



**INDICE**

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>2</b>
1.1	DESCRIZIONE GENERALE.....	2
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI .....</b>	<b>3</b>
2.1	L'IMPIANTO DI VENTILAZIONE DEI BY PASS .....	3
2.2	L'IMPIANTO ELETTRICO DEI BY-PASS.....	4
<b>3</b>	<b>OPERE CIVILI .....</b>	<b>5</b>
3.1	INTERVENTI SUI BY-PASS.....	5
<b>4</b>	<b>IMPIANTI MECCANICI ACCESSORI.....</b>	<b>6</b>
4.1	IMPIANTO CONDIZIONAMENTO EDIFICI SERVIZI.....	6
<b>5</b>	<b>RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO DI VENTILAZIONE DELLE VIE DI FUGA.....</b>	<b>7</b>
5.1	DESCRIZIONE GENERALE.....	7
5.2	ESIGENZE .....	7
5.3	IMPIANTO DI VENTILAZIONE .....	9
5.4	DIMENSIONAMENTO.....	11
5.4.1	Dimensionamento ventilatori:.....	13
5.4.2	Componenti .....	14
5.4.3	Modalità e limiti di funzionamento.....	14

## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione ha come oggetto la descrizione degli impianti a servizio della galleria Francofonte nel nuovo tratto stradale denominato "ITINERARIO RAGUSA-CATANIA: AMMODERNAMENTO A 4 CORSIE DELLA S.S. 514 "DI CHIARAMONTE" E DELLA S.S. 194 RAGUSANA DALLO SVINCOLO CON LA S.S. 115 ALLO SVINCOLO CON LA S.S. 114".

In particolare il presente elaborato ha lo scopo di descrivere le modalità di calcolo utilizzate per il dimensionamento degli impianti.

### 1.1 DESCRIZIONE GENERALE

La galleria Francofonte è composta da due forni: il destro (dx) in direzione Catania, il sinistro (sx) in direzione di Ragusa.

Si tratta di una galleria a due forni monodirezionali a due corsie per ogni senso di marcia. Gli impianti di che trattasi possono sommariamente essere individuati in:

- . Allestimento dei by-pass per la creazione di luoghi classificabili come "rifugi";

## 2 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

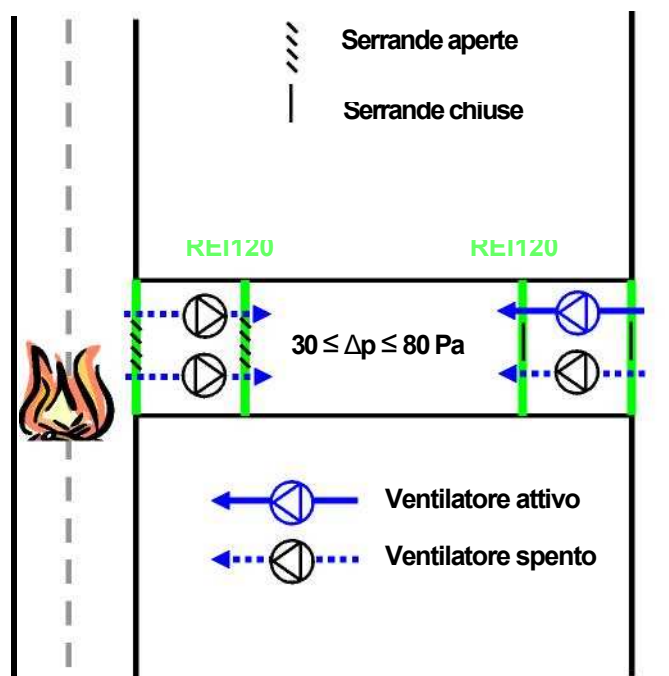
### 2.1 L'IMPIANTO DI VENTILAZIONE DEI BY PASS

In corrispondenza dei by-pass di collegamento tra i due fornici, con interdistanza di circa 300m, verranno creati dei luoghi classificati come "rifugi"; è importante sottolineare che gli ambienti risultano accessibili esclusivamente attraverso porte tagliafuoco REI 120.

Tali luoghi dovranno essere dotati di un impianto di ventilazione e pressurizzazione in grado di prelevare aria dal fornice non interessato dall'incendio allo scopo di evitare che vi sia apporto di sostanze tossiche in tali ambienti.

Ogni impianto di pressurizzazione By-pass pedonale prevede l'installazione di n°4 elettroventilatori, due su ogni parete di separazione con i fornici, a monte dei quali viene interposta una idonea serranda tagliafuoco del medesimo diametro. Tale struttura deve essere integrata dall'installazione di n°2 serrande di sovrappressione, n°1 per ogni fornice, interfacciate con l'area esterna alla zona protetta da n° 2 serrande tagliafuoco delle medesime dimensioni. Tutte le serrande utilizzate dovranno essere dotate di un idoneo meccanismo di ritorno a molla.

Per limitare la pressione sonora prodotta dai ventilatori, ciascuno di essi sarà dotato di appositi silenziatori.



## 2.2 L'IMPIANTO ELETTRICO DEI BY-PASS

I by-pass verranno chiusi in modo da realizzare dei luoghi classificabili come "rifugi".

All'interno di ogni bypass, dentro una delle due zone filtro, sarà installato un quadro di alimentazione denominato QBPx, che andrà ad alimentare tutte le utenze di propria pertinenza.

Tali quadri saranno tutti alimentati mediante linee in partenza dal quadro QGBT di cabine, ciascuna posata entro tubazioni interrate.

L'illuminazione verrà realizzata con lampade della stessa tipologia di quelle impiegate per l'illuminazione permanente in galleria in esecuzione stagna IP 55 con corpo in acciaio inox e schermo in policarbonato o in vetro temperato. Le lampade saranno in configurazione normalmente spente e verranno accese in presenza dell'apertura porte o di allarmi rilevati dal sistema.

La ventilazione forzata dei locali sarà realizzata in modo che, in caso di emergenza, il sistema di sicurezza metterà in funzione i ventilatori dal lato fornice non interessato da eventuale incendio o da altro evento.

Tutti i ventilatori sono dotati di serranda tagliafuoco, che si aprirà solo nel momento in cui il ventilatore parte. Il sistema di ventilazione è stato progettato per mettere il locale in sovrappressione, ed è per questo che si installerà un ulteriore serranda dotata di dispositivo automatico di regolazione della pressione interna dell'aria.

### 3 OPERE CIVILI

#### 3.1 INTERVENTI SUI BY-PASS

I by-pass pedonali dovranno assolvere al compito di rifugi in caso di incendio, dovranno consentire un agevole transito per gli automezzi dei Vigili del Fuoco e/o per il personale addetto. Le opere previste nel progetto hanno lo scopo di garantire una classe di resistenza al fuoco non inferiore a REI 120 dei nuovi ambienti.

Al fine di uniformare le strutture, i bypass pedonali saranno chiusi agli estremi mediante strutture in grado di realizzare le zone "filtro" che consentiranno l'accesso degli utenti evitando l'ingresso dei fumi nel rifugio.

Questo effetto sarà garantito mediante appositi sistemi di pressurizzazione costituiti da ventilatori assiali in grado di prelevare aria "pulita" dal fornice non interessato da incendi ed inserirla nel rifugio: la sovrappressione all'interno sarà regolata mediante serrande appositamente tarate.

## 4 IMPIANTI MECCANICI ACCESSORI

### 4.1 IMPIANTO CONDIZIONAMENTO EDIFICI SERVIZI

L'areazione dei by-pass, necessaria al fine di evitare il surriscaldamento delle apparecchiature, viene garantita dalle serrande di sovrappressione.

## 5 RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO DI VENTILAZIONE DELLE VIE DI FUGA

In particolare il presente elaborato ha lo scopo di descrivere le modalità di calcolo utilizzate per il dimensionamento degli impianti di pressurizzazione e ventilazione dei rifugi realizzati all'interno dei bypass.

### 5.1 DESCRIZIONE GENERALE

Come descritto nei capitoli precedenti la galleria Francofonte è composta da due fornici: il destro (dx) in direzione Catania, il sinistro (sx) in direzione di Ragusa.

La galleria è dotata di n°2 bypass pedonali di collegamento dei due fornici, all'interno dei quali saranno realizzati i rifugi.

Per tutte le tipologie di collegamenti si adotta una soluzione standardizzata che prevede:

- Zona filtro costituita da due porte REI 120 in corrispondenza di accesso by-pass.
- Ventilazione meccanica per garantire una sovrappressione adeguata e prevenire la penetrazione dei fumi in caso di apertura delle porte.

### 5.2 ESIGENZE

I bypass pedonali sono adibiti a via di fuga protetta, per i quali le Linee guida ANAS prevedono:

- Funzionamento in esercizio: mantenere condizioni termoigrometriche che non consentano la formazione di muffe;
- Funzionamento in emergenza per gli utenti: garantire la sovrappressione del locale, prevenire l'ingresso dei fumi a porte aperte;
- Funzionamento in emergenza per gli addetti al soccorso ed allo spegnimento: garantire una velocità media del flusso sufficiente a consentire l'accesso alla canna incidentata.

L'impianto ventilazione del collegamento pedonale deve essere collegato all'alimentazione elettrica di emergenza.

Il sistema di comando e controllo dell'impianto di ventilazione deve essere collegato all'alimentazione elettrica di sicurezza.

L'impianto illuminazione del collegamento pedonale deve essere collegato all'alimentazione elettrica di sicurezza.



Per la ventilazione dei bypass pedonali valgono le seguenti prescrizioni:

- La sovrappressione, a porte chiuse, necessaria alla pressurizzazione della zona filtro a
- prova di fumo deve essere tendenzialmente pari a 50 Pa rispetto alla galleria stradale e, comunque, non inferiore a 30 Pa o superiore a 80 Pa.
- La forza applicata per l'apertura della porta non deve superare 220 N.
- La pressurizzazione deve essere realizzata mediante immissione di aria esterna prelevata
- dalla canna non interessata dall'incendio.
- La ventilazione della zona filtro a prova di fumo deve essere dimensionata in modo tale da garantire, in presenza di una porta aperta, una velocità del flusso d'aria non inferiore a 0,75 m/s attraverso la sezione della porta. Inoltre, durante la fase di spegnimento, al fine di consentire l'accesso dei Vigili del Fuoco all'interno della galleria stradale, il sistema di pressurizzazione deve realizzare l'"effetto bolla". Il sistema di ventilazione dovrà essere dotato di filtri per evitare di immettere polvere all'interno del locale.

### 5.3 IMPIANTO DI VENTILAZIONE

La soluzione adottata è presentata schematicamente nella Fig.1 e prevede:

- Due ventilatori per ogni zona filtro, ciascuno con serranda tagliafuoco e filtro.
- Aperture per scaricare l'aria verso la galleria in corrispondenza di ogni porta, dotate di
- elementi di regolazione (griglie di sovrappressione) e serrande tagliafuoco.

Un unico ventilatore garantirà la funzionalità di base del sistema in tutte le condizioni usuali di esercizio (pressurizzazione e velocità di almeno 0.75 m/s in caso di porte aperte). L'attivazione del secondo ventilatore permetterà di realizzare l'"effetto bolla" per consentire l'accesso dei Vigili del Fuoco.

Fig.1: Ventilazione dei bypass pedonali con porte chiuse (principio).

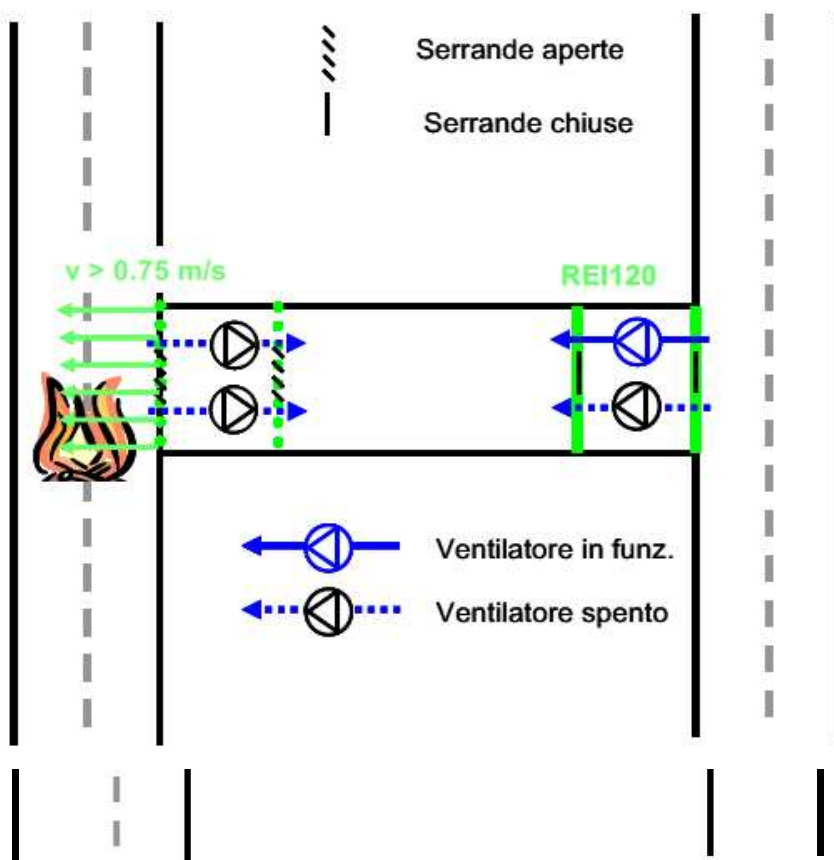


Fig.2: Ventilazione dei bypass pedonali con porte aperte (principio).

## 5.4 DIMENSIONAMENTO

La soluzione adottata si basa sui seguenti principi:

- Ventilatore funzionante a regime costante (cioè numero fisso di giri), con caratteristica
- scelta in funzione delle esigenze specifiche.
- Regolazione della pressione all'interno del bypass per mezzo di aperture di scarico di sezione adeguata.

L'apporto di aria al bypass diminuisce dunque solo leggermente in caso di porte chiuse e le aperture di scarico garantiscono che la pressione all'interno del bypass non superi i valori consentiti. Si tratta di una soluzione molto robusta e funzionale, che minimizza le esigenze di manutenzione.

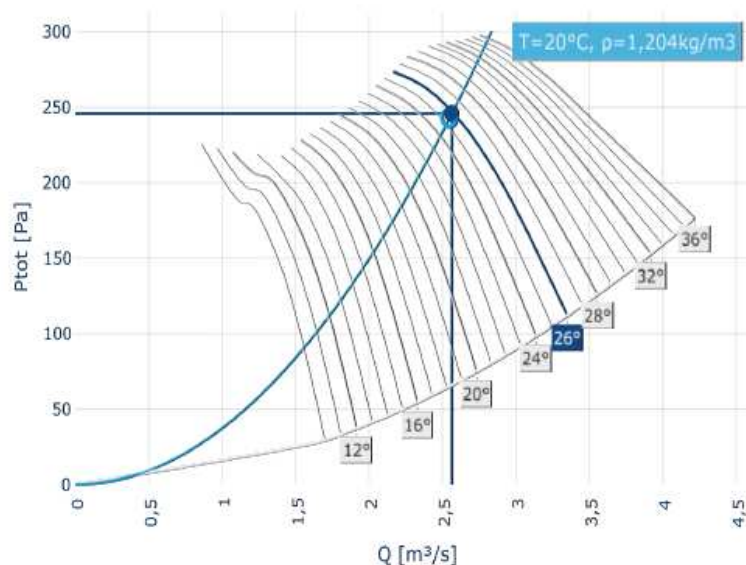
Per il dimensionamento si assume:

- Velocità pari a 1 m/s in caso di porte aperte, alla quale si aggiunge un margine di sicurezza
- del 10% per compensare eventuali perdite.
- Velocità pari a 2 m/s in caso di "effetto bolla", con un margine del 10%.

Il funzionamento del ventilatore si adegua alle condizioni di esercizio come indicato schematicamente nella Fig.3:

- In caso di porte aperte e differenza di pressione trascurabile tra le due canne, il flusso di
- aria raggiunge il valore massimo, corrispondente a 1-1.1 m/s.
- In caso di porte chiuse e differenza di pressione trascurabile tra le due canne, la pressione all'interno del bypass aumenta fino a 80 Pa e il flusso di aria diminuisce leggermente.
- In caso di contropressioni importanti il flusso di aria diminuisce ulteriormente. Ne consegue una riduzione della pressione all'interno del bypass in caso di porte chiuse ed una riduzione del flusso di aria in caso di porte aperte.
- La contropressione massima consentita corrisponde al flusso minimo consentito, 0.75 m/s attraverso la porta. Anche in queste condizioni la sovrappressione minima di 30 Pa all'interno del bypass è rispettata.

**LOTTO 4 – GALLERIA FRANCOFONTE**  
**RELAZIONE ESPLICATIVA E DI CALCOLO DELLA VENTILAZIONE IN GALLERIA**



**Fig.3: Esempio di ventilatore per i bypass con indicazione di alcuni punti di funzionamento.**

Il dimensionamento deve tenere in considerazione la differenza di pressione tra i portali della galleria e il funzionamento della ventilazione primaria, che può generare variazioni importanti di pressione.

Per fare fronte in modo ottimale alle esigenze di sicurezza della galleria si adottano le misure seguenti:

- Inversione della corrente nella canna parallela a quella interessata dall'incendio. Questa
- misura presenta diversi vantaggi, tra cui:
  - Essa permette di ridurre notevolmente il differenziale di pressione tra le due canne in caso di incendio, anche in presenza di differenziali di pressione molto importanti tra i portali.
  - Essa elimina il rischio di ricircolo di fumo agli imbocchi, tra l'uscita della canna incendio e l'entrata della canna opposta.
- Dimensionamento in pressione "generoso" dei ventilatori, con i seguenti benefici:
  - Riserve importanti di pressione anche in caso di differenziali residui di pressione importanti tra le due canne (particolarmente nella fase iniziale dell'incendio, in cui l'equilibratura delle pressioni è ancora in corso).
  - Possibilità di utilizzare la stessa tipologia di ventilatore sia per i bypass convenzionali che per tutte le altre tipologie di collegamenti trasversali considerate nel presente rapporto.
  - Ottima stabilità dei ventilatori anche nelle condizioni più sfavorevoli di esercizio ipotizzabili.
  - Possibilità di fare fronte alle perdite aerodinamiche generate dai bypass più lunghi e configurati nel modo aerodinamicamente meno favorevole. Queste riserve consentono
  - una progettazione affidabile anche in assenza dei dettagli costruttivi dei bypass.

#### 5.4.1 Dimensionamento ventilatori:

- |   |   |
|---|---|
| ➤ Sezione porte:                              | Altezza x larghezza = 2.10 x 1.20 m = 2,52 m <sup>2</sup> |
| ➤ Flusso a $\Delta p = 0$ :                   | Sezione porte x 1 m/s x 1.1 = 2.77 m <sup>3</sup> /s      |
| ➤ Flusso per "effetto bolla" (2 ventilatori): | Sezione porte x 2 m/s x 1.1 = 5.54 m <sup>3</sup> /s      |
| ➤ Flusso minimo:                              | Sezione porte x 0.75 m/s = 1.89 m <sup>3</sup> /s         |
| ➤ Pressione massima ventilatore:              | 155 – 246 Pa.   |

Le caratteristiche aerodinamiche dei ventilatori prescelti devono dunque essere tali, da garantire il raggiungimento dei due punti di funzionamento seguenti:

- $\Delta p = 0$ : Flusso = 2.77 – 3.0 m<sup>3</sup>/s
- $\Delta p = 155 - 246$  Pa: Flusso = 1.89 m<sup>3</sup>/s

Punto di funzionamento	Pressione [Pa]	Flusso [m <sup>3</sup> /s]	Potenza [kW]
Pressione minima	0	2.77 – 3.2	
Pressione massima	155 - 246	1.9	

**Tab.1: Punti di funzionamento dei ventilatori per i bypass.**

#### 5.4.2 Componenti

La flessibilità dei dati di dimensionamento consentirà di disporre di una scelta adeguata in fase di messa in appalto delle componenti.

La sezione utile delle serrande tagliafuoco è dettata dalle condizioni in caso di porte chiuse e differenza di pressione minima (Flusso = 2.77 m<sup>3</sup>/s,  $\Delta p = 80$  Pa): 0.25 m<sup>2</sup> (0.50 x 0.75 m).

#### 5.4.3 Modalità e limiti di funzionamento

Le modalità di funzionamento previste sono:

- In condizioni normali di funzionamento la ventilazione viene attivata solo sporadicamente
- per mezzo di un apposito temporizzatore, per prevenire la formazione di muffe. Le serrande tagliafuoco sono normalmente in posizione chiusa.
- In caso di incendio viene azionato uno dei ventilatori in corrispondenza della canna non interessata dall'incendio (luogo sicuro dinamico). Le serrande tagliafuoco delle aperture di scarico vengono aperte lato incendio e chiuse sul lato opposto, per prevenire perdite inutili di aria.
- In caso di necessità, l'attivazione manuale del secondo ventilatore permette la realizzazione dell'"effetto bolla" per consentire l'accesso dei Vigili del Fuoco all'interno della galleria stradale.

La ridondanza del sistema di ventilazione è dunque completa per quanto riguarda la prevenzione della penetrazione dei fumi, ma non per quanto riguarda l' "effetto bolla".

I ventilatori funzionano a regime costante, senza regolazioni che complicherebbero inutilmente il sistema, ricucendone l'affidabilità e aumentandone le esigenze manutentive.

Questo impianto è in grado di prevenire la penetrazione di fumo nel bypass in tutte le condizioni più probabili di utilizzo. La ventilazione non è efficace unicamente in caso di apertura contemporanea delle due porte oppure di perdita di entrambi i ventilatori in corrispondenza della canna non interessata dall'incendio. Le zone filtro costituiscono in ogni caso una barriera molto efficace anche in caso di perdita del sistema di ventilazione.

La forza consentita per l'apertura delle porte viene superata unicamente in caso di attivazione contemporanea di due ventilatori, per generare l' "effetto bolla", con porte chiuse, oppure in caso di apertura di entrambe le porte di una chiusa in presenza di forti differenze di pressione tra le due gallerie. Le forze di apertura risultanti non sono in alcun caso problematiche per i Vigili del Fuoco.