

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01 e s.m.i



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

CUP: J94F04000020001

### U.O. IMPIANTISTICA INDUSTRIALE

### PROGETTO DEFINITIVO

### ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

### ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

### LOTTO 1: FORTEZZA - PONTE GARDENA

### FINESTRE

IMPIANTO CONTROLLO FUMI  
Relazione tecnica e di calcolo

SCALA :

- : -

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

IBL1 10 D 17 RO A10009 001 A

| Revis. | Descrizione         | Redatto        | Data       | Verificato   | Data       | Approvato    | Data       | Autorizzato / Data        |
|--------|---------------------|----------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------------------|
| A      | Emissione Esecutiva | V. Iannuccilli | 22.03.2013 | R. Cecchetti | 22.03.2013 | C. Mazzocchi | 22.03.2013 | A. Falaschi<br>22.03.2013 |
|        |                     |                |            |              |            |              |            |                           |
|        |                     |                |            |              |            |              |            |                           |

File: IBL1 10 D 17 RO A10009 001 A

n. Elab.:



**ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
 ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –  
 QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA  
 LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA**

PROGETTO DEFINITIVO  
 FINESTRE  
 IMPIANTO CONTROLLO FUMI

|                                |       |       |           |                  |      |         |
|--------------------------------|-------|-------|-----------|------------------|------|---------|
| RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO | PROG. | LOTTO | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | REV. | FOGLIO  |
|                                | IB1L  | 10    | D17RO     | AI 0009 001      | A    | 1 di 18 |

## INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1) GENERALITÀ.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1.1) PREMessa .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>1.2) OGGETTO DELL'INTERVENTO .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1.3) CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>2) DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2.1) ESTENSIONE E CONSISTENZA DEGLI IMPIANTI.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2.2) DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI .....</b>   | <b>4</b>  |
| <i>Logica di funzionamento .....</i>   | <i>6</i>  |
| a) <i>Funzionamento a porte chiuse e serranda tagliafuoco aperta .....</i>                         | <i>8</i>  |
| b) <i>Funzionamento a porte chiuse e serranda tagliafuoco chiusa per scatto termico .....</i>      | <i>9</i>  |
| c) <i>Funzionamento a porte aperte .....</i>   | <i>10</i> |
| <i>Dimensionamento dell'impianto .....</i>   | <i>11</i> |
| <i>Linee di distribuzione .....</i>  | <i>14</i> |
| <b>2.3) INTERFACCIAMENTO CON ALTRI SISTEMI .....</b>   | <b>15</b> |
| <i>Elenco punti controllati unità periferica di controllo dell'impianto di controllo fumi.....</i> | <i>17</i> |



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –  
QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA  
LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA  
PROGETTO DEFINITIVO  
FINESTRE  
IMPIANTO CONTROLLO FUMI

|                                |       |       |           |                  |      |         |
|--------------------------------|-------|-------|-----------|------------------|------|---------|
| RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO | PROG. | LOTTO | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | REV. | FOGLIO  |
|                                | IB1L  | 10    | D17RO     | AI 0009 001      | A    | 2 di 18 |

## 1) GENERALITÀ

### 1.1) Premessa

Il presente documento ha per oggetto la descrizione dell'impianto di controllo fumi a servizio delle finestre di Aica Varna, Albes e Chiusa della tratta Fortezza – Ponte Gardena (Asse ferroviario Monaco – Verona), i quali avranno lo scopo di permettere il transito delle persone dalla galleria incidentata al luogo sicuro.

Questo documento contiene tutte le indicazioni delle Autorità competenti oltre che gli aggiornamenti legislativi in materia di sicurezza in galleria (D.M. 28 ottobre 2005 e STI/SRT).

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 la realizzazione degli impianti safety costituiti essenzialmente da:

- Impianto di controllo fumi

### 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.



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –  
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA  
LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA  
PROGETTO DEFINITIVO  
FINESTRE  
IMPIANTO CONTROLLO FUMI

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

| PROG. | LOTTO | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | REV. | FOGLIO  |
|-------|-------|-----------|------------------|------|---------|
| IB1L  | 10    | D17RO     | AI 0009 001      | A    | 3 di 18 |

## 2) DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

### 2.1) Estensione e consistenza degli impianti

Il sistema di esodo con finestra prevede che la parte terminale lato galleria di ciascuna finestra si allarghi e presenti delle nicchie atte a formare una zona destinata sia a consentire l'inversione di marcia dei veicoli di soccorso sia ad accogliere i passeggeri che iniziano il deflusso dalla galleria verso l'esterno.

Le finestre presenteranno una serie di porte che individueranno 3 diverse aree :

1. Zona filtro in prossimità della galleria ferroviaria, delimitata tra la prima e la seconda serie di porte;
2. Zona di transizione, delimitata tra la seconda e la terza serie di porte;
3. Zona di esodo, delimitata tra la terza serie di porte e l'ingresso in finestra.

La zona filtro sarà dotata di un impianto di pressurizzazione che preleverà aria esterna dall'imbocco della finestra e la immetterà nella stessa zona filtro così da pressurizzarla e, pertanto, mantenere una sovrappressione sufficiente ad impedire l'ingresso dei fumi al suo interno ed assicurare il necessario ricambio d'aria per la permanenza delle persone.

Per l'accesso all'altra canna, inoltre, sono previste delle scale che, tramite porte, metteranno in comunicazione la zona automezzi con il bypass di collegamento tra le canne; essendo inoltre quest'ultimo già dotato di un sistema di pressurizzazione, non è previsto alcun sistema di pressurizzazione della zona di collegamento tra questo e la zona di transizione.



**ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –  
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA  
LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA**

PROGETTO DEFINITIVO  
FINESTRE  
IMPIANTO CONTROLLO FUMI

|                                |       |       |           |                  |      |         |
|--------------------------------|-------|-------|-----------|------------------|------|---------|
| RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO | PROG. | LOTTO | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | REV. | FOGLIO  |
|                                | IB1L  | 10    | D17RO     | AI 0009 001      | A    | 5 di 18 |

Sulla parete divisoria tra la galleria e la zona filtro, inoltre, sarà installata una bocca di decompressione la cui apertura e/o chiusura è asservita alla logica di gestione automatica dell'impianto.

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 prevista una terza serie di porte posizionata dopo la camera di transizione, prima della zona di esodo.

La chiusura intermedia di cui sopra è posizionata ad una distanza di 200 m dalla camera di transizione.

L'attivazione dei ventilatori dell'impianto di controllo fumi 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 camera di transizione e galleria nelle varie situazioni di funzionamento è rilevata da apposite sonde con sensore a membrana.

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

La ventilazione assicura altresì il ricambio dell'aria all'interno della finestra sia allo scopo di prevenire la formazione di muffe sia allo scopo di diluire gli inquinanti derivanti dai veicoli in transito.



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –  
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA  
LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA

PROGETTO DEFINITIVO  
FINESTRE  
IMPIANTO CONTROLLO FUMI

|                                |       |       |           |                  |      |         |
|--------------------------------|-------|-------|-----------|------------------|------|---------|
| RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO | PROG. | LOTTO | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | REV. | FOGLIO  |
|                                | IB1L  | 10    | D17RO     | AI 0009 001      | A    | 6 di 18 |

### Logica 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 del bypass, i ventilatori VF (uno titolare, l'altro con funzione di riserva).

In modo contemporaneo all'attivazione dei ventilatori, inoltre, tramite comando proveniente dal PLC, commuteranno nella posizione di chiusura la serranda on/off SV di accoppiamento al ventilatore fermo (così da evitare eventuale ricircolo d'aria), le serrande di regolazione SB dei condotti di bypass (così da garantire le massime prestazioni all'impianto), la serranda di regolazione SR che affaccia in galleria (così da evitare ulteriori punti di ingresso di fumo in un luogo sicuro quale è il by-pass).

L'aria "pulita" di pressurizzazione, pertanto, sarà prelevata dall'esterno, convogliata tramite le canalizzazioni ed immessa nella zona filtro tramite le bocchette di immissione BM.

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

- 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);
- velocità dell'aria pari ad almeno 2,5 m/s in uscita dalle porte che affacciano sulla galleria (si considera nullo il contributo d'aria attraverso l'altra porta della zona filtro in quanto, data la ragguardevole lunghezza delle finestre, si considera chiusa almeno una serie di porte).



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –  
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA  
LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA  
PROGETTO DEFINITIVO  
FINESTRE  
IMPIANTO CONTROLLO FUMI

|                                |       |       |           |                  |      |         |
|--------------------------------|-------|-------|-----------|------------------|------|---------|
| RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO | PROG. | LOTTO | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | REV. | FOGLIO  |
|                                | IB1L  | 10    | D17RO     | AI 0009 001      | A    | 7 di 18 |

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

- segnalazione di incendio da centro di controllo;
- chiusura di tutte le serrande di regolazione SR;
- analisi stato/guasto ventilatori VF;
- apertura delle serrande on/off SV di accoppiamento con i ventilatori previsti in funzione;
- chiusura della serranda on/off SV di accoppiamento con i ventilatori previsti non in funzione;
- chiusura delle serrande di regolazione SB presenti sui bypass dei ventilatori;
- analisi continua nel tempo del segnale di pressione differenziale;
- avvio del ventilatore di immissione aria (oppure, in caso di guasto di quest'ultimo del ventilatore di riserva) 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 2,5 m/s (massima velocità di rotazione del ventilatore);
- immissione, tramite bocchette dotate di alette regolabili, dell'aria nella zona da pressurizzare e relativa pressurizzazione;
- modulazione del grado di apertura della serranda di regolazione SR lato canna non incidentata in funzione del valore di pressione differenziale rilevato;
- modulazione del grado di apertura della serranda di regolazione SB del bypass a servizio del ventilatore in funzione dei segnali di chiusura dalla serranda di regolazione SR e dalla serranda tagliafuoco ST e del valore di pressione differenziale rilevato.

A questo punto, la regolazione dell'impianto deriverà dall'analisi continuativa 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.

Le logiche di funzionamento potranno pertanto classificarsi secondo quanto segue :



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –  
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA  
LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA  
PROGETTO DEFINITIVO  
FINESTRE  
IMPIANTO CONTROLLO FUMI

|                                |       |       |           |                  |      |         |
|--------------------------------|-------|-------|-----------|------------------|------|---------|
| RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO | PROG. | LOTTO | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | REV. | FOGLIO  |
|                                | IB1L  | 10    | D17RO     | AI 0009 001      | A    | 8 di 18 |

**a) Funzionamento a porte chiuse e serranda tagliafuoco aperta**

In tal caso i ventilatori VF all'avvio seguiranno la preimpostata modalità di accelerazione descritta in precedenza, che terminerà non appena le sonde di pressione rileveranno una sovrappressione 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 ridotta velocità di rotazione del ventilatore. In modo contemporaneo, inoltre, la serranda di regolazione SR lato canna non incidentata modulerà il grado di apertura delle sue alette (la relativa serranda tagliafuoco ST è normalmente aperta).

La velocità di rotazione del ventilatore 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 grado di apertura della serranda di regolazione, invece, varierà in modo direttamente proporzionale alla pressione differenziale : una sovrappressione inferiore a 50 Pa comporterà un minor grado di apertura della serranda, il contrario una sovrappressione superiore a 50 Pa.

Il tempo di risposta in secondi del sistema (in particolare dei ventilatori VF e della serranda di regolazione SR) 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 nel bypass.

|   |  |       |           |                  |      |         |
|---|--|-------|-----------|------------------|------|---------|
|  | <b>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA</b><br><b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –</b><br><b>QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA</b><br><b>LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b> |       |           |                  |      |         |
|   | PROGETTO DEFINITIVO<br>FINESTRE<br>IMPIANTO CONTROLLO FUMI   |       |           |                  |      |         |
| RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO  | PROG.  | LOTTO | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | REV. | FOGLIO  |
|   | IB1L   | 10    | D17RO     | AI 0009 001      | A    | 9 di 18 |

## b) Funzionamento a porte chiuse e serranda tagliafuoco chiusa per scatto termico

In tal caso i ventilatori VF all'avvio seguiranno la preimpostata modalità di accelerazione descritta in precedenza; essendo tuttavia andata in posizione di chiusura, a causa dell'alta temperatura presente nei suoi dintorni, la serranda tagliafuoco ST, si potrebbe presentare una situazione critica in quanto l'eccessivo innalzamento della sovrappressione della camera di transizione rispetto alla galleria porterebbe a sforzi inaccettabili per l'apertura delle porte.

Per evitare tale situazione critica, la logica di gestione dell'impianto prevede l'apertura della serranda motorizzata SB con comando modulante sul condotto di by-pass del ventilatore; tramite il condotto di by-pass verrà realizzato il ricircolo di una parte della portata minima del ventilatore corrispondente al minimo numero di giri, in modo da garantire l'immissione in camera di transizione di una portata d'aria pari alla portata di trafilamento attraverso le porte tale da non superare una pressione differenziale camera-galleria di 50 Pa.

La velocità di rotazione del ventilatore 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 grado di apertura della serranda di regolazione SB, invece, varierà in modo direttamente proporzionale alla pressione differenziale : una sovrappressione inferiore a 50 Pa comporterà un minor grado di apertura della serranda, il contrario una sovrappressione superiore a 50 Pa.

L'apertura o meno in modulazione della serranda di regolazione SB del bypass in luogo di quella di regolazione SR dipenderà dal segnale di apertura/chiusura della serranda tagliafuoco : con segnale di apertura andrà in apertura la serranda SR, con quello di chiusura la serranda SB.

Il tempo di risposta in secondi del sistema (in particolare dei ventilatori VF e della serranda di regolazione SR) 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, prima che i passeggeri arrivino nel bypass e con temperatura tale da aver causato un'intervento della serranda tagliafuoco.

|   |  |               |             |                    |                                 |           |
|---|--|---------------|-------------|--------------------|---------------------------------|-----------|
|  | <b>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA</b><br><b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –</b><br><b>QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA</b><br><b>LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b><br><br>PROGETTO DEFINITIVO<br>FINESTRE<br>IMPIANTO CONTROLLO FUMI |               |             |                    |                                 |           |
|   | RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO   | PROG.<br>IB1L | LOTTO<br>10 | TIPO DOC.<br>D17RO | OPERA/DISCIPLINA<br>AI 0009 001 | REV.<br>A |

### c) Funzionamento a porte aperte

In tal caso l'apertura della porta comporterà un abbassamento della sovrappressione; avendo però impostato la modalità di accelerazione sulla condizione di funzionamento più gravosa (massima velocità di rotazione del ventilatore) il ventilatore terminerà la sua fase di accelerazione solo quando verrà raggiunta la sua massima velocità di rotazione; le serrande di regolazione SR ed SB resteranno nella loro posizione di chiusura.

La logica di funzionamento descritta si riscontra nel momento in cui i passeggeri, dalla canna incidentata, sono arrivati nella zona filtro di finestra e sono anche passati nella zona di 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).

Tutti i componenti dell'impianto di controllo fumi 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.

|   |  |       |           |                  |      |          |
|---|--|-------|-----------|------------------|------|----------|
|  | <b>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA</b><br><b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –</b><br><b>QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA</b><br><b>LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b> |       |           |                  |      |          |
|   | PROGETTO DEFINITIVO<br>FINESTRE<br>IMPIANTO CONTROLLO FUMI   |       |           |                  |      |          |
| RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO  | PROG.  | LOTTO | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | REV. | FOGLIO   |
|   | IBIL   | 10    | D17RO     | AI 0009 001      | A    | 11 di 18 |

### Dimensionamento dell'impianto

L'impianto è stato dimensionato per garantire, in condizioni di emergenza, una velocità d'aria in uscita dalle due porte affaccianti in galleria pari a 2,5m/s.

Ai fini del dimensionamento sono state considerate, entrambe aperte, le due porte a battenti a singola anta che affacciano sulla galleria con larghezza pari a 1,80m ed altezza pari a 2,20m, così che si ha :

$$Q = S \cdot v = 2 \cdot (2,00 \cdot 2,00) \cdot 2,50 = 20 \frac{m^3}{s}$$

dove :

$Q [ \frac{m^3}{s} ]$  = Portata d'aria da immettere tramite i ventilatori

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

$v [ \frac{m}{s} ]$  = Velocità di attraversamento delle porte da parte dell'aria

Si ottiene pertanto che, per garantire i parametri di sicurezza desiderati, bisogna garantire una portata d'aria di immissione pari a  $20 \frac{m^3}{s}$ .

Le prevalenze corrispondenti 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 :

|   |   |               |             |                    |                                 |           |
|---|---|---------------|-------------|--------------------|---------------------------------|-----------|
|  | <b>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA</b><br><b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –</b><br><b>QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA</b><br><b>LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b><br><br>PROGETTO DEFINITIVO<br>FINESTRE<br>IMPIANTO CONTROLLO FUMI |               |             |                    |                                 |           |
|   | RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO  | PROG.<br>IB1L | LOTTO<br>10 | TIPO DOC.<br>D17RO | OPERA/DISCIPLINA<br>AI 0009 001 | REV.<br>A |

$h_f$  [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

$v$  [ $\frac{m}{s}$ ] = 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

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

$\rho$  [ $\frac{kg}{m^3}$ ] = 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

$v$  [ $\frac{m}{s}$ ] = 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



**ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
 ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –  
 QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA  
 LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA**

PROGETTO DEFINITIVO  
 FINESTRE  
 IMPIANTO CONTROLLO FUMI

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

|       |       |           |                  |      |          |
|-------|-------|-----------|------------------|------|----------|
| PROG. | LOTTO | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | REV. | FOGLIO   |
| IB1L  | 10    | D17RO     | AI 0009 001      | A    | 13 di 18 |

Premesso quanto sopra, si ottengono i seguenti risultati :

|                                    | <b>Aica Varna</b> | <b>Albes</b> | <b>Chiusa</b> |
|------------------------------------|-------------------|--------------|---------------|
| Perdite di carico distribuite [Pa] | 700               | 400          | 900           |
| Perdite di carico concentrate [Pa] | 600               | 600          | 600           |
| Perdite di carico totali [Pa]      | 1300              | 1000         | 1500          |

I ventilatori adottati, pertanto, presenteranno le seguenti caratteristiche :

1. Finestra Aica Varna :

$$\text{Portata} = 20 \frac{m^3}{s} = 72000 \frac{m^3}{h} \text{ (n°02 ventilatori in parallelo)}$$

$$\text{Prevalenza statica} = 1300 \text{ Pa}$$

$$\text{Potenza motore} = 40 \text{ kW}$$

2. Finestra Albes :

$$\text{Portata} = 20 \frac{m^3}{s} = 72000 \frac{m^3}{h} \text{ (n°02 ventilatori in parallelo)}$$

$$\text{Prevalenza statica} = 1000 \text{ Pa}$$

$$\text{Potenza motore} = 25 \text{ kW}$$

3. Finestra Chiusa :

$$\text{Portata} = 20 \frac{m^3}{s} = 72000 \frac{m^3}{h} \text{ (n°02 ventilatori in parallelo)}$$

$$\text{Prevalenza statica} = 1500 \text{ Pa}$$

$$\text{Potenza motore} = 45 \text{ kW}$$



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –  
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA  
LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA  
PROGETTO DEFINITIVO  
FINESTRE  
IMPIANTO CONTROLLO FUMI

|                                |       |       |           |                  |      |          |
|--------------------------------|-------|-------|-----------|------------------|------|----------|
| RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO | PROG. | LOTTO | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | REV. | FOGLIO   |
|                                | IB1L  | 10    | D17RO     | AI 0009 001      | A    | 14 di 18 |

### Linee di distribuzione

I vari componenti dell'impianto controllo fumi 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 controllo fumi 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 FG7OM1, 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>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA</b><br><b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –</b><br><b>QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA</b><br><b>LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b><br><br>PROGETTO DEFINITIVO<br>FINESTRE<br>IMPIANTO CONTROLLO FUMI |       |       |             |                  |          |
|   | RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO   | PROG. | LOTTO | TIPO DOC.   | OPERA/DISCIPLINA | REV.     |
|   | IB1L   | 10    | D17RO | AI 0009 001 | A                | 15 di 18 |

### 2.3) 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 controllo fumi 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 controllo fumi 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 controllo fumi 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 controllo fumi, 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:



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –  
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA  
LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA

PROGETTO DEFINITIVO  
FINESTRE  
IMPIANTO CONTROLLO FUMI

|                                |       |       |           |                  |      |          |
|--------------------------------|-------|-------|-----------|------------------|------|----------|
| RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO | PROG. | LOTTO | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | REV. | FOGLIO   |
|                                | IB1L  | 10    | D17RO     | AI 0009 001      | A    | 16 di 18 |

1. Da ogni inverter

- a) Stato di ventilatore in moto
- b) Guasto inverter
- c) Frequenza
- d) Assorbimento

Inoltre:

- Il controllo di tutti i pulsanti selettori del quadro
- Allarmi per mancato avviamento
- Allarmi di superamento ore di funzionamento
- Segnalazione posizione serranda di regolazione
- Segnalazione apertura serranda tagliafuoco e on/off di accoppiamento con ventilatore
- Segnalazione chiusura serranda tagliafuoco e on/off di accoppiamento con ventilatore
- Comando serranda
- 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

|   |  |       |           |                  |      |          |
|---|--|-------|-----------|------------------|------|----------|
|  | <b>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA</b><br><b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –</b><br><b>QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA</b><br><b>LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b> |       |           |                  |      |          |
|   | PROGETTO DEFINITIVO<br>FINESTRE<br>IMPIANTO CONTROLLO FUMI   |       |           |                  |      |          |
| RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO  | PROG.  | LOTTO | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | REV. | FOGLIO   |
|   | IB1L   | 10    | D17RO     | AI 0009 001      | A    | 17 di 18 |

**Elenco punti controllati unità periferica di controllo dell'impianto di controllo fumi**

**Ingressi digitali (DI)**

- Stato inverter
- Allarme generale inverter
- Stato funzionamento diretto quadro elettrico
- Stato locale/remoto quadro elettrico
- Segnalazione posizione serranda di regolazione
- Segnale apertura serranda tagliafuoco
- Segnale chiusura serranda tagliafuoco
- Segnale apertura serranda on/off per accoppiamento con ventilatore
- Segnale chiusura serranda on/off per accoppiamento con ventilatore
- Segnale allarme incendio canna pari
- Segnale allarme incendio canna dispari
- Segnale da comando di avvio manuale
- Segnale da trasmettitore di pressione differenziale
- Segnale da comando di arresto manuale

**Uscite digitali (DO)**

- Comando avviamento/arresto ventilatore
- Scambio bypass rete/inverter
- Comando serranda di regolazione
- Comando serranda on/off di accoppiamento con ventilatore

**Ingressi analogici (AI)**

- Corrente assorbita inverter
- Frequenza inverter

**Uscite analogiche (AO)**

- Segnale comando inverter ventilatore



**ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
 ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –  
 QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA  
 LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA**

PROGETTO DEFINITIVO  
 FINESTRE  
 IMPIANTO CONTROLLO FUMI

|                                |       |       |           |                  |      |          |
|--------------------------------|-------|-------|-----------|------------------|------|----------|
| RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO | PROG. | LOTTO | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | REV. | FOGLIO   |
|                                | IB1L  | 10    | D17RO     | AI 0009 001      | A    | 18 di 18 |

| QIF<br>ELENCO PUNTI                  | DIGITALI  |          | ANALOGICI |          |
|--------------------------------------|-----------|----------|-----------|----------|
|                                      | USCITE    | INGRESSI | INGRESSI  | USCITE   |
| VENTA VF1                            | 2         | 1        | 2         | 1        |
| VENTA VF2                            | 2         | 1        | 2         | 1        |
| AL QIM                               |           | 1        |           |          |
| DAL QIM                              | 2         |          |           |          |
| SERVOMOTORE SERRANDA REGOLAZIONE SR  | 1         | 1        |           |          |
| SERVOMOTORE SERRANDA REGOLAZIONE SB1 | 1         | 1        |           |          |
| SERVOMOTORE SERRANDA REGOLAZIONE SB2 | 1         | 1        |           |          |
| SERRANDA TAGLIAFUOCO ST              | 2         |          |           |          |
| SERVOMOTORE SERRANDA ON/OFF SV1      | 2         | 1        |           |          |
| SERVOMOTORE SERRANDA ON/OFF SV2      | 2         | 1        |           |          |
| SONDA 1 PRESSIONE DIFFERENZIALE      | 1         |          |           |          |
| SONDA 2 PRESSIONE DIFFERENZIALE      | 1         |          |           |          |
| COMANDO MANUALE AVVIO IMPIANTO       | 1         |          |           |          |
| COMANDO MANUALE ARRESTO IMPIANTO     | 1         |          |           |          |
| ALLARME INCENDIO CANNA PARI          | 1         |          |           |          |
| ALLARME INCENDIO CANNA DISPARI       | 1         |          |           |          |
| <b>TOTALE DEL QIF</b>                | <b>21</b> | <b>8</b> | <b>4</b>  | <b>2</b> |

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

- n° 34 ingressi digitali
- n° 15 uscite digitali
- n° 20 ingressi analogici
- n° 8 uscite analogici