



# Applicazioni dei Sistemi di controllo del fumo e del calore

## Controllo per Differenza di pressione ed Orizzontale

Bologna, 27 Novembre 2019

Ing. Giovanni Milan

*Commissione Tecnica A.N.A.C.E.*



# Sistemi di pressurizzazione: perché utilizzarli?

Le modalità di gestione del fumo si suddividono in 2 grandi categorie :

Naturale

Meccanico

## **La seconda tipologia: MECCANICO (o SEFFC)**

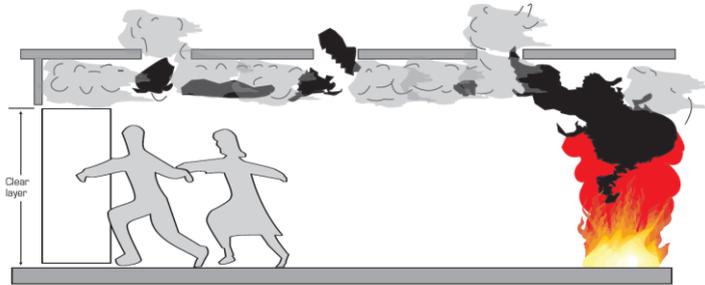
Sistemi di estrazione costituiti da uno o più ventilatori (predisposti per trattare gas a temperature più alte di quella ambiente) in grado di convogliare verso l'esterno i fumi generati dall'incendio in modo indipendente dalla spinta di galleggiamento risultante dalla differenza di densità.

Le modalità di controllo del fumo possono essere:

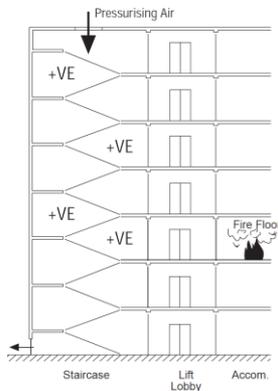
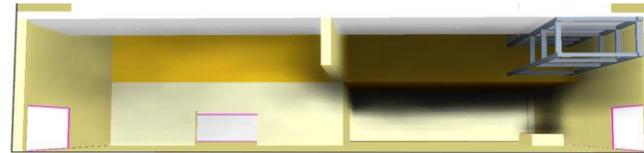
- 1. Controllo verticale (meccanico)**
- 2. Controllo orizzontale (meccanico)**
- 3. Pressurizzazione (differenza di pressione, meccanico)**



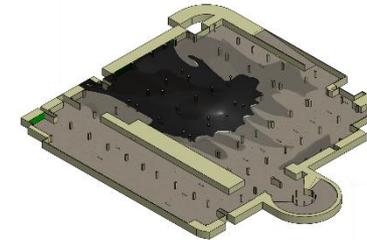
# Sistemi di pressurizzazione: perché utilizzarli?



Controllo verticale (meccanico)



Controllo orizzontale (meccanico)



Pressurizzazione (differenza di pressione, meccanico)



# Sistemi di pressurizzazione: perché utilizzarli?

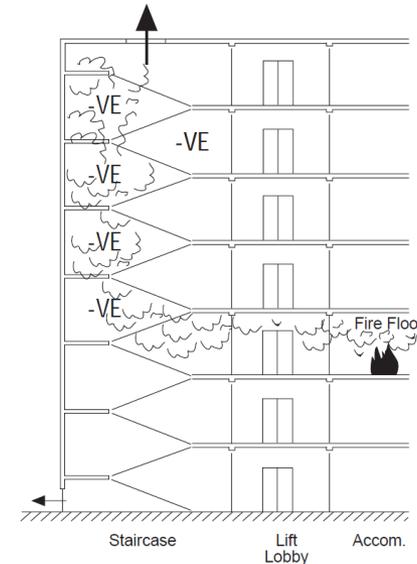
L'obiettivo di qualsiasi sistema di controllo del fumo è di mantenere le vie di fuga libere dal fumo e dai gas tossici abbastanza a lungo da consentire agli occupanti di fuggire o cercare un rifugio sicuro. Inoltre un adeguato sistema di controllo del fumo aiuterà i Vigili del fuoco a gestire sia il fuoco che i residui del fumo.

## ESTRAZIONE DEL FUMO

In edifici di grosse dimensioni (autorimesse, centri commerciali, aree espositive, ecc.) il metodo normalmente utilizzato per il controllo del fumo consiste nell'utilizzo di sistemi di ventilazione meccanica dimensionati per **estare il fumo dall'area in esame**.

In edifici che si sviluppano in altezza, in presenza di scale di esodo, l'utilizzo di sistemi di evacuazione del fumo **può però unicamente peggiorare la situazione**.

Il sistema di estrazione schematizzato a lato richiama il fumo all'interno della via di fuga



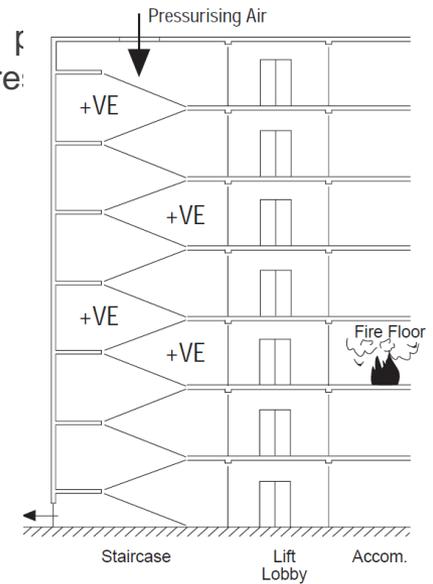
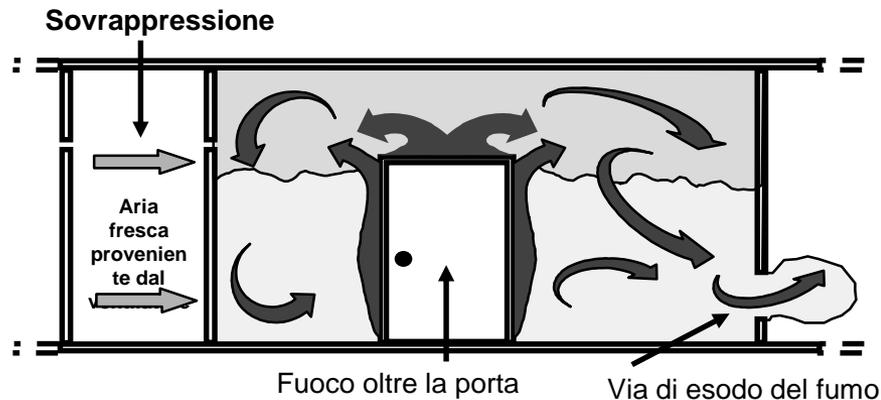


# Sistemi di pressurizzazione: perché utilizzarli?

## DIFFERENZA DI PRESSIONE (PRESSURIZZAZIONE)

Il principio fisico consiste nel garantire una pressione maggiore nelle zone di fuga immettendo aria pulita nelle vie di fuga. Fornendo questa differenza di pressione si ottiene il controllo sul moto del fumo.

La figura illustra questo metodo che è noto come **PRESSURIZZAZIONE**.



ne  
un



# Controllo per differenza di pressione - DM 18/10/2019 (ex DM 3/8/2015)



N. 41

MINISTERO DELL'INTERNO

DECRETO 18 ottobre 2019.

**Modifiche all'allegato 1 al decreto del Ministro dell'interno 3 agosto 2015, recante «Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139».**

## Sezione G Generalità

- G.1 Termini, definizioni e simboli grafici
- G.2 Progettazione per la sicurezza antincendio
- G.3 Determinazione dei profili di rischio delle attività

## Sezione S Strategia antincendio

- S.1 Reazione al fuoco
- S.2 Resistenza al fuoco
- S.3 Compartimentazione**
- S.4 Esodo
- S.5 Gestione della sicurezza antincendio
- S.6 Controllo dell'incendio
- S.7 Rivelazione ed allarme
- S.8 Controllo di fumi e calore
- S.9 Operatività antincendio
- S.10 Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio

## Sezione V Regole tecniche verticali

- V.1 Aree a rischio specifico
- V.2 Aree a rischio per atmosfere esplosive
- V.3 Vani degli ascensori
- V.4 Uffici
- V.5 Attività ricettive turistico-alberghiere
- V.6 Autorimesse
- V.7 Attività scolastiche
- V.8 Attività commerciali

## Sezione M Metodi

- M.1 Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio
- M.2 Scenari di incendio per la progettazione prestazionale
- M.3 Salvaguardia della vita con la progettazione prestazionale



# Controllo per differenza di pressione - DM 18/10/2019 (ex DM 3/8/2015)

## S.3.5.3

## Compartimento a prova di fumo

Nota Nel *compartimento a prova di fumo* è impedito l'ingresso di effluenti dell'incendio da compartimenti comunicanti.

1. Per essere considerato a *prova di fumo* in caso di incendio che si sviluppi in compartimenti comunicanti, il *compartimento antincendio* deve essere realizzato in modo da garantire una delle seguenti misure antincendio aggiuntive verso i compartimenti comunicanti dai quali si intende garantire la protezione dall'ingresso di fumo:
  - a. il compartimento è dotato di un *sistema di pressione differenziale progettato, installato e gestito secondo la norma UNI EN 12101-6*;
  - b. i compartimenti comunicanti da cui si intende garantire la protezione dall'ingresso di fumo sono dotati di SEFC che mantengono i fumi al di sopra dei varchi di comunicazione (capitolo S.8);
  - c. il compartimento è dotato di SEFC, i compartimenti comunicanti da cui si intende garantire la protezione dall'ingresso di fumo sono dotati di SEFC (capitolo S.8);
  - d. il compartimento è separato con *spazio scoperto* dai compartimenti comunicanti da cui si intende garantire la protezione dall'ingresso di fumo;
  - e. il compartimento è separato con *filtro a prova di fumo* (paragrafo S.3.5.5) dai compartimenti comunicanti da cui si intende garantire la protezione dall'ingresso di fumo;
  - f. il compartimento è separato con altri *compartimenti a prova di fumo* dai compartimenti comunicanti da cui si intende garantire la protezione dall'ingresso di fumo.

Nota Nella tabella S.3-5 sono riportati alcune applicazioni. Esempi di compartimento a prova di fumo sono: scala a prova di fumo, vano ascensore a prova di fumo, ...



N. 41

MINISTERO DELL'INTERNO

DECRETO 18 ottobre 2019.

Modifiche all'allegato 1 al decreto del Ministro dell'interno 3 agosto 2015, recante «Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139».



# Controllo per differenza di pressione - DM 18/10/2019 (ex DM 3/8/2015)



N. 41

MINISTERO DELL'INTERNO

- a. mantenuto in sovrappressione, ad almeno 30 Pa in condizioni di emergenza, da specifico sistema progettato, realizzato e gestito secondo la regola dell'arte;

Nota La norma UNI EN 12101-6 riporta un metodo generalmente accettato per progettare il sistema di sovrappressione del filtro a prova di fumo.

provazione di ...  
incendi, ai sensi dell'articolo 13  
gislativo 8 marzo 2006, n. 139».

## S.3.5.4

### Filtro

Nota Nel *filtro* si ritiene improbabile l'innesco di un incendio ed è limitato l'ingresso di effluenti dell'incendio da compartimenti comunicanti. Nel *filtro* è generalmente ammessa la presenza di reception, portinerie, sale d'attesa, limitate apparecchiature elettriche, impianti tecnologici e di servizio ausiliari al funzionamento dell'attività, ...

1. Il *filtro* è un *compartimento antincendio* dotato di tutte le seguenti ulteriori caratteristiche:
  - a. avente classe di resistenza al fuoco  $\geq 30$  minuti;
  - b. munito di due o più chiusure dei varchi almeno E 30-S<sub>2</sub>;
  - c. avente carico di incendio specifico  $q_f \leq 50$  MJ/m<sup>2</sup>;
  - d. non vi si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose;
  - e. non vi si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.

## S.3.5.5

### Filtro a prova di fumo

Nota Per definizione, il *filtro a prova di fumo* è un *filtro* (paragrafo S.3.5.4), avente anche i requisiti di *compartimento antincendio a prova di fumo* (paragrafo S.3.5.3). Pertanto nel *filtro a prova di fumo* si ritiene improbabile l'innesco di un incendio ed è impedito l'ingresso di effluenti dell'incendio. Sono accettate anche le modalità realizzative tradizionali di cui al comma 1, perché si ritiene consentano il rapido smaltimento degli effluenti che eventualmente vi entrassero.

1. Se monopiano e di ridotta superficie lorda, è ammesso realizzare il *filtro a prova di fumo* come *filtro* (paragrafo S.3.5.4), dotato di una delle seguenti ulteriori caratteristiche:
  - a. mantenuto in sovrappressione, ad almeno 30 Pa in condizioni di emergenza, da specifico sistema progettato, realizzato e gestito secondo la regola dell'arte;

Nota La norma UNI EN 12101-6 riporta un metodo generalmente accettato per progettare il sistema di sovrappressione del filtro a prova di fumo.

- b. dotato di camino per lo smaltimento dei fumi d'incendio e di ripresa d'aria dall'esterno, adeguatamente progettati e di sezione  $\geq 0,10$  m<sup>2</sup>;
- c. areato direttamente verso l'esterno con aperture di superficie utile complessiva  $\geq 1$  m<sup>2</sup>. Tali aperture devono essere permanentemente aperte o dotate di chiusure apribili in modo automatico in caso di incendio. È escluso l'impiego di condotti.
2. Per i varchi del *filtro a prova di fumo* è ammesso l'impiego di chiusure E 30.

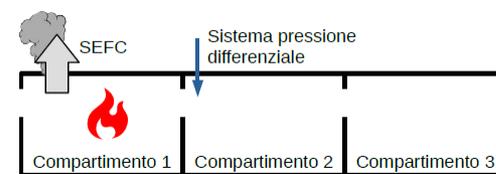


# Controllo per differenza di pressione - DM 18/10/2019 (ex DM 3/8/2015)

	Il compartimento 2 è a <i>prova di fumo</i> proveniente dai compartimenti 1 e 3. I compartimenti 1 e 3 non sono a <i>prova di fumo</i> proveniente dal compartimento 2. Il compartimento 1 è a <i>prova di fumo</i> proveniente dal compartimento 3 e viceversa.
	Il compartimento 2 è a <i>prova di fumo</i> proveniente dai compartimenti 1 e 3. I compartimenti 1 e 3 non sono a <i>prova di fumo</i> proveniente dal compartimento 2. Il compartimento 1 è a <i>prova di fumo</i> proveniente dal compartimento 3 e viceversa.
	Tutti i compartimenti sono a <i>prova di fumo</i> proveniente dagli altri compartimenti.
	Tutti i compartimenti sono a <i>prova di fumo</i> proveniente dagli altri compartimenti.
	I compartimenti 1 e 2 sono a <i>prova di fumo</i> proveniente dal compartimento 3 e viceversa. Il compartimento 1 non è a <i>prova di fumo</i> proveniente dal compartimento 2 e viceversa.
	Tutti i compartimenti sono a <i>prova di fumo</i> proveniente dagli altri compartimenti.
	I compartimenti 2 e 3 sono a <i>prova di fumo</i> proveniente dal compartimento 1 e viceversa. Il compartimento 2 non è a <i>prova di fumo</i> proveniente dal compartimento 3 e viceversa.

Tabella S.3-5: Esempi di compartimenti a prova di fumo: viste in pianta e descrizione

Tabella S.3-5: Esempi di compartimenti a prova di fumo: viste in pianta e descrizione



Il compartimento 2 è a *prova di fumo* proveniente dai compartimenti 1 e 3.  
I compartimenti 1 e 3 non sono a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 2.  
Il compartimento 1 è a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 3 e viceversa.



Tutti i compartimenti sono a *prova di fumo* proveniente dagli altri compartimenti.

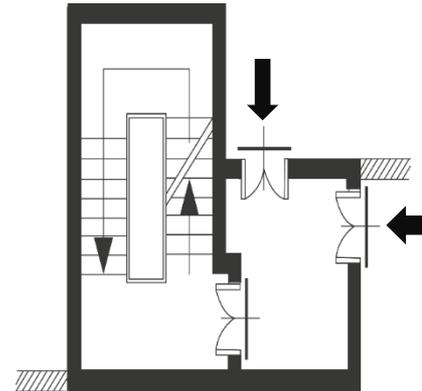
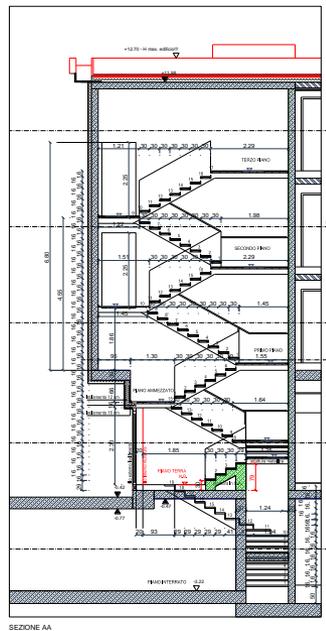


I compartimenti 2 e 3 sono a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 1 e viceversa.  
Il compartimento 2 non è a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 3 e viceversa.



# Compartimentazione al fumo

EDIFICIO DI X PIANI: COME PROTEGGO LA VIA DI FUGA?

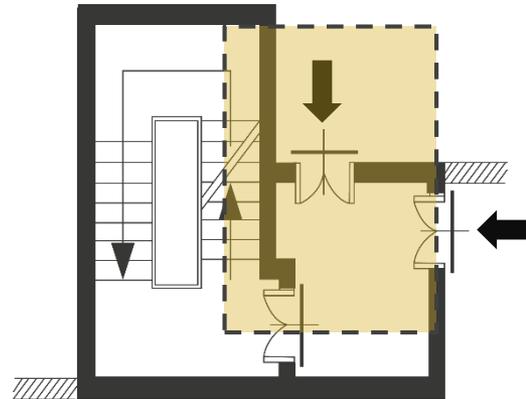
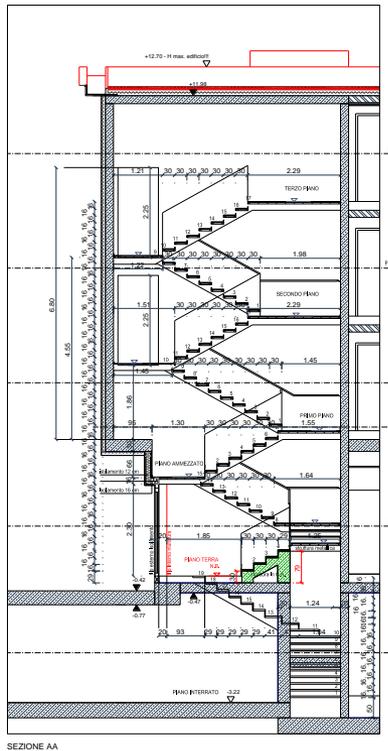




# Compartimentazione al fumo

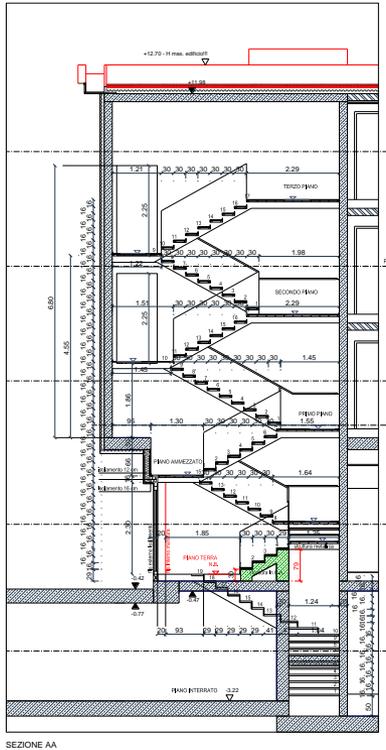
## EDIFICIO DI X PIANI: COME PROTEGGO LA VIA DI FUGA?

**Soluzione A:** proteggendo X ingressi al vano scale con altrettanti filtri a prova di fumo conformemente al DM 19/10/2019



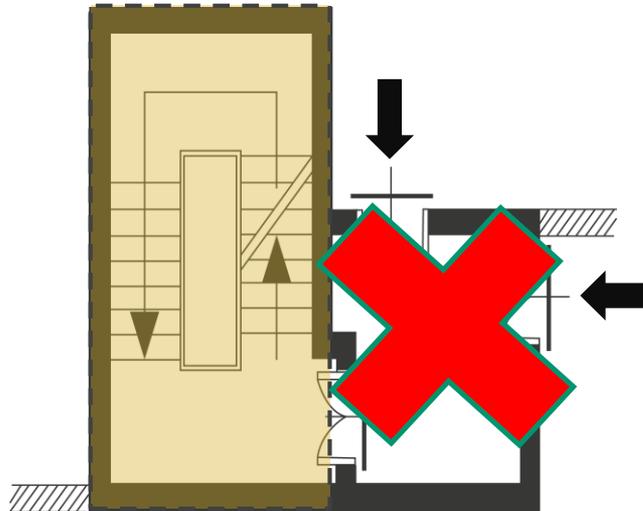


# Compartimentazione al fumo



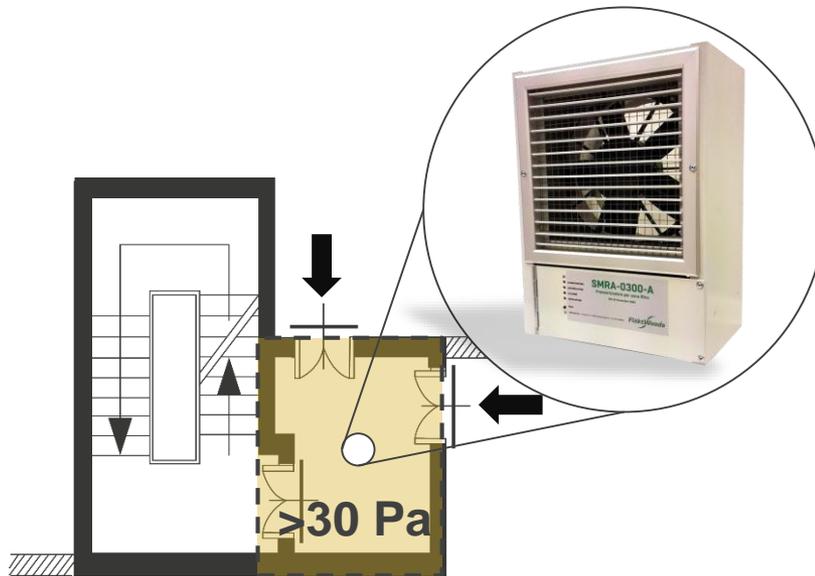
**EDIFICIO DI X PIANI: COME PROTEGGO LA VIA DI FUGA?**

**Soluzione B:** pressurizzando direttamente il vano scale applicando la UNI EN 12101-6





# Compartimentazione al fumo



## CARATTERISTICHE DEL PRESSURIZZATORE:

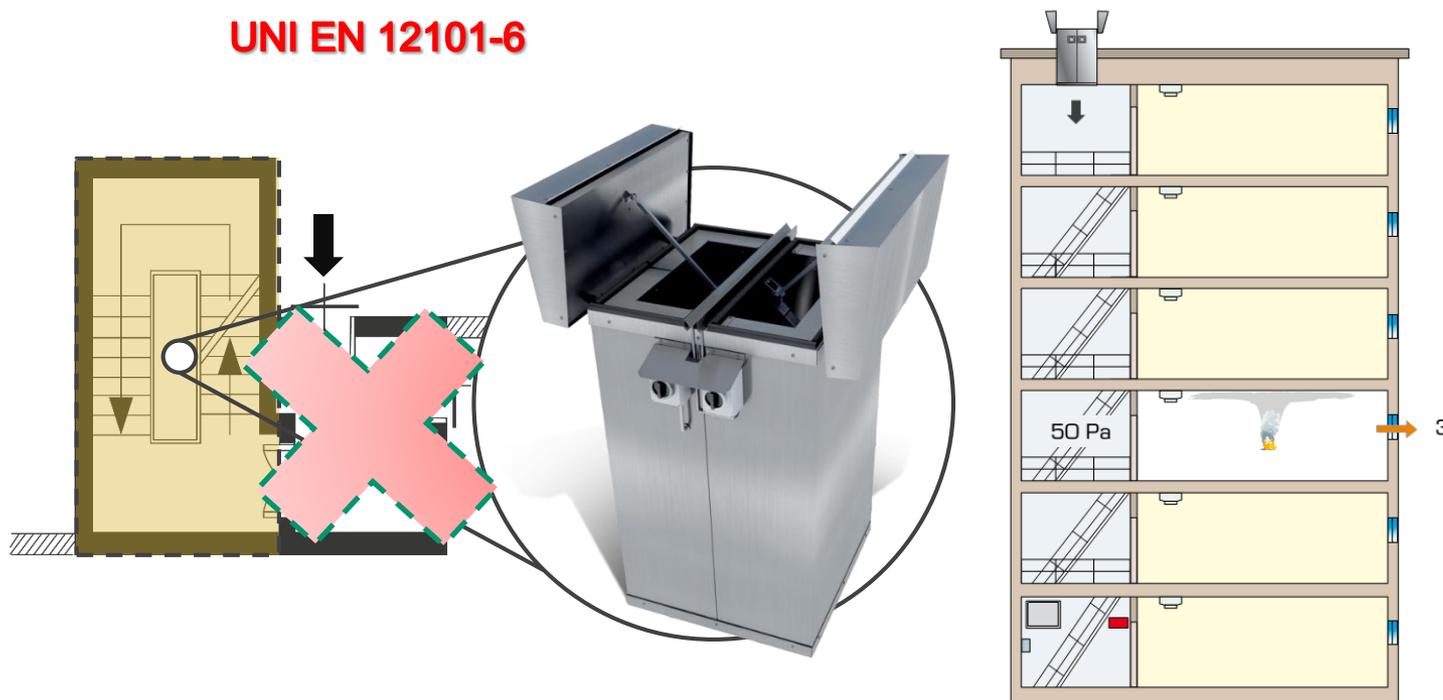
1. Dimensionato correttamente per mantenere il filtro ad una pressione di almeno 30 Pa
2. Funziona solo in emergenza
3. Due ore di pressurizzazione effettiva in assenza di alimentazione
4. Aspira aria fresca per immetterla nel locale filtro

**UN SOLO CRITERIO** – Mantenimento della pressione differenziale ad un valore di almeno 30 Pa



# Compartimentare un vano scale

**UNI EN 12101-6**

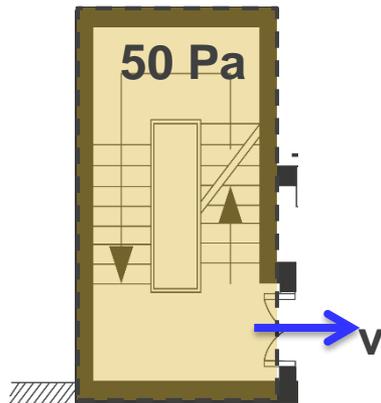




# Compartimentare un vano scale

## UNI EN 12101-6

DUE CRITERI, indicati dalla UNI EN 12101-6



### 1. PRESSURE CRITERION

Mantenimento della pressione differenziale ad un valore dato (tipicamente 50 Pa con tutte le porte chiuse e 10 Pa con alcune porte aperte)

### 2. AIRFLOW CRITERION

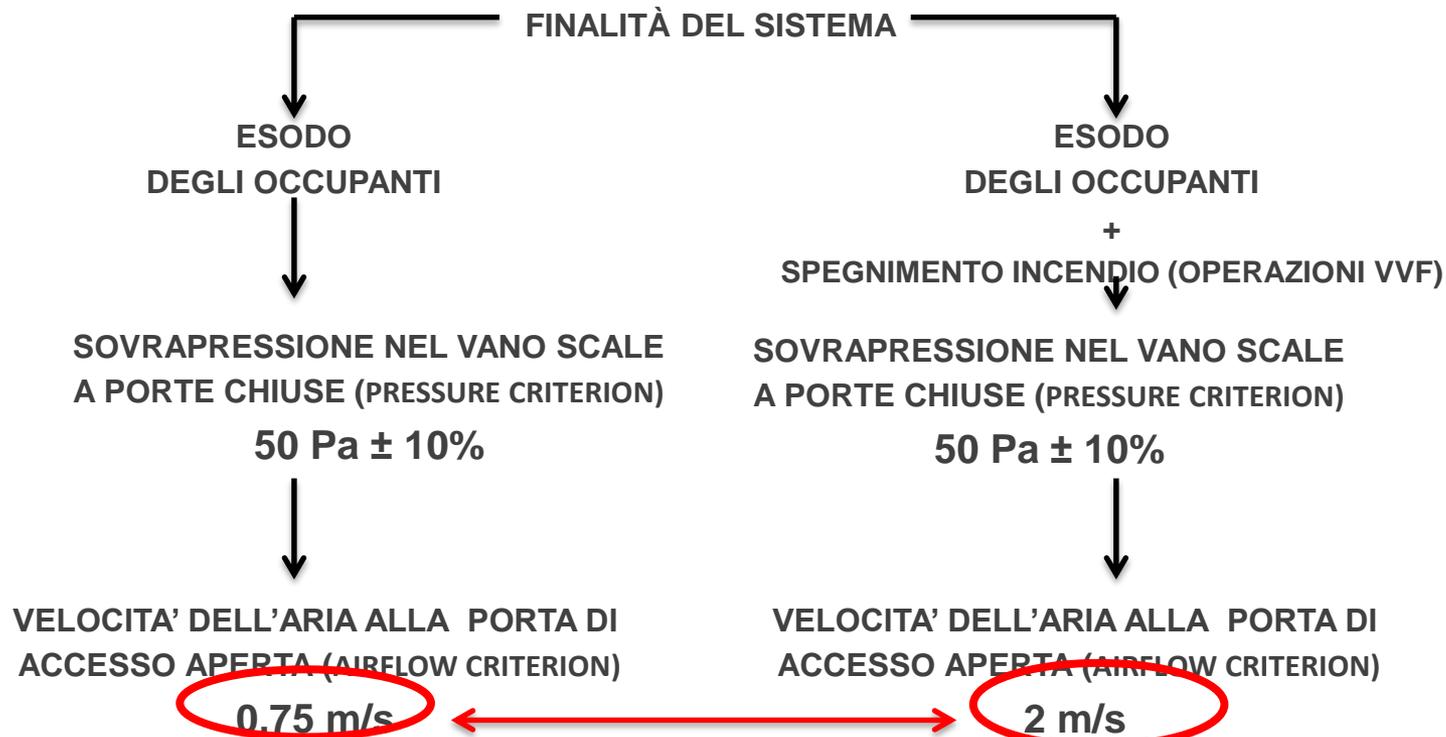
Mantenimento di un flusso di aria costante in uscita dal vano scale ad una velocità minima richiesta

Entrambi i criteri devono essere utilizzati per determinare la portata di immissione



# Compartimentare un vano scale

## UNI EN 12101-6 – FINALITÀ DEL SISTEMA





# Compartimentare un vano scale

## UNI EN 12101-6

### CLASSIFICAZIONE DEGLI EDIFICI IN 6 CLASSI

#### PRINCIPIO n.2: TIPOLOGIA DI RISCHIO E MODALITA' DI EVACUAZIONE

The design conditions have been placed in separate system classes which may be used to implement a design using pressure differentials for any given type of building.

The classes of system are given in Table 1.

**Table 1 — Classes of systems**

System class	Examples of use	Design conditions
Class A System	For means of escape. Defend in place	4.2 and Figure 2
Class B System	For means of escape and firefighting	4.3 and Figure 3
Class C System	For means of escape by simultaneous evacuation	4.4 and Figure 4
Class D System	For means of escape. Sleeping risk	4.5 and Figure 5
Class E System	For means of escape by phased evacuation	4.6 and Figure 6
Class F System	Firefighting system and means of escape	4.7 and Figure 7

The system examples to be applied will depend on national provisions valid in the place of use of the system or the decision of appropriate authorities.



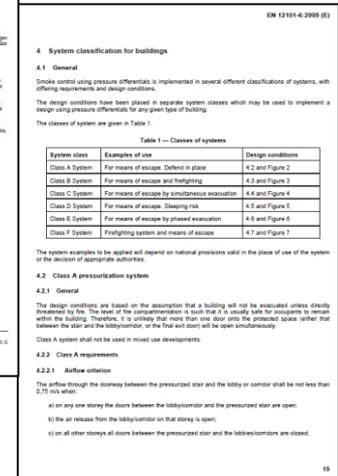
# Compartimentare un vano scale

## UNI EN 12101-6

La norma UNI EN 12101-6 prevede 6 differenti soluzioni in dipendenza dell'edificio e del suo impiego.

Classe sistema	Esempi impiego*	Par. Norma
A	Edifici dove gli occupanti le aree non soggette all'incendio non abbandonano l'edificio fino allo spegnimento dell'incendio	4.2
B	Edifici come i precedenti ma con locale intermedio sicuro dotato di ascensore	4.3
C	Edificio dove tutti gli occupanti abbandonano simultaneamente tutte le aree prima dell'arrivo delle squadre di intervento	4.4
D	Edificio come il precedente ma occupato da persone impossibilitate ad abbandonare prontamente le aree (hotel, ospedale ...)	4.5
E	Edificio dove sia necessario evacuare il personale delle varie aree in tempi diversi (non contemporaneamente)	4.6
F	Edificio dove tutti gli occupanti abbandonano simultaneamente tutte le aree contestualmente alle operazioni delle squadre di intervento	4.7

\*Traduzione da verificare





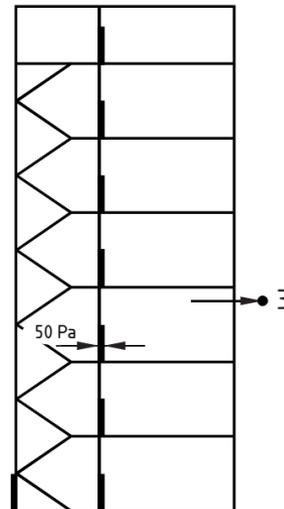
# Compartimentare un vano scale

## UNI EN 12101-6 CLASSI DI EDIFICI

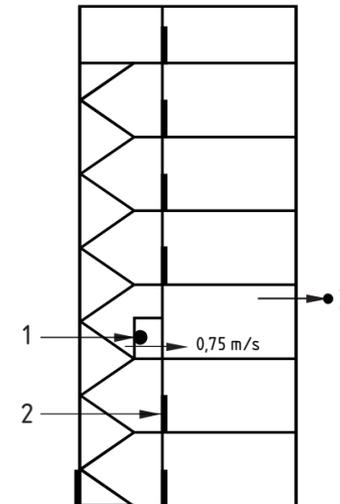
The level of fire compartmentation is such that it is usually safe for occupants to remain within the building.

Class A system shall not be used in mixed use developments.

CRITERIO DELLA PRESSIONE  
50 Pa  
Vano scale



CRITERIO DELLA VELOCITA'  
0,75 m/s  
1 porta aperta





# Compartimentare un vano scale

## CLASSE B

Finalità: evacuazione e spegnimento

Scenario tipico degli edifici complessi

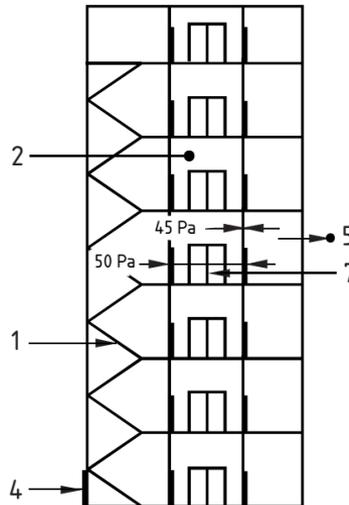
### UNI EN 12101-6 CLASSI DI EDIFICI

Class B pressure differential system can be used to minimise the potential for serious contamination of firefighting shafts by smoke during means of escape and fire service operations.

#### CRITERIO DELLA PRESSIONE

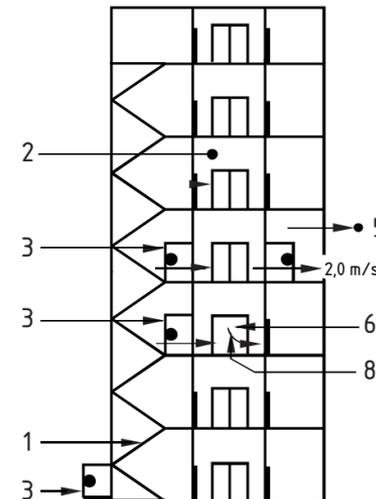
50 Pa / 45 Pa

Vano scale, Ascensore e Atrio



#### CRITERIO DELLA VELOCITA'

2 m/s





# Compartimentare un vano scale

## CLASSE C

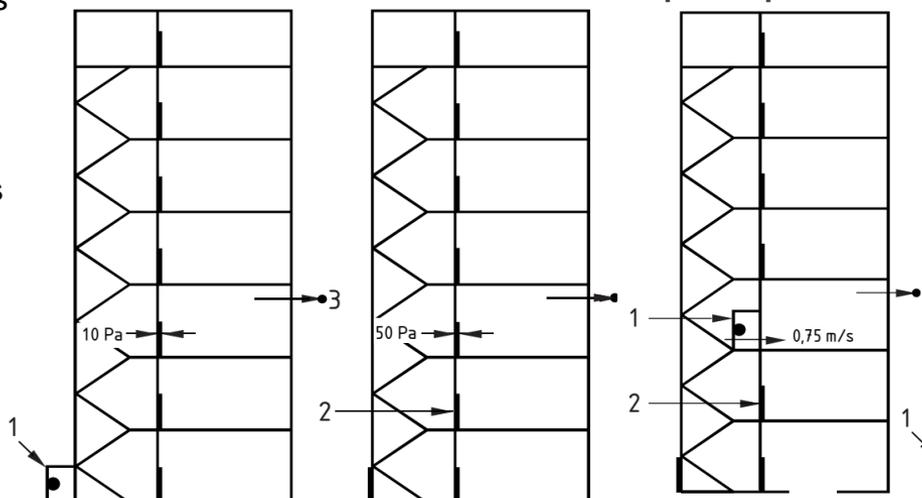
Finalità: evacuazione simultanea

### UNI EN 12101-6 CLASSI DI EDIFICI

The design conditions for Class C systems are based on the assumption that the occupants of the building will all be evacuated on the activation of the fire alarm signal that is simultaneous evacuation. In the event of a simultaneous evacuation it is assumed that the stairways will be occupied for the nominal period of the evacuation, and thereafter will be clear of evacuees. Consequently, the evacuation will occur during the early stages of fire development, and some smoke leakage onto the stairway can be tolerated

CRITERIO DELLA PRESSIONE  
50 Pa o 10 Pa  
Vano scale

CRITERIO DELLA VELOCITA'  
0,75 m/s  
1 porta aperta





# Compartimentare un vano scale

## UNI EN 12101-6 CLASSI DI EDIFICI

Class D systems are designed in buildings where the occupants may be sleeping, e.g. hotels, hostels and institutional-type buildings. The time for the occupants to move into a protected area prior to reaching the final exit can be greater than that expected in an alert or able-bodied environment, and occupants may be unfamiliar with the building or need assistance to reach the final exit/protected space.

### CLASSE D

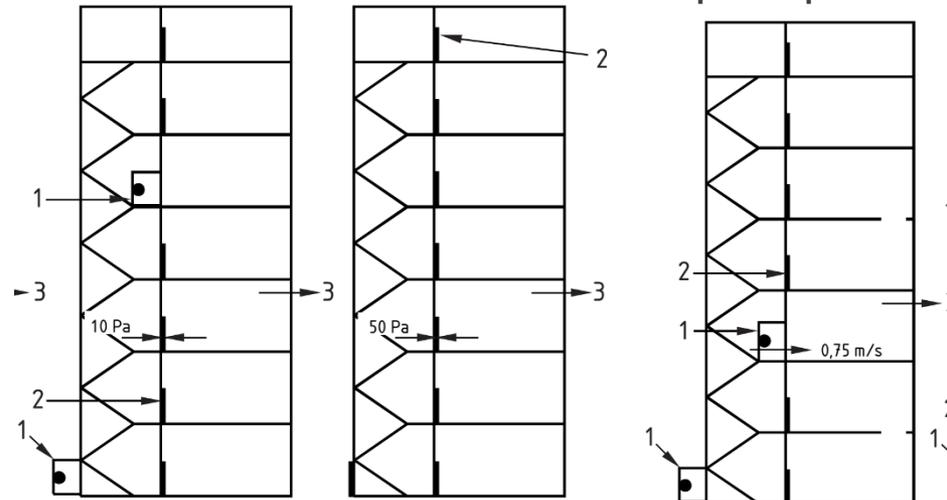
Finalità: evacuazione simultanea

Scenario tipico di: hotel, ostelli, etc. [... Class D systems are designed in buildings where the occupants may be sleeping ...]

CRITERIO DELLA PRESSIONE  
50 Pa o 10 Pa  
Vano scale

CRITERIO DELLA VELOCITA'  
0,75 m/s

1 porta aperta + porta di uscita



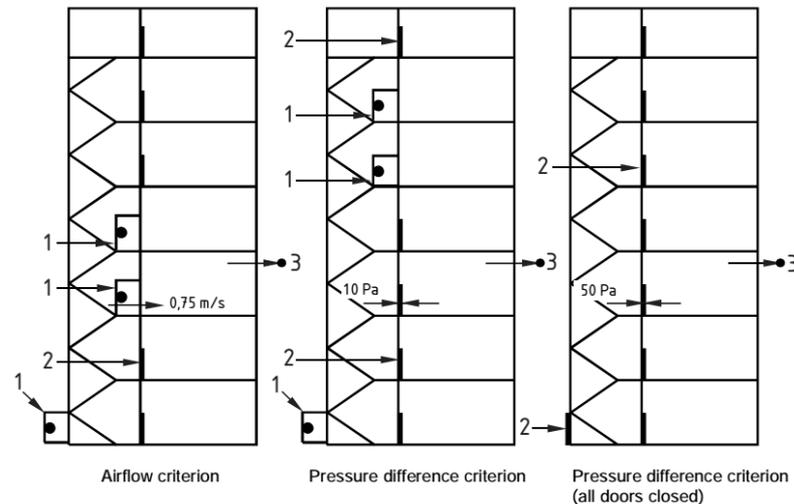


# Compartimentare un vano scale

## CLASSE E

A Class E system is a system used in buildings where the means of escape in case of fire is by phased Evacuation. In the “phased evacuation” scenario it is considered that the building will still be occupied for a considerable time whilst the fire is developing, creating greater fire pressures in addition to greater amounts of hot smoke and gas (this can vary greatly according to the type of materials, fire load involved and the geometry of the fire load).

**UNI EN 12101-6**  
**CLASSI DI EDIFICI**

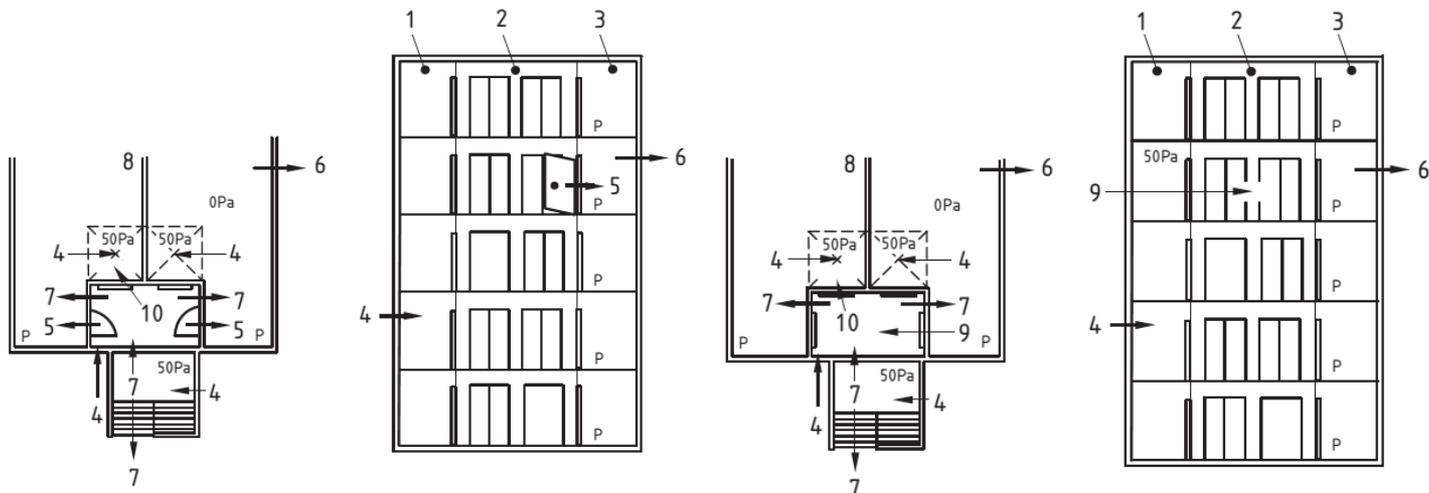




# Compartimentare un vano scale

**UNI EN 12101-6**  
**CLASSI DI EDIFICI**

**CLASSE F**



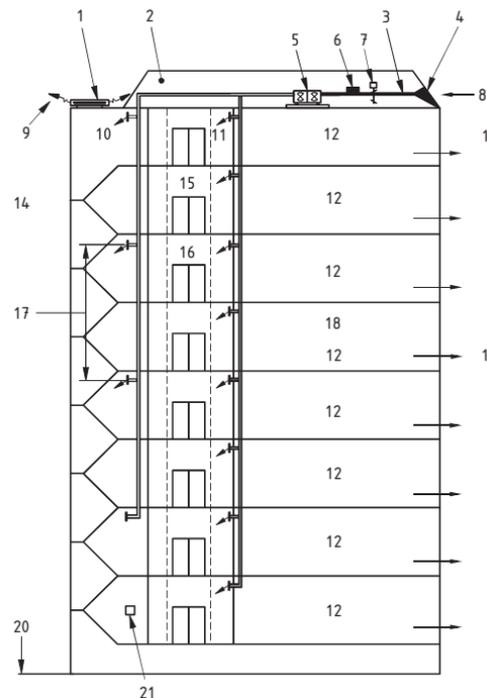


# Compartimentare un vano scale

## UNI EN 12101-6

### ULTERIORI INDICAZIONI

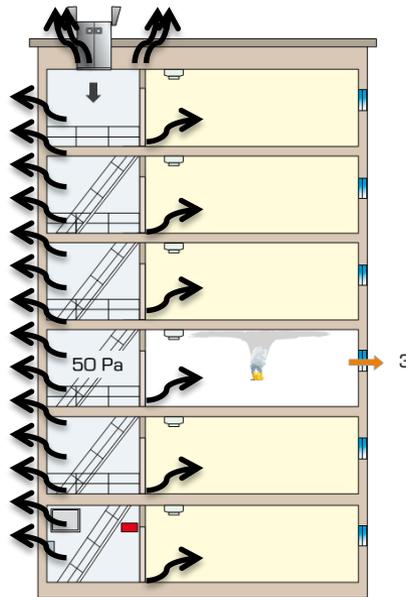
- Forza di apertura porte: 100 N
- Attivazione impianto entro 60 secondi da allarme
- Reazione sistema a cambiamenti scenario: 3 secondi
- In caso di edifici alti si deve prevedere immissione canalizzata
- Ventilatore di back-up





# Compartimentare un vano scale

## UNI EN 12101-6



### A.3.2 Calculation of air flow

When air flows through an opening, the flow can be expressed in terms of the area of the restriction and the pressure differential across the opening by the following equation:

$$Q = 0,83 \times A_e \times P^{1/R} \quad (A.16)$$

NOTE For wide cracks such as those around doors and large openings, the value of  $R$  may be taken to be 2 but for narrow leakage paths formed by cracks around windows a more appropriate value of  $R$  is 1,6.

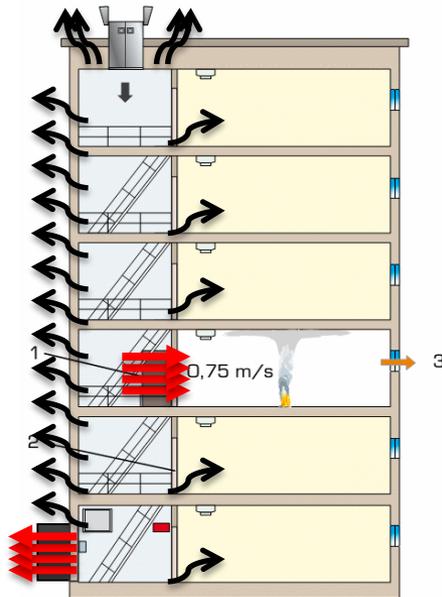
The flow velocities and pressure differentials given in Table A.2 have been derived from equation (A.16) assuming  $R = 2$  and  $A_e$  is  $1 \text{ m}^2$ , and may be used as a means of quickly determining leakage rates and pressure differentials around door gaps and through large openings.

- **$R = 1,6$  o  $2$**
- **$A_e$  = indica la somma dei trafiletti di porte (valutata mediante la Tabella A.3 della norma UNI EN 12101-6 a seconda della tipologia di porta da considerare) + muratura**
- **$P$  = valore di sovrappressione da fornire, [Pa]**



# Compartimentare un vano scale

**UNI EN 12101-6**



**METODO DI DIMENSIONAMENTO**  
**2. CRITERIO DELLA VELOCITA' DELL'ARIA ALLA PORTA**

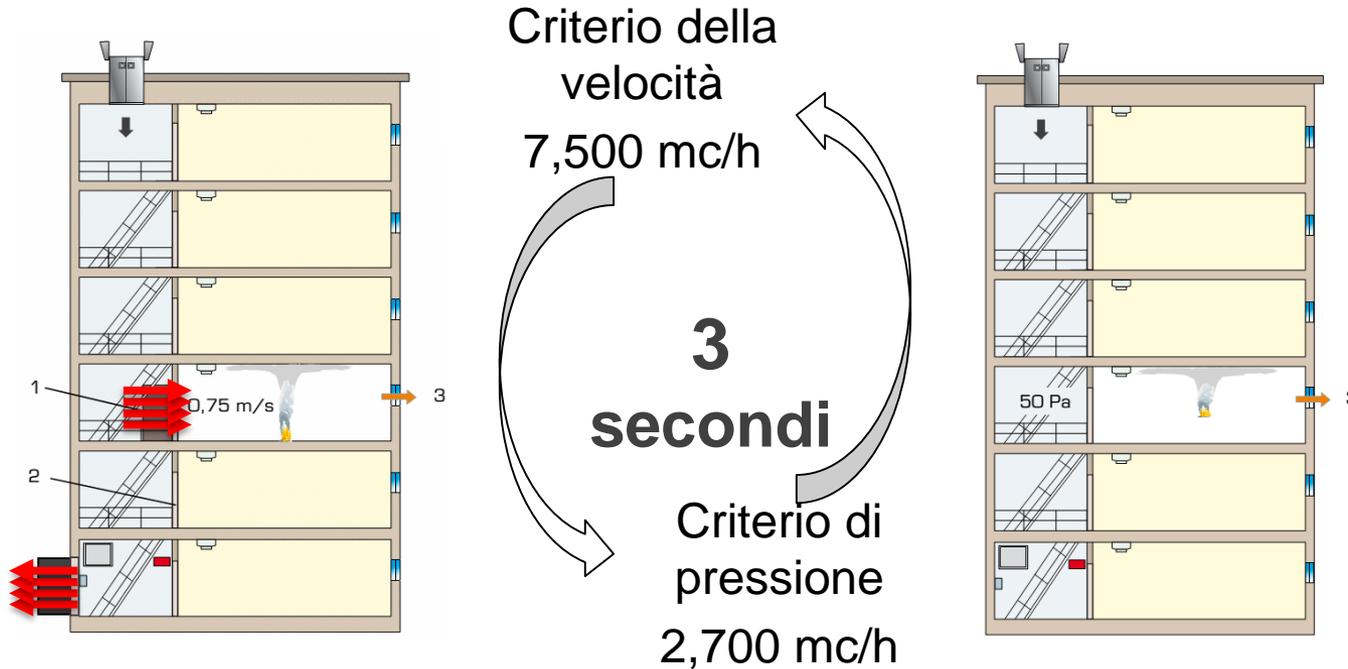
$$QV = (A_{d1} + A_{d2} + A_L) \cdot v_D$$



# Compartimentare un vano scale

METODO DI  
DIMENSIONAMENTO  
PORTATE VERIFICATE:

**UNI EN 12101-6**





# Compartimentare un vano scale

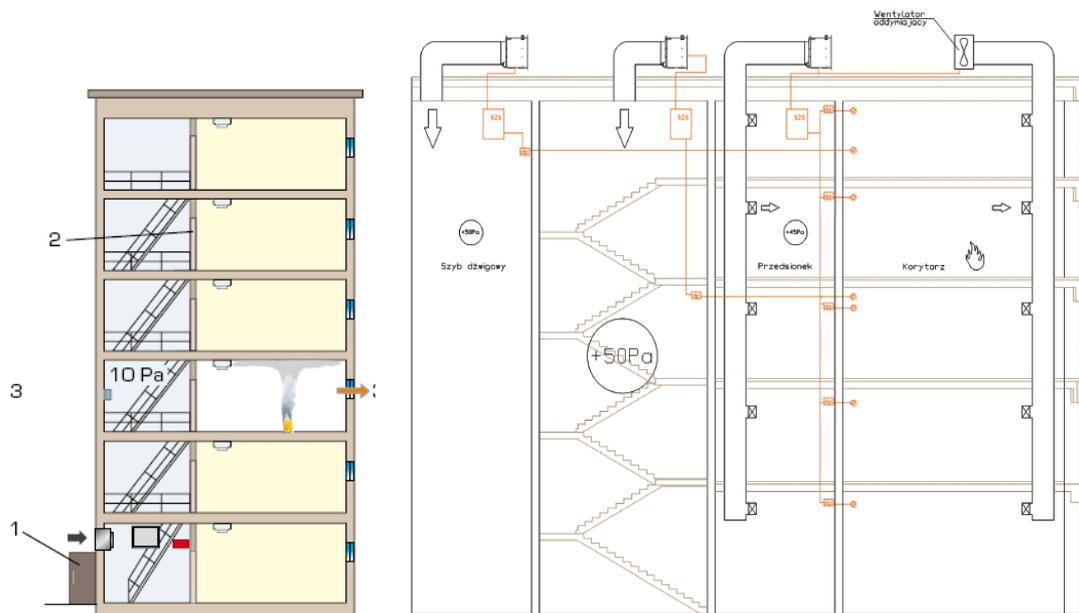
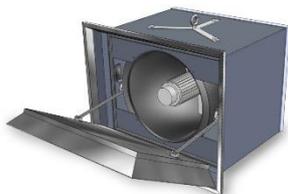
**UNI EN 12101-6**





# Compartimentare un vano scale

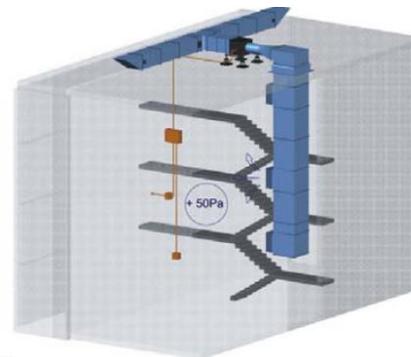
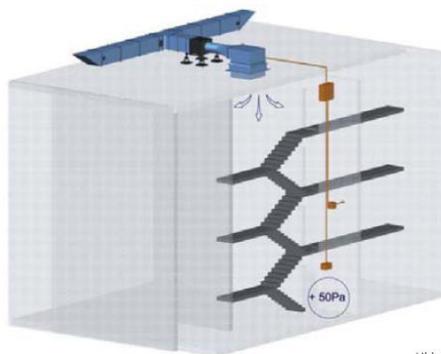
**UNI EN 12101-6**



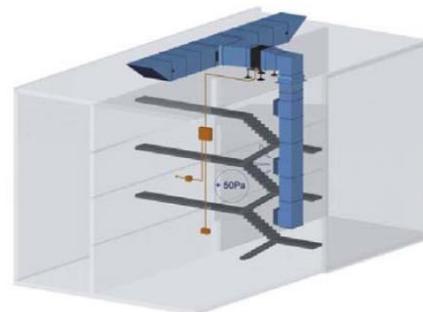
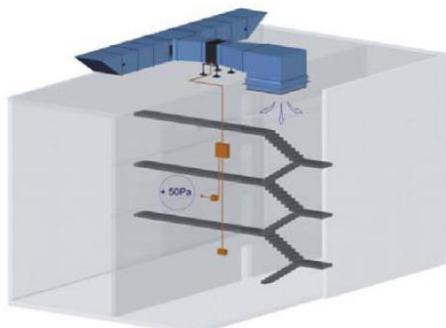


# Compartimentare un vano scale

**UNI EN  
12101-6**



Układ SMPA 050 3,16





# Compartimentare un vano scale

## Soluzione con filtro fumo

### **CRITICITÀ: UN SOLO CRITERIO DI DIMENSIONAMENTO**

Mantenimento della pressione differenziale ad un valore di almeno 30 Pa.

Il sistema «decade» non appena le porte vengono aperte

**NON È UN SISTEMA PERFORMANTE IN GRADE DI FORNIRE UN EFFETTIVO SISTEMA DI CONTROLLO DEL FUMO MEDIANTE LA PRESSURIZZAZIONE**

## Soluzione con sistema di pressione differenziale

- 1. SISTEMA INGEGNERISTICAMENTE PERFORMANTE**
- 2. SISTEMA ECONOMICAMENTE VANTAGGIOSO**

1. Non necessità di modifiche strutturali impattanti, molto adatto per ristrutturazioni di edifici soggetti a vincoli architettonici e/o con ridotti spazi disponibili
2. Necessità di un numero di porte a prova di fumo ridotte (indicativamente la metà)
3. Sistema con impatti potenzialmente ridotti nella struttura per l'installazione



# Riqualificazione Hotel EDEN Selva di Val Gardena

**UNI EN 12101-6**



**EDENSELVA**  
MOUNTAIN | DESIGN | HOTEL  
★★★★





# Riqualificazione Hotel EDEN Seiva di Val Gardena

**UNI EN 12101-6**



FUORI TERRA

4. NUMERO MINIMO DI STANZE

5. INVESTIMENTO IN DESIGN

↓

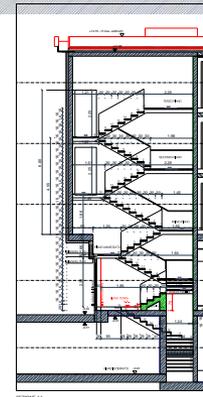
6. NO SPAZIO PER FILTRI

7. NO SCALE ESTERNE ANTINCENDIO

↓



# Riqualificazione Hotel EDEN Selva di Val Gardena

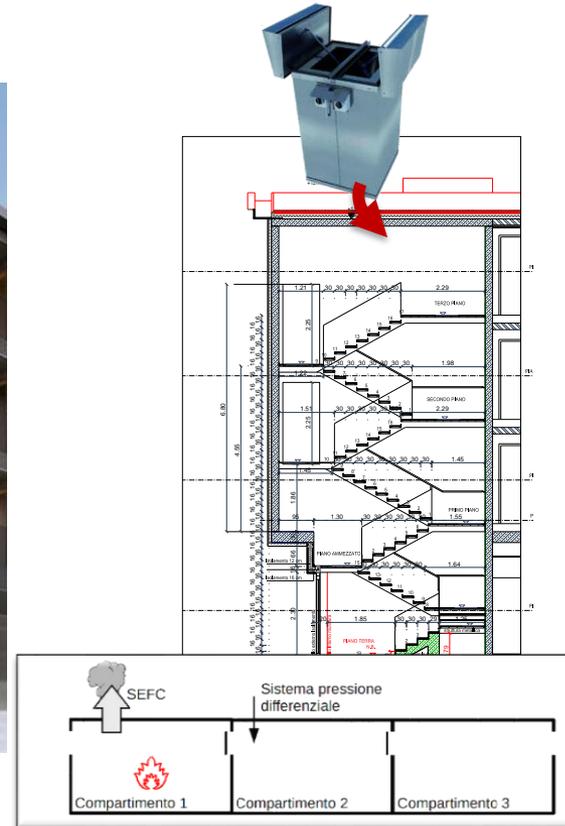


**UNI EN 12101-6**



# Riqualificazione Hotel EDEN Selva di Val Gardena

UNI EN 12101-6





# Riqualificazione Hotel EDEN Selva di Val Gardena

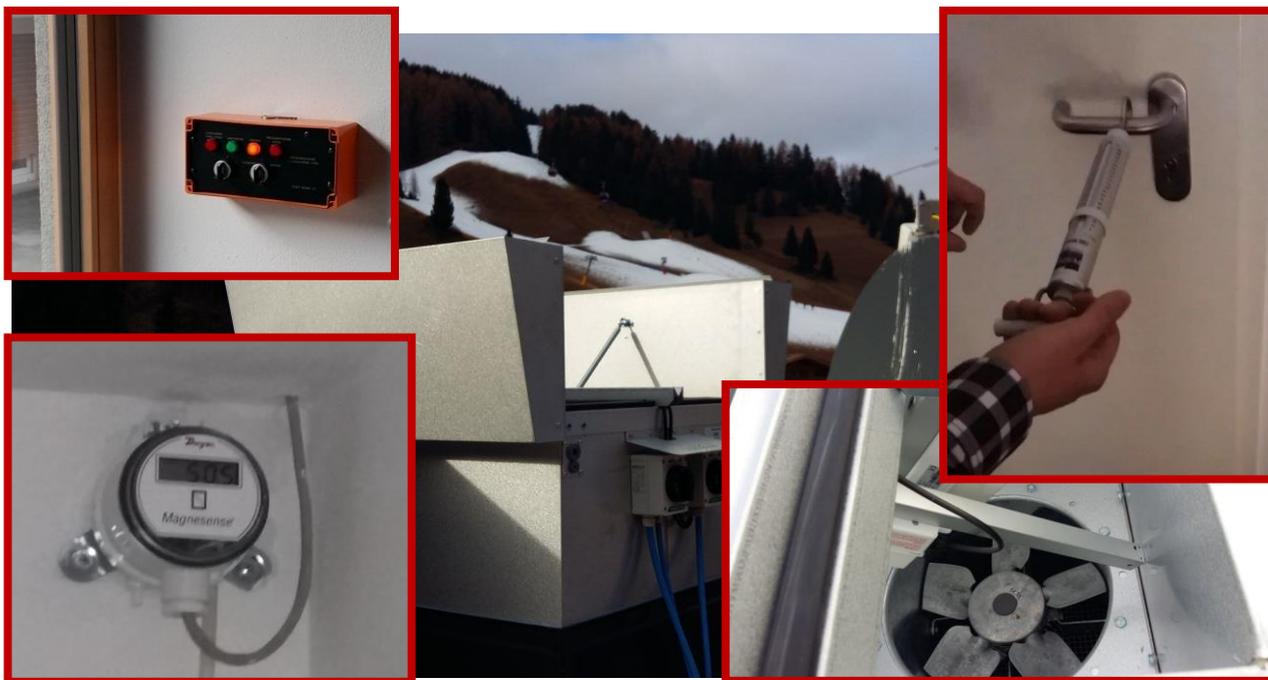
UNI EN 12101-6





# Riqualificazione Hotel EDEN Selva di Val Gardena

**UNI EN 12101-6**





# Riqualficazione Hotel EDEN Selva di Val Gardena

## UNI EN 12101-6

### VERBALE DI COLLAUDO IMPIANTO DI SOVRAPPRESSIONE SMIA

Report n.: 15-51556-01 rev.0  
 Data: 21 Dicembre 2015  
 Cliente: Hofer Group  
 Luogo di installazione: Hotel Eden, Strada Ciampinèi, 25, 39048 Selva di Val Gardena (BZ)  
 Edificio adibito a: Hotel  
 Classificazione 12101-6: Classe D

In data 21 Dicembre 2015 presso l'Hotel Eden sito in Selva di Val Gardena è stato effettuato il test di collaudo del sistema di sovrappressione tipo SMIA composto da:

- N. 1 unità ventilante di pressurizzazione ed evacuazione fumi F400 SMIA
- N. 1 sistema di controllo SMIA composto da:
  - N. 1 unità di controllo SMIZ-2
  - N. 1 pannello di controllo SMIZ-3
  - N. 1 sensore di pressione differenziale SMIZ-4

Strumentazione utilizzata:

- Manometro differenziale marca KIMO modello MP 200
- Anemometro KIMO modello VT 200
- Dinamometro KERN 283-602

#### 1. Verifica funzionale

Sono state eseguite diverse prove di accensione per verificare il corretto funzionamento di tutti i componenti del sistema di pressurizzazione.  
 Esito prova funzionale: positivo.

#### 2. Verifica criteri UNI EN 12101-6

Il collaudo è proseguito verificando i criteri descritti nel documento UNI EN 12101-6 per sistemi in classe D.

#### 2.1 Airflow criterion

Configurazione aperture:

Apertura	Stato	Valore misurato	Valore minimo
Porta piano terra da vano scale pressurizzato a esterno edificio	Aperta		
Porta piano +2 da vano scale pressurizzato a corridoio	Aperta	0.82 m/s	0.75 m/s
Porta e finestra camera al piano +2 comunicante con corridoio	Aperta		
Porte piani +1 e +3 da vano scale pressurizzato a relativi corridoi	Chiusa		

Esito prova: positivo

### Verbale di collaudo

#### 2.2 Pressure difference criterion

Configurazione aperture:

Apertura	Stato	Valore misurato	Valore minimo
Porta piano terra da vano scale pressurizzato a esterno edificio	Aperta		
Porta piano +1 da vano scale pressurizzato a corridoio	Aperta		
Porta piano +2 da vano scale pressurizzato a corridoio	Chiusa		
Porta piano +3 da vano scale pressurizzato a corridoio	Chiusa	16 Pa	10 Pa
Porta e finestra camera al piano +3 comunicante con corridoio	Aperta		

Esito prova: positivo

#### 2.3 Pressure difference criterion (all doors closed)

Configurazione aperture:

Apertura	Stato	Valore misurato	Valore richiesto
Porta piano terra da vano scale pressurizzato a esterno edificio	Chiusa		
Porte piano +1, +2 e +3 da vano scale pressurizzato a relativi corridoi	Chiusa	50 Pa	50 Pa
Porta e finestra camera al piano +2 comunicante con corridoio	Aperta		

Esito prova: positivo

#### 2.4 Door opening forces

Misurata la forza di apertura delle porte da vano scale a corridoi con sistema di pressurizzazione fermo oppure funzionante con tutte le porte chiuse (come da punto 2.3)

Piano della porta da vano scale a corridoio	Forza di apertura con P=0 Pa (sistema fermo)	Forza di apertura con P=50 Pa (sistema funzionante)	Forza massima ammessa
+1	13 N	85 N	100 N
+2	13 N	90 N (dopo 3 secondi da apertura porta piano+1: 80N)	
+3	15 N	80 N	

Esito prova: positivo

#### 2.5 Ulteriori test

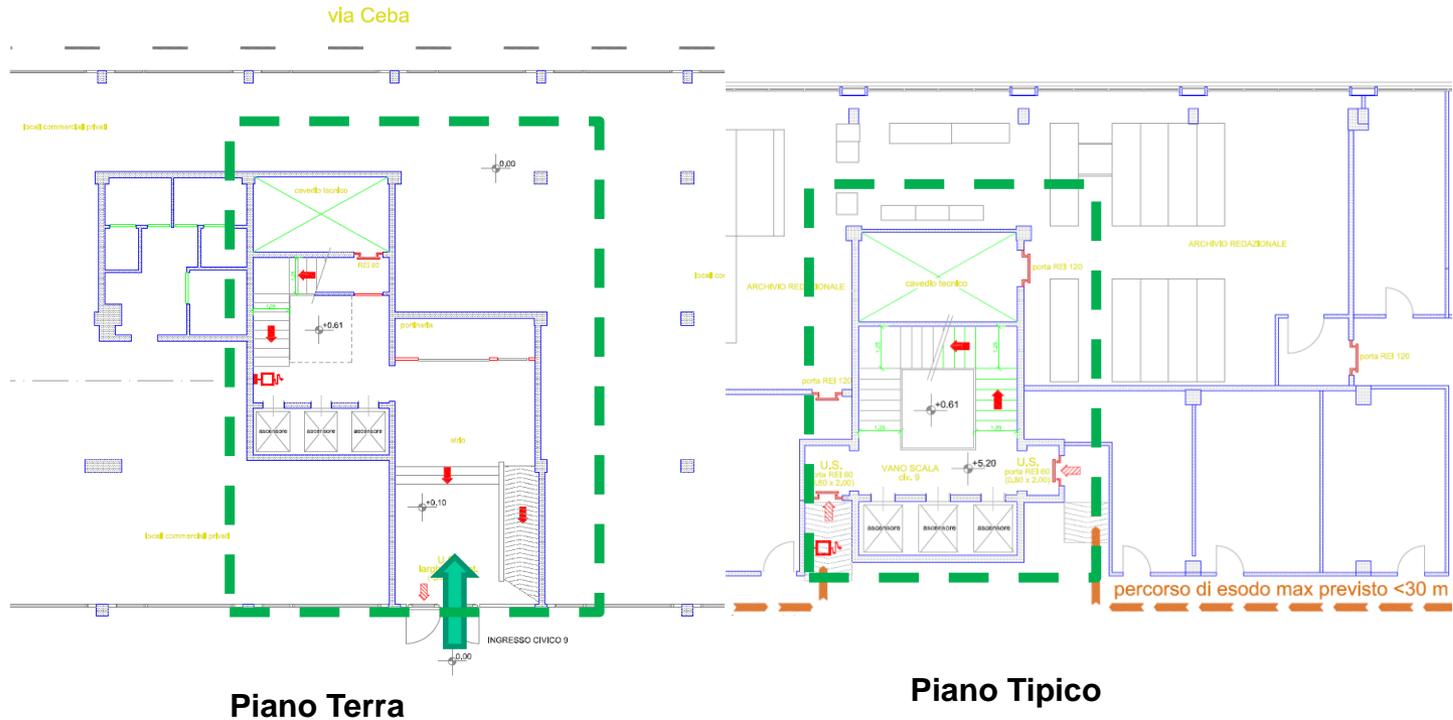
- Tempo di attivazione ventilatore con allarme simulato. Richiesto: entro 60 sec. Tempo effettivo: 20 sec.
- Apertura di porta al piano +1 rispetto a condizioni al punto 2.3: 50Pa ripristinati entro 3 secondi.

Le prove di collaudo del sistema SMIA installato hanno dato tutte esito positivo.



# Edificio con uffici - Piazza Piccapietra 9, 16121 - Genova

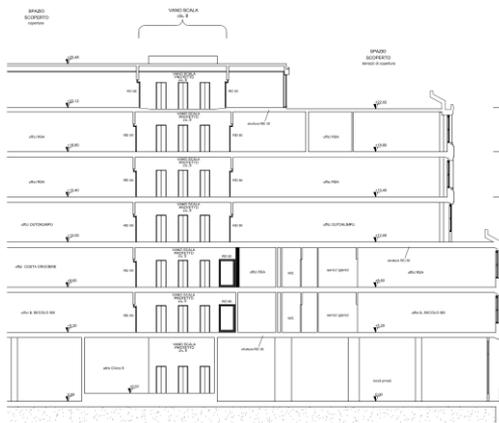
**UNI EN 12101-6**





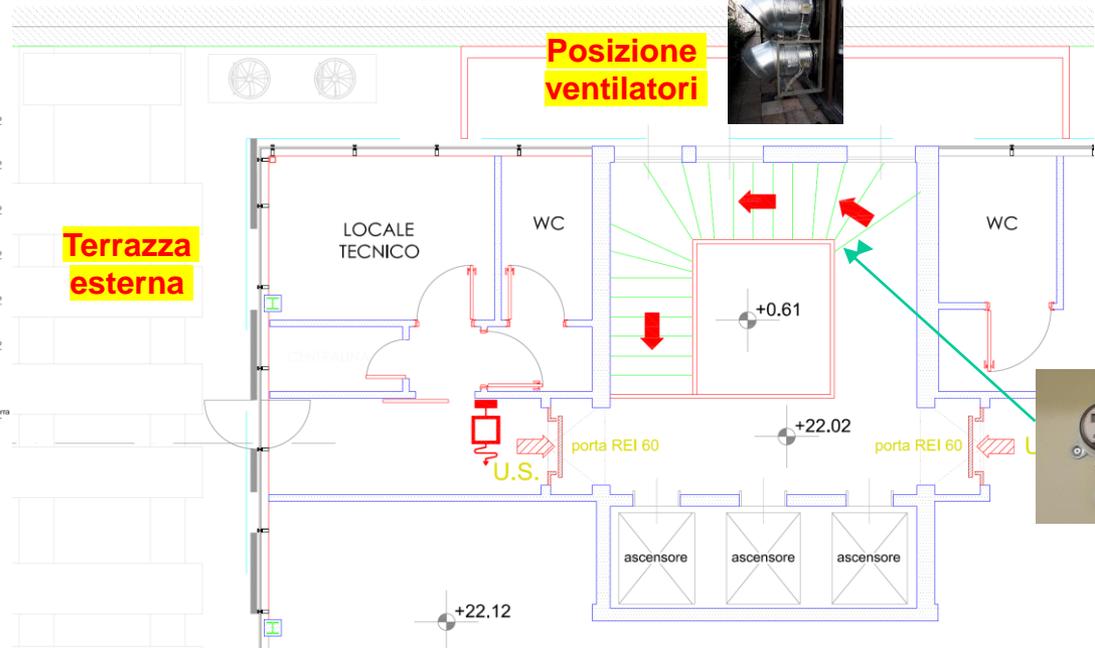
# Edificio con uffici - Piazza Piccapietra 9, 16121 - Genova

## UNI EN 12101-6



6° piano  
5° piano  
4° piano  
3° piano  
2° piano  
1° piano  
piano terra

**Terrazza esterna**

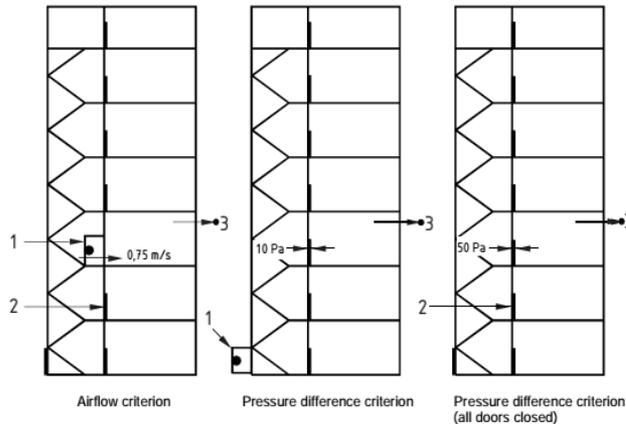




# Edificio con uffici - Piazza Piccapietra 9, 16121 - Genova

Classe del sistema (UNI EN 12101-6): C

## UNI EN 12101-6



Key  
1 Door open  
2 Door closed  
3 Air release path  
NOTE Figure 4 can include lobbies.

Figure 4 — Design conditions for Class C systems

**Criterio di pressione differenziale**  
 Area trafilementi: 1,1160 mq  
 Pressione prevista: 50 Pa  
 Valore di "R" in formula  $0,83 \cdot Ae \cdot P^{(1/R)}$ : 2  
 Portata prevista: 23.580 mc/h  
 Fattore di sicurezza: 1,5  
**Portata per criterio di pressione differenziale: 35.369 mc/h**

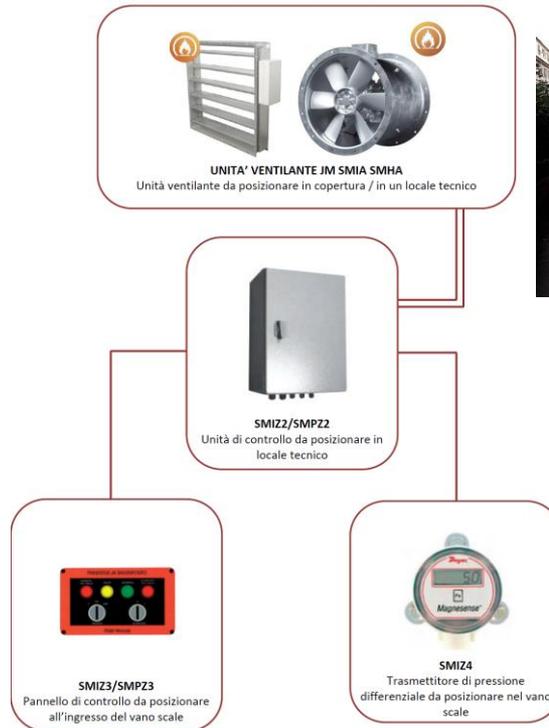
**Criterio di velocità dell'aria**  
 Area totale porte aperte ai piani (n. 2 porte allo stesso piano): 5,04 mq  
 Velocità alla porta richiesta: 0,75 m/s  
 Portata parziale per porte ai piani: 13.608 mc/h  
 Area porta esterna: 0,00 mq  
 Portata parziale per porta esterna: 0 mc/h  
**Portata per criterio di velocità dell'aria: 24.094 mc/h**

**Criterio 10 Pa**  
 Area porta esterna aperta: 2,52 mq  
 Area porte interne aperte: 0 mq  
 Portata parziale porte aperte: 23.811 mc/h  
 Portata per trafilementi a 10 Pa: 10.545 mc/h  
**Portata per criterio 10 Pa con k=1,15: 39.510 mc/h**



# Edificio con uffici - Piazza Piccapietra 9, 16121 - Genova

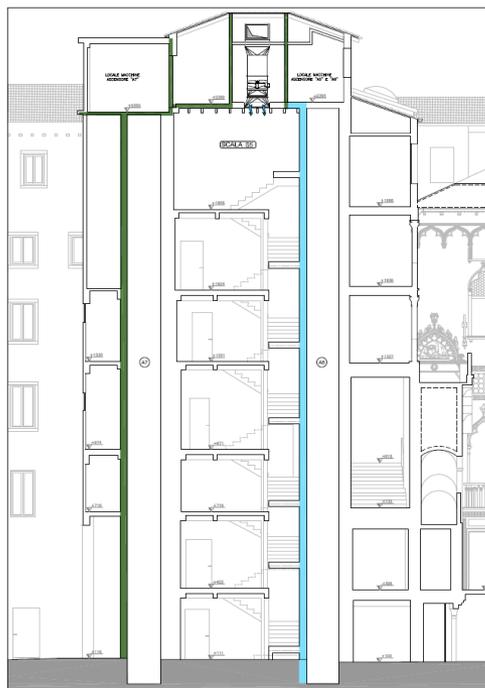
**UNI EN 12101-6**



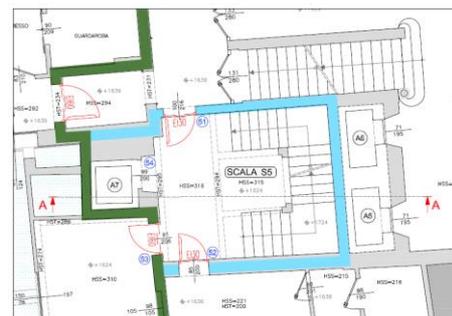


# Hotel a Venezia

UNI EN 12101-6



SEZIONE A-A - SCALA 1:100



PIANO TERZO - SCALA 1:50

ABACO PORTE VANO SCALA "SS"

N.	Piano	N° Ante	Verso di Apertura	Dimensioni (cm)	Autochiusura	Note
01	TERRA (livello -0)	1	ESTERNO	97x205	SI	
02	TERRA (livello -0)	2	ESTERNO	120x210	SI	Porta nuova
03	TERRA (livello -0)	1	INTERNO	99x200	SI	
11	AMM. TERRA (livello +1)	1	INTERNO	106x200	SI	
12	AMM. TERRA (livello +1)	1	INTERNO	108x210	SI	
13	AMM. TERRA (livello +1)	1	INTERNO	99x200	SI	
21	PRIMO (livello +2)	1	ESTERNO	108x214	SI	
22	PRIMO (livello +2)	1	INTERNO	102x212	SI	
23	PRIMO (livello +2)	1	INTERNO	83x193	SI	
24	PRIMO (livello +2)	1	INTERNO	101x202	SI	
31	AMM. PRIMO (livello +3)	1	INTERNO	101x207	SI	
32	AMM. PRIMO (livello +3)	1	INTERNO	84x201	SI	
33	AMM. PRIMO (livello +3)	1	INTERNO	101x202	SI	
41	SECONDO (livello +4)	1	INTERNO	100x205	SI	
42	SECONDO (livello +4)	1	INTERNO	100x201	SI	
43	SECONDO (livello +4)	1	INTERNO	101x201	SI	
51	TERZO (livello +5)	1	INTERNO	100x216	SI	
52	TERZO (livello +5)	1	INTERNO	85x200	SI	
53	TERZO (livello +5)	1	ESTERNO	91x206	SI	
54	TERZO (livello +5)	1	INTERNO	99x201	SI	
61	QUARTO (livello +6)	1	INTERNO	99x215	SI	
62	QUARTO (livello +6)	1	INTERNO	86x200	SI	
63	QUARTO (livello +6)	1	INTERNO	83x201	SI	
64	QUARTO (livello +6)	1	INTERNO	98x200	SI	
71	QUINTO (livello +7)	1	INTERNO	92x110	SI	
72	QUINTO (livello +7)	1	ESTERNO	100x187	No	Porta verso l'esterno
73	QUINTO (livello +7)	1	INTERNO	60	No	Finestra circolare chiusa (diametro 60 cm)



# Hotel a Venezia

## UNI EN 12101-6

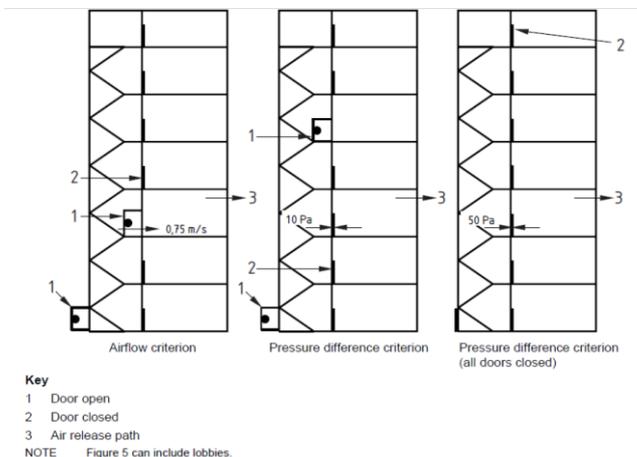


Figure 5 — Design conditions for Class D systems

Il sistema è studiato per:

- Entrare in funzione entro 20 secondi dal rilevamento dell'incendio
- Mantenere il vano scale in sovrappressione per tutto il tempo necessario a evacuazione e spegnimento

Sono previsti n° 2 unità, una installata al Piano Secondo e l'altra nel sottotetto. Per questa ultima è necessario che la presa d'aria sia adeguata alla portata del ventilatore (circa 33.000 mc/h).

	Porte 1 batt. Int	Porte 1 batt. Est.	porte 2 bat.	Ascensori
Terra	0	1	2	1
Ammezzato terra	1	1		1
Piano 1	2	1		1
Ammezzato Piano 1	1	1		1
Piano Secondo	1	1		1
Piano Terzo	1	1		1
Piano Quarto	2	1		1
Piano Quinto		1		
	8	8	2	7

Classe del sistema (UNI EN 12101-6)

D

### Criterio di pressione differenziale

Area trafilamenti:	0,6717 mq
Pressione prevista	50 Pa
Valore di "R" in formula $0,83 \cdot Ae \cdot P^{\frac{1}{R}}$	2
Portata prevista	14.192 mc/h
Fattore di sicurezza	1,5
<b>Portata per criterio di pressione differenziale</b>	<b>21.288 mc/h</b>

### Criterio di velocità dell'aria

Area totale porte aperte ai piani	4,26 mq
Velocità alla porta richiesta	0,75 m/s
Portata parziale per porte ai piani	13.216 mc/h

### Pressure difference criterion (10 Pa)

Area totale porte aperte ai piani	4,26 mq
Portata parziale per porte aperte ai piani	40.524 mc/h
Portata con criterio dei 10 Pa	<b>65.987 mc/h</b>



# EDIFICIO CON UFFICI - MILANO

## UNI EN 12101-6

nr. 3 unità ventilanti a tetto





# Normativa Italiana

Ai fini della progettazione della prevenzione incendi, attività 75 (DPR 151/11), è regolata da:

**D.M. 1/2/1986** “Norme di sicurezza antincendi per la costruzione e l’esercizio di autorimesse e simili”

**D.M. 21/2/2017** – “Nuove norme tecniche di prevenzione incendi per le attività di autorimessa”.  
Capitolo V.6: Autorimesse (Regola Tecnica Verticale)



# Normativa Italiana

## 3.9.2 Ventilazione meccanica

Il sistema di aerazione naturale deve essere **integrato con un sistema di ventilazione meccanica** nelle autorimesse sotterranee **aventi numero di autoveicoli per ogni piano superiore a quello riportato nella seguente tabella.**

NUMERO AUTOVEICOLI NELLE AUTORIMESSE SOTTERRANEE:

- primo piano	125
- secondo piano	100
- terzo piano	75
- oltre il terzo piano	50

Per le autorimesse fuori terra di tipo chiuso il sistema di aerazione naturale va integrato con impianto di aerazione meccanica nei piani aventi numero di autoveicoli superiore a 250.

## 3.9.3 Ventilazione meccanica. Caratteristiche

La portata dell'impianto di ventilazione meccanica deve essere **non inferiore a tre ricambi orari.**

**Il sistema di ventilazione meccanica deve essere indipendente per ogni piano ed azionato con comando manuale o automatico, da ubicarsi in prossimità delle uscite.**

L'impianto deve essere azionato nei periodi di punta individuati dalla contemporaneità della messa in moto di un numero di veicoli superiore ad 1/3 o dalla indicazione di miscele pericolose segnalate da indicatori opportunamente predisposti.

L'impianto di ventilazione meccanica può essere sostituito da camini indipendenti per ogni piano o di tipo "shunt" aventi sezione non inferiore a 0,2 m<sup>2</sup> per ogni 100 m<sup>2</sup> di superficie. I camini devono immettere nell'atmosfera a quota superiore alla copertura del fabbricato. Nelle autorimesse di capacità superiore a cinquecento autoveicoli deve essere installato un doppio impianto di ventilazione meccanica, per l'immissione e per l'estrazione, comandato manualmente da un controllore sempre presente, o automaticamente da apparecchiature di rivelazione continua di miscele infiammabili e di CO.

1. La tipologia del sistema di ventilazione da adottare, naturale e/o meccanico, dipende essenzialmente dalla classificazione e dalle caratteristiche strutturali e dimensionali dell'autorimessa
2. Nel dimensionamento del sistema di ventilazione non viene operata una distinzione in base all'obiettivo della sua applicazione, **ventilazione ordinaria** o ai **fini dell'evacuazione dei prodotti della combustione**



## Regola Tecnica Verticale per autorimesse: controllo di fumo e calore

### V.6.5.7 Controllo di fumo e calore

1. L'attività deve essere dotata di misure di controllo di fumi e calore (Capitolo S.8) secondo quanto indicato nella tabella V. 6-4.
2. L'altezza media delle aree TA non deve essere inferiore a 2 m.
3. È considerata soluzione conforme per il livello di prestazione II (Capitolo S.8), lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza dimensionato in accordo con le indicazioni di cui ai successivi punti 5, 6, 7 e 8.
4. Il livello di prestazione III (Capitolo S.8) deve prevedere un sistema progettato, realizzato ed esercito a regola d'arte (paragrafo G.1.14) e con le indicazioni di cui al successivo punto 9.

Classificazione dell'Attività		Classificazione dell'Attività				SC
		SA		SB		
		AA,AB,AC	AD	AA,AB	AC,AD	
Fuori terra	HA,HB,HC,HD	II				III
Interrate	HA,HB,	II	III	II	III	
	HC,HD	III				

Tabella V.6- 4: Livelli di prestazione per controllo fumo e calore

5. Per le aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza deve essere impiegato il tipo di dimensionamento SE3, a prescindere dal valore del carico di incendio specifico  $q_i$ .

### Cosa prescrive la nuova RTV sulle autorimesse?

L'attività deve essere dotata di misure di controllo di fumo e calore (**capitolo S.8 RTO**)

L'altezza deve essere non inferiore a 2m

Vengono definite delle indicazioni per il dimensionamento dei sistemi di smaltimento dei fumi per la conformità al livello di prestazione II

Per il **livello di prestazione III** occorre prevedere un **sistema progettato a regola d'arte** con indicazioni circa l'installazione del Quadro di Comando e Controllo.



# Regola Tecnica Verticale (RTV) per autorimesse

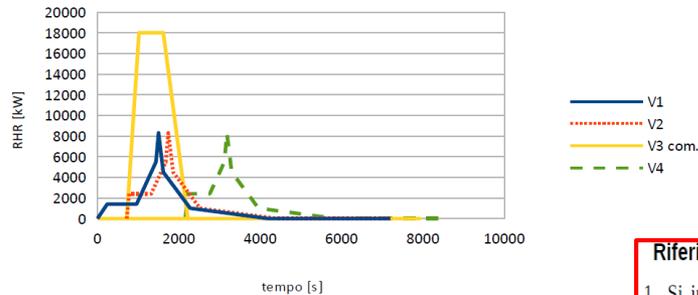


Illustrazione A.1-2: Curve RHR(t) per lo scenario S3

8. Nel caso di adozione di modelli di incendio numerici semplificati dell'Eurocodice UNI EN 1991-1-2 rappresentativi di incendi localizzati, gli stessi vanno applicati con le seguenti prescrizioni:
- per la determinazione della temperatura di una colonna ci si riferisce cautelativamente al riscaldamento della trave posta sulla sua sommità;
  - per gli scenari S2 ed S3, nel caso di modello di incendio localizzato con fiamma non impattante il soffitto, la definizione del flusso termico necessaria per il modello di riscaldamento degli elementi strutturali è condotta cautelativamente con riferimento all'incendio con fiamma impattante il soffitto.

## Riferimenti

- Si indicano i seguenti riferimenti bibliografici in merito al controllo di fumi e calore nelle autorimesse:
  - prCEN/TR 12101-11 "Smoke and heat control systems. Part 11: Indoor vehicle parks";
  - BS 7346-7:2013 "Components for smoke and heat control systems. Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat control systems for covered car parks";
  - CEN TC 191 SC1 WG9 prEN TS 12101 – 11nineteenth draft SHVC car parks 10.06.2015;
  - UNI 9494-2 appendice H – committee draft 2016 -06-01;
  - Arrêté du 9 mai 2006 "Approbation de dispositions complétant et modifiant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (parcs de stationnement couverts) (ERP)", Francia.



# STRATEGIA ANTINCENDIO

## Capitolo S.8 Controllo di fumi e calore (DM 18/10/2019)

### S.8.1

#### Premessa

1. La presente misura antincendio ha come scopo l'individuazione dei presidi antincendio da installare nell'attività per consentire il *controllo*, l'*evacuazione* o lo *smaltimento* dei prodotti della combustione in caso di incendio.

Nota I sistemi a pressione differenziale per rendere a prova di fumo le compartimentazioni, sono trattati nel capitolo S.3.

2. In generale, la misura antincendio di cui al presente capitolo si attua attraverso la realizzazione di:
  - a. *aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza* del paragrafo S.8.5;
  - b. *sistemi di ventilazione orizzontale forzata del fumo e del calore (SVOF)* di cui al paragrafo S.8.6;
  - c. *sistemi per l'evacuazione di fumo e calore (SEFC)* descritti al paragrafo S.8.7.



# DM 18/10/2019

## S.8.4.1

### Soluzioni conformi per il livello di prestazione II

1. Per ogni compartimento deve essere prevista la possibilità di effettuare lo *smaltimento di fumo e calore d'emergenza* secondo quanto indicato al paragrafo S.8.5.
2. In esito alle risultanze della valutazione del rischio, è ammesso installare **sistemi di ventilazione forzata orizzontale del fumo e del calore (SVOF)** secondo quanto indicato al paragrafo S.8.6, anche in luogo delle aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza, in particolare in attività complesse dove risulti necessario garantire la sicurezza delle squadre di soccorso creando una via da accesso libera da fumi e calore sino alla posizione dell'incendio.

## S.8.4.2

### Soluzioni conformi per il livello di prestazione III

1. Deve essere installato un *sistema di evacuazione di fumi e calore (SEFC)*, *naturale (SE NFC)* o *forzato (SEFFC)* secondo quanto indicato al paragrafo S.8.7.



# DM 18/10/2019

## S.8.4.3

### Soluzioni alternative

1. Sono ammesse *soluzioni alternative* per tutti i livelli di prestazione.
2. Al fine di dimostrare il raggiungimento del *livello di prestazione*, il progettista deve impiegare uno dei metodi del paragrafo G.2.7.
3. In tabella S.8-3 sono riportate alcune modalità *generalmente accettate* per la progettazione di soluzioni alternative. Il progettista può comunque impiegare modalità diverse da quelle elencate.

Oggetto della soluzione	Modalità progettuale
Aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza (§ S.8.5)	Si dimostri, anche con metodi analitici, che i soccorritori possano smaltire fumo e calore dell'incendio nella configurazione considerata o grazie ad un impianto di smaltimento meccanico.  Possono essere impiegati i metodi di progettazione descritti nell'Appendice G "Smaltimento di fumo e calore di emergenza" della norma UNI 9494-1 e nell'Appendice H "Requisiti dei sistemi meccanici per lo smaltimento del fumo e calore di emergenza" della norma UNI 9494-2.
Distribuzione uniforme delle aperture di smaltimento (§ S.8.5.3)	Sia garantita l'accessibilità protetta per i soccorritori a tutti i piani dell'attività e la disponibilità in prossimità di attrezzature e dispositivi di protezione antincendio, oppure si dimostri il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza per i soccorritori impiegando i metodi di cui al capitolo M.3.
Caratteristiche degli SVOF (§ S.8.6)	In assenza di norme, TS o TR adottati dall'ente nazionale di normazione, possono essere utilizzati i principi di progettazione e le modalità di installazione e gestione contenute in prCEN/TS 12101-11.
Tutti i casi	Si dimostri il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza per gli occupanti ed i soccorritori impiegando i metodi di cui al capitolo M.3.

Tabella S.8-3: Modalità progettuali per soluzioni alternative



# DM 18/10/2019 - SVOF

## S.8.6

### Sistemi di ventilazione forzata orizzontale del fumo e del calore

1. I *sistemi di ventilazione orizzontale forzata* possono essere progettati per uno o più dei seguenti obiettivi di sicurezza in caso di incendio:
  - a. fornire condizioni *tenibili* per le squadre di soccorso da un punto di accesso sino alla posizione dell'incendio;

*Nota* Per la descrizione delle condizioni di *tenibilità* si faccia riferimento al capitolo M.3.

- b. proteggere le vie di esodo, ad esclusione di quelle nel compartimento di primo innesco;
  - c. agevolare lo smaltimento di fumo e calore dall'attività dopo l'incendio e ripristinare rapidamente le condizioni di sicurezza.

*Nota* Come le *aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza*, anche gli SVOF non hanno la funzione di creare un adeguato strato libero dai fumi durante lo sviluppo dell'incendio. Gli SVOF possono perturbare la stratificazione di fumo e calore, in particolare nel compartimento di primo innesco dell'incendio. Gli SVOF possono essere installati anche limitatamente ad aree a rischio specifico.

2. Devono essere inoltre soddisfatti i seguenti requisiti:
  - a. l'attivazione dello SVOF deve essere effettuata solo dopo l'evacuazione degli occupanti dal compartimento di primo innesco;
  - b. in caso di presenza di sistemi automatici di inibizione, controllo o estinzione dell'incendio (es. sprinkler, ...) deve essere garantita la compatibilità di funzionamento con lo SVOF utilizzato;
  - c. in presenza di IRAI devono essere previste funzioni di comunicazione e controllo dello stato dello SVOF.
3. Devono essere previste indicazioni specifiche per la gestione in emergenza dello SVOF (capitolo S.5).



# La norma BS 7346-7:2013

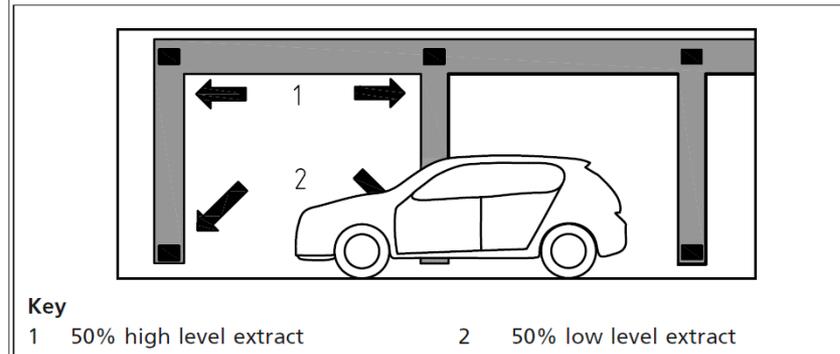
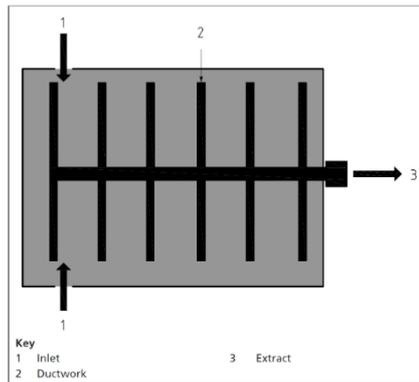
## Components for smoke and heat control systems –

Part 7: Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat control systems for covered car parks

Table 1 Steady-state design fires

Fire parameters	Indoor car park without sprinkler system	Indoor car park with sprinkler system	2 car stacker with sprinklers
Dimensions	5 m x 5 m	2 m x 5 m	2 m x 5 m
Perimeter	20 m	14 m	14 m
Heat release rate	8 MW	4 MW	6 MW

*NOTE It is not practical within this British Standard to give guidance on a suitable design fire size for stacker systems where sprinklers are not installed or where they exceed two cars high.*



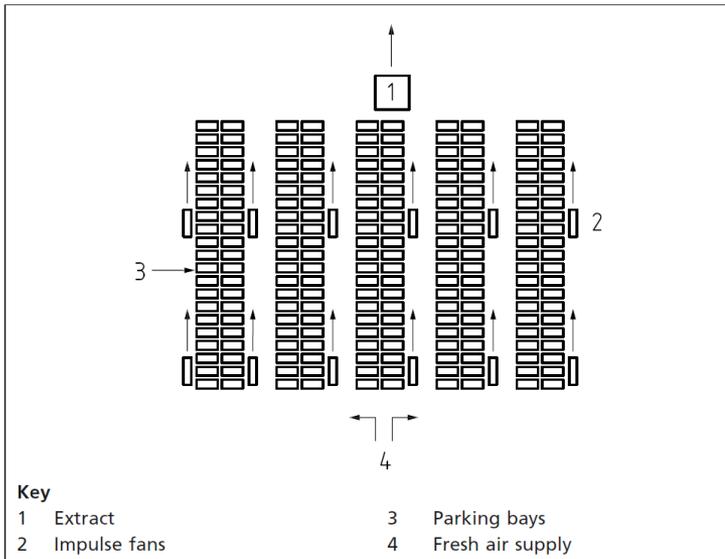


# La norma BS 7346-7:2013

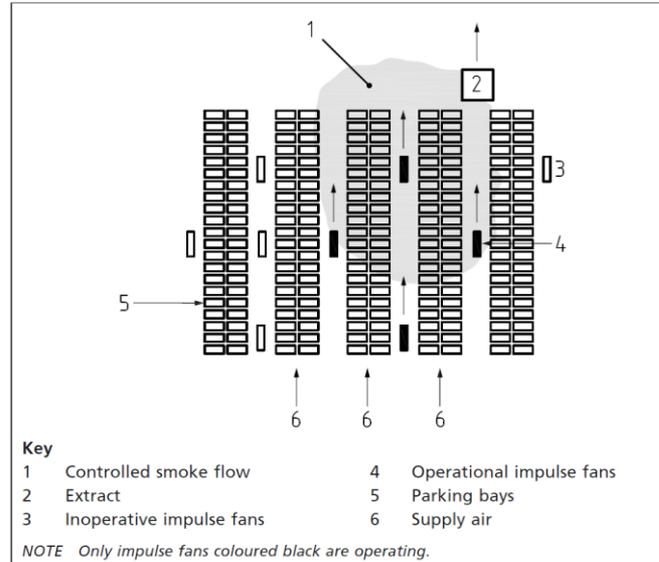
## Components for smoke and heat control systems –

Part 7: Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat control systems for covered car parks

Typical mechanical ventilation using an impulse smoke clearance system



Typical mechanical ventilation using an impulse system for fire-fighter access





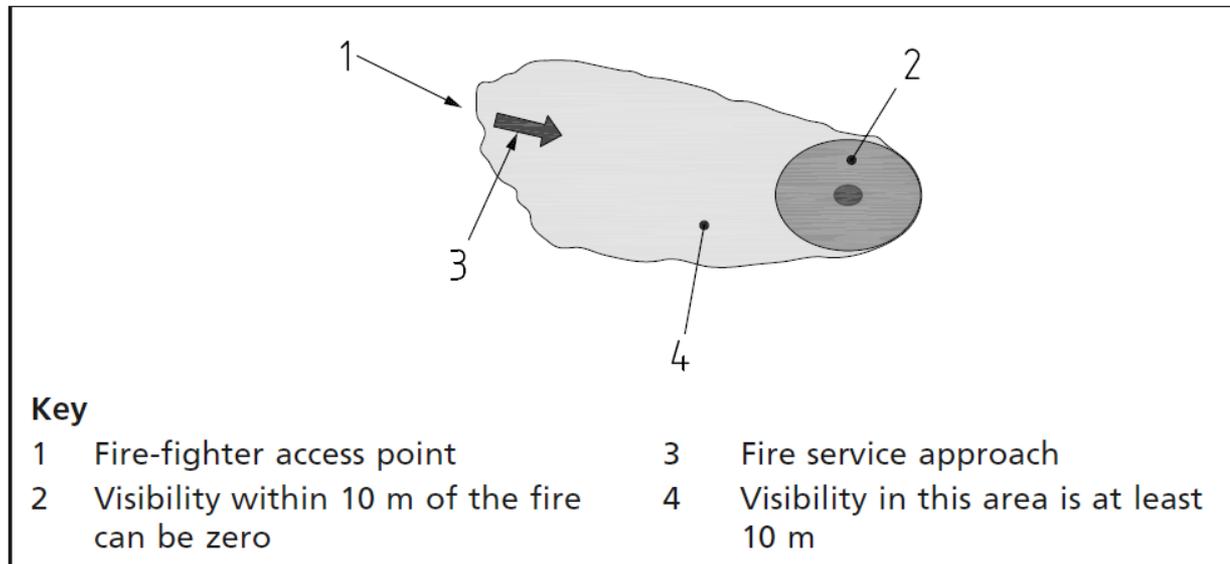
# La norma BS 7346-7:2013

## Components for smoke and heat control systems –

Part 7: Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat control systems for covered car parks

**10.1.5** Designs should be such that the fire-fighters will have 10 m visibility at 1.7 m height up to a point within 10 m of the fire (see Figure 4).

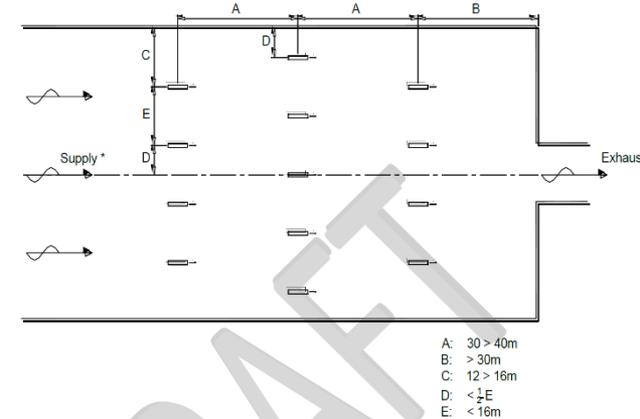
Figure 4 **Area with at least 10 m substantially clear approach to fire for fire-fighters**





# Sviluppo normativo futuro: prTS 12101-11

**prTS 12101-11 “Smoke and heat control systems. Part 11: Horizontal powered ventilation system for enclosed car parks”.** Progetto di Norma Europea riguardante i requisiti minimi per sistemi di controllo di fumo e calore all’interno dei parcheggi. Lo standard definisce i requisiti minimi per la progettazione, l’installazione e messa in opera / collaudo per sistemi meccanici di controllo del fumo e calore per autorimesse con o senza sistema sprinkler.



**Figure B.1:** Example of jet fan positions according to requirements  
For supply requirements see B.2.3.

(3) The design flow rate  $Q_d$  of the installation for each control zone is the largest value between the following air flow rates :

- The minimal flow rate  $Q_{min}$  defined as follows :
  - Indoor car park without sprinklers, or with sprinklers but without floor slope:  $Q_{min} = 120.000 \text{ m}^3/\text{h}$
  - Indoor car park with sprinklers and floor slope:  $Q_{min} = 100.000 \text{ m}^3/\text{h}$

NOTE : this minimal flow rate  $Q_{min}$  is requested to keep the temperature below the 300°C, which is the maximum value considered for the classification F300 of the powered ventilators, according to EN 12101-1.

- The reference flow rate  $Q_{ref}$  calculated as follows :
  - The reference width  $W_{ref}$  of the control zone is given by  $W_{ref} = S/d$ , where S is the area of the control zone determined without consideration of the lock-up garages, and d is the horizontal distance defined in (2).
  - The reference height  $h_{ref}$  is the free height for the passage of the air flow in the control zone. It is defined as  $h_{ref} = h_{cell}$ , the height of the ceiling above floor.
  - The reference velocity  $v_{ref}$  is the requested velocity given in Table A.1, with reference to the width  $W = W_{ref}$ .
  - $Q_{ref} = v_{ref} \cdot W_{ref} \cdot h_{ref}$

**Table B.1:** Minimum average air velocity in the total cross section of the car park perpendicular to the air stream [to be modified according to new Annex D]

Width W	Indoor vehicle park without sprinklers or with sprinklers but without floor slope	Indoor vehicle park with sprinklers and floor slope
≤ 8 m	1,6 m/s	1,3 m/s
≤ 12 m	1,4 m/s	1,1 m/s
≤ 16 m	1,3 m/s	1,0 m/s
≤ 21 m	1,2 m/s	1,0 m/s
≤ 26 m	1,1 m/s	0,9 m/s
≤ 32 m	1,0 m/s	0,8 m/s
≤ 48 m	0,9 m/s	0,7 m/s
≤ 64 m	0,8 m/s	0,65 m/s

NOTE: Table B.1 is calculated with the Froude formula without back layering.

The air velocity must be multiplied by the area of the cross-section where the smoke control is required and shall not be lower than 0,5 m/s locally.

NOTE: The air velocity over the cross section determines the exhaust volume. The exhaust volume is not determined by the jet fans. Jet fans only guide the air over the fire, achieving active cooling of the smoke rather than passive cooling. This active cooling gives a quick and significant temperature drop. Therefore, the average air velocity to control the smoke will be lower than without the use of jet fans.

Example:

Non-sprinklered car park: velocity 1 m/s.  
 Cross-section 42 m width, 2,5 m height = 105 m<sup>2</sup>  
 Exhaust volume is 1 x 105 x 3600 = 378.000 m<sup>3</sup>/h.  
 In this case a smoke concentration of 0,07 g/m<sup>3</sup> at 15 m from the fire and a height above floor of 1,75 m is considered to be achieved.



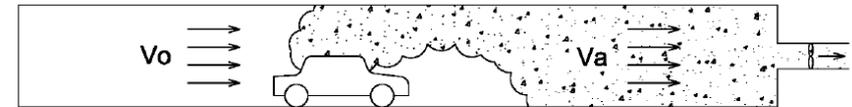
# Sviluppo normativo futuro: prTS 12101-11

Nel progetto di norma sono disponibili alcuni valori di riferimento per il calcolo della velocità della corrente d'aria necessaria ad evitare la propagazione orizzontale del

**Table A.1 : Required velocity**

[ to be modified according to new Annex D ]

Width W	Indoor vehicle park without sprinklers or with sprinklers but without floor slope	Indoor vehicle park with sprinklers and floor slope
≤ 8 m	1,6 m/s	1,3 m/s
≤ 12 m	1,4 m/s	1,1 m/s
≤ 20 m	1,3 m/s	1,0 m/s



$$v_0 / v_a = T_o / T_a = (t_o + 273) / (t_a + 273)$$

**Figure A.2 (informative): Critical velocity  $v_0$  upstream from the fire and extraction velocity  $v_a$  downstream from the fire**

Definizione della categoria di temperatura dei ventilatori meccanici.

Almeno F300 (300C /1ora) in accordo alla norma EN 12101-3, recepita in Italia come UNI EN 12101-3:2015

## 6 Installation and components

### 6.1 Fans

- (1) All smoke and heat exhaust fans and jet fans shall comply with EN 12101-3. The same shall apply to supply fans which may be exposed to direct radiation from a car in fire.
- (2) All smoke and heat exhaust fans and the jet fans shall be at least class F300 without sprinklers and F200 with sprinklers according to EN 12101-3. The same shall apply to supply fans which may be exposed to direct radiation from a car in fire.

NOTE: One jet fan in the immediate surroundings of the fire could fail due to direct radiation from the car in fire. But in that case the thrust from that jet fan does not contribute significantly to the flow pattern upstream the car in fire.

Classe	Temperatura (°C)	Periodo di funz. minimo (minuti)
F200	200	120
F300	300	60
F400	400	90 o 120
F600	600	60
F842	842	30
Non specificato	Come richiesto dal committente	Come richiesto dal committente



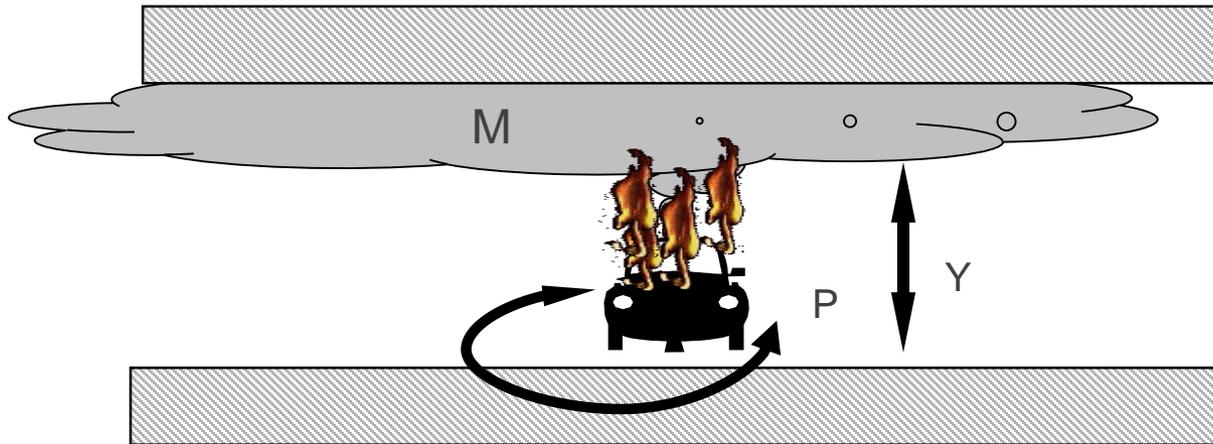
0123  
Any Co Limited, P.O. Box21, B-1050  
00  
0123 - CPD - 001

EN 12101-3  
Powered smoke and heat exhaust ventilators for use in Construction Works

Response delay 30 s at SL 125  
Resistance to Fire class F200  
Motor rating Class B/Class F



## Calcolo del volume di fumo prodotto: parametri essenziali



dove:  $M = C_e P Y^{3/2}$

M = Portata massica del fumo prodotto (kg/sec)

P = Perimetro dell'incendio (m)

Y = Altezza dello strato libero (m)

$C_e$  = Costante

M = Mass rate of smoke production (kg/sec) = 11.62

P = Perimeter of fire (m) 14m

Y = Height of smoke layer (m) 2.5m

$C_e$  = Constant 0.19 / 0.21 / 0.34



## Sistema di ventilazione a getto per autorimesse



Ventilatore a getto assiale



Ventilatore a getto ad induzione



## Sistema a getto - esempi di installazione

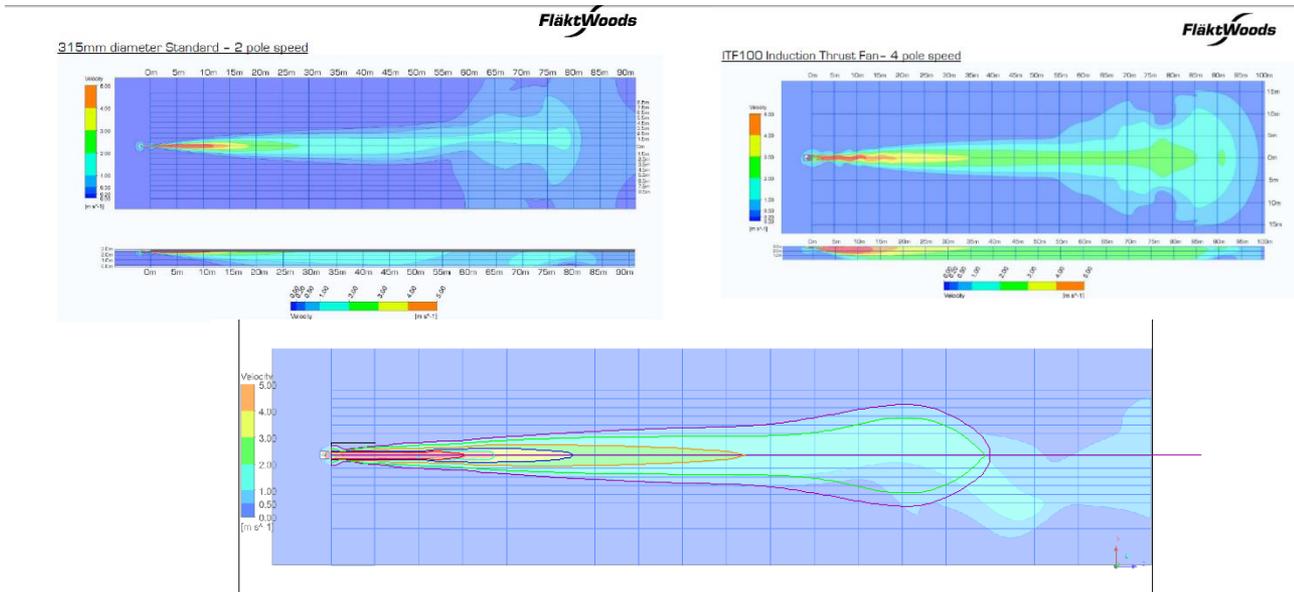




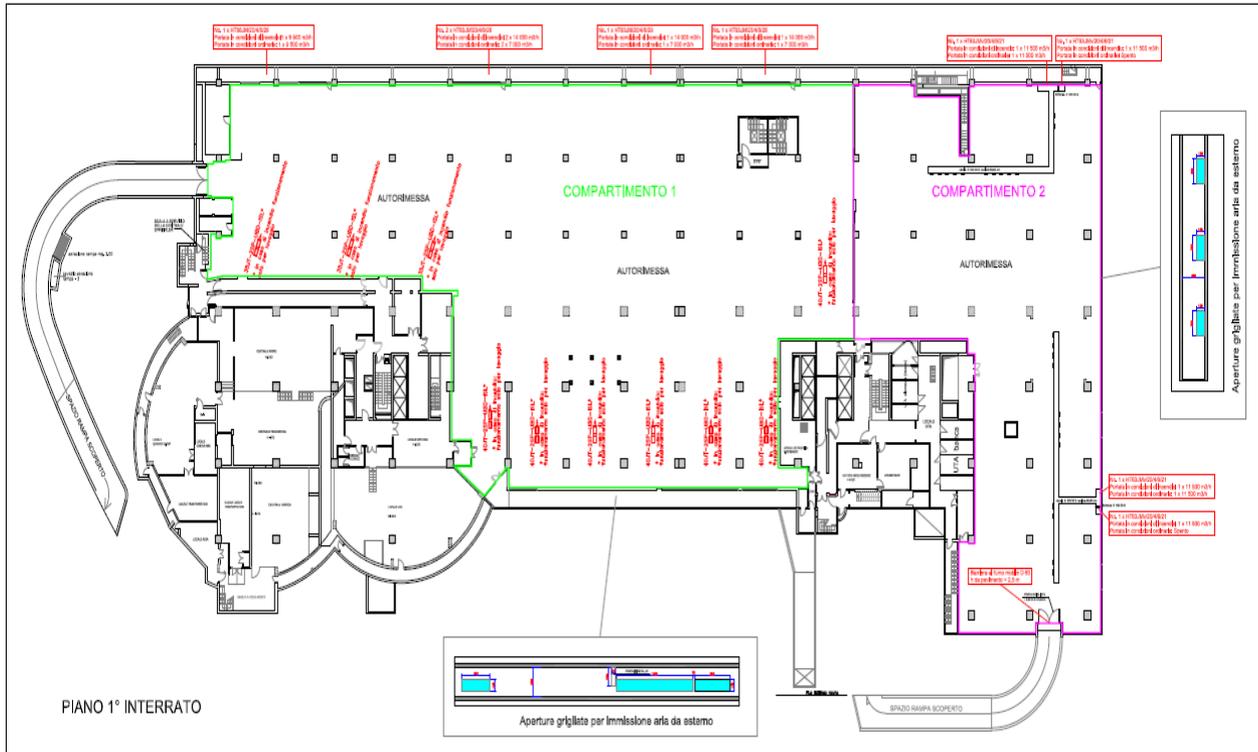
# Sistema di ventilazione a getto per autorimesse

Profili per ventilatori a getto assiali

Profili per ventilatori a getto centrifughi



Ogni prodotto / modello è differente



Portata totale = 48.000 mch  
 H libera dai fumi 2,5 m  
 Dis = 0,6m  
 V rata aperta = 15 m/s  
 Portata singola bocchetta = 2000 mch  
 S min = 0,7 m  
 N bocchetta 24 (12 x ogni ramo)

Dimensionamento canalizzazione per Compartimento 2



## Sistema di ventilazione a getto – posizionamento dei ventilatori

CEN TC191 SC1 WG9 N212

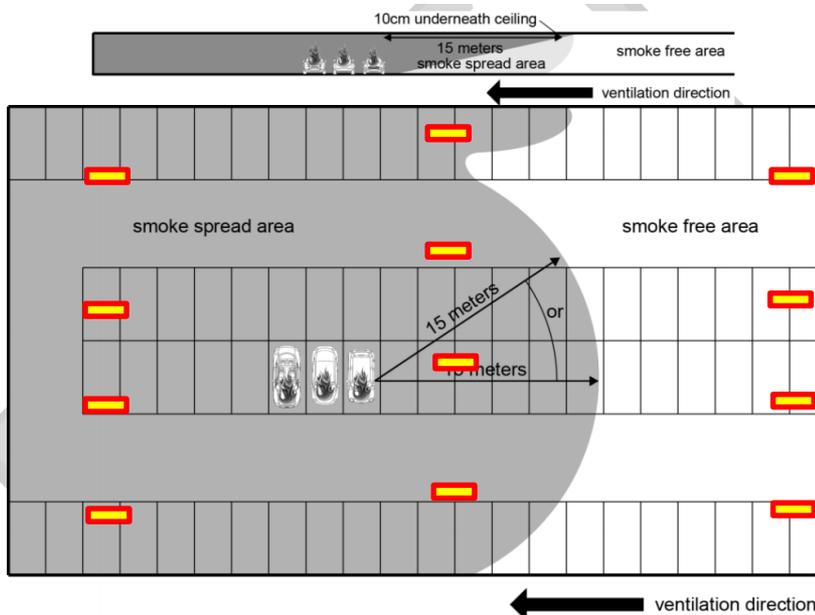
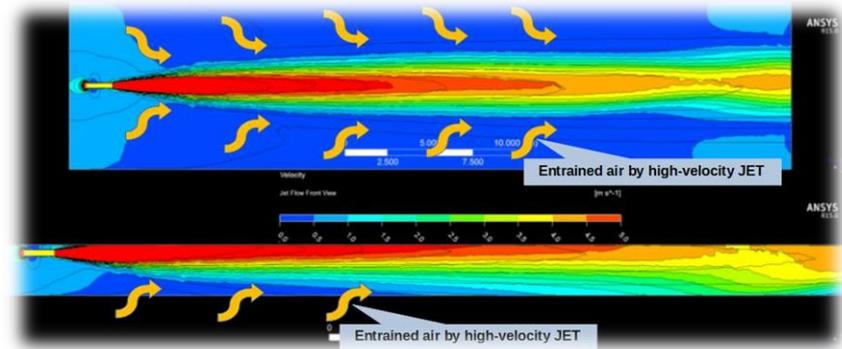


Figure 1 : Access sufficiently clear of smoke



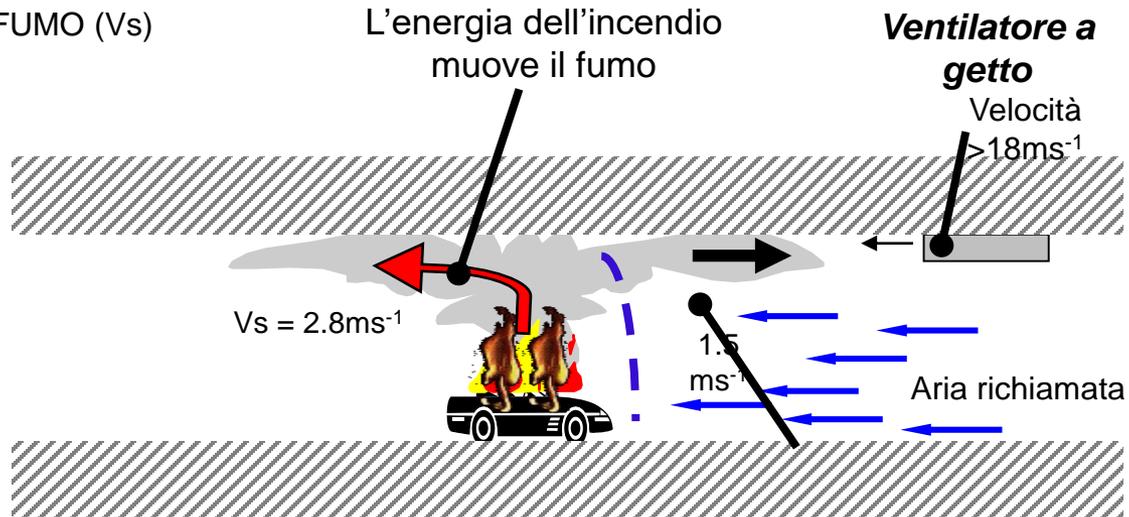
- I ventilatori a getto movimentano l'aria dal basso verso l'immissione del ventilatore e la espellono a soffitto dirigendola verso i punti di estrazione
- Creazione di un vero e proprio flusso d'aria continuo, paragonabile al flusso in un canale
- I ventilatori a getto movimentano lo strato inferiore a livello terreno, rimuovendo gli inquinanti e ventilando anche gli strati superiori ad altezza soffitto

**La ventilazione è doppia : a livello inferiore e superiore. Si può garantire una maggiore efficienza del sistema di ventilazione rispetto alla soluzione canalizzata**



# Sistema di ventilazione a getto

VELOCITÀ DEL FUMO ( $V_s$ )

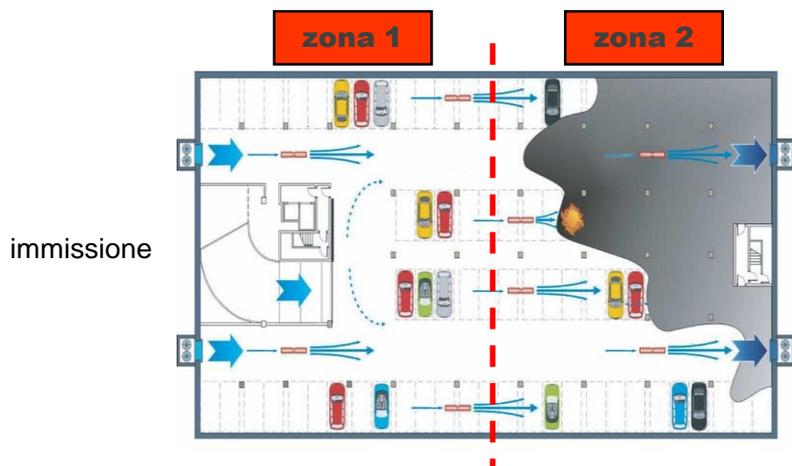


velocità critica di  $1.5\text{ms}^{-1}$



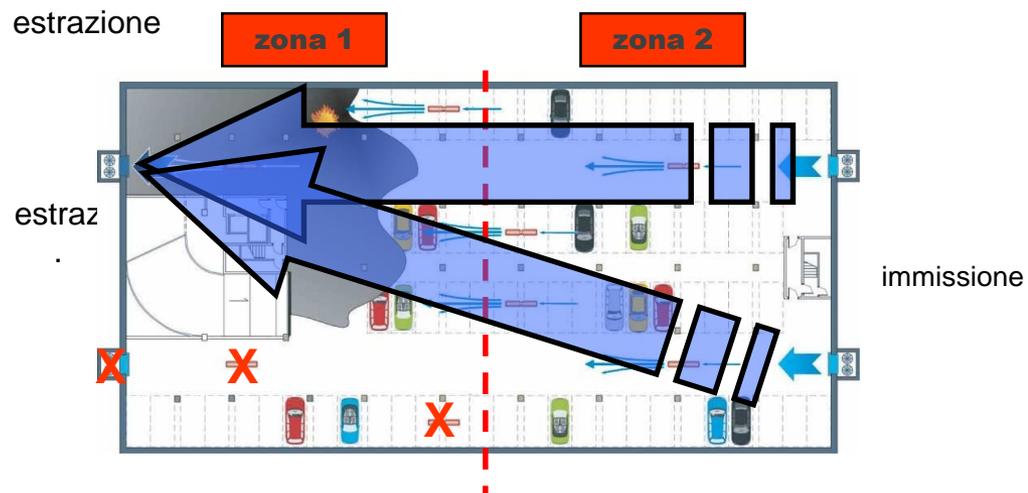
# Sistema di ventilazione a getto

Controllo della portata – la velocità critica controlla il fumo



Solo alcuni ventilatori attivati per meglio controllare la diffusione del fumo  
Il fumo è reindirizzato per minimizzarne la diffusione

incendio in zona 1: estrazione ed immissione sono invertiti





# Ventilatori a getto: caratteristiche costruttive

- Profilo totalmente simmetrico della girante per ventilatori assiali: 100% della spinta in entrambe le direzioni
- Motori a doppia velocità per garantire funzionamento dual purpose: bassa velocità (ventilazione standard), alta velocità (ventilazione in caso d'incendio)
- Ventilatori certificate HT secondo UNI EN 12101-3, prestazioni aerodinamiche testate secondo ISO 13350
- Motori eventualmente regolabili con inverter





## Primo caso – Centro commerciale a Torino

Piano primo interrato – Compartimento 1 (P-1)



Figura 1.a - Planimetria compartimento 1 (P-1) e individuazione vie d'esodo e di accesso VVF.

Piano secondo interrato – Compartimento 2 (P-2)

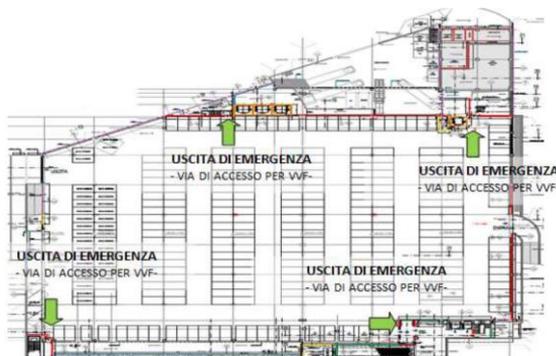


Figura 1.b - Planimetria compartimento 2 (P-2) e individuazione vie d'esodo e di accesso VVF.

### Scopo dell'analisi

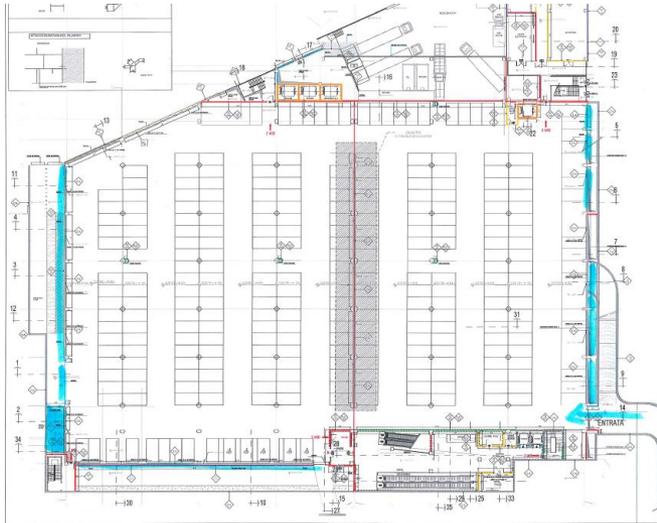
fornire una valutazione di supporto *all'installazione* del sistema di ventilazione a jet fan in relazione alle prestazioni e strategie di *gestione del fumo e del calore* secondo i principi della progettazione antincendio già approvata in deroga.

Essendo, per definizione, lo scopo e il campo di applicazione dei *sistemi Jet Fan* quello di garantire l'operatività dei VVF assicurando una zona da cui poter iniziare la lotta all'incendio ed il mantenimento di un accesso sicuro per gli stessi **si considera come *regime di emergenza* il rispetto delle condizioni associate ai soccorritori e, pertanto, non agli occupanti**

L'impianto di ventilazione meccanica Jet Fan, sia nel regime ordinario che di emergenza, sarà valutato secondo lo schema impiantistico (*jet fan* ed *estrattori*) proposto nella progettazione antincendio generale facendo ricorso esclusivamente **ai parametri di dimensionamento ed alle linee progettuali** indicati nella stessa, ricorrendo **all'approccio ingegneristico e non specificatamente a norme tecniche di riferimento** (es. BS 7346-7,... ).

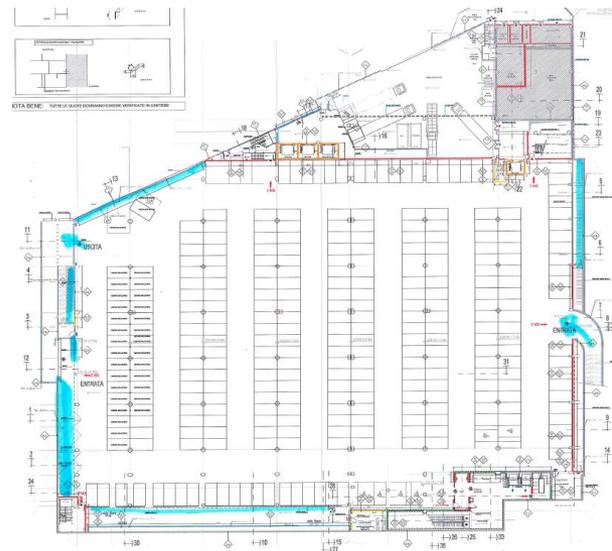


## Primo caso – Centro commerciale a Torino



Piano primo interrato – Compartimento 1 (P1)

Piano secondo interrato – Compartimento 2 (P2)



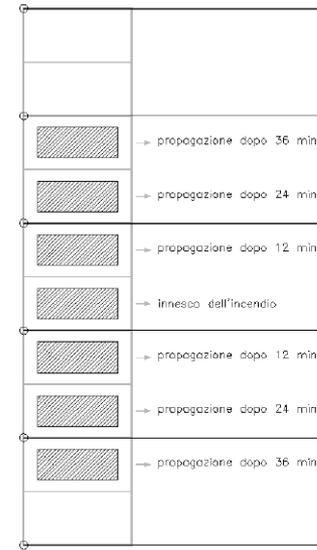
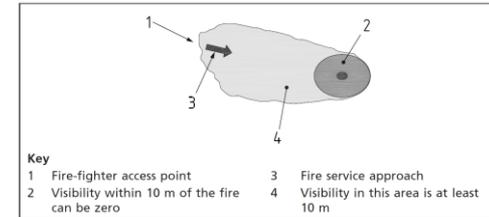


## Primo caso – Centro commerciale a Torino

- **Regime ordinario:** Analisi effetto di *diluizione delle concentrazioni di inquinanti* (monossido di carbonio e particolato) secondo l'andamento nel tempo della loro distribuzione nell'ambiente per effetto di un sistema di ventilazione del tipo jet Fan (estrattori e ventilatori a getto) dimensionato per fornire un ricambio di aria pari a 3 vol/h.
- **Regime in emergenza:** Mantenimento della *visibilità* ad un valore soglia di 10 m ad un'altezza di 1.5 m, da un punto distante 10 m dal fuoco rendendo disponibile almeno una via di accesso da cui iniziare la lotta al fuoco (Fig. 3)
- **Tempo di verifica:** si considera, essendo per definizione lo scopo dei sistemi jet fan quello di garantire l'operatività dei VVF, un **tempo di verifica pari a 13 minuti**, in accordo con quanto indicato dalla fonte Norma UNI 9494-2 – Prospetto F.1, che rappresenta il tempo di intervento delle squadre di soccorso esterno (VVF) per la provincia di Torino

### scenario di progetto analizzato

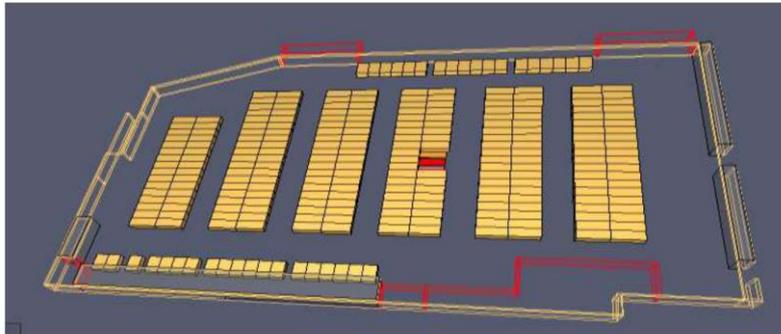
- Innesco al **P-1 e P-2** (il livello di probabilità di innesco è indifferente da un piano all'altro. Tuttavia, si sceglie il piano -2 per maggiore tempo di arrivo delle squadre e lunghezza dei condotti di estrazione e smaltimento fumi e caratterizzato da una minore ventilazione naturale come indicato nella relazione progettuale approvata VVF)
- **Corretta disposizione delle autovetture** all'interno dei parcheggi
- **Attivazione dell'impianto jet-fan** automatico
- **Mancato spegnimento immediato** da parte degli addetti
- Attivazione dell'impianto **sprinkler**



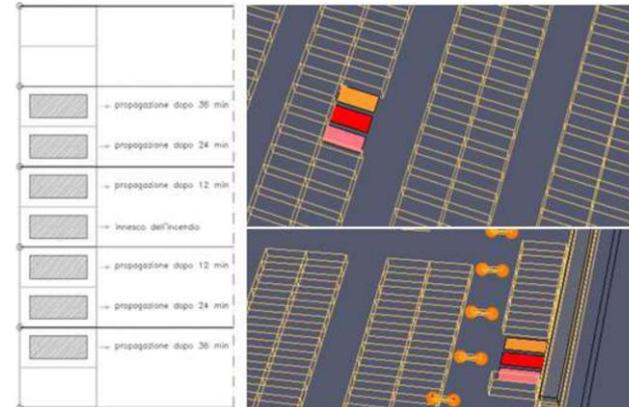
Configurazione Scenari d'incendio RTV V6 - Autorimessa



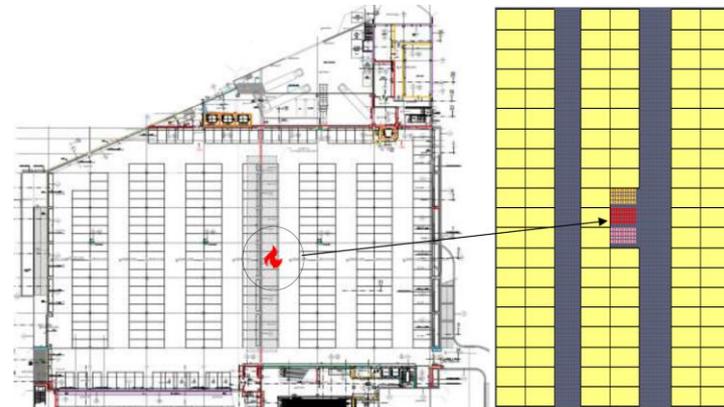
## Primo caso – Centro commerciale a Torino



**Figura 7** – Vista in 3D del volume d'indagine adottato nel modello per le simulazioni fluidodinamiche. In rosso è indicata la posizione dei vani scala/ vie d'esodo considerate come punti di accesso per i VVF.



Rappresentazione grafica della disposizione delle autovetture considerate secondo la RTV V6 - 21/2/2017 e delle vetture innescate nel modello per entrambi i compartimenti: in rosso è indicato l'elemento oggetto di innesco, mentre quelle ubicate in adiacenza allo stesso di lato rappresentano le vetture innescate dopo  $t = 12$  minuti



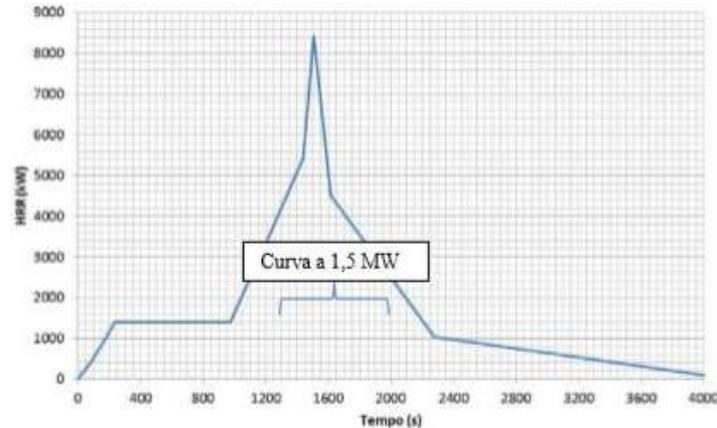


## Primo caso – Centro commerciale a Torino

### Regime in emergenza

La definizione dell'azione termica nonché della portata massica dei fumi prodotti sarà determinata sulla base dei parametri (es. produzione fumi  $y$ , reazione di combustione polietilene etc) e della curva di potenza termica RHR di tipo sperimentale approvata in fase di progettazione generale di prevenzione incendi riportata di seguito.

In accordo con la suddetta progettazione antincendio il valore di produzione fumi (*soot mass fraction*) è stato considerato pari a 0.02 g/g associato ad una reazione di combustione di tipo "polietilene"



PARAMETRI DELLA SIMULAZIONE (EMERGENZA)	VALORE
Tempo di calcolo	15 min. (900 secondi)
Curva di Potenza termica (RHR)	Da progettazione antincendio generale HRRmax=1.5MW per presenza di sprinkler
Coefficiente produzione fumi (Soot mass fraction)	$Y_s = 0,02$ g/g Soot Yield reazione "polietilene"
Tempo di propagazione alle vetture adiacenti a quella di innesco	12 minuti (720 secondi)

Reazione: Polietilene	
C	2
H	4
Soot yield	0.02
CO yield	0.037

Definizione dell'azione termica: Curva RHR



## Primo caso – Centro commerciale a Torino

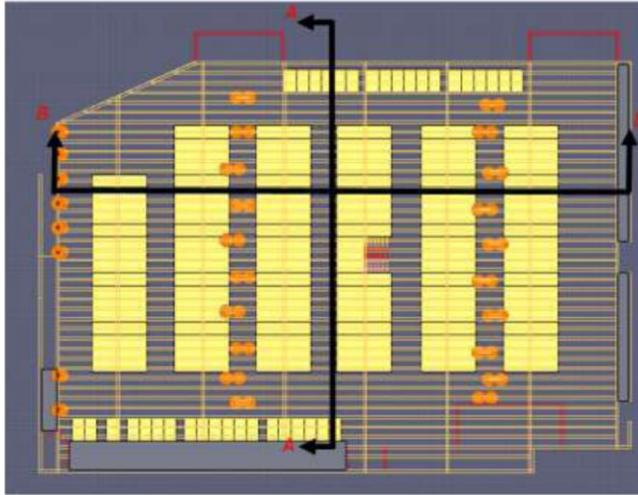


Figura 15 – Posizionamento jet fan all'interno del compartimento 1 (P-1)

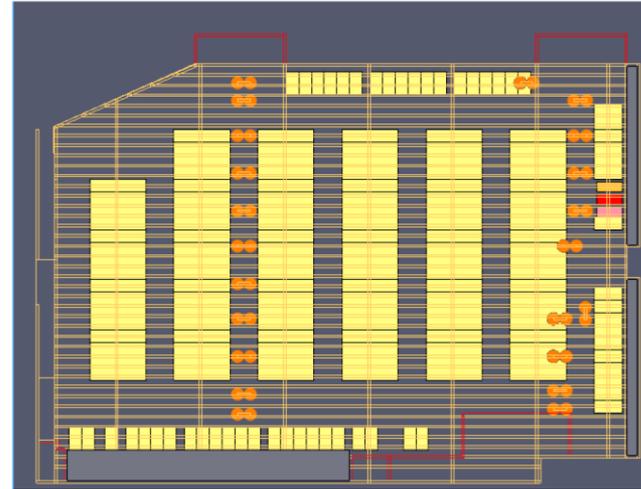


Figura 17 – Posizionamento jet fan all'interno del compartimento 2 (P-2)

### Regime di emergenza

*Piano primo interrato – Compartimento 1 (P-1): n. 20 jet fan (portata: 2,98 mc/s);*

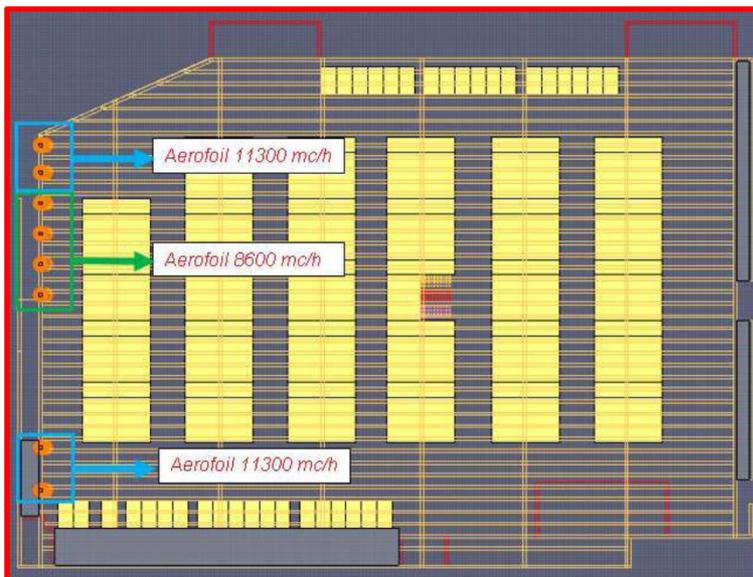
*Piano secondo interrato – Compartimento 2 (P-2): n. 22 jet fan (portata: 2,98 mc/s)*

Tempo di ritardo per l'attivazione dei jet fan pari a 210 secondi in regime di emergenza dato da  $t = 30$  sec. (tempo entrata in funzione a pieno regime, **UNI 12101 – 3: 2015**) +  $t = 180$  sec (tempo ritardo nell'attivazione dei jet fan per prevedere un tempo utile a permettere l'esodo degli occupanti prima che il sistema entri in funzione, "**prTS 12101-11: 2016**)

In **regime ordinario** è stata prevista una portata di 1,51 mc/s e un tempo di ritardo nell'attivazione dei jet fan pari a 300 secondi (secondo progetto antincendio generale). Tale tempo di ritardo è stato adottato nell'ottica di prevedere l'attivazione della ventilazione meccanica in corrispondenza dell'istante di tempo in cui si registra la massima concentrazione di gas prodotti dagli autoveicoli.

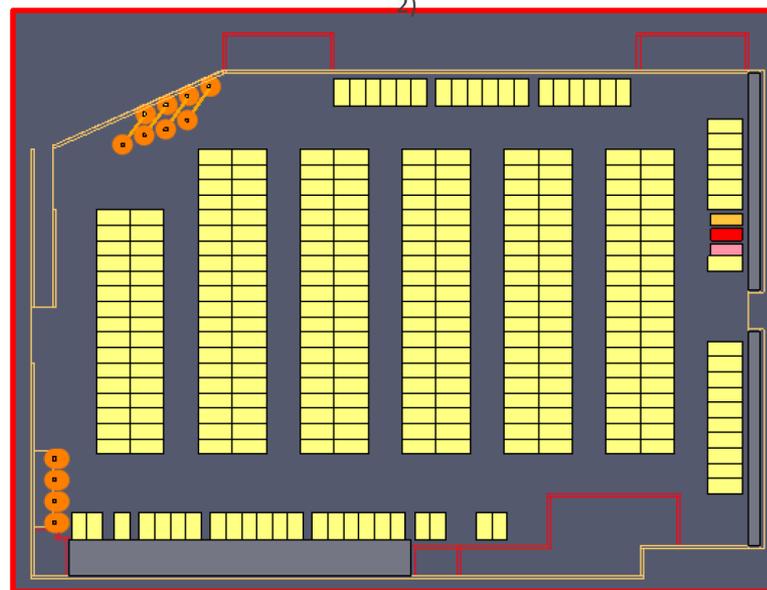


## Primo caso – Centro commerciale a Torino



Posizionamento impianto di estrazione, comp. 1 (P-1)

Posizionamento impianto di estrazione, comp. 2 (P-2)





## Primo caso – Centro commerciale a Torino

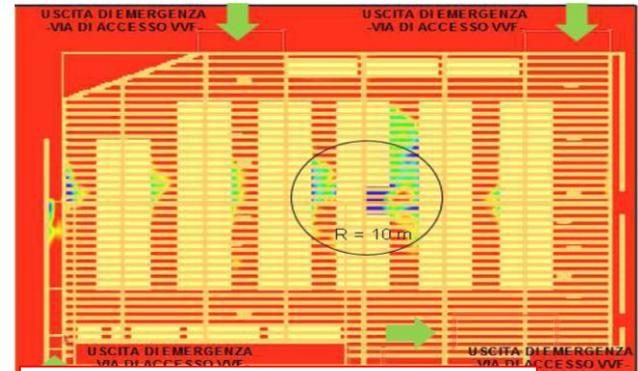
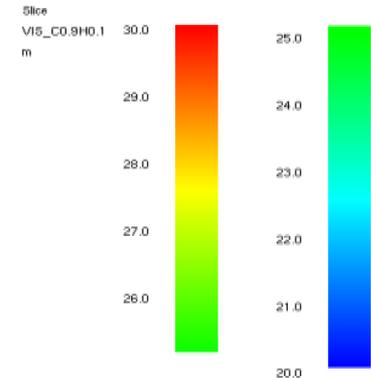
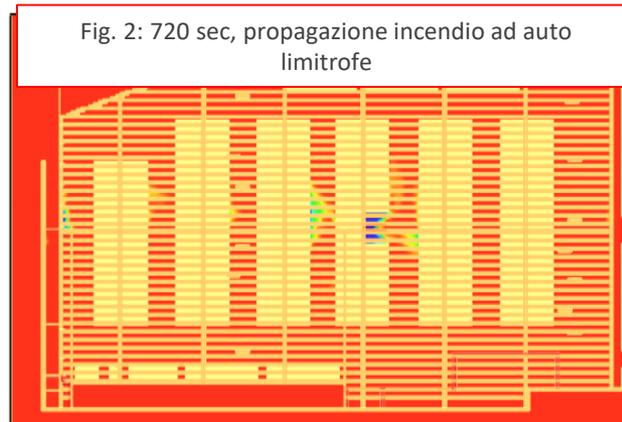
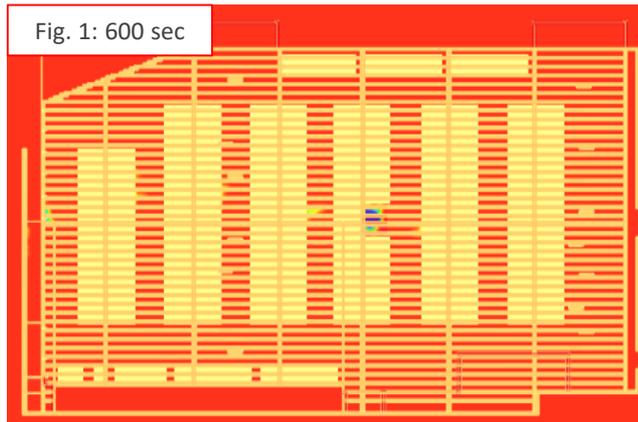
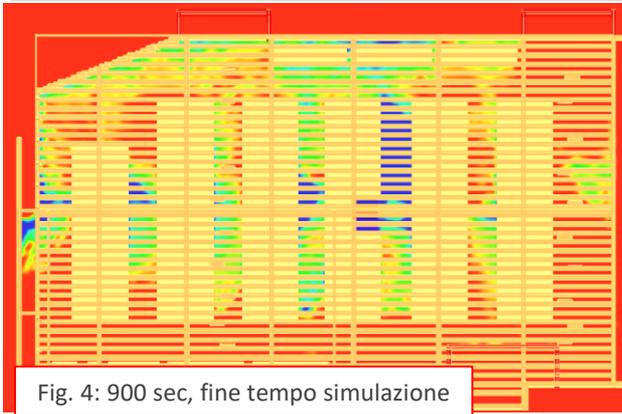


Fig. 3: 780 sec, tempo intervento VVF Torino





## Primo caso – Centro commerciale a Torino

### Conclusione

- Prima fase di lento sviluppo e propagazione (600 sec) , con una analoga produzione dei prodotti della combustione i quali, per effetto dell'abbattimento della potenza termica esercitata dall'impianto sprinkler e fino ad un tempo pari a 720 sec (massimizzazione dello sviluppo dell'incendio) ai veicoli adiacenti, risultano contenuti nell'intorno dell'innesco.
- Successivamente, per effetto di tale massimizzazione, si assiste ad un rapido incremento della produzione di fumi, i quali grazie all'azione dell'impianto di ventilazione meccanica vengono progressivamente allontanati ed espulsi, lasciando nell'intorno di 10 m dall'innesco, **una zona caratterizzata da una visibilità sempre maggiore di 10 m a quota di 1,5 m (780 sec).**
- **Successivamente, l'azione progressiva dei jet fan e l'azione contemporanea di tutti i jet fan ed estrattori, genera un efficace lavaggio degli ambienti, garantendo sempre i livelli di visibilità richiesti (900 sec).**
- **L'obiettivo dell'analisi è associato alle condizioni di visibilità al tempo di arrivo dei VVF (780 secondi), al fine di valutare conservativamente l'evoluzione del sistema le analisi sono state protrate fino ad un tempo rappresentativo di 900 secondi.**
- **Le immagini fornite mostrano ai vari istanti temporali che la condizione di visibilità per i soccorritori (10 m ad un'altezza di 1,5 m) risulta sempre verificata, in particolare al tempo di arrivo dei VVF (13 minuti – 780 secondi), garantendo tutte le vie di accesso/intervento per i VVF**

