

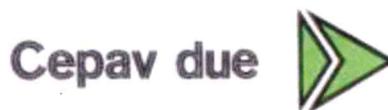
COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



### INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

**LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA      Tratta MILANO – VERONA**  
**Lotto funzionale Brescia-Verona**

### PROGETTO ESECUTIVO

**GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24**

**Impianti meccanici**

**Relazione tecnica e di calcolo delle sovrappressioni u.s.**

|   |                        |
|---|------------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | DIRETTORE LAVORI       |
| Consorzio<br><b>Cepav due</b><br>Consorzio <b>Cepav due</b><br>Il Direttore del Consorzio<br><i>(Ing. T. Taranta)</i> | Valido per costruzione |
| Data: _____   | Data: _____            |

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA/DISCIPLINA | PROGR | REV |
|----------|-------|------|------|----------|------------------|-------|-----|
| I N O R  | 1 1   | E    | E 2  | C L      | G N 0 4 0 C      | 0 0 2 | A   |

| PROGETTAZIONE |             |           |          |            |          |          | IL PROGETTISTA     |
|---------------|-------------|-----------|----------|------------|----------|----------|--------------------|
| Rev.          | Descrizione | Redatto   | Data     | Verificato | Data     | Data     |                    |
| A             | EMISSIONE   | FUSTINONI | 14.09.18 | MEZZINI    | 14.09.18 | 14.09.18 | <br>Data: 14.09.18 |
| B             |             |           |          |            |          |          |                    |
| C             |             |           |          |            |          |          |                    |

CIG. 751447334A      Stampato dal Service di plottaggio ITALFERR S.p.A.      MILANO      FOR11EE2CLGN04OC002A.doc



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

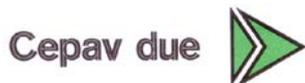
ALBA s.r.l.

CUP: F81H91000000008

**INDICE**

|        |  |           |
|--------|--|-----------|
| 1.     | INTRODUZIONE .....   | 3         |
| 2.     | ELENCO ELABORATI .....   | 4         |
| 3.     | NORMATIVE E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO .....  | 5         |
| 4.     | ELENCO DEGLI ACRONIMI .....  | 6         |
| 5.     | DESCRIZIONE GENERALE DEL SISTEMA .....   | 7         |
| 6.     | DESCRIZIONE E CALCOLO DELL'IMPIANTO DI PRESSURIZZAZIONE DELLA CAMERA DI TRANSIZIONE .                  | 9         |
| 6.1.   | GENERALITA' .....  | 9         |
| 6.2.   | DESCRIZIONE IMPIANTO DI PRESSURIZZAZIONE USCITE DI SICUREZZA .....                                     | 10        |
| 6.3.   | LOGICA DI FUNZIONAMENTO USCITE DI SICUREZZA .....  | 12        |
| 6.4.   | CALCOLO USCITA DI SICUREZZA .....  | 13        |
| 7.     | COMPONENTI PRINCIPALI DELL'IMPIANTO DI PRESSURIZZAZIONE.....   | 18        |
| 8.     | LOGICHE DI CONTROLLO/FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE DELLE USCITE DI SICUREZZA .....       | 19        |
| 8.1.   | CONDIZIONI DI ESERCIZIO NORMALE.....   | 19        |
| 8.1.1. | <i>Condizione di preallarme .....</i>  | <i>19</i> |
| 8.1.2. | <i>Ventilazione sanitaria.....</i>   | <i>20</i> |
| 8.2.   | CONDIZIONI DI EMERGENZA INCENDIO .....   | 22        |
| 8.2.1. | <i>Scenario n.1 - Fase di evacuazione - Pressurizzazione della CdT (50 Pa):.....</i>                   | <i>22</i> |
| 8.2.2. | <i>Scenario n.2 - Fase di evacuazione - Esodo dei passeggeri attraverso l'uscita di sicurezza.....</i> | <i>23</i> |
| 8.2.3. | <i>Scenario n.3 - Fase di intervento VVF .....</i>   | <i>24</i> |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL GN 040 C 002

Rev.  
A

Foglio  
3 di 25

## 1. INTRODUZIONE

Nell'ambito della progettazione definitiva della linea ferroviaria Alta Velocità/ Alta Capacità Milano-Verona la galleria San Giorgio in Salici è suddivisa in tre opere distinte (WBS):

- SAN GIORGIO IN SALICI OVEST, corrispondente ad una galleria artificiale monocanna, a doppio binario, con sezione policentrica (GA16);
- SAN GIORGIO IN SALICI, corrispondente ad una galleria naturale monocanna, a doppio binario (GN04);
- SAN GIORGIO IN SALICI EST, corrispondente ad una galleria artificiale a sezione policentrica (GA17).

Il presente documento riguarda il dimensionamento dell'impianto di ventilazione (pressurizzazione) a servizio delle uscite di sicurezza per la galleria in oggetto.

## 2. ELENCO ELABORATI

Nel seguito si riporta l'elenco elaborati della WBS GN04, relativamente alla parte impiantistica, di cui la presente relazione costituisce parte integrante.

|                      | <b>Impianti meccanici</b>   |
|----------------------|---|
| INOR11EE2CLGN040C002 | GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Impianti meccanici - Relazione tecnica e di calcolo delle sovrappressioni u.s.                              |
| INOR11EE2SPGN040C002 | GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Impianti meccanici - Specifiche tecniche dei materiali  |
| INOR11EE2DXGN040C002 | GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Impianti meccanici - Schema regolazione impianto di pressurizzazione  |
| INOR11EE2P4GN040C002 | GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Impianti meccanici - Schema planimetrico generale di impianto   |
| INOR11EE2PZGN040C001 | GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Impianti meccanici - Uscite di sicurezza - piante e sezioni con layout apparecchiature galleria naturale    |
| INOR11EE2PZGN040C002 | GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Impianti meccanici - Uscite di sicurezza - piante e sezioni con layout apparecchiature galleria artificiale |

### 3. NORMATIVE E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO

La presente relazione fa riferimento al nuovo Manuale di Progettazione delle Opere Civili. Parte II – Sezione 4 – Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A). Emissione del 30/12/2016;

Inoltre vengono recepite anche le seguenti prescrizioni:

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 28 ottobre 2005 “Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie”;
- Specifiche Tecniche di Interoperabilità SRT TSI - Regolamento (UE) n. 1303/2014 “Sicurezza nelle gallerie ferroviarie”;
- Norma NFPA 92 “Standard for Smoke-Control Systems Utilizing Barriers and Pressure Differences”;
- Norma BS 5588-4 “Fire precautions in the design, construction and use of buildings. Part 4: Code of practice for smoke control using pressure differentials”;
- Decreto Ministeriale 03 novembre 2004 - Disposizioni relative all'installazione ed alla manutenzione dei dispositivi per l'apertura delle porte installate lungo le vie di esodo, relativamente alla sicurezza in caso d'incendio.
- Norma UNI EN 179:2008 – Accessori per serramenti - Dispositivi per uscite di emergenza azionati mediante maniglia a leva o piastra a spinta per l'utilizzo sulle vie di fuga - Requisiti e metodi di prova
- Norma UNI EN 1125:2008 - Accessori per serramenti - Dispositivi per le uscite antipanico azionati mediante una barra orizzontale per l'utilizzo sulle vie di esodo - Requisiti e metodi di prova

#### 4. ELENCO DEGLI ACRONIMI

CdT Camera di transizione

LS Luogo sicuro (percorso di esodo orizzontale/verticale)

LS-1 Percorso di esodo orizzontale a valle della CdT

LS-2 Percorso di esodo verticale

LSE Luogo sicuro esterno

SPVI Supervisione Integrata

PCS Posto Centrale Satellite

PLC Programmable Logic Controller

DI Digital Input

DO Digital Output

AI Analog Input

AO Analog Output

## 5. DESCRIZIONE GENERALE DEL SISTEMA

Lungo la galleria San Giorgio in Salici sono previsti n. 3 Uscite di Sicurezza, secondo lo schema seguente:

- Uscita di sicurezza n.1 (GN04), Prog. 141+021.640
- Uscita di sicurezza n.2 (GA17), Prog. 141+982.970
- Uscita di sicurezza n.3 (GA17), Prog. 142+847.850

Tale sistema (uscite + piazzola) sarà utilizzato, in caso di incendio od incidente in galleria, come via di fuga ed area sicura di sosta temporanea per i passeggeri.

L'uscita di emergenza è di tipo pedonale e dovrà prevedere una zona denominata CdT (camera di transizione) ed un sistema di sovrappressione in grado di creare, nella CdT stessa, una sovrappressione rispetto alla galleria, pari a +50 Pa. La CdT prevede, complessivamente, n.4 porte (n.2 lato galleria e n.2 lato uscita di emergenza) ciascuna di dimensioni 0.9 x 2.0m.

In particolare, sono previste:

- n.2 porte, con maniglione antipánico, del tipo REI 120, per l'accesso dalla galleria alla CdT;
- n.2 porte con maniglione antipánico per l'accesso dalla CdT al percorso di esodo verso il LS.

In termini generali si considera LS la zona compresa tra la CdT (in sovrappressione) ed il LSE.

Il collegamento tra la CdT ed il LSE sarà garantito mediante percorso di esodo orizzontale e verticale.

La CdT è collegata alla galleria per mezzo di n.2 porte REI 120, con apertura verso il LS.

Ciascuna CdT è dotata di un sistema di ventilazione in grado di pressurizzarla rispetto alla galleria, allo scopo di impedire, in caso di emergenza incendio, la propagazione dei fumi presenti in galleria verso il LS.

Il dimensionamento dell'impianto di pressurizzazione è stato sviluppato sulla base dei seguenti scenari:

- Fase di pressurizzazione – scenario n.1: le n.4 porte della CdT sono chiuse. L'impianto di pressurizzazione deve garantire una differenza di pressione positiva (+ 50Pa) tra la CdT e la galleria (ove si è verificato l'evento incendio).
- Fase di evacuazione – scenario n.2: le n.4 porte della CdT sono aperte. L'impianto di pressurizzazione deve garantire una portata d'aria tale da ottenere una velocità dell'aria, attraverso ciascuna porta aperta, pari a 2 m/s. Ciò, al fine di evitare la propagazione dei fumi dalla galleria (ove si è verificato l'evento incendio) all'interno della CdT e, di conseguenza, del LS.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

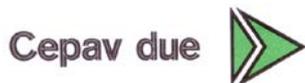
Codifica Documento  
E E2 CL GN 040 C 002

Rev.  
A

Foglio  
8 di 25

- Fase di intervento VVF – scenario n.3: le n.2 porte della CdT lato galleria sono aperte mentre le n.2 porte lato LS sono chiuse. L’impianto di pressurizzazione deve garantire, per alcuni secondi, una portata d’aria tale da ottenere una velocità dell’aria, attraverso ciascuna porta aperta, pari a 2 m/s (“effetto bolla”), al fine di consentire l’accesso dei VVF all’interno della galleria.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL GN 040 C 002

Rev.  
A

Foglio  
9 di 25

## **6. DESCRIZIONE E CALCOLO DELL'IMPIANTO DI PRESSURIZZAZIONE DELLA CAMERA DI TRANSIZIONE**

### **6.1. GENERALITA'**

L'impianto di pressurizzazione della CdT permette la disconnessione tra la galleria ed il LS, realizzando una sovrappressione all'interno della CdT.

Le tre tipologie di uscite di sicurezza, pur avendo conformazioni diverse, avranno la stessa modalità e logica di funzionamento, nonché le medesime componenti di impianto; pertanto verranno descritte e analizzate di seguito unitamente senza distinzione.

## 6.2. DESCRIZIONE IMPIANTO DI PRESSURIZZAZIONE USCITE DI SICUREZZA

L'impianto di pressurizzazione delle uscite di sicurezza prevede l'installazione di n.1 cassonetto ventilante dotato di n.2 ventilatori assiali (di cui n.1 in funzione e n.1 di riserva) installato a soffitto del LS che aspireranno aria dal LS stesso. I ventilatori saranno dotati di serrande motorizzate ON/OFF in modo da evitare ricircoli durante il funzionamento alternato dei ventilatori. Essi saranno dotati anche di canalizzazioni installate verso la CdT che serviranno ad apportare aria pulita all'interno delle CdT. In corrispondenza delle pareti esterne tra CdT e galleria, verranno installate delle serrande tagliafuoco in modo da garantire la compartimentazione tra la CdT e la galleria. Sulla parete tra la CdT e il LS sarà posizionata una serranda di sovrappressione per garantire lo sfogo dell'aria in eccesso.

L'impianto di sovrappressione è stato dimensionato sulla base dei 3 scenari, indicati nel capitolo precedente (scenario n.1 per il calcolo della sovrappressione da realizzare all'interno della CdT, scenari n.2 e n.3 per il calcolo della portata d'aria da garantire con le porte aperte).

L'impianto sarà composto da:

- n.1 cassonetto ventilante composto da n. 2 ventilatori assiali (di cui n.1 di riserva) [1];
- n.2 serrande motorizzate ON/OFF per ventilatori [2];
- n.1 canale a sezione quadrata (1.0m x 1.0m) [3];
- n.1 serranda tagliafuoco REI 120 (1.0m x 1.0m) posizionata sulla parete tra CdT e galleria [4];
- n.1 serranda di sovrappressione (1.0m x 1.0m) [5];
- n.2 sensori di controllo di stato apertura/chiusura delle porte della CdT verso la galleria [6];
- n.1 pressostato differenziale per aria [7];
- n.1 quadro elettrico di alimentazione installato all'interno del LS;
- n.1 PLC installato all'interno del quadro elettrico di ventilazione.

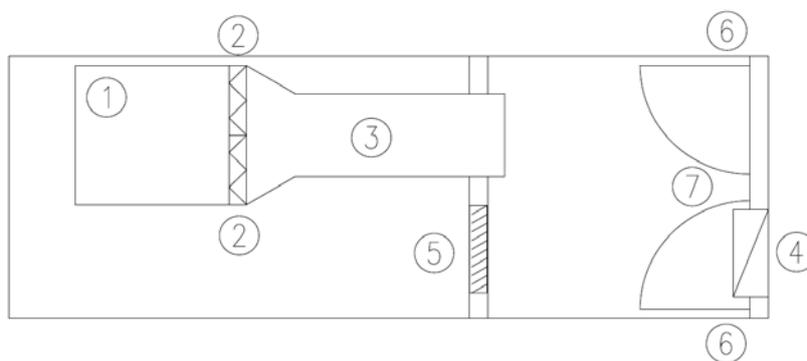
Per l'individuazione delle varie apparecchiature e componenti di impianto si fa riferimento alle Figure 6-1 e 6-2 riportate di seguito, nonché ai seguenti elaborati grafici:

- IN0R11EE2P4GN040C002 - Schema planimetrico generale di impianto- per l'individuazione delle uscite di sicurezza e delle loro tipologie;

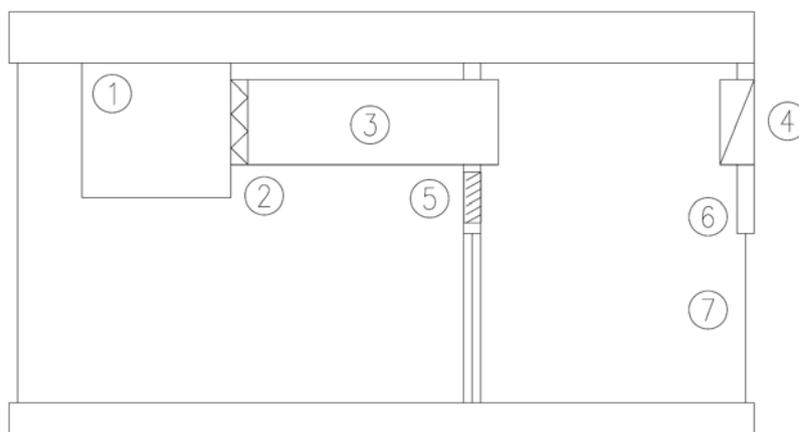
- IN0R11EE2PZGN040C001 - Uscite di sicurezza - piante e sezioni con layout apparecchiature galleria naturale – per l'individuazione delle caratteristiche delle apparecchiature;

- INOR11EE2PZGN040C002- Uscite di sicurezza - piante e sezioni con layout apparecchiature galleria artificiale– per l'individuazione delle caratteristiche delle apparecchiature;

- INOR11EE2DXGN040C002 - Schema regolazione impianto di pressurizzazione– per l'individuazione della logica di funzionamento dell'impianto.



**Figura 6-1:** Componenti uscita di sicurezza – pianta



**Figura 6-2:** Componenti uscita di sicurezza – sezione

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL GN 040 C 002

Rev.  
A

Foglio  
12 di 25

### **6.3. LOGICA DI FUNZIONAMENTO USCITE DI SICUREZZA**

Per quanto riguarda le logiche di funzionamento dell'impianto di pressurizzazione delle uscite di sicurezza si fa riferimento al capitolo dedicato.

#### 6.4. CALCOLO USCITA DI SICUREZZA

L'impianto di sovrappressione è stato dimensionato sulla base dei 3 scenari, indicati nel capitolo precedente (scenario n.1 per il calcolo della sovrappressione da realizzare all'interno della CdT, scenari n.2 e n.3 per il calcolo della portata d'aria da garantire con le porte aperte).

##### SCENARIO n. 1

Per determinare le caratteristiche dell'impianto di sovrappressione dell'uscita di sicurezza, in condizione di emergenza incendio (porte chiuse), è necessario calcolare la portata d'aria Q1 che trafila attraverso le guarnizioni delle porte (chiuse), la perdita d'aria Q2 che trafila attraverso le micro fessure dei muri e la perdita d'aria Q3 che trafila attraverso le serrande tagliafuoco.

La portata d'aria Q1 dipende dalla pressione differenziale esistente tra la CdT e la galleria e dall'efficienza delle guarnizioni, il cui invecchiamento penalizza sensibilmente la tenuta d'aria.

La CdT è caratterizzata dai seguenti parametri geometrici (è stata considerato, come riferimento per il calcolo, la CdT standard per tutte le uscite di sicurezza).

Caratteristiche della CdT considerata per il calcolo:

- lunghezza: 3.0 m
- larghezza: 3,0 m
- altezza: 3.7 m
- perimetro: 12.0 m
- area: 9.0 m<sup>2</sup>
- superficie pareti (S): 26.4 m<sup>2</sup> [n.2 x (3.0 m + 3.0 m) x 2.2 m]
- porte tagliafuoco: n.4 da 0.9 x 2.0 m (1 x h)
- perimetro (P) complessivo porte: 23.2 m [n.4 x 2 x (0.9 m + 2.0 m)]
- superficie complessiva porte: 7.2 m<sup>2</sup> [n.4 x (0.9 m x 2.0 m)]
- serrande tagliafuoco: n. 1 da 1.0 m x 1.0 m (1 x h)

- perimetro (P1) complessivo serrande: 4.0 m [n.1 x 2 x (1.0 m + 1.0 m) ]

Per le porte tagliafuoco si può considerare una superficie di fuga pari a circa  $0.003 \div 0.0034$  m<sup>2</sup> per metro di perimetro della porta; nel caso in esame è stato assunto un valore medio pari a 0.0032 m<sup>2</sup>/m.

Il calcolo analitico della portata d'aria attraverso le porte chiuse, si effettua con la seguente formula:

$$Q_1 = 3600 \cdot C_F \cdot S_F \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta p}{\rho}}$$

Q1 portata d'aria per metro di perimetro di porta [m<sup>3</sup>/(h·m)]

CF coefficiente di flusso pari a 0.675

SF superficie delle fessure per metro lineare di perimetro di porta (m<sup>2</sup>/m)

g accelerazione di gravità pari a 9.81 m/s<sup>2</sup>

Δp pressione differenziale (mm c.a.)

ρ densità dell'aria pari a 1.2 kg/m<sup>3</sup>

$$Q_1 = 70.31 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}) = 0.019 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$$

oppure con la seguente formula:

$$Q_1 = 0.83 \cdot A_W \cdot \sqrt{P}$$

dove:

Q1 portata d'aria per metro di perimetro di porta (m<sup>3</sup>/s·m)

AW superficie delle fessure delle porte (m<sup>2</sup>)

P pressione differenziale [Pa]

$$Q_1 = 0.019 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$$

Come si può notare, entrambe le formule conducono allo stesso risultato.

Di conseguenza la portata d'aria che trafila mediante le porte tagliafuoco sarà la seguente:

$$Q'_1 = Q_1 \times P = 0.019 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m}) \times 23.2 \text{ m} = \mathbf{0.44 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Occorre poi tener conto anche delle perdite d'aria attraverso le micro fessure delle pareti che dipendono dalla superficie esposta alla sovrappressione; in genere le aree di passaggio attraverso una parete sono nell'ordine di 10-5 m<sup>2</sup> per ogni m<sup>2</sup> di parete.

Per il calcolo analitico della portata d'aria, attraverso le micro fessure delle pareti, si utilizza la seguente formula:

$$Q_2 = 3600 \cdot C_F \cdot S_M \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta p}{\rho}}$$

dove:

Q<sub>2</sub> portata d'aria per m<sup>2</sup> di parete [m<sup>3</sup>/(h·m<sup>2</sup>)]

C<sub>F</sub> coefficiente di flusso pari a 0.675

S<sub>M</sub> superficie delle micro fessure per metro quadro di parete [m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]

$$Q_2 = 0.22 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2) = 0.00006 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$$

Di conseguenza la portata d'aria che trafila mediante le pareti sarà la seguente:

$$Q'_2 = Q_2 \times S = 0.00006 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2) \times 26.4 \text{ m}^2 = \mathbf{0.0016 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Occorre poi tener conto anche delle perdite d'aria attraverso le serrande tagliafuoco in posizione chiusa, le perdite d'aria per trafilemento vengono calcolate in funzione della superficie interna delimitata dal perimetro del telaio della serranda stessa, secondo la seguente formula:

$$Q_3 = 3 \cdot 10^{-3} \cdot (Dp)^{(1/2)}$$

dove:

Q3 portata d'aria per perimetro di serranda [ $\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ ]

Dp differenza di pressione tra la CdT e la galleria

$$Q_3 = 0.021 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$$

Di conseguenza la portata d'aria che trafila mediante le serrande tagliafuoco sarà la seguente:

$$Q'_3 = Q_3 \times P_1 = 0.021 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2) \times 4.0 \text{ m} = \mathbf{0.084 \text{ m}^3/\text{s}}$$

La portata d'aria complessiva  $Q_{\text{tot}}$ , necessaria per garantire le prestazioni tecnico-funzionali richieste, sarà pari a:

$$Q_{\text{tot}} = Q'_1 + Q'_2 + Q'_3 = 0.44 \text{ m}^3/\text{s} + 0.0016 \text{ m}^3/\text{s} + 0.084 \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{0.5256 \text{ m}^3/\text{s} = 1.892 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Tale portata sarà sufficiente per garantire la sovrappressione di 50 Pa all'interno della CdT.

Considerato che la sovrappressione generata dall'impianto di ventilazione della CdT è pari a 50 Pa e che la superficie complessiva delle n. 4 porte tagliafuoco è di 7.2  $\text{m}^2$  di seguito si calcola quale sia la forza necessaria per aprire ogni singola porta.

- pressione all'interno della CdT (p): 50 Pa = 50  $\text{N}/\text{m}^2$

- porte tagliafuoco: n.4 da 0.9 x 2.0 m (1 x h)

- superficie singola porta (S1): 1.8  $\text{m}^2$  (0.9 m x 2.0 m)

$$F = p \times S_1 = 50 \text{ N}/\text{m}^2 \times 1.8 \text{ m}^2 = \mathbf{90 \text{ N}}$$

La forza necessaria per l'apertura di una singola porta tagliafuoco è pertanto pari a 90 N.

Tale forza è compatibile con la massima forza di apertura ammissibile per le porte di emergenza, pari a 220 N, secondo quanto prescritto dalla Norma UNI EN 1125.

**SCENARIO n. 2 e 3**

In caso di emergenza incendio, la velocità dell'aria attraverso le porte aperte, deve essere tale da evitare la propagazione dei fumi all'interno della CdT e, di conseguenza né del LS.

La velocità dell'aria, attraverso le porte aperte della CdT, non deve essere inferiore a 2.0 m/s.

Come descritto nel capitolo precedente, per descrivere il funzionamento dell'impianto di pressurizzazione della CdT sono stati previsti differenti scenari ed, in particolare, lo scenario n.2 (fase di evacuazione – n.4 porte aperte) e lo scenario n.3 (fase di intervento VVF – n.2 porte aperte, lato galleria).

Imponendo una velocità dell'aria attraverso ciascuna porta aperta, pari a:

- $V_1 = 2 \text{ m/s}$ , durante la fase di evacuazione e durante la fase di intervento VVF.

si ottengono per i suddetti scenari i seguenti risultati:

- Fase di evacuazione – scenario n.2:  $Q_2 = 14.4 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $2 \text{ m/s} \times 1.8 \text{ m}^2 \times 4 = 14.4 \text{ m}^3/\text{s}$ )
- Fase di intervento VVF – scenario n.3:  $Q_3 = 7.2 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $2 \text{ m/s} \times 1.8 \text{ m}^2 \times 2 = 7.2 \text{ m}^3/\text{s}$ )

Lo scenario più gravoso per l'impianto di pressurizzazione sarà pertanto il n. 2 (fase di evacuazione), con una portata d'aria richiesta pari a  $14.4 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $51.840 \text{ m}^3/\text{h}$ ).

Ciascun ventilatore della CdT, pertanto, dovrà essere dimensionato per garantire tale portata d'aria.

## 7. COMPONENTI PRINCIPALI DELL'IMPIANTO DI PRESSURIZZAZIONE

L'impianto di pressurizzazione di ciascuna uscita di sicurezza, nel suo complesso, sarà costituito dai seguenti componenti:

- n.1 cassonetto ventilante composto da n. 2 ventilatori assiali (di cui n.1 di riserva);
- n.2 serrande motorizzate ON/OFF per ventilatori;
- n.1 canale a sezione quadrata (1.0m x 1.0m);
- n.1 serranda tagliafuoco REI 120 (1.0m x 1.0m) posizionata sulla parete tra CdT e galleria;
- n.1 serranda di sovrappressione (1.0m x 1.0m);
- n.2 sensori di controllo di stato apertura/chiusura delle porte della CdT verso la galleria;
- n.1 pressostato differenziale per aria;
- n.1 quadro elettrico di alimentazione installato all'interno del LS;
- n.1 PLC installato all'interno del quadro elettrico di ventilazione.

## 8. LOGICHE DI CONTROLLO/FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE DELLE USCITE DI SICUREZZA

I componenti indicati nel capitolo precedente, permetteranno di controllare/comandare localmente l'impianto di ventilazione delle uscite di sicurezza, sulla base degli scenari di seguito indicati tramite un PLC locale installato all'interno del quadro elettrico di ventilazione che comunicherà con il SPVI mediante PLC master installati nei fabbricati agli imbocchi.

### 8.1. CONDIZIONI DI ESERCIZIO NORMALE

#### 8.1.1. Condizione di preallarme

In condizioni di esercizio normale, le n.2 porte della CdT sono chiuse. L'impianto di pressurizzazione non è attivo.

In caso di apertura di una delle due porte di accesso alla CdT dalla galleria, i contatti magnetici installati sulle porte inviano un segnale al PLC locale, installato nel quadro di ventilazione.

L'impianto di pressurizzazione della CdT viene automaticamente attivato dal PLC locale, per garantire una portata d'aria tale da ottenere una velocità dell'aria, attraverso ciascuna porta aperta, pari a 2 m/s.

Il PLC invia l'allarme di apertura porte alla SPVI/PCS e mette in atto lo scenario automatico predefinito con la modalità seguente (sequenza):

- Controllo di stato delle porte della CdT: *valore di allarme ON* (di almeno n. 1 di 2 DI)
- Controllo di stato di tutte le serrande (dei ventilatori e tagliafuoco): *valore atteso OFF* (n.3 DI)
- Comando apertura serranda ventilatore: *comando inviato ON* (n.1 DO)
- Controllo di stato apertura serranda ventilatore: *valore atteso ON* (n.1 DI)
- Comando di avviamento del ventilatore: *comando inviato ON* (n.1 DO)
- Invio set-point all'inverter del ventilatore per funzionamento alla massima velocità di rotazione: *valore inviato Set-point* (n. 1 AO - 4÷20mA)
- Controllo di stato del ventilatore: *valore atteso ON* (n.1 DI)

A seguito della sequenza sopra indicata si possono presentare le seguenti successive situazioni di funzionamento:

- Situazione 1: ritorno alla condizione con tutte le porte chiuse e regolazione del ventilatore per mantenimento della pressione con valore di 50 Pa

- Controllo di stato delle porte della CdT: *valore atteso OFF* (n.2 DI)
- Acquisizione del valore di pressione dal pressostato: *valore atteso 50 Pa* (n.1 AI - 4÷20mA)
- Invio set-point all'inverter del ventilatore per modulazione della velocità di rotazione: *valore inviato Set-point* (n. 1 AO - 4÷20mA)

Il PLC acquisisce il valore di pressione per monitorare costantemente la pressione all'interno della CdT. Eventuali letture anomale indicano un malfunzionamento nell'impianto di pressurizzazione delle uscite di sicurezza. Il PLC invia un allarme alla SPVI/PCS.

- Situazione 2: cessazione della condizione di preallarme descritto di seguito.

L'operatore della SPVI/PCS invierà al PLC il comando di reset nel caso in cui la condizione di preallarme non corrisponda ad una condizione "reale" di emergenza incendio verificabile.

Il PLC effettua il ripristino delle condizioni iniziali di funzionamento (reset) dei suindicati sottosistemi, previo consenso della SPVI/PCS, secondo la modalità seguente:

- Controllo di stato delle porte della CdT: *valore atteso OFF* (n.2 DI)
- Comando di spegnimento del ventilatore: *comando inviato OFF* (n.1 DO)
- Comando chiusura serranda ventilatore: *comando inviato OFF* (n.1 DO)
- Controllo di stato del ventilatore: *valore atteso OFF* (n.1 DI)
- Controllo di stato di tutte le serrande (dei ventilatori e tagliafuoco): *valore atteso OFF* (n.3 DI)

L'alternanza nel funzionamento dei due ventilatori (di cui uno di riserva), sarà gestita localmente mediante PLC. Le condizioni di allarme (mancato avvio/spegnimento del ventilatore) saranno trasmessi alla SPVI/PCS.

### 8.1.2. Ventilazione sanitaria

In condizioni di esercizio normale, le n.2 porte della CdT sono chiuse. L'impianto di pressurizzazione non è attivo.

Sulla base di una programmazione giornaliera predefinita, l'impianto di ventilazione delle uscite di sicurezza viene attivato per una durata sufficiente a garantire un ricambio d'aria pari ad almeno n.3 volumi nell'arco della giornata.

Il PLC, installato a bordo del quadro di ventilazione, mette in atto lo scenario predefinito con la modalità seguente (sequenza):

- Controllo di stato delle porte della CdT: *valore atteso OFF* (n.2 DI)
- Controllo di stato di tutte le serrande (dei ventilatori e tagliafuoco): *valore atteso OFF* (n.3 DI)
- Comando apertura serranda tagliafuoco: *comando inviato ON* (n.1 DO)
- Controllo di stato apertura serranda tagliafuoco: *valore atteso ON* (n.1 DI)
- Comando apertura serranda ventilatore: *comando inviato ON* (n.1 DO)
- Controllo di stato apertura serranda ventilatore: *valore atteso ON* (n.1 DI)
- Comando di avviamento del ventilatore: *comando inviato ON* (n.1 DO)
- Invio set-point all'inverter del ventilatore per funzionamento di ventilazione sanitaria: *valore inviato Set-point* (n. 1 AO - 4÷20mA)
- Controllo di stato del ventilatore: *valore atteso ON* (n.1 DI)

Una volta effettuato il ricambio d'aria richiesto, il PLC effettua il ripristino delle condizioni iniziali di funzionamento (reset) dei suindicati sottosistemi, secondo la modalità seguente:

- Controllo di stato delle porte della CdT: *valore atteso OFF* (n.2 DI)
- Comando di spegnimento del ventilatore: *comando inviato OFF* (n.1 DO)
- Comando chiusura serranda ventilatore: *comando inviato OFF* (n.1 DO)
- Controllo di stato del ventilatore: *valore atteso OFF* (n.1 DI)
- Comando chiusura serranda tagliafuoco: *comando inviato OFF* (n.1 DO)
- Controllo di stato di tutte le serrande (dei ventilatori e tagliafuoco): *valore atteso OFF* (n.3 DI)

L'alternanza nel funzionamento dei due ventilatori (di cui uno di riserva), sarà gestita localmente mediante PLC. Le condizioni di allarme (mancato avvio/spegnimento del ventilatore) saranno trasmessi alla SPVI/PCS.

## 8.2. CONDIZIONI DI EMERGENZA INCENDIO

### 8.2.1. Scenario n.1 - Fase di evacuazione - Pressurizzazione della CdT (50 Pa):

In condizioni di esercizio normale, le n.2 porte della CdT sono chiuse. L'impianto di ventilazione delle uscite di sicurezza non è attivo.

In caso di emergenza (evento incendio), la SPVI/PCS, tramite il PLC installato all'interno del quadro di ventilazione di ciascun LS delle uscite di sicurezza, mette in atto lo scenario predefinito con la seguente modalità (sequenza):

- Controllo di stato delle porte della CdT: *valore atteso OFF* (n.2 DI)
- Controllo di stato di tutte le serrande (dei ventilatori e tagliafuoco): *valore atteso OFF* (n.3 DI)
- Comando apertura serranda ventilatore: *comando inviato ON* (n.1 DO)
- Controllo di stato apertura serranda ventilatore: *valore atteso ON* (n.1 DI)
- Comando di avviamento del ventilatore: *comando inviato ON* (n.1 DO)
- Acquisizione del valore di pressione dal pressostato: *valore atteso 50 Pa* (n.1 AI - 4÷20mA)
- Invio set-point all'inverter del ventilatore per modulazione della velocità di rotazione: *valore inviato Set-point* (n. 1 AO - 4÷20mA)
- Controllo di stato del ventilatore: *valore atteso ON* (n.1 DI)

Il PLC acquisisce il valore di pressione per monitorare costantemente la pressione all'interno della CdT. Eventuali letture anomale indicano un malfunzionamento nell'impianto di pressurizzazione delle uscite di sicurezza. Il PLC invia un allarme alla SPVI/PCS.

A seguito della sequenza sopra indicata si possono presentare le seguenti successive situazioni di funzionamento:

- Situazione 1: apertura di una qualsiasi delle 2 porte e conseguente avvio della sequenza "Scenario n.2 - Fase di evacuazione - Esodo dei passeggeri attraverso l'uscita di sicurezza" descritto del seguente capitolo.

- Situazione 2: cessazione dello "Scenario n.1 Fase di evacuazione - Pressurizzazione della CdT (50 Pa)" descritto di seguito.

Il PLC effettua il ripristino delle condizioni iniziali di funzionamento (reset) dei suindicati sottosistemi, previo consenso della SPVI/PCS, secondo la modalità seguente:

- Controllo di stato delle porte della CdT: *valore atteso OFF* (n.2 DI)
- Comando di spegnimento del ventilatore: *comando inviato OFF* (n.1 DO)
- Comando chiusura serranda ventilatore: *comando inviato OFF* (n.1 DO)
- Controllo di stato del ventilatore: *valore atteso OFF* (n.1 DI)
- Controllo di stato di tutte le serrande (dei ventilatori e tagliafuoco): *valore atteso OFF* (n.3 DI)

L'alternanza nel funzionamento dei due ventilatori (di cui uno di riserva), sarà gestita localmente mediante PLC. Le condizioni di allarme (mancato avvio/spegnimento del ventilatore) saranno trasmessi alla SPVI/PCS.

#### 8.2.2. Scenario n.2 - Fase di evacuazione - Esodo dei passeggeri attraverso l'uscita di sicurezza

In condizioni di esercizio in pressurizzazione della CdT (50 Pa), le n.2 porte della CdT sono chiuse. L'impianto di pressurizzazione è attivo.

L'apertura delle porte attiva immediatamente, tramite PLC, lo scenario predefinito con la seguente modalità (sequenza):

- Controllo di stato delle porte della CdT: *valore di allarme ON* (di almeno n. 1 di 2 DI)
- Invio set-point all'inverter del ventilatore per funzionamento alla massima velocità di rotazione: *valore inviato Set-point* (n. 1 AO - 4÷20mA)

A seguito della sequenza sopra indicata si possono presentare le seguenti successive situazioni di funzionamento:

- Situazione 1: ritorno alla condizione con tutte le porte chiuse e regolazione del ventilatore per mantenimento della pressione con valore di 50 Pa

- Controllo di stato delle porte della CdT: *valore atteso OFF* (n.2 DI)
- Acquisizione del valore di pressione dal pressostato: *valore atteso 50 Pa* (n.1 AI - 4÷20mA)
- Invio set-point all'inverter del ventilatore per modulazione della velocità di rotazione: *valore inviato Set-point* (n. 1 AO - 4÷20mA)

Il PLC acquisisce il valore di pressione per monitorare costantemente la pressione all'interno della CdT. Eventuali letture anomale indicano un malfunzionamento nell'impianto di pressurizzazione delle uscite di sicurezza. Il PLC invia un allarme alla SPVI/PCS.

- Situazione 2: cessazione dello "Scenario n.2 - Fase di evacuazione - Esodo dei passeggeri attraverso l'uscita di sicurezza" descritto di seguito.

Il PLC effettua il ripristino delle condizioni iniziali di funzionamento (reset) dei suindicati sottosistemi, previo consenso della SPVI/PCS, secondo la modalità seguente:

- Controllo di stato delle porte della CdT: *valore atteso OFF* (n.2 DI)
- Comando di spegnimento del ventilatore: *comando inviato OFF* (n.1 DO)
- Comando chiusura serranda ventilatore: *comando inviato OFF* (n.1 DO)
- Controllo di stato del ventilatore: *valore atteso OFF* (n.1 DI)
- Controllo di stato di tutte le serrande (dei ventilatori e tagliafuoco): *valore atteso OFF* (n.3 DI)

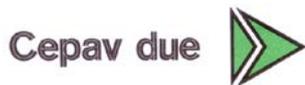
L'alternanza nel funzionamento dei due ventilatori (di cui uno di riserva), sarà gestita localmente mediante PLC. Le condizioni di allarme (mancato avvio/spegnimento del ventilatore) saranno trasmessi alla SPVI/PCS.

### 8.2.3. Scenario n.3 - Fase di intervento VVF

In condizioni di esercizio in fase in pressurizzazione della CdT (50 Pa), le n.2 porte della CdT sono chiuse. L'impianto di pressurizzazione è attivo. La fase di evacuazione dei passeggeri è stata completata. L'accesso alla galleria delle squadre di soccorso VVF attraverso la CdT attiva immediatamente, tramite PLC, lo scenario predefinito con la seguente modalità (sequenza):

- Ricezione da parte del PLC del segnale di intervento VVF: *comando ricevuto ON* (n.1 DI)
- Controllo di stato delle porte della CdT: *valore di allarme ON* (di almeno n. 1 di 2 DI)
- Invio set-point all'inverter del ventilatore per modulazione della velocità di rotazione necessaria all'intervento VVF: *valore inviato Set-point* (n. 1 AO - 4÷20mA)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL GN 040 C 002

Rev.  
A

Foglio  
25 di 25

Al termine dell'intervento da parte delle squadre di soccorso VVF il PLC effettua il ripristino delle condizioni iniziali di funzionamento (reset) dei suindicati sottosistemi, previo consenso della SPVI/PCS, secondo la modalità seguente:

- Controllo di stato delle porte della CdT: *valore atteso OFF* (n.2 DI)
- Comando di spegnimento del ventilatore: *comando inviato OFF* (n.1 DO)
- Comando chiusura serranda ventilatore: *comando inviato OFF* (n.1 DO)
- Controllo di stato del ventilatore: *valore atteso OFF* (n.1 DI)
- Controllo di stato di tutte le serrande (dei ventilatori e tagliafuoco): *valore atteso OFF* (n.3 DI)

L'alternanza nel funzionamento dei due ventilatori (di cui uno di riserva), sarà gestita localmente mediante PLC. Le condizioni di allarme (mancato avvio/spegnimento del ventilatore) saranno trasmessi alla SPVI/PCS.