sezione	7	133 Pa
Griglia di immissione	1	68 Pa
<b>Totale con maggiorazione 20%</b>	<b>350 Pa (uscita pk 4+695) – 400 Pa (uscita interconnessione Letojanni)</b>	

#### Riepilogo perdite di carico ventilatore VF

Tratto interessato	Lunghezza/numero componenti	Perdita di carico
Curve e cambi di sezione	5	96 Pa
Canalizzazioni	7 m	15 Pa
Serranda TF	1	70 Pa
Bocchetta più sfavorita	1	27 Pa
<b>Totale con maggiorazione 20%</b>	<b>250 Pa</b>	

#### Riepilogo caratteristiche ventilatori

Ventilatore	Portata (m3/s)	Pressione statica (Pa)	Potenza (kW)	Diametro (mm)
VC	14	350-400	11	1250
VF1	24	250	18,5	1600
VF2	24	250	18,5	1600

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Uscite di sicurezza Impianto Pressurizzazione zone filtro					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG. RS2S	LOTTO 01	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA AI050X 001	REV. B

### 3.3) Linee di distribuzione

I vari componenti dell'impianto pressurizzazione saranno alimentati dal quadro di alimentazione e controllo QIF, il quale a sua volta riceverà due alimentazioni separate dal quadro di bassa tensione locale.

Il quadro QIF verrà installato all'interno degli spazi tecnici della zona filtro di finestra.

La distribuzione dell'impianto di pressurizzazione sarà eseguita con i seguenti sistemi:

- ✓ I collegamenti terminali all'interno della finestra saranno eseguiti con cavi passanti all'interno di tubazioni in pvc pesante con grado di protezione IP55 o all'interno di canalette in acciaio; saranno previste adeguate cassette di smistamento e/o derivazione ai singoli terminali.

In particolare le distribuzioni comprenderanno le seguenti tipologie di collegamento:

- ✓ rete di segnale costituita da cavo UTP 4 coppie installata all'interno della canalina in acciaio utilizzata per gli impianti a bassa tensione;
- ✓ rete di alimentazione ad alta tensione 230V-400V con cavi a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi (LSOH) del tipo FG16OM16, installata in canalina in acciaio dedicata ed opportunamente distanziata dalla canalina usata per gli impianti a bassa tensione.

In corrispondenza di tutti i punti in cui le condutture attraversano pareti o solai di locali compartimentati al fuoco, saranno installati setti tagliafuoco di tipo certificato atti a ripristinare la resistenza prescritta per il compartimento.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Uscite di sicurezza Impianto Pressurizzazione zone filtro					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG. RS2S	LOTTO 01	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA AI050X 001	REV. B

### 3.4) Interfacciamento con altri sistemi

Tutti i sottosistemi dovranno essere in grado di interfacciarsi tra loro in modo da individuare, nel più breve tempo possibile, gli stati e gli allarmi provenienti dal campo e che saranno visualizzati nel posto di supervisione di riferimento. In questo modo sarà possibile valutare da remoto l'entità dei dati provenienti dal campo e ottimizzare di conseguenza gli interventi di manutenzione in loco.

Per il collegamento con il sistema di supervisione le singole centrali dovranno essere dotate di apposite interfacce e linguaggi di comunicazione basati su protocolli standard non proprietari (Mod Bus RTU, Ethernet).

Per il controllo dell'impianto di pressurizzazione è prevista una unità periferica di controllo UP, installata all'interno del quadro elettrico di alimentazione e controllo QIF a servizio dell'impianto stesso.

L'unità periferica UP sarà collegata con il sistema di supervisione.

Il dimensionamento e la consistenza del sistema risultano dalle descrizioni delle funzioni di controllo e dai disegni di progetto.

L'attivazione in emergenza dell'impianto di pressurizzazione potrà avvenire in modo diretto o indiretto. L'attivazione diretta sarà effettuata direttamente a livello locale, dal comando di attivazione locale; l'attivazione indiretta sarà invece effettuata passando attraverso il sistema di supervisione.

Anche la disattivazione dell'impianto di pressurizzazione potrà avvenire in modo diretto o indiretto.

Le attivazioni degli impianti, sia dirette che indirette, saranno indipendenti e paritarie l'una rispetto all'altra.

L'unità periferica di controllo locale dell'impianto di pressurizzazione, installata all'interno di ogni quadro, invece, sarà in grado di acquisire i seguenti segnali e ritrasmetterli al sistema di supervisione centrale in protocollo non proprietario Modbus Ethernet, su rete Ethernet:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**  
PROGETTO DEFINITIVO  
Uscite di sicurezza  
Impianto Pressurizzazione zone filtro

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	RS2S	01	D 17 RO	AI050X 001	B	19 di 20

Da ogni inverter

- ✓ Stato di ventilatore in moto
- ✓ Guasto inverter
- ✓ Frequenza
- ✓ Assorbimento

Inoltre:

- ✓ Il controllo di tutti i pulsanti selettori del quadro
- ✓ Allarmi per mancato avviamento
- ✓ Allarmi di superamento ore di funzionamento
- ✓ Segnalazione posizione serrande di regolazione e sovrappressione servocomandate
- ✓ Comando serrande
- ✓ Segnale da trasmettitore di pressione differenziale
- ✓ Segnale da comando manuale di avvio
- ✓ Segnale funzionamento diretto quadro elettrico
- ✓ Segnale locale/remoto quadro elettrico
- ✓ Scambio bypass rete/inverter al quadro elettrico
- ✓ Segnali allarme incendio in galleria
- ✓ Segnale da comando di arresto manuale



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**  
 PROGETTO DEFINITIVO  
 Uscite di sicurezza  
 Impianto Pressurizzazione zone filtro

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	RS2S	01	D 17 RO	AI050X 001	B	20 di 20

QIF	DIGITALI		ANALOGICI	
	INGRESSI	USCITE	INGRESSI	USCITE
<b>ELENCO PUNTI</b>				
VENTILATORE VC	2	1	2	1
VENTILATORE VF1	2	1	2	1
VENTILATORE VF2	2	1	2	1
AL QIM		1		
DAL QIM	2			
SONDA A PRESSIONE DIFFERENZIALE 1	1			
SONDA B PRESSIONE DIFFERENZIALE 1	1			
SONDA A PRESSIONE DIFFERENZIALE 2	1			
SONDA B PRESSIONE DIFFERENZIALE 2	1			
COMANDO MANUALE AVVIO IMPIANTO LATO PARI	1			
COMANDO MANUALE ARRESTO IMPIANTO LATO PARI	1			
COMANDO MANUALE AVVIO IMPIANTO LATO DISPARI	1			
COMANDO MANUALE ARRESTO IMPIANTO LATO DISPARI	1			
ALLARME INCENDIO CANNA PARI 1	1			
ALLARME INCENDIO CANNA DISPARI 2	1			
SERRANDA TAGLIAFUOCO DI SOVRAPPRESSIONE STS 1	2	1		
SERRANDA TAGLIAFUOCO DI SOVRAPPRESSIONE STS 2	2	1		
SERRANDA TAGLIAFUOCO DI IMMISSIONE STV1			2	
SERRANDA TAGLIAFUOCO DI IMMISSIONE STV2			2	
<b>TOTALE DEL QIF</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>3</b>

L'unità periferica di controllo verrà comunque equipaggiata per interfacciare i seguenti punti:

n°32 ingressi digitali

n° 16 uscite digitali

n° 16 ingressi analogici

n° 8 uscite analogiche