

Evacuatori Fumo e Calore
Norma UNI 9494 -1: 2012
SENFEC

- Durante un incendio si producono grandi quantità di fumo



FUOCHI COVANTI

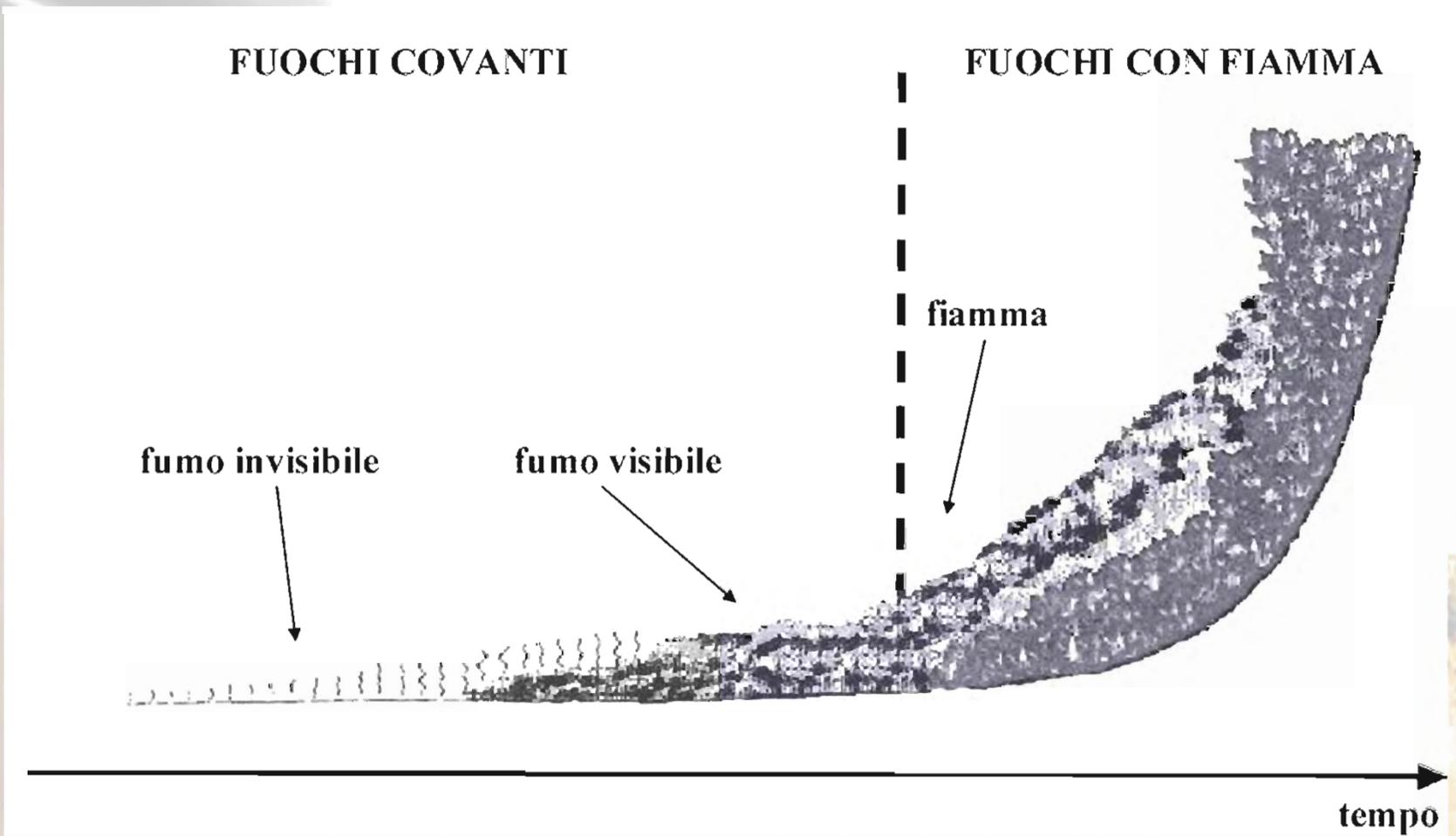
FUOCHI CON FIAMMA

fumo invisibile

fumo visibile

fiamma

tempo

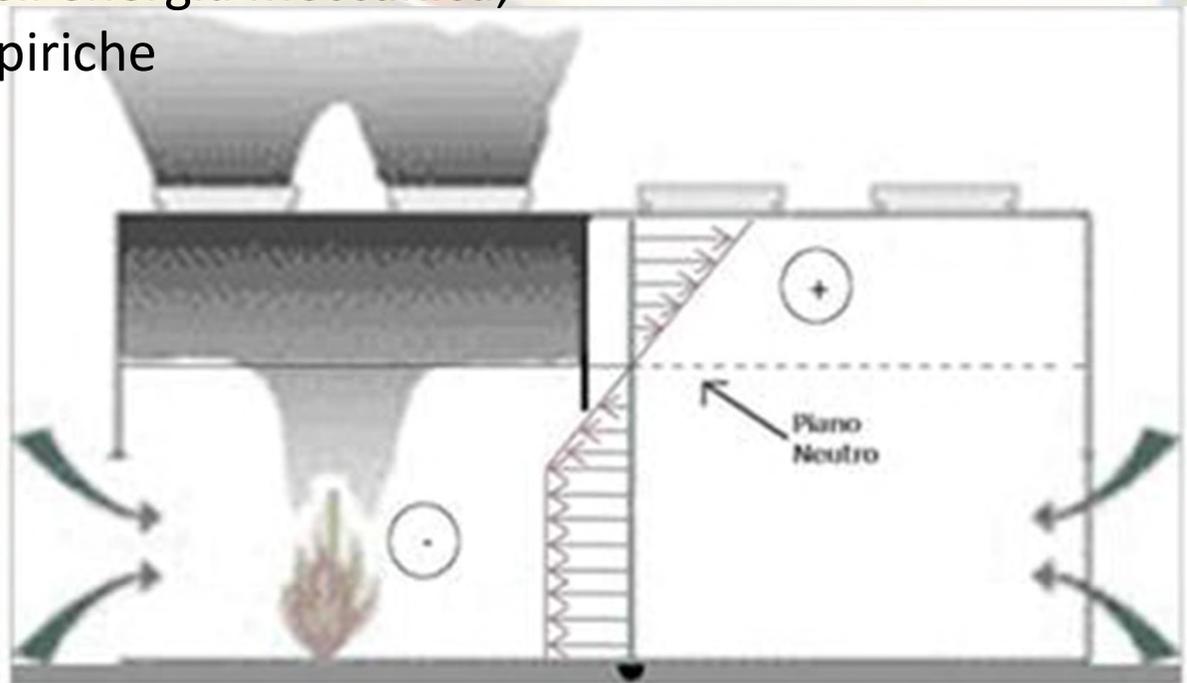


- Per fumo si intende la sospensione di particelle in aria contaminata da prodotti della combustione sotto forma di gas, alcuni dei quali sono anche tossici.
- Nelle prime fasi dell'incendio in un ambiente chiuso, si formerà uno strato di fumo al di sotto del solaio.
- Questo strato si abbasserà ad una velocità determinata dalla velocità di combustione.



- Con l'abbassarsi dell'interfaccia dello strato di fumo diminuirà la massa di fumo entrante, in quanto diminuirà l'altezza del pennacchio o plume.
- Come tutti i fluidi, il fumo si muove sotto l'influsso di forze che si manifestano come gradienti di pressione all'interno del fluido.

- I sistemi naturali (SENFEC) mantengono a pavimento un volume libero da fumo al di sopra del quale galleggia lo strato di fumo e gas caldi che vengono convogliati all'esterno grazie alla differenza di pressione risultante dalla stratificazione termica.
- I SENFC sono realizzati per funzionare nella fase di **PRE FLASH-OVER in cui** si ipotizza che la quantità di fumo possa essere controllata e smaltita all'esterno
- Il modello di crescita dello strato dei fumi è definito attraverso:
 - l'equazione di conservazione della massa ;
 - l'equazione di bilancio dell'energia termica;
 - l'equazione di bilancio dell'energia meccanica;
 - le correlazioni semi - empiriche



Evacuatori naturali di fumo e calore (ENFC)

- Dispositivo appositamente progettato per spostare fumi e gas caldi all'esterno di un fabbricato in caso di incendio per mezzo delle forze ascensionali dovute alle differenze di massa volumica del gas a causa delle differenze di temperatura.
- L'apparecchiatura è schematizzabile in:
- basamento e suoi organi di fissaggio alla copertura;
- elementi mobili di chiusura;
- dispositivi di apertura.



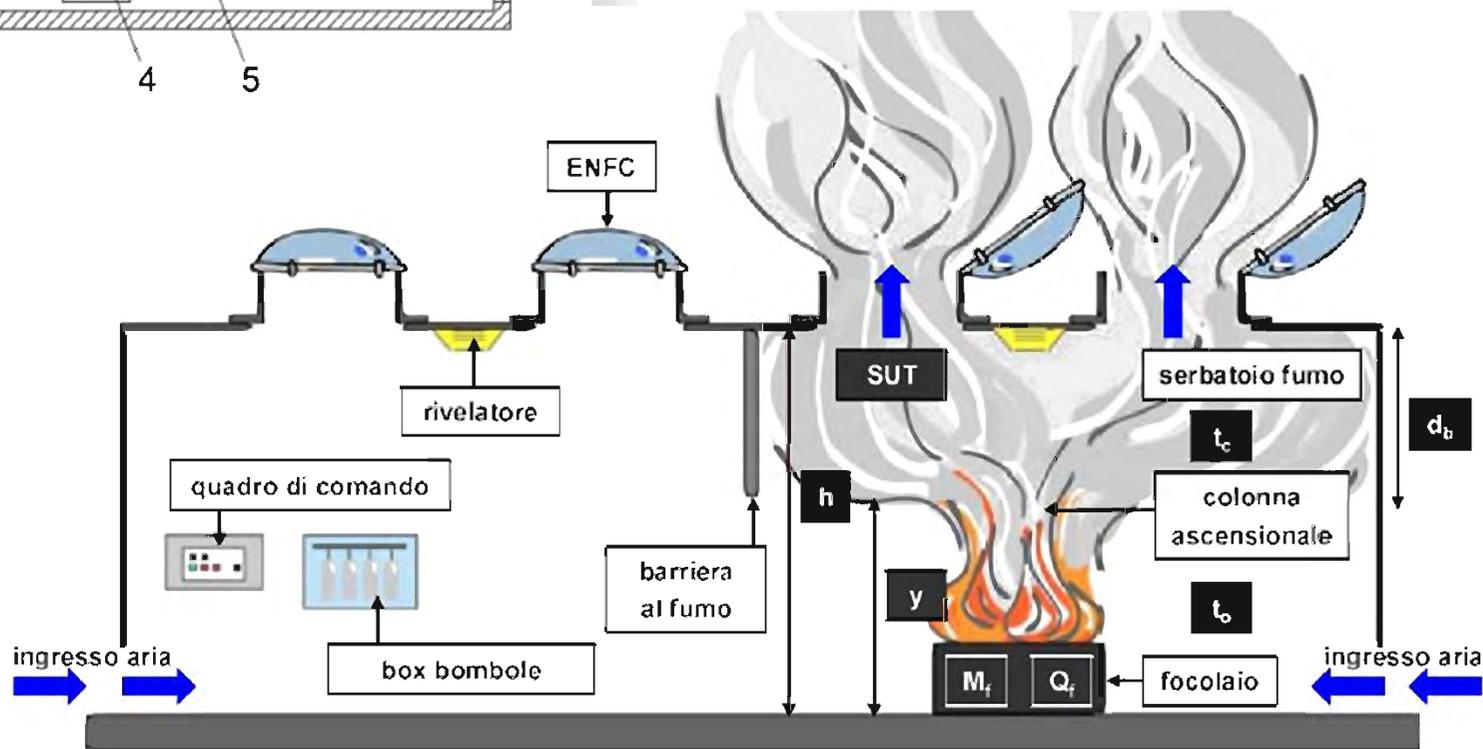
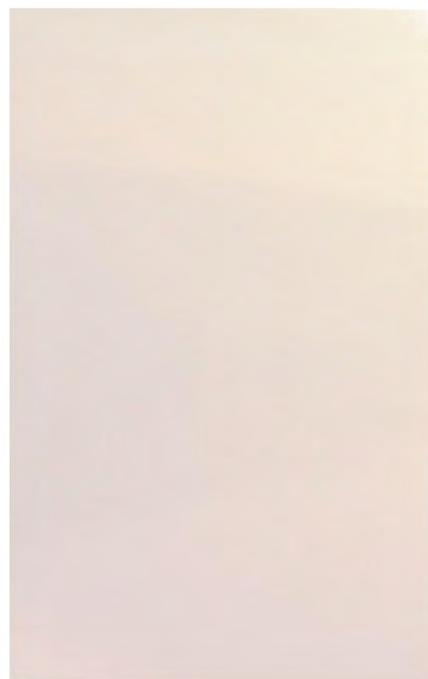
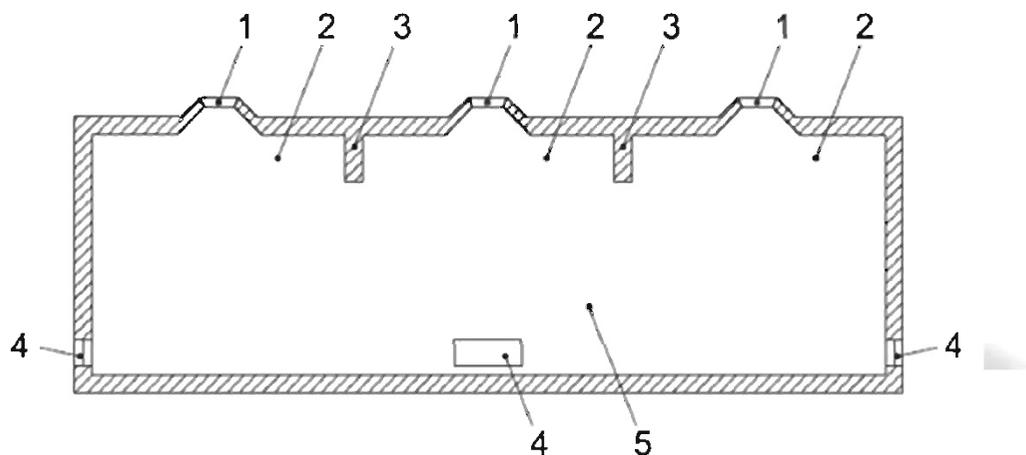
UNI 9494 Norma 9494-1: 2012

- Progettazione e installazione dei SENFC”
- In riferimento agli Evacuatori di Fumo e Calore a funzionamento Naturale, la norma stabilisce:
 - 1. i requisiti funzionali ,
 - 2. i criteri di dimensionamento,
 - 3. installazione i criteri di installazione.
- La norma si applica ad elementi strutturali di nuova costruzione che in caso di incendio hanno la funzione di evacuare fumo e calore da un ambiente chiuso.
-

Componenti principali di un SENFC

Legenda

- 1 ENFC installato su tetto (UNI EN 12101-2)
- 2 Compartimento a soffitto (serbatoio fumo)
- 3 Barriere al fumo (UNI EN 12101-1)
- 4 Aperture per l'afflusso di aria esterna
- 5 Ambiente da proteggere

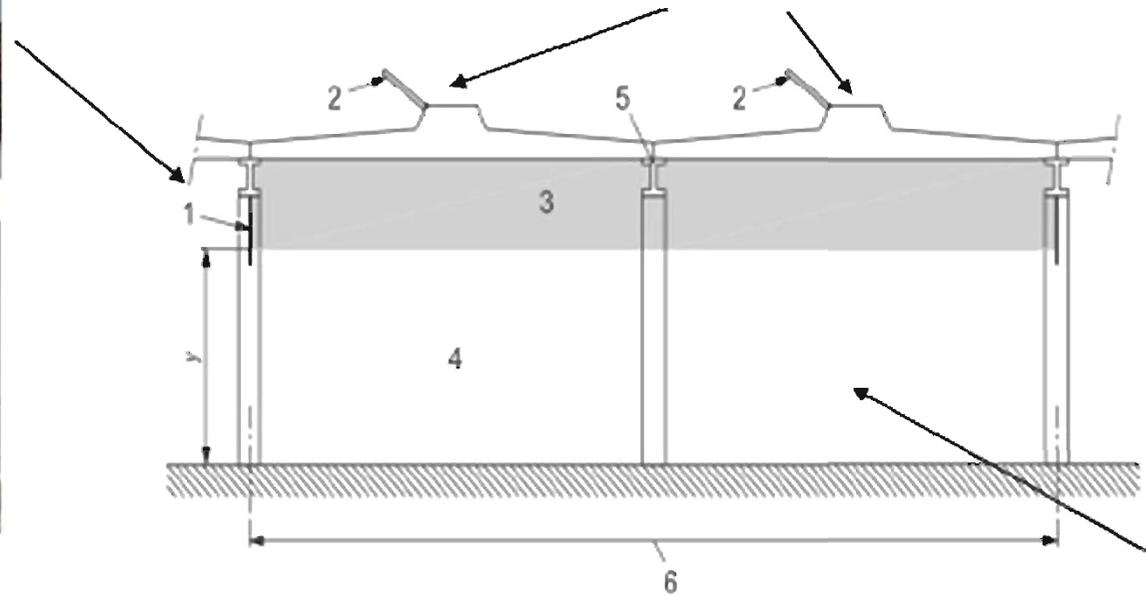




Barriere al fumo



Evacuatori naturali di fumo e calore

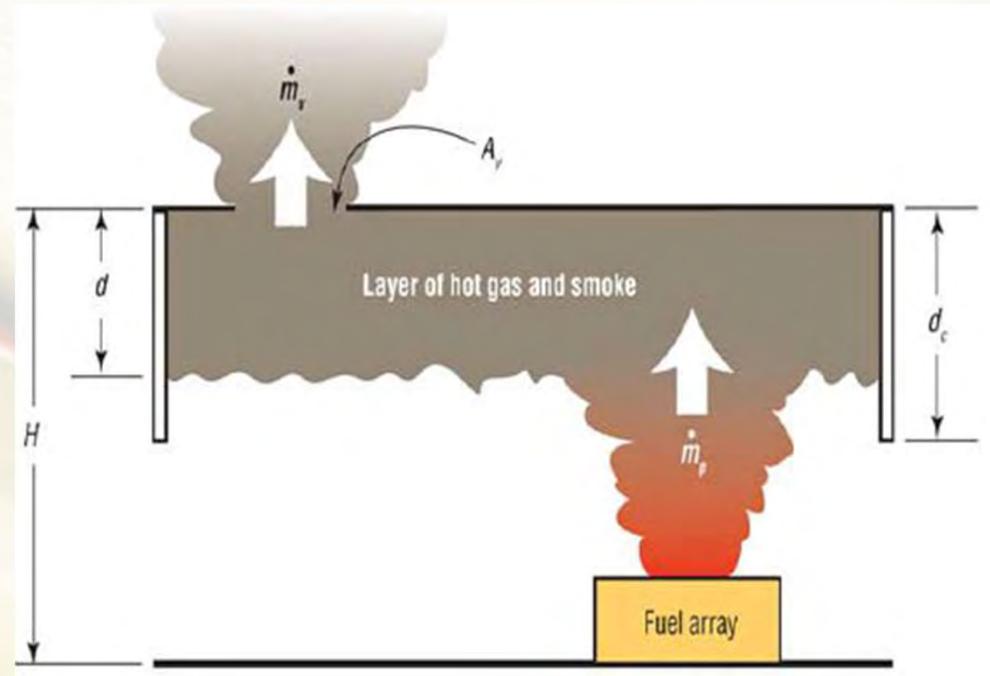


Sistema di comando e attivazione



Compartimento a soffitto (serbatoio di fumo)

- Volume all'interno di un ambiente limitato o chiuso dal soffitto e dalle barriere al fumo o da elementi strutturali per trattenere il fumo che stratifica in caso d'incendio



Campo di applicazione

- La norma si applica ad ambienti da proteggere con una superficie minima di 600 mq e un'altezza minima di 3 m nel caso di:
 - edifici monopiano;
 - ultimo piano di edifici multipiani;
 - piano intermedio di edifici multipiani collegabile alla copertura.
 - la norma è relativa a SENFC realizzati con Evacuatori Naturali di Fumo e Calore (ENFC) installati su tetto;
 - inoltre fornisce indicazioni e concetti (vedere appendice B informative) per SENFC realizzati con ENFC installati su parete.

Campo di applicazione

- Non si applica a:
 - ambienti a rischio di esplosione;
 - corridoi;
 - corridoi con scale
- Non è esclusa la possibilità di installare impianti SEFC anche per superfici minori a 600 mq o maggiori a 1600 mq laddove ne sia riscontrata l'effettiva necessità per superfici inferiori o l'impossibilità di maggiori suddivisioni per superfici maggiori. (per comparti fumo fino 2600 mq e altezze > 7m SUT incrementata di 10% ogni 100 mq eccedenti 1600mq)
- Al di fuori del campo di applicazione e/o per i casi limite si può ricorrere alle procedure della Fire Safety Engineering .

Campo di applicazione

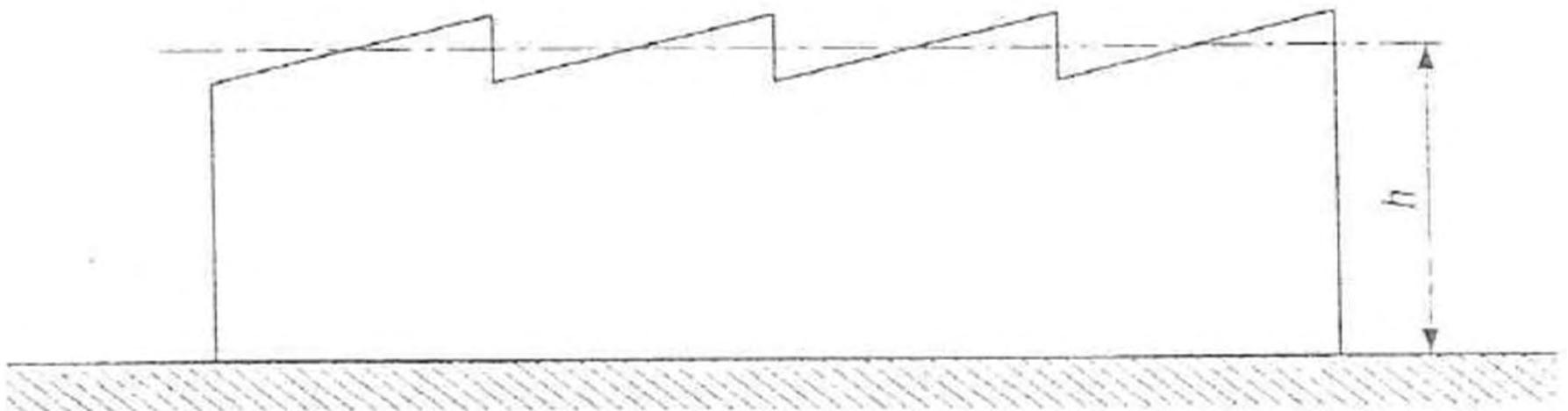
- La norma si applica ad ambienti da proteggere con una superficie massima di 1.600 mq. Per superfici maggiori si deve far ricorso ad una compartimentazione a soffitto (barriere al fumo) suddivisi, tramite barriere al fumo, in compartimenti a soffitto con una superficie massima A_s sempre di 1600 mq . Nessun lato del compartimento deve avere lunghezza maggiore di 60 m.

- L'altezza h del locale è l'altezza libera interna, nel caso di copertura orizzontale e l'altezza media nel caso di copertura inclinata

Altezza da considerare per tetti a shed

Legenda

h Altezza del locale



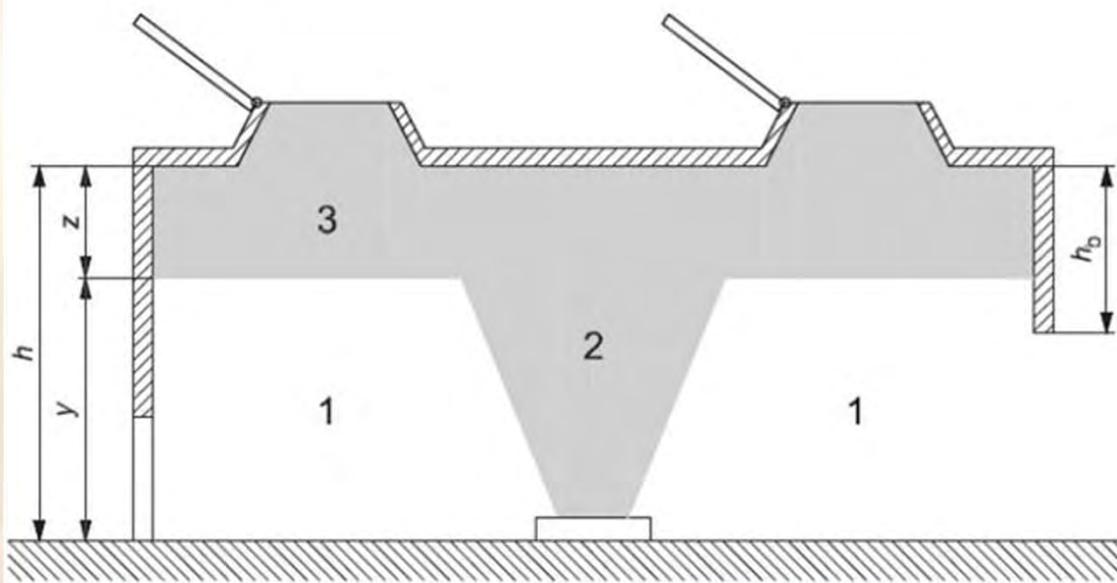
Strato di aria libera da fumo (y)

- Strato di aria libera da fumo (y): Zona compresa fra il livello del pavimento e il limite inferiore dello strato di fumo in cui la concentrazione del fumo è minima e le condizioni sono tali da permettere il movimento agevole di persone.

Schema di un compartimento a soffitto con le grandezze di riferimento per il calcolo

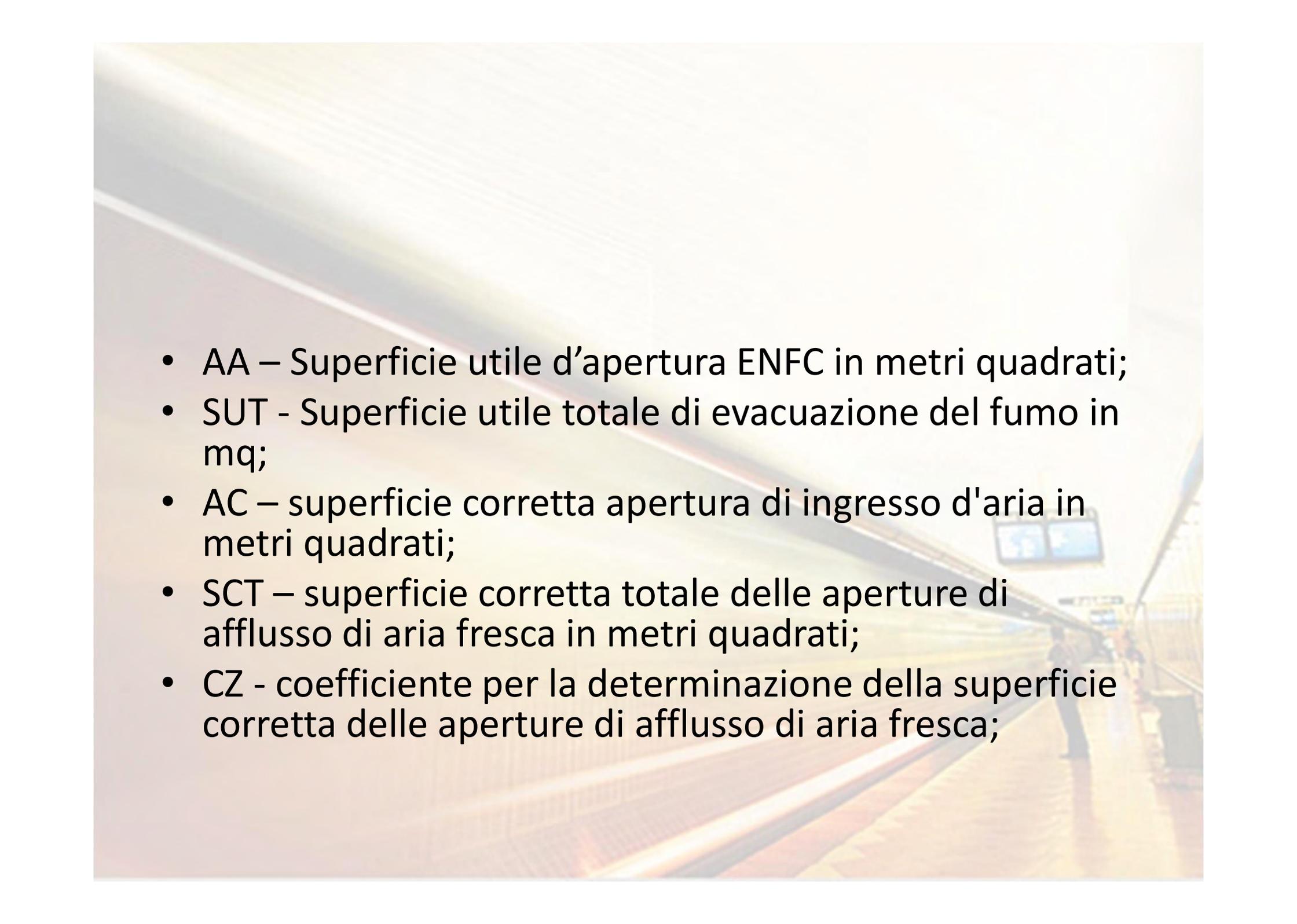
Legenda

- y Altezza dello strato di aria libera da fumo in metri
- h Altezza del locale da proteggere in metri
- h_b Altezza della barriera al fumo in metri
- z Altezza dello strato di fumo ($h - y$) in metri
- 1 Strato a libero da fumo
- 2 Colonna di fumo
- 3 Strato di fumo

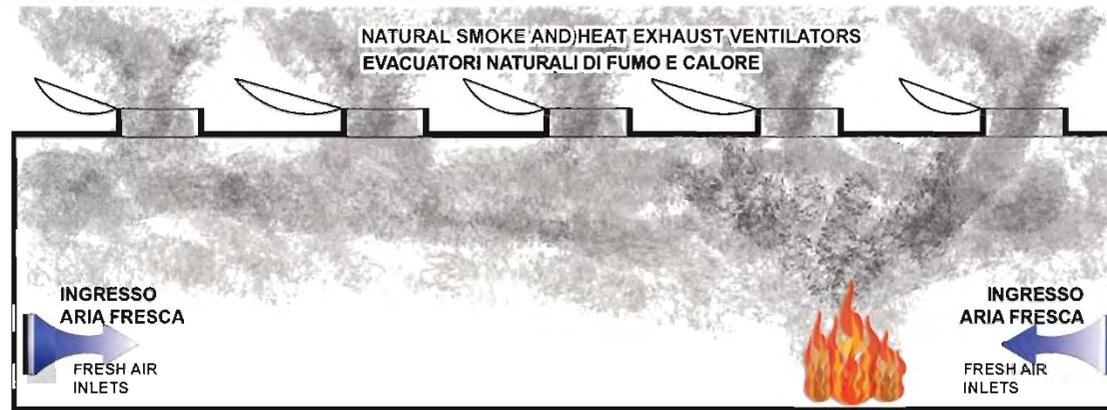


Strato di aria libera da fumo (y)

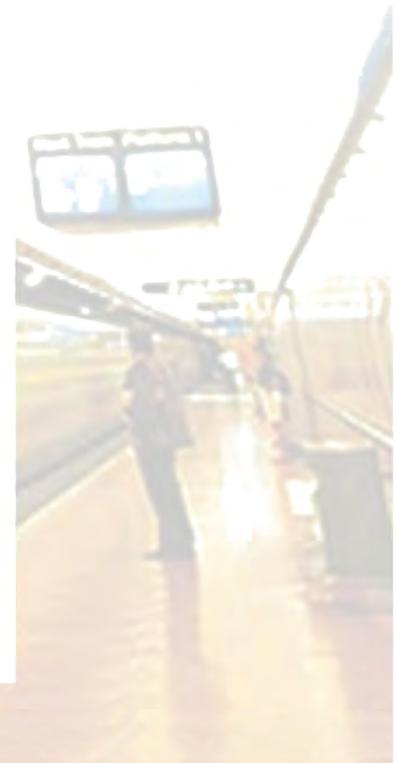
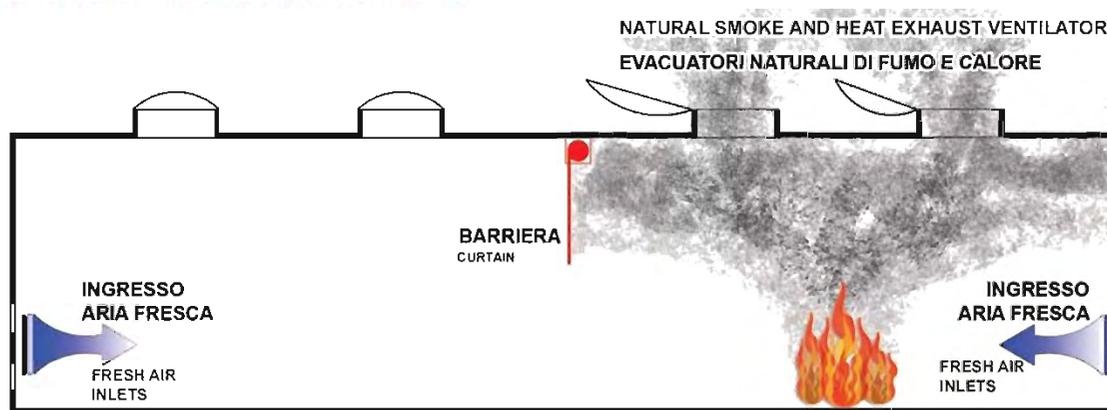
- L'altezza libera dal fumo deve essere valutata in funzione delle caratteristiche dell'attività.
L'altezza minima consentita allo strato di aria libera da fumo deve essere pari a 2,5 m;
- Qualora il SEFC abbia lo scopo di proteggere materiali, merci o manufatti particolarmente sensibili al fumo, il limite inferiore dello strato di fumo dovrebbe essere mantenuto distante almeno 0,5 m.

- 
- AA – Superficie utile d'apertura ENFC in metri quadrati;
 - SUT - Superficie utile totale di evacuazione del fumo in mq;
 - AC – superficie corretta apertura di ingresso d'aria in metri quadrati;
 - SCT – superficie corretta totale delle aperture di afflusso di aria fresca in metri quadrati;
 - CZ - coefficiente per la determinazione della superficie corretta delle aperture di afflusso di aria fresca;

**PROPAGAZIONE FUMO SENZA BARRIERE
SPREADING OF SMOKE WITHOUT CURTAINS**



**PROPAGAZIONE FUMO CON BARRIERE
SPREADING OF SMOKE WITH CURTAINS**



Barriera al fumo

$$y \geq m 2,5$$

$$h_b \geq m 1,0$$

$$h_b - z \geq m 0,5$$

$$h_b \geq z$$

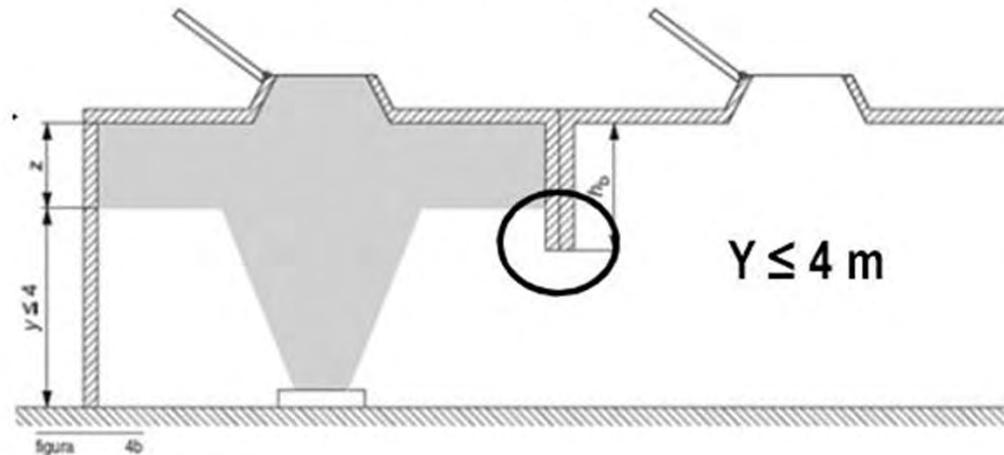
Legenda

$h_b - z \geq 0,5$ m

y Altezza dello strato di aria libera da fumo in metri

h_b Altezza della barriera al fumo in metri

z Altezza dello strato di fumo ($h - y$) in metri



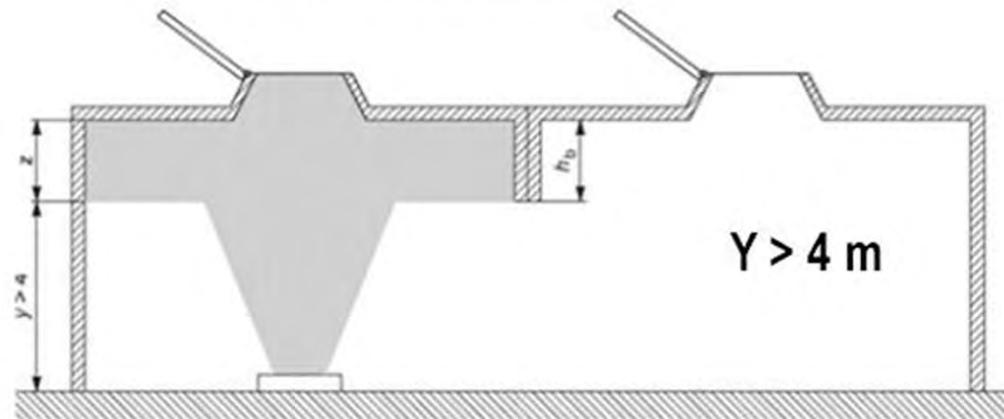
Legenda

$h_b \geq z$

y Altezza dello strato di aria libera da fumo in metri

h_b Altezza della barriera al fumo in metri

z Altezza dello strato di fumo ($h - y$) in metri



Barriera al fumo

- Quando lo strato di aria libera da fumo $y \leq 4$ m la barriera al fumo deve scendere sotto allo strato di fumo per almeno 0,5 m. Di conseguenza l' altezza minima da terra delle barriere al fumo è di 2 m:
- **$h_b - z \geq 0,5$ m**
- Quando lo strato di aria libera da fumo $y > 4$ m l' altezza della barriera al fumo deve essere almeno pari all' altezza dello strato di fumo z . In ogni caso deve scendere per almeno 1,0 m dalla quota h .

Barriera al fumo

- Sono state create due classi per le barriere al fumo:
- la classe D e la classe DH. In particolare le barriere in classe DH sono chiusure resistenti al fuoco.
- È previsto l'utilizzo delle barriere flessibili mobili come le barriere al fumo D e le barriere al fuoco DH.
- La classe DH è definita da prove di laboratorio che misurano il tempo di resistenza al fuoco e permeabilità del materiale al passaggio degli effluenti gassosi prodotti dall'incendio lungo la curva standard tempo temperatura.
- Nei SENFC è consigliata l'installazione di barriere con classificazione DH (30, 60, 120 min) in modo da poter resistere al fuoco per il tempo proprio della classe dell'ambiente.

- DECRETO 16 febbraio 2007
- D - Durata della stabilità a temperatura costante
- DH - Durata della stabilità lungo la curva standard tempo-temperatura

SIMBOLI

R	Capacità portante	P o PH	Continuità di corrente o capacità di segnalazione
E	Tenuta	G	Resistenza all'incendio della fuliggine
I	Isolamento	K	Capacità di protezione al fuoco
W	Irraggiamento	D	Durata della stabilità a temperatura costante
M	Azione meccanica	DH	Durata della stabilità lungo la curva standard tempo-temperatura
C	Dispositivo automatico di chiusura	F	Funzionalità degli evacuatori motorizzati di fumo e calore
S	Tenuta al fumo	B	Funzionalità degli evacuatori naturali di fumo e calore

Le seguenti classificazioni sono espresse in minuti, a meno che non sia indicato altrimenti.

Barriera mobile DH120 a chiusura tra due reparti



Dispositivo per convogliare, contenere e/o prevenire la migrazione del fumo e degli effluenti prodotti dall'incendio. devono essere conformi alla UNI EN 12101-1



figura 5 Ulteriori suddivisioni della superficie di compartimento a soffitto

Legenda

y Altezza dello strato di aria libera da fumo in metri

1 Barriera al fumo

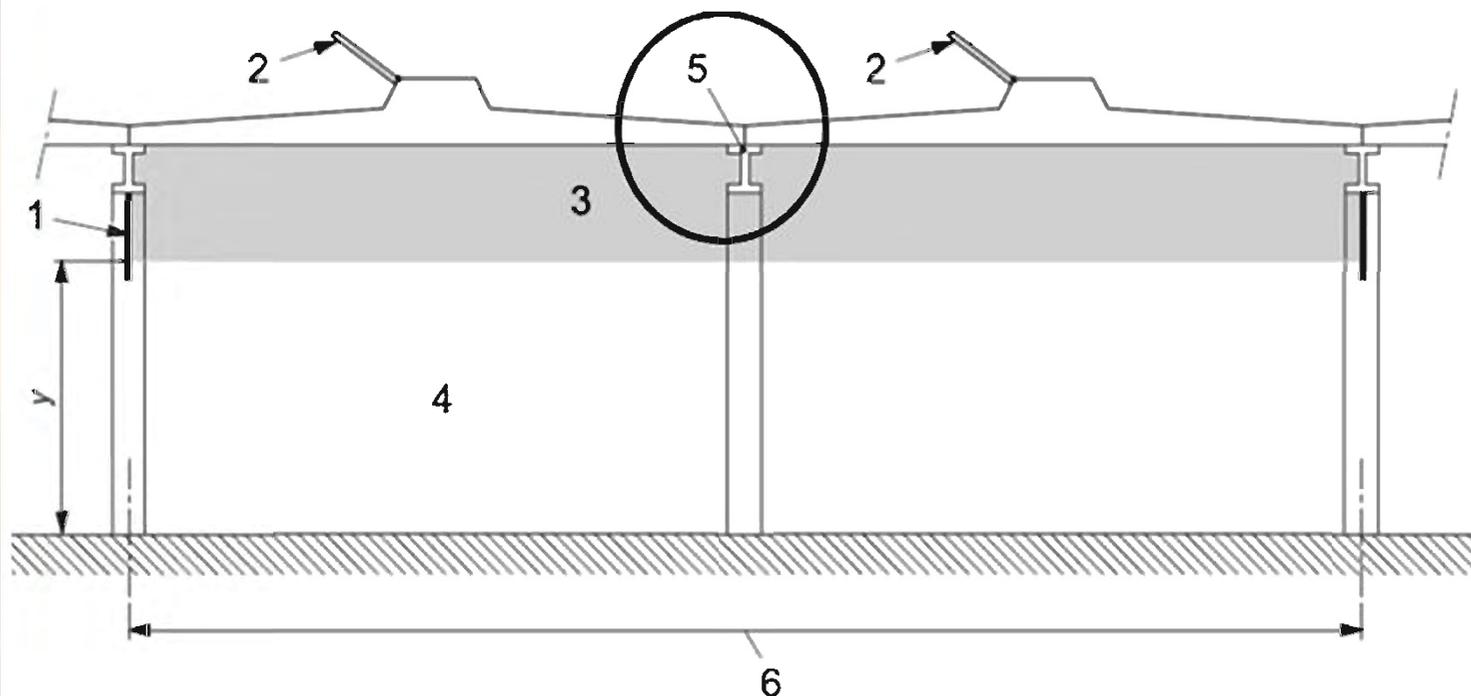
2 ENFC

3 Strato di fumo

4 Strato libero da fumo

➔ 5 Elemento strutturale chiuso (non considerato nel dimensionamento)

6 Limiti compartimento a soffitto



Nota: Le superfici dei compartimenti a soffitto sono delimitati sui 4 lati da barriere al fumo aggiunte o da elementi strutturali idonei.

- La Superficie utile totale di apertura (SUT_{EFC}) è la somma delle Superfici utili di apertura degli ENFC (A_a) installati in uno stesso compartimento a soffitto
- La portata di fumo e gas caldi che viene evacuata all'esterno nel caso in cui si sviluppa un incendio nell'area definita dal compartimento a soffitto è funzione della SUT_{EFC}

- La superficie utile totale (SUT) si ricava grazie al prospetto 2 ed è **funzione del gruppo di dimensionamento** e dell'altezza libera da fumi.
- Naturalmente nella parte inferiore delle pareti perimetrali dell'ambiente da proteggere devono essere previste, in prossimità del pavimento, le aperture per l'afflusso di aria fresca.
- Il gruppo di dimensionamento GD viene determinato in base alla superficie convenzionale dell'incendio funzione della durata convenzionale di sviluppo dell'incendio e della velocità media di propagazione dell'incendio).

t_1 tempo allarme

- La durata convenzionale di sviluppo dell' incendio (T) si compone di due parti:

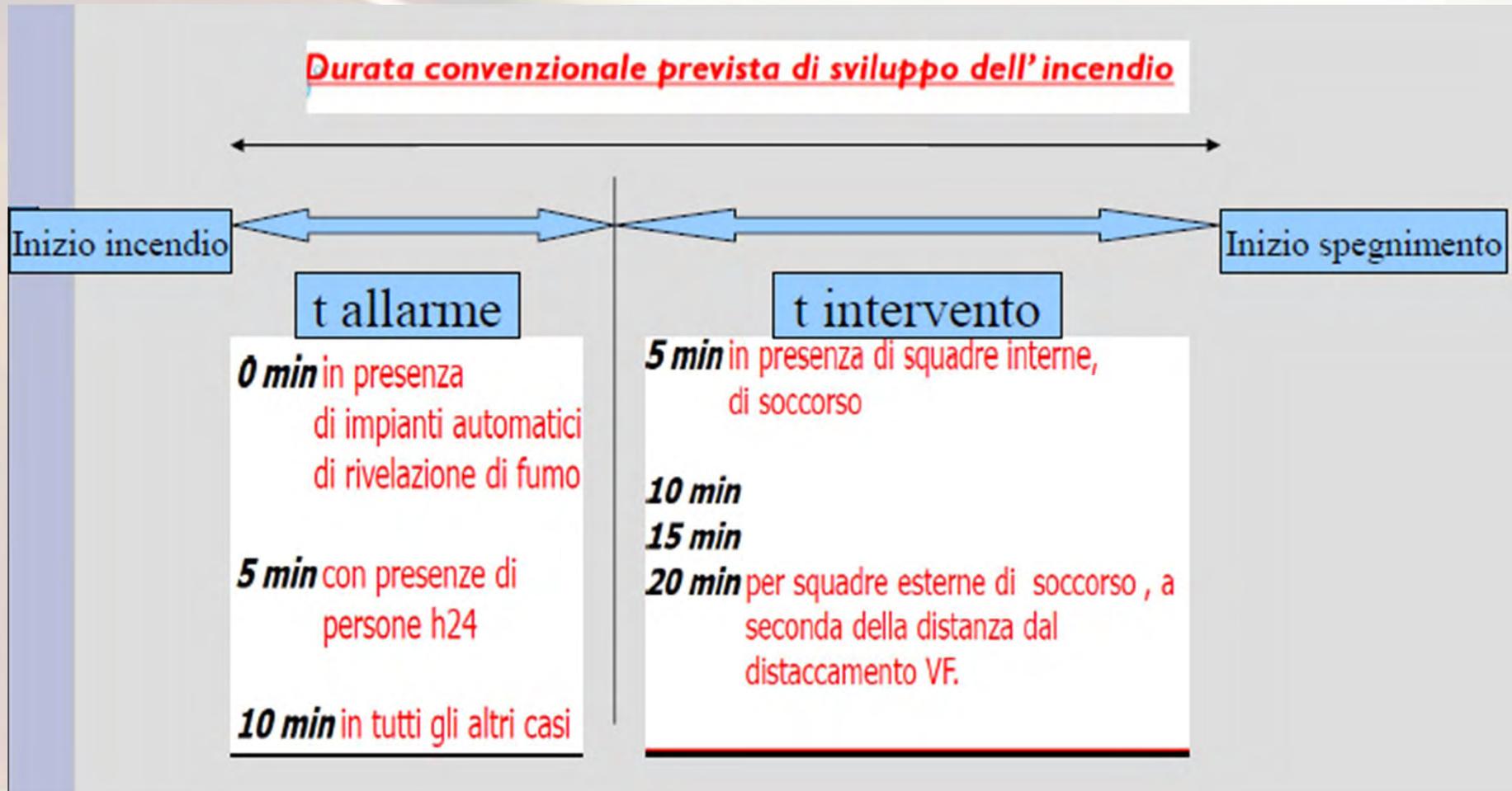
$$T = t_1 + t_2$$

- t_1 tempo allarme
- t_2 tempo d' intervento

- Il tempo di allarme si riferisce al tempo che intercorre tra lo scoppio dell'incendio e il momento dell'allarme:
- $t_1 = 0$ min in presenza di un sistema automatico che aziona automaticamente il SENFC
- $t_1 = 5$ min nel caso di edificio con presenza di persone h 24.
- $t_1 = 10$ min in tutti gli altri casi

t_2 tempo d' intervento

- Tempo che intercorre tra l'allarme e l'inizio delle operazioni di estinzione
- $t_2 = 5$ min nel caso di presenza h 24 di squadre di soccorso interno
- $t_2 = 10, 15, 20$ min o maggiore nel caso di squadra di soccorso esterna, da definire in funzione delle condizioni del locale e comunque non minore di 10 min.



prospetto C.1 Valori medi dei tempi di intervento dei VVF

Provincia	<i>t</i>
AGRIGENTO	12
ALESSANDRIA	9
ANCONA	12
AREZZO	14
ASCOLI PICENO	15
ASTI	11
AVELLINO	12
BARI	12
BELLUNO	11
BENEVENTO	12
BERGAMO	17
BIELLA	14
BOLOGNA	13
BRESCIA	15
BRINDISI	16
CAGLIARI	12
CALTANISSETTA	8

Provincia	<i>t</i>
GORIZIA	9
GROSSETO	13
IMPERIA	8
ISERNIA	13
LA SPEZIA	12
L'AQUILA	12
LATINA	13
LECCE	14
LECCO	15
LIVORNO	14
LODI	18
LUCCA	12
MACERATA	12
MANTOVA	12
MASSA CARRARA	12
MATERA	13
MESSINA	13

Provincia	<i>t</i>
POTENZA	21
PRATO	17
RAGUSA	11
RAVENNA	9
REGGIO CALABRIA	19
REGGIO EMILIA	9
RIETI	18
RIMINI	14
ROMA	19
ROVIGO	13
SALERNO	14
SASSARI	11
SAVONA	11
SIENA	15
SIRACUSA	10
SONDRIO	13
TARANTO	18

Gruppo di dimensionamento

- Il GD è fornito dalla tabella contenuta nella norma in funzione di:
- Velocità di propagazione
- t durata convenzionale dell'incendio

T (min)	Gruppo di dimensionamento (GD)		
	Velocità di propagazione dell'incendio		
	bassa	media ^{a)}	alta
≤ 5	1	2	3
≤ 10	2	3	4
≤ 15	3	4	5
$\leq 20^a)$	4	5 ^{a)}	5 ^{b)}
> 20	5	5 ^{b)}	5 ^{b)}

a) La scelta di GD 5 (in grassetto), combinazione di tempo ≤ 20 min e velocità media, non richiede particolari giustificazioni.

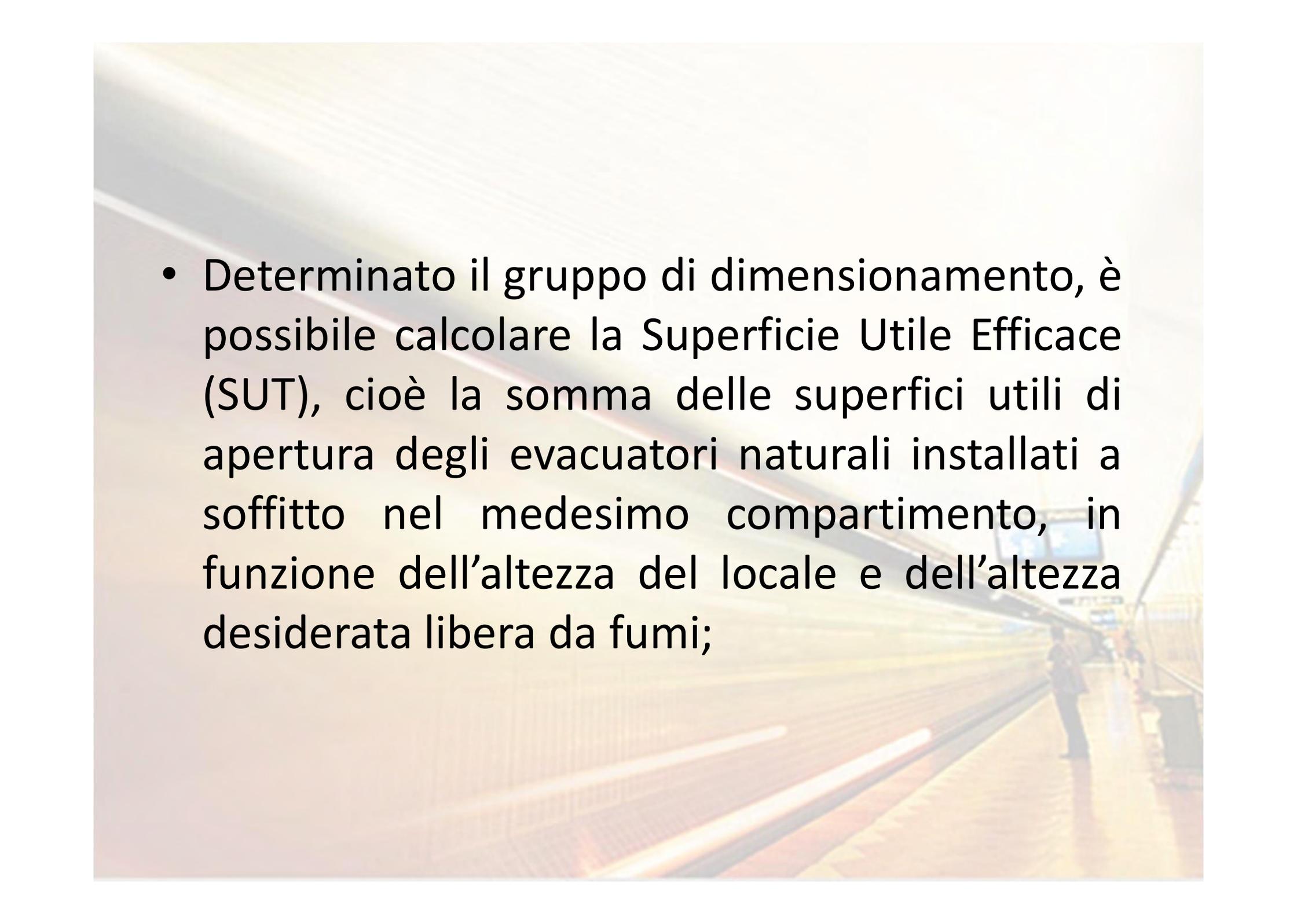
b) In questi casi la sola installazione di Sistemi di Evacuazione di Fumo e Calore dimensionati con GD 5 non sono sufficienti. Per raggiungere gli obiettivi di protezione di questa norma è quindi necessario adottare misure aggiuntive.

Gruppi di pericolo e corrispondenti velocità di propagazione dell'incendio

Velocità di propagazione dell'incendio	Gruppo di pericolo secondo UNI EN 12845
Bassa	LH; OH1
Media	OH2; OH3 OH4
Alta	HHP, HHS

- In mancanza di dati specifici si effettua una valutazione di massima sempre con riferimento alla classificazione dei pericoli secondo la UNI 12845

Settore	Gruppo di Pericolo Ordinario			
	OH1	OH2	OH3	OH4
Negozi e uffici	Uffici di elaborazione dati (stanze computer, tranne locali di archivio nastri)		Grandi magazzini Centri commerciali	Sale di esposizione
Tessile e abbigliamento		Industrie prodotti in cuoio	Fabbriche di tappeti (esclusi quelli in gomma e plastica espansa) Industrie tessili e dell'abbigliamento Industria di passamanerie e simili Calzaturifici Catzifici Maglifici Linifici Industrie per materassi (esclusi quelli in plastica espansa) Industria per il confezionamento Tessiture Tessiture di lana e lana pettinata	Tessiture di cotone Impianti di preparazione di lino e canapa
Legname e legno			Industrie per la lavorazione del legno Mobilifici (esclusa la plastica espansa) Esposizioni di mobili Industrie di tappezzeria (escluse le plastiche espanse)	Segherie Industrie di truciolato Industrie del legno compensato
Nota	Dove, in attività a pericolo OH1 o OH2 vi sono aree di verniciatura o aree di pericolo elevato simile, esse dovrebbero essere trattate come pericolo OH3.			

- 
- Determinato il gruppo di dimensionamento, è possibile calcolare la Superficie Utile Efficace (SUT), cioè la somma delle superfici utili di apertura degli evacuatori naturali installati a soffitto nel medesimo compartimento, in funzione dell'altezza del locale e dell'altezza desiderata libera da fumi;

procedimento 2 SUT_{EFC} per ogni compartimento a soffitto

Altezza del locale ¹⁾ (m)	Altezza dello strato di fumo (m)	Altezza dello strato libero da fumo (m)	$SUT(m^2)$				
			Gruppo di dimensionamento				
<i>h</i>	<i>z</i>	<i>y</i>	1	2	3	4	5
3,0	0,5	2,5	4,8	6,2	8,2	11,0	15,4
3,5	1,0	2,5	3,4	4,4	5,8	7,8	10,9
	0,5	3,0	6,7	8,7	11,3	15,0	20,4
4,0	1,5	2,5	2,8	3,6	4,7	6,4	8,9
	1,0	3,0	4,8	6,2	8,0	10,6	14,4
4,5	2,0	2,5	2,4	3,1	4,1	5,5	7,7
	1,5	3,0	3,9	5,0	6,5	8,7	11,8
	1,0	3,5	5,9	8,4	10,7	13,9	18,6
5,0	2,5	2,5	2,2	2,8	3,6	4,9	6,9
	2,0	3,0	3,4	4,4	5,7	7,5	10,2
	1,5	3,5	4,8	6,8	8,7	11,4	15,2
	1,0	4,0	7,1	10,3	13,8	17,7	23,4
5,5	3,0	2,5	2,0	2,5	3,3	4,5	6,3
	2,5	3,0	3,0	3,9	5,1	6,7	9,1
	2,0	3,5	4,2	5,9	7,5	9,8	13,1
	1,5	4,0	5,8	8,5	11,3	14,5	19,1
	1,0	4,5	8,2	12,2	17,4	22,2	28,8

prospetto 2 SUT_{EFC} per ogni compartimento a soffitto (Continua)

Altezza del locale ^(h) (m)	Altezza dello strato di fumo (z)	Altezza dello strato libero da fumo (y)	SUT (m ²)				
			Gruppo di dimensionamento				
			1	2	3	4	5
6.0	3.5	2.5	1.8	2.3	3.1	4.2	5.8
	3.0	3.0	2.7	3.6	4.6	6.1	8.3
	2.5	3.5	3.7	5.3	6.7	8.8	11.8
	2.0	4.0	5.0	7.3	9.8	12.6	16.5
	1.5	4.5	6.7	10.0	14.2	18.1	23.5
	1.0	5.0	9.3	14.0	20.5	27.2	35.0
6.5	4.0	2.5	1.7	2.2	2.9	3.9	5.4
	3.5	3.0	2.6	3.3	4.3	5.7	7.7
	3.0	3.5	3.4	4.8	6.2	8.0	10.7
	2.5	4.0	4.5	6.5	8.7	11.2	14.8
	2.0	4.5	5.8	8.6	12.3	15.7	20.4
	1.5	5.0	7.6	11.4	16.7	22.2	28.6
	1.0	5.5	10.3	15.7	23.4	32.7	41.8
7.0	4.5	2.5	1.6	2.1	2.7	3.7	5.1
	4.0	3.0	2.4	3.1	4.0	5.3	7.2
	3.5	3.5	3.2	4.5	5.7	7.4	9.9
	3.0	4.0	4.1	6.0	8.0	10.2	13.5
	2.5	4.5	5.2	7.7	11.0	14.0	18.2
	2.0	5.0	6.6	9.9	14.5	19.2	24.7
	1.5	5.5	8.4	12.8	19.1	26.7	34.2
	1.0	6.0	11.9	17.3	26.3	38.5	49.4
7.5	5.0	2.5	1.5	2.0	2.6	3.5	4.9
	4.5	3.0	2.2	2.9	3.8	5.0	6.8
	4.0	3.5	3.0	4.2	5.3	7.0	9.3
	3.5	4.0	3.8	5.5	7.4	9.5	12.5
	3.0	4.5	4.8	7.0	10.0	12.8	16.6
	2.5	5.0	5.9	8.8	13.0	17.2	22.1
	2.0	5.5	7.3	11.1	16.6	23.2	29.6
	1.5	6.0	9.7	14.1	21.4	31.4	40.3
	1.0	6.5	14.4	18.7	28.9	43.1	57.7
8.0	5.5	2.5	1.5	1.9	2.5	3.3	4.6
	5.0	3.0	2.1	2.8	3.6	4.8	6.5
	4.5	3.5	2.8	3.9	5.0	6.6	8.8
	4.0	4.0	3.6	5.2	6.9	8.9	11.7
	3.5	4.5	4.4	6.5	9.3	11.8	15.4
	3.0	5.0	5.4	8.1	11.9	15.7	20.2
	2.5	5.5	6.5	9.9	14.8	20.7	26.5
	2.0	6.0	8.4	12.2	18.6	27.2	34.9
	1.5	6.5	11.7	15.2	23.6	35.2	47.1
	1.0	7.0	17.1	19.9	31.4	47.7	66.8

prospetto 2 SUT_{EFC} per ogni compartimento a soffitto (Continua)

Altezza del locale ^(h) (m)	Altezza dello strato di fumo (z)	Altezza dello strato libero da fumo (y)	SUT (m ²)				
			Gruppo di dimensionamento				
			1	2	3	4	5
8.5	6.0	2.5	1.4	1.8	2.4	3.2	4.4
	5.5	3.0	2.0	2.6	3.4	4.5	6.2
	5.0	3.5	2.7	3.7	4.8	6.2	8.3
	4.5	4.0	3.3	4.9	6.5	8.4	11.0
	4.0	4.5	4.1	6.1	8.7	11.1	14.4
	3.5	5.0	5.0	7.5	11.0	14.5	18.7
	3.0	5.5	5.9	9.1	13.5	18.9	24.1
	2.5	6.0	7.5	10.9	16.6	24.4	31.2
	2.0	6.5	10.2	13.2	20.5	30.5	40.8
	1.5	7.0	13.9	16.2	25.7	38.9	54.6
9.0	1.0	7.5	20.0	22.0	33.7	52.0	76.5
	6.5	2.5	1.3	1.7	2.3	3.1	4.3
	6.0	3.0	1.9	2.5	3.3	4.3	5.9
	5.5	3.5	2.5	3.6	4.5	5.9	7.9
	5.0	4.0	3.2	4.6	6.2	7.9	10.5
	4.5	4.5	3.9	5.7	8.2	10.4	13.6
	4.0	5.0	4.7	7.0	10.3	13.6	17.5
	3.5	5.5	5.5	8.4	12.5	17.5	22.4
	3.0	6.0	6.9	10.0	15.2	22.7	28.5
	2.5	6.5	9.1	11.8	18.3	27.3	36.5
	2.0	7.0	12.1	14.1	22.2	33.7	47.2
9.5	1.5	7.5	16.4	17.9	27.5	42.5	62.6
	1.0	8.0	23.3	25.4	35.7	56.2	83.9
	7.0	2.5	1.3	1.7	2.2	3.0	4.1
	6.5	3.0	1.9	2.4	3.1	4.2	5.7
	6.0	3.5	2.4	3.4	4.4	5.7	7.6
	5.5	4.0	3.0	4.4	5.9	7.6	10.0
	5.0	4.5	3.7	5.5	7.8	9.9	12.9
	4.5	5.0	4.4	6.6	9.7	12.8	16.5
	4.0	5.5	5.1	7.8	11.7	16.4	20.9
	3.5	6.0	6.4	9.2	14.0	20.6	26.4
	3.0	6.5	8.3	10.8	16.7	24.9	33.3
	2.5	7.0	10.8	12.6	19.9	30.1	42.3
2.0	7.5	14.2	15.5	23.8	36.8	54.1	
1.5	8.0	19.1	20.7	29.1	45.9	68.5	
1.0	8.5	26.9	29.2	37.4	60.1	91.1	

prospetto 2 SUT_{EFC} per ogni compartimento a soffitto (Continua)

Altezza del locale ³⁾ (m)	Altezza dello strato di fumo (m)	Altezza dello strato libero da fumo (m)	$SUT(m^2)$				
			Gruppo di dimensionamento				
<i>h</i>	<i>z</i>	<i>y</i>	1	2	3	4	5
10,0	7,5	2,5	1,2	1,6	2,1	2,9	4,0
	7,0	3,0	1,8	2,3	3,0	4,0	5,5
	6,5	3,5	2,3	3,3	4,2	5,5	7,3
	6,0	4,0	2,9	4,2	5,6	7,2	9,5
	5,5	4,5	3,5	5,2	7,4	9,5	12,3
	5,0	5,0	4,2	6,3	9,2	12,1	15,6
	4,5	5,5	4,8	7,4	11,1	15,4	19,7
	4,0	6,0	6,0	8,6	13,1	19,3	24,7
	3,5	6,5	7,7	10,0	15,5	23,1	30,9
	3,0	7,0	9,8	11,5	18,2	27,5	38,6
	2,5	7,5	12,7	13,9	21,3	32,9	48,4
	2,0	8,0	16,5	18,0	25,2	39,7	59,3
1,5	8,5	22,0	23,8	30,5	49,1	74,4	
1,0	9,0	30,9	33,2	38,7	63,7	98,2	
10,5	8,0	2,5	1,2	1,6	2,0	2,8	3,8
	7,5	3,0	1,7	2,3	2,9	3,9	5,3
10,5	7,0	3,5	2,2	3,2	4,0	5,3	7,0
	6,5	4,0	2,8	4,1	5,4	7,0	9,2
	6,0	4,5	3,4	5,0	7,1	9,0	11,8
	5,5	5,0	4,0	6,0	8,8	11,6	14,9
	5,0	5,5	4,6	7,1	10,5	14,6	18,7
	4,5	6,0	5,6	8,1	12,4	18,2	23,3
	4,0	6,5	7,2	9,3	14,5	21,6	28,9
	3,5	7,0	9,1	10,6	16,8	23,5	35,7
	3,0	7,5	11,6	12,7	19,5	30,4	44,2
	2,5	8,0	14,6	16,6	22,6	35,5	53,7
	2,0	8,5	19,1	20,6	26,4	42,5	64,4
	1,5	9,0	25,2	27,1	31,6	52,0	80,2
1,0	9,5	35,1	37,6	41,7	67,8	104,9	

prospetto 2 SUT_{EFC} per ogni compartimento a soffitto (Continua)

Altezza del locale ³⁾ (m)	Altezza dello strato di fumo (m)	Altezza dello strato libero da fumo (m)	$SUT(m^2)$				
			Gruppo di dimensionamento				
<i>h</i>	<i>z</i>	<i>y</i>	1	2	3	4	5
11	8,5	2,5	1,2	1,5	2,0	2,7	3,7
	8,0	3,0	1,7	2,2	2,8	3,7	5,1
	7,5	3,5	2,1	3,1	3,9	5,1	6,8
	7,0	4,0	2,7	3,9	5,2	6,7	8,8
	6,5	4,5	3,2	4,8	6,8	8,7	11,3
	6,0	5,0	3,8	5,7	8,4	11,1	14,3
	5,5	5,5	4,4	6,7	10,0	14,0	17,8
	5,0	6,0	5,3	7,7	11,7	17,2	22,1
	4,5	6,5	6,8	8,8	13,6	20,3	27,2
	4,0	7,0	8,5	9,9	15,7	23,8	33,4
	3,5	7,5	10,7	11,7	18,1	27,8	40,9
	3,0	8,0	13,5	14,7	20,6	32,5	48,4
	2,5	8,5	17,0	18,4	23,6	38,0	57,6
	2,0	9,0	21,8	23,5	27,4	45,0	69,4
	1,5	9,5	28,7	30,7	34,0	54,6	85,7
1,0	10,0	39,7	42,4	46,7	69,6	111,4	
11,5	9,0	2,5	1,1	1,5	1,9	2,6	3,6
	8,5	3,0	1,6	2,1	2,7	3,6	4,9
	8,0	3,5	2,1	3,0	3,8	4,9	6,6
	7,5	4,0	2,6	3,8	5,0	6,5	8,5
	7,0	4,5	3,1	4,6	6,6	8,4	10,9
	6,5	5,0	3,7	5,5	8,1	10,7	13,7
	6,0	5,5	4,2	6,4	9,6	13,4	17,1
	5,5	6,0	5,1	7,4	11,2	16,4	21,1
	5,0	6,5	6,4	8,4	12,9	19,3	25,8
	4,5	7,0	8,0	9,4	14,8	22,5	31,5
	4,0	7,5	10,0	11,0	16,7	26,0	38,3
	3,5	8,0	12,5	13,6	19,1	30,0	44,8
	3,0	8,5	15,6	16,8	21,6	34,7	52,6
	2,5	9,0	19,5	21,0	24,5	40,3	62,1
	2,0	9,5	24,8	26,6	29,5	47,3	74,2
1,5	10,0	32,4	34,6	38,1	56,8	90,9	
1,0	10,5	44,7	47,5	52,0	71,9	117,4	

Altezza del locale ^{a)} (m)	Altezza dello strato di fumo (m)	Altezza dello strato libero da fumo (m)	SUT(m ²)				
			Gruppo di dimensionamento				
<i>h</i>	<i>z</i>	<i>y</i>	1	2	3	4	5
12,0 ^{b)}	9,5	2,5	1,1	1,4	1,9	2,5	3,5
	9,0	3,0	1,6	2,1	2,7	3,5	4,8
	8,5	3,5	2,0	2,9	3,7	4,8	6,4
	8,0	4,0	2,5	3,7	4,9	6,3	8,3
	7,5	4,5	3,0	4,5	6,4	8,1	10,5
	7,0	5,0	3,5	5,3	7,8	10,3	13,2
	6,5	5,5	4,0	6,2	9,2	12,8	16,4
	6,0	6,0	4,9	7,1	10,7	15,7	20,2
	5,5	6,5	6,1	8,0	12,3	18,4	24,6
	5,0	7,0	7,6	8,9	14,1	21,3	29,9
	4,5	7,5	9,5	10,4	15,6	24,5	36,1
	4,0	8,0	11,7	12,7	17,8	28,1	42,0
	3,5	8,5	14,4	15,6	20,0	32,1	48,7
	3,0	9,0	17,8	19,2	22,3	36,8	56,7
	2,5	9,5	22,2	23,8	26,4	42,3	66,4
2,0	10,0	28,1	30,0	33,0	49,2	78,8	
1,5	10,5	36,5	38,8	42,5	58,7	95,4	
1,0	11,0	49,9	53,0	57,8	73,7	123,0	

a) In caso di valori intermedi deve essere scelto il valore superiore.

b) Per i locali alti più di 12 m si possono utilizzare i valori relativi ai locali alti 12 m considerando ogni volta l'altezza dello strato libero da fumo.

- Per garantire il corretto funzionamento del SENFC occorre prevedere in prossimità del pavimento le aperture per l'afflusso di aria fresca. Viene fissato il parametro $R_s = SCT/SUT$

$$\frac{\text{Superficie Totale Corretta delle aperture di afflusso aria (SCT)}}{\text{Superficie Utile Totale di Evacuazione (SUT)}} = R_s \geq 1,5$$

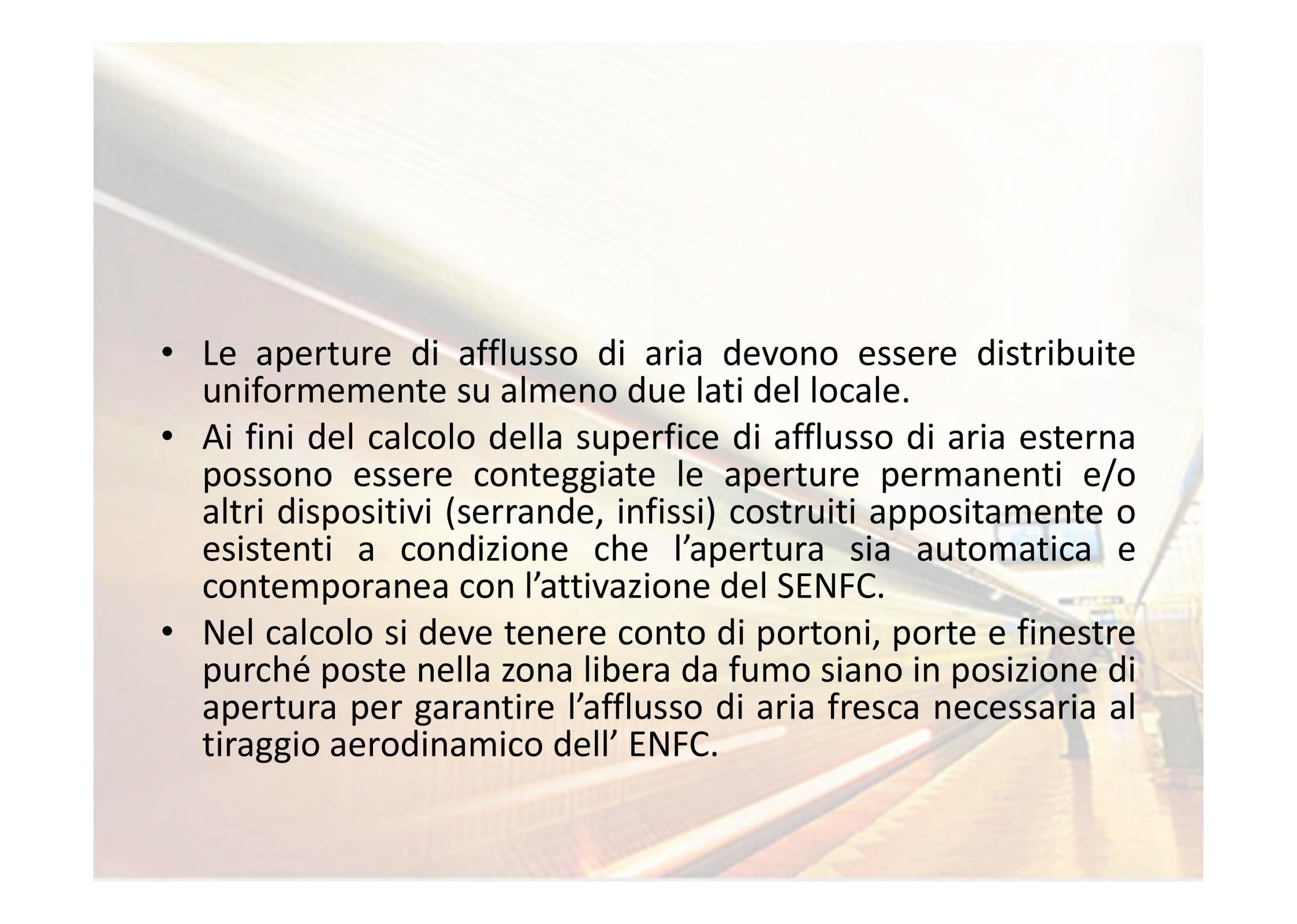


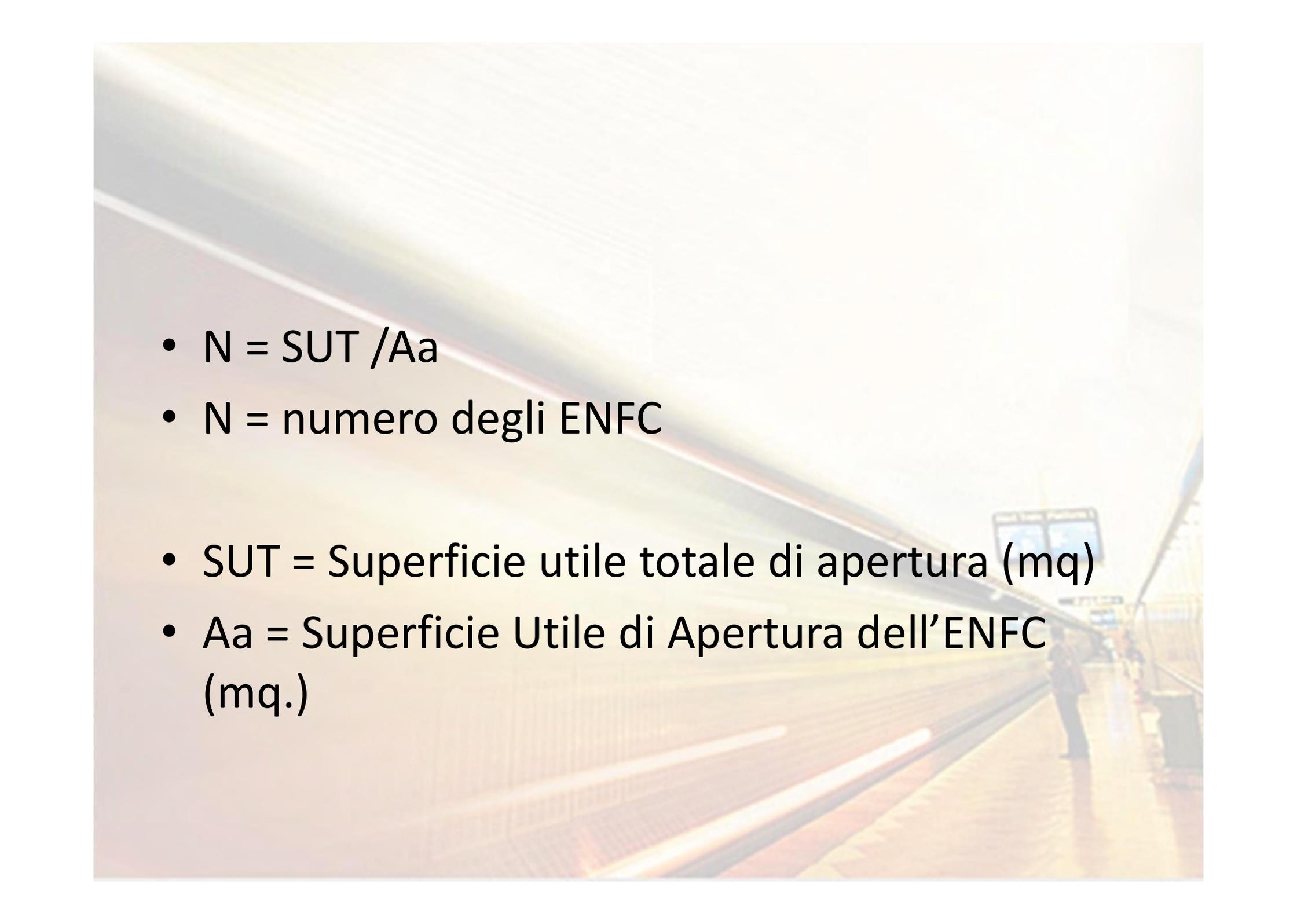
- SCT si determina computando le superfici geometriche delle aperture presenti nel compartimento con un fattore c_z che tiene conto del tipo e dell'angolo di apertura

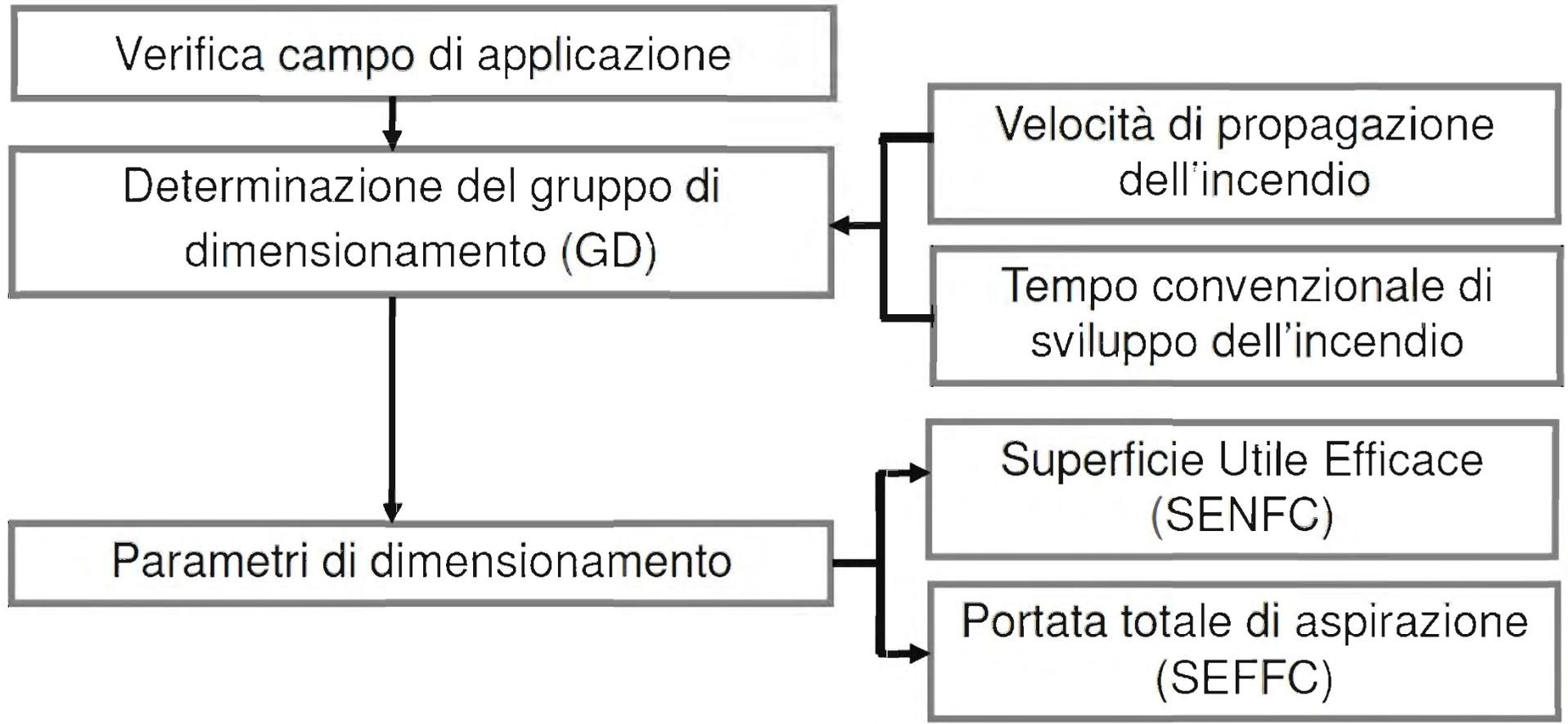
Coefficienti di correzione c_z

Tipo di apertura	Angolo di apertura	Fattore di correzione c_z
Porte o portoni, finestre incernierate su un lato verticale	$\geq 90^\circ$	0,65
Gelosie apribili	90°	0,65
Finestre incernierate su un lato orizzontale	$\geq 90^\circ$	0,65
	Da 60° a 90°	0,5
	Da 45° a 60°	0,4
	Da 30° a 45°	0,3

Per gli angoli di apertura indicati è ammessa una tolleranza di $\pm 5^\circ$.

- 
- Le aperture di afflusso di aria devono essere distribuite uniformemente su almeno due lati del locale.
 - Ai fini del calcolo della superficie di afflusso di aria esterna possono essere conteggiate le aperture permanenti e/o altri dispositivi (serrande, infissi) costruiti appositamente o esistenti a condizione che l'apertura sia automatica e contemporanea con l'attivazione del SENFC.
 - Nel calcolo si deve tenere conto di portoni, porte e finestre purché poste nella zona libera da fumo siano in posizione di apertura per garantire l'afflusso di aria fresca necessaria al tiraggio aerodinamico dell' ENFC.

- 
- $N = SUT / Aa$
 - $N =$ numero degli ENFC
 - $SUT =$ Superficie utile totale di apertura (mq)
 - $Aa =$ Superficie Utile di Apertura dell'ENFC (mq.)



Dimensionamento e selezione dei componenti

Componenti principali di un SEFC:

- ENFC
- Alimentazioni
- Quadri di comando e controllo
- Barriere al fumo
- Linee di collegamento
- Aperture per l'afflusso di aria fresca

- ENFC dev'essere conforme alla norma UNI 12191-2
- SUT \leq sommatoria A_s
- posizionamento omogeneo: si consiglia
 - uno ogni 200 mq di copertura piana o con $p < 20\%$ distanziati da 5 a 20 m
 - uno ogni 400 mq per coperture con $p > 20\%$

- 
- La dimensione e la posizione degli ENFC deve comunque garantire che non ci sia trascinamento di aria attraverso lo strato di fumo (plugholing).
 - Nei locali in cui la copertura ha una pendenza maggiore del 20% gli ENFC devono essere posti, nella parte più alta della copertura stessa.

E.N.F.C. SMOKE OUT PER APPLICAZIONE CON CUPOLA MONOBLOCCO

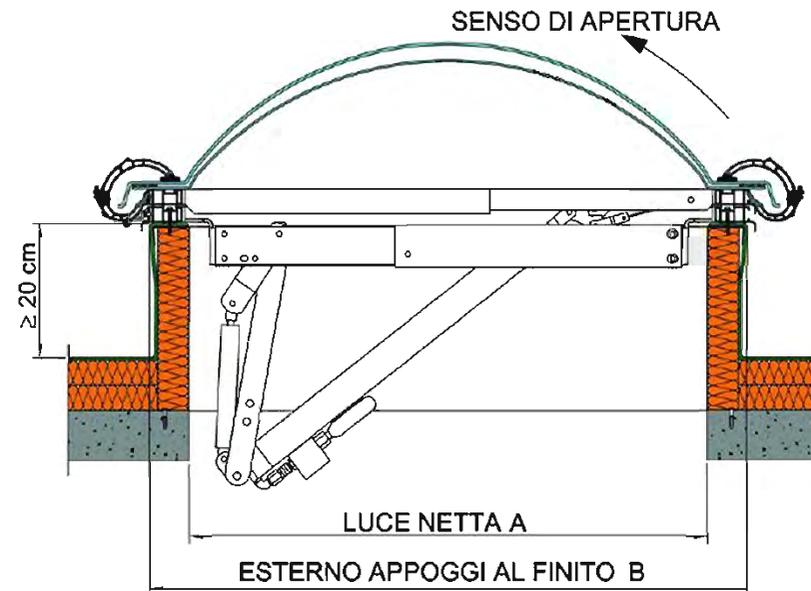
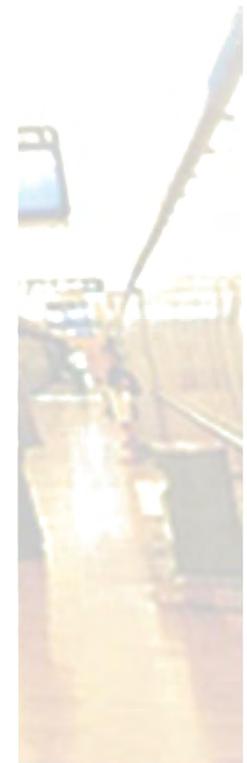
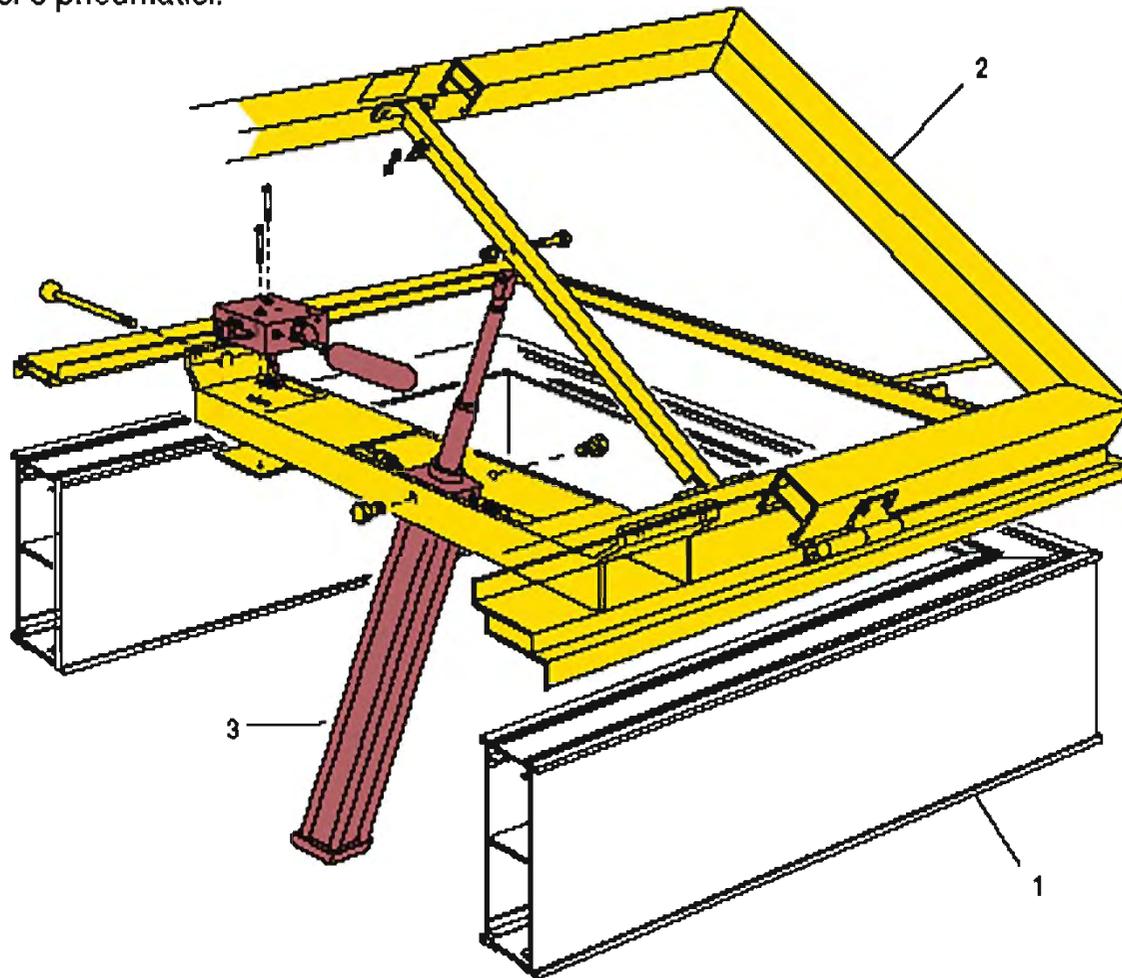
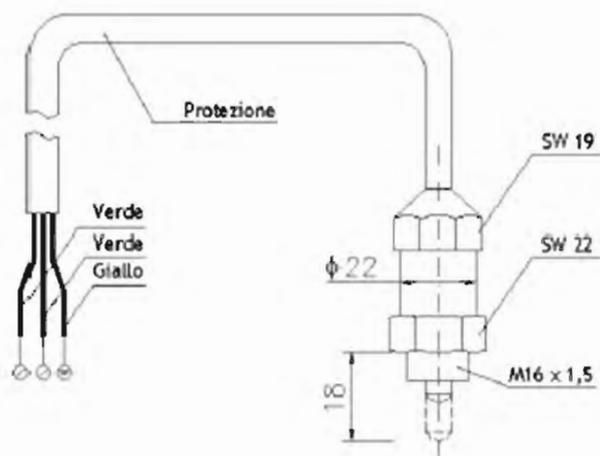


TABELLA DIMENSIONI cm



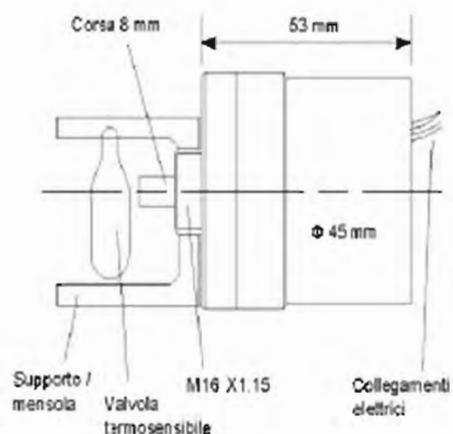
1. Basamento ed i relativi meccanismi di fissaggio;
2. Telaio e controtelaio di apertura;
3. Dispositivi di apertura che, mediante un'energia interna a cui può essere associata anche una energia esterna, entrano in azione automaticamente o manualmente per mezzo di sistemi elettrici o pneumatici.





Comando elettrico con detonatore

- solo antincendio
- sostituire ampolla, deton., cartuccia
- per richiudere si deve salire sul tetto
- sost. detonatore ogni 2 anni
- sensibile ai fulmini



Comando elettrico con magnete

- solo antincendio
- riarmare il magnete, sostituire ampolla e cartuccia
- si richiude dal tetto
- controllare la corrosione del magnete
- sensibile ai fulmini

Controllo di fumo e calore : Impianti ENFC

Impianti : i comandi

I comandi elettrici

inviano un segnale a 24V c.c. agli enfc della sezione sotto allarme, un percussore rompe l'ampolla termosensibile e ciò provoca l'uscita del gas dalla cartuccia di CO₂. Ampolla termosensibile e cartuccia di gas sono presenti a bordo di ogni enfc.

- Ogni ENFC deve essere munito di un dispositivo di azionamento individuale termosensibile tarato a 68°C conforme alla UNI 12101-2:2004, salvo diverse indicazioni.



Il **dispositivo termico individuale** deve funzionare alla temperatura di **68 °C**, se non diversamente indicato

ELEMENTI TERMOSENSIBILI



Colore Rosso
Temperatura di
intervento 68°C



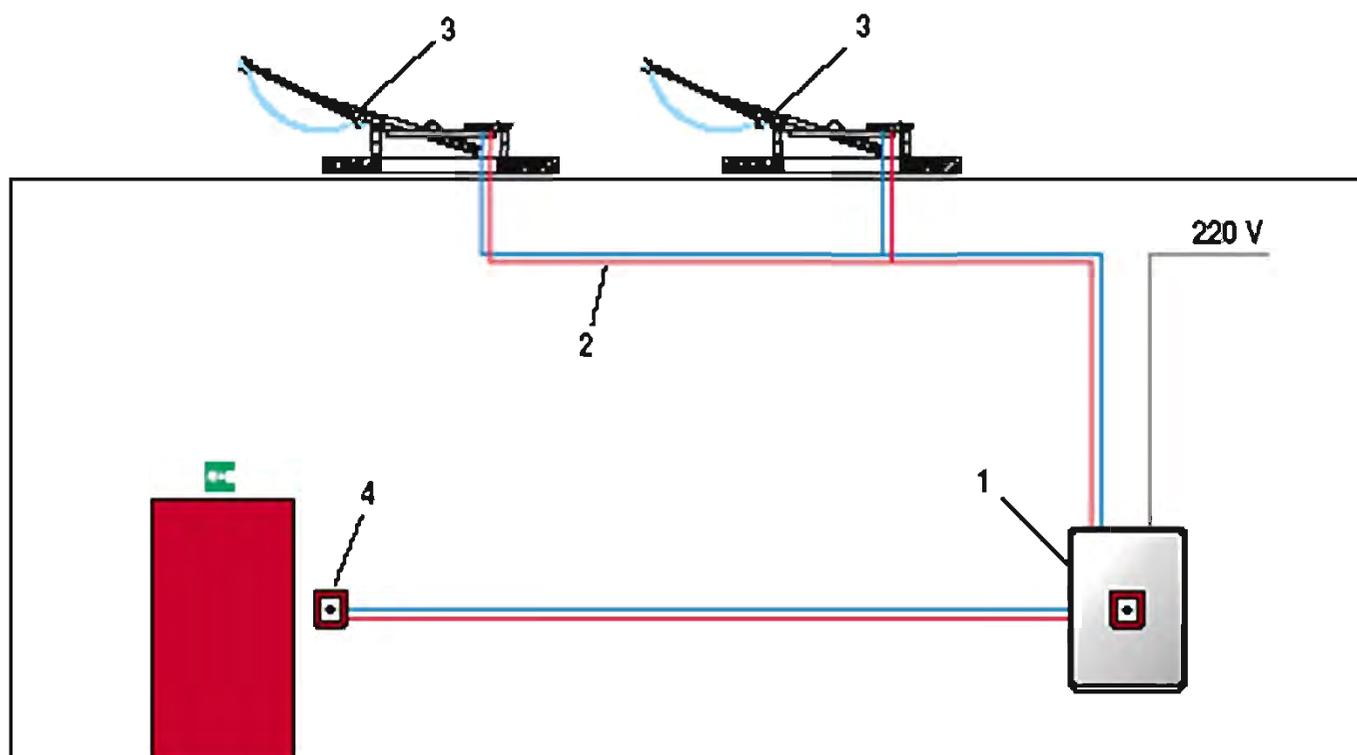
Colore Verde
Temperatura di
intervento 93°C



Colore Blu
Temperatura di
intervento 141°C

L'impianto complessivamente (fig. 8) è composto da:

- uno, o più, box di emergenza (1) contenente l'alimentatore ed il dispositivo di conservazione dell'energia (il numero dei box dipende dal numero degli evacuatori installati);
- una rete di alimentazione elettrica (2) agli E.F.C.;
- evacuatore di fumo e calore (3);
- uno o più pulsanti di apertura manuale (4).



La batteria tampone contenuta nella centralina deve poter erogare una quantità di corrente idonea all'innesco degli attuatori pirotecnici ad essa collegati.



Comando pneumatico a doppia linea

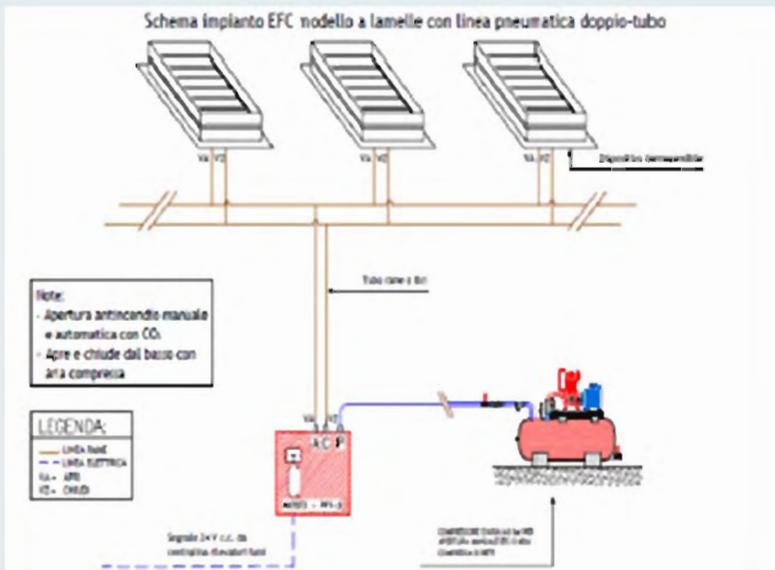
- apertura antincendio.
- richiusura dal basso
- ventilazione naturale, giornaliera,ognitempo
- risparmio energetico possibile.

Controllo di fumo e calore : Impianti ENFC

Impianti : i comandi

I comandi pneumatici

inviano gas compresso ai cilindri degli enfc con linea per alte temperature e alte pressioni. La cartuccia di CO₂ e l'ampolla restano integre. La bombola di CO₂ posta nella stazione di comando apre tutti gli enfc della sezione. Con aria compressa a 6 bar si richiudono dal basso gli enfc aperti da allarme o per controllo: si fanno aprire e chiudere tutti per la ventilazione giornaliera.



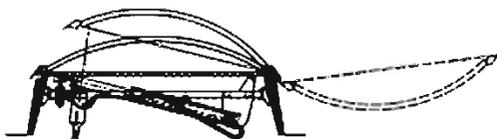
Schema di impianto pneumatico a doppio tubo. Stazione comando con bombola CO₂ per apertura antincendio. Collegamento ad aria compressa di rete per richiusura dal basso e per ventilazione giornaliera.

Apertura con CO₂



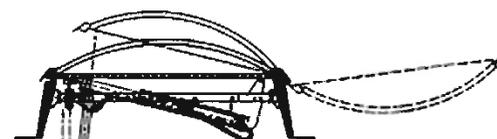
- senza funzione di ventilazione
- indispensabile un sistema monotubo
- chiusura dal tetto

Apertura con CO₂ + Aerazione elettrica



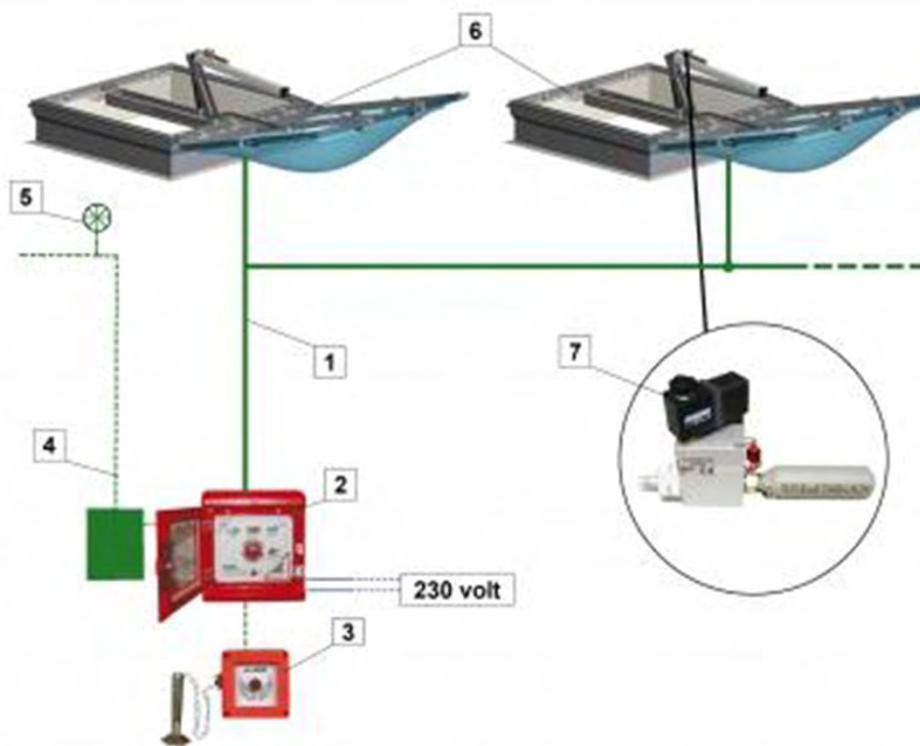
- indispensabile un sistema monotubo
- chiusura dal tetto in caso di manutenzione

Apertura con CO₂ + Aerazione pneumatica



- attacco aria compressa predisposto dal committente
- indispensabile un sistema a due tubi
- chiusura dal tetto in caso di manutenzione





1. LINEA PNEUMATICA
2. BOX DI COMANDO CON BOMBOLA GAS - BOX COMANDO CON BOMBOLA GAS COLLEGAMENTO A CENTRALE RILEVAZIONE FUMO
3. CENTRALE RILEVAZIONE FUMO
4. RILEVATORE DI FUMO
5. EVACUATORI NATURALI DI FUMO E CALORE
6. ATTUATORE CON GRUPPO MINI-TERMICO

Le Componenti principali di un SEFC:

- Barriere al fumo conformi alla norma UNI 12101-1
- Linee di collegamento uniscono i vari componenti del SEFC per portare all'evacuatore l'energia di apertura e/o i segnali di comando necessari alla sua attivazione.
- Le linee possono essere pneumatiche, elettriche e meccaniche e devono essere dimensionate per sopportare i carichi previsti

Si consideri un magazzino da 1600 mq (40x40) h = 6 m

Merce su palette a terra, senza impilamento.

Velocità di propagazione dell'incendio: media

Impianto di rivelazione incendio: presente $T_1 = 0'$

Tempo di intervento delle squadre esterne: 15' $T_2 = 15'$

Con la norma UNI 9494-I (

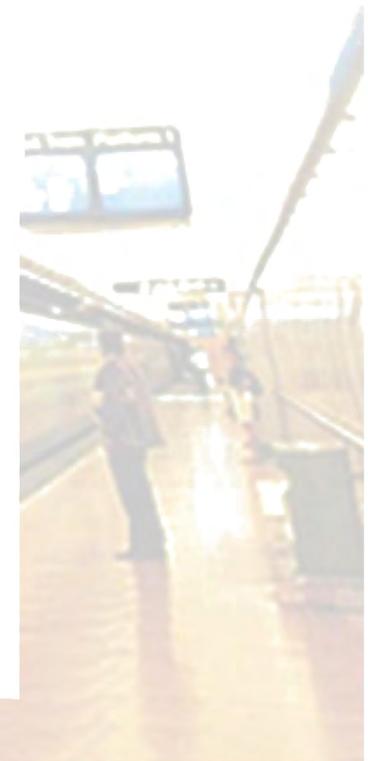
ho una S.U.T. = 8,3 mq

da ripartire su 8 enfc con $A_a = 1,05$ mq

(G.D. 5 - h=6,0m - s.l.f.=3,0m - S.U.T.= 8,3 mq)

- s.l.f. = strato libero da fumi S.U.T. = superf. utile totale; qui $S.U.T. = 8 A_a$

A_a e S.U.T. : misure aerodinamiche. La sup. geom. è circa 1,5 volte maggiore



Si considera un magazzino da 1600 mq (25x64) h= 20 m

Magazzino intensivo

Velocità di propagazione dell'incendio : alta

Impianto sprinkler: presente

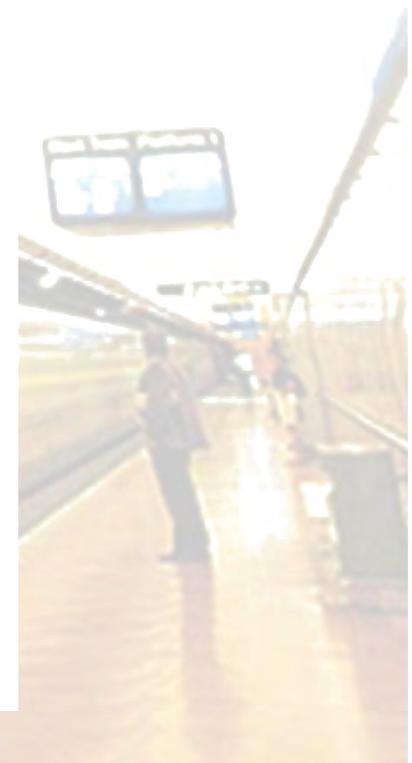
Impianto di rivelazione incendio: presente

nota : per la presenza dello sprinkler si può assumere in entrambi i metodi di dimensionamento il GD3

Con la norma UNI 9494-I

si ha S.U.T.=10,7mq

(G.D.3 - h=20m - s.l.f.=10m - S.U.T. = 10,7 mq)



I valori di superficie utile d'apertura Aa dei singoli dispositivi possono essere richiesti direttamente alla sede.

REQUISITI DI PRESTAZIONE E QUALIFICAZIONE		
	CARICO VENTO	WL 1500
	AFFIDABILITA'	Re 50
	APERTURA SOTTO CARICO	SL 1000
	BASSA TEMPERATURA	T(00)
	RESISTENZA AL CALORE	B300
	CUPOLE IN PMMA	EUROCLASSE E
	CUPOLE IN PC	BS1D0

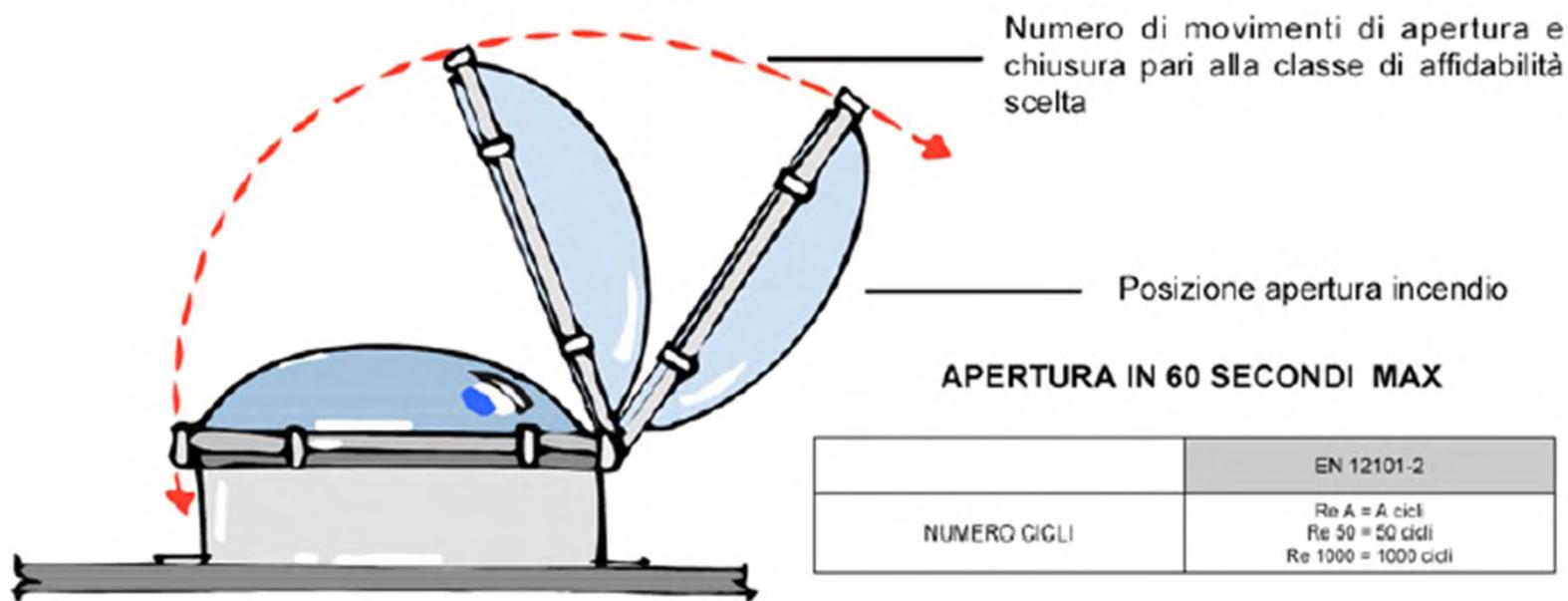
REQUISITI DI PRESTAZIONE E QUALIFICAZIONE		
	CARICO VENTO	WL 1500
	AFFIDABILITA'	Re 50
	APERTURA SOTTO CARICO	SL 500
	BASSA TEMPERATURA	T(00)
	RESISTENZA AL CALORE	B300
	CUPOLE IN PMMA	EUROCLASSE E
	CUPOLE IN PC	BS1D0

Requisiti prestazionali - Classificazione.

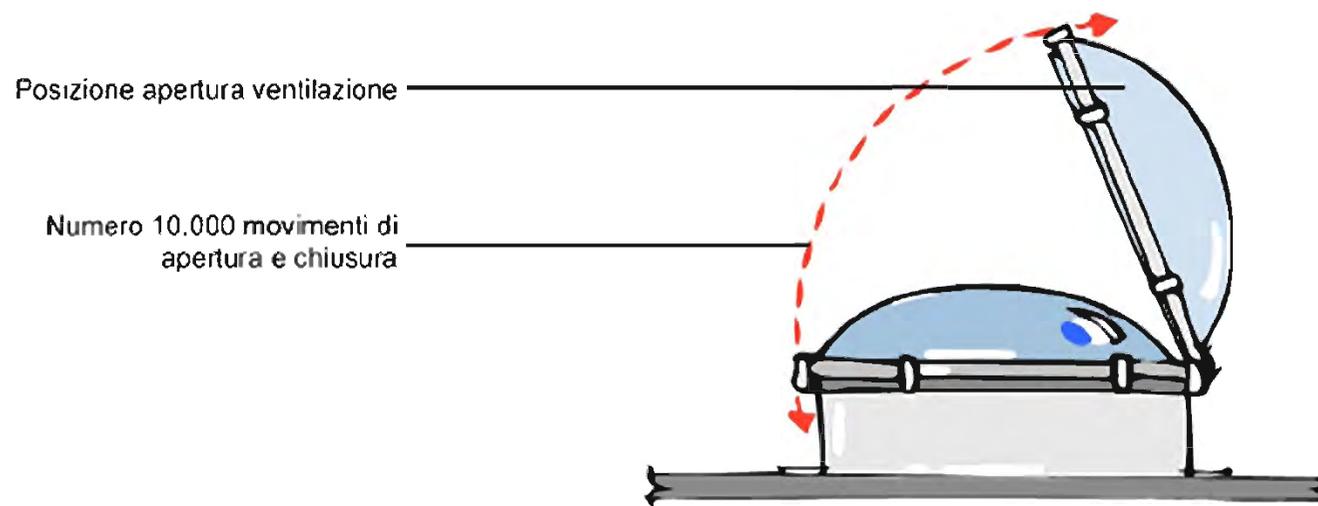
- AFFIDABILITA'
- CARICO DI NEVE
- BASSA TEMPERATURA AMBIENTE
- CARICO DI VENTO
- RESISTENZA AL CALORE
- REAZIONE AL FUOCO

AFFIDABILITA' (PUNTO 7.1 NORMA)

La prestazione definisce il numero di cicli successivi di apertura/chiusura, fino alla posizione di sicurezza incendio senza che, dopo il numero di cicli prestabiliti si verifichino rotture o deformazioni permanenti che possano comprometterne la funzionalità.



Nel caso l'EFC sia utilizzato anche per la ventilazione giornaliera l'apparecchio è sottoposto a 10000 cicli di apertura/chiusura, fino alla posizione di ventilazione, prima dell'esecuzione dei cicli suindicati.



PROVA EFC UTILIZZATI PER LA VENTILAZIONE GIORNALLIERA

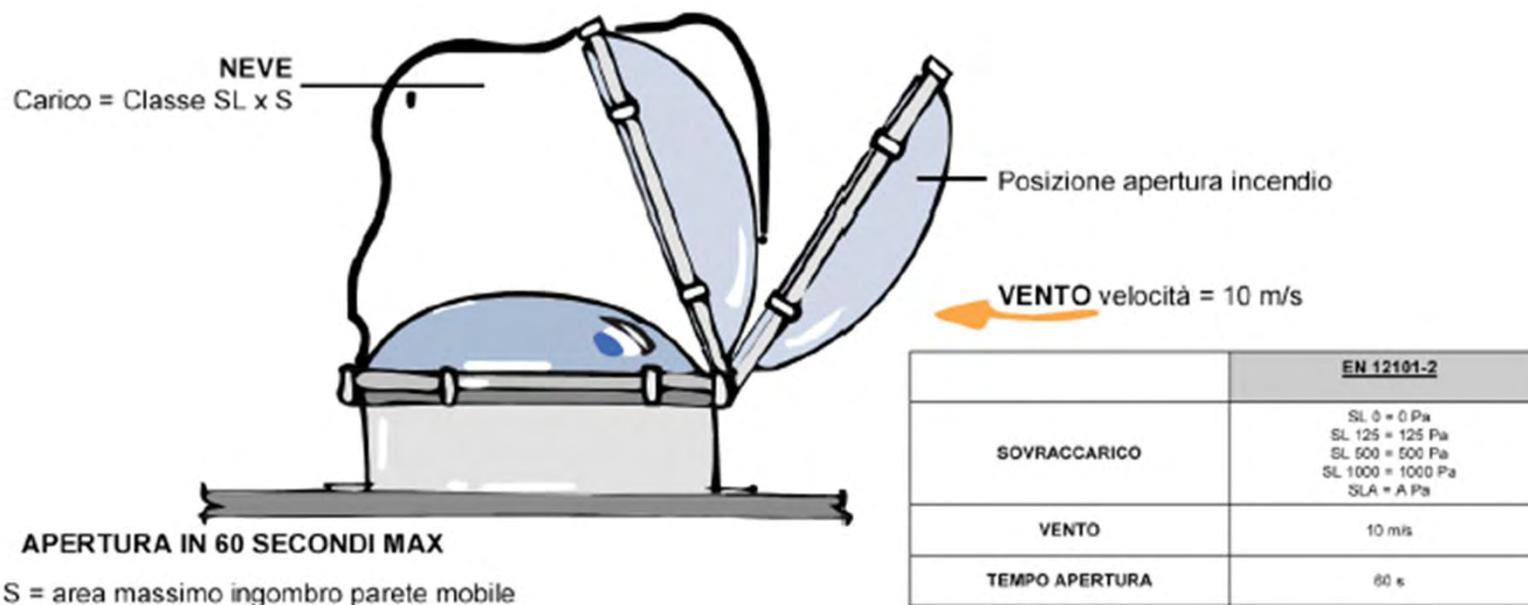
APERTURA SOTTO CARICO (PUNTO 7.2 NORMA)

La prestazione definisce il sovraccarico e la velocità del vento contrario con cui l'EFC è in grado di aprirsi in un tempo massimo definito.

Onde meglio valutare le prestazioni possiamo precisare che 10- Pa sono circa uguali a 1 kg/m² e che quindi un EFC di 2 m² classificato SL 500 deve sollevare un carico 100 kg in meno di 60 s.

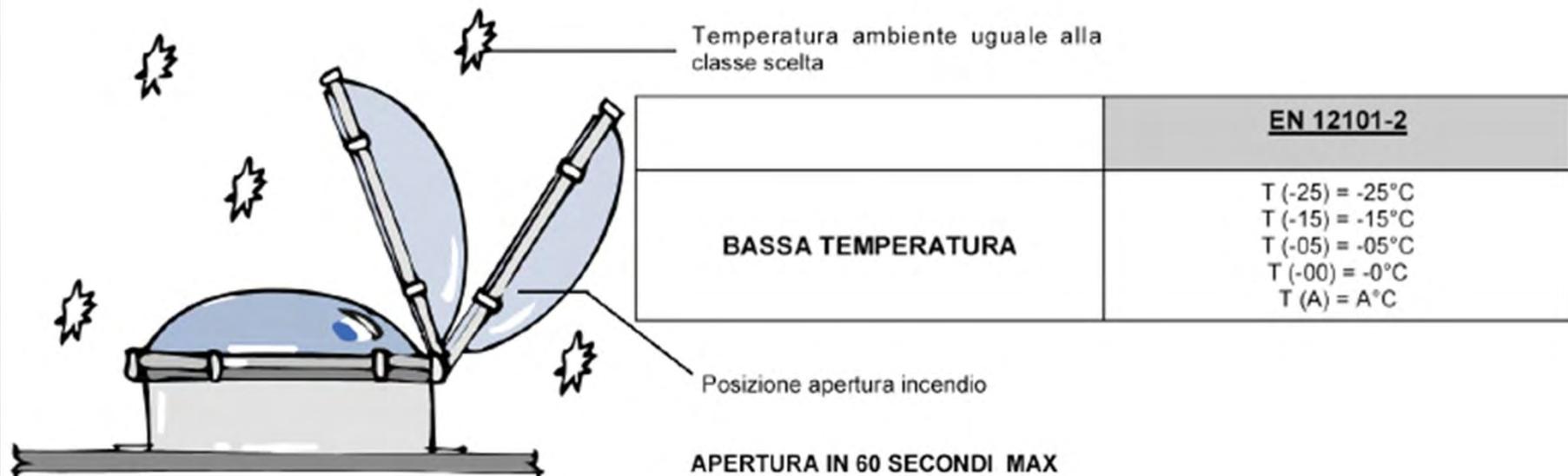
Durante la prova il carico può essere simulato con sacchi di sabbia o di altro materiale idoneo che permetta di ripartire il peso nel modo più uniforme possibile.

La velocità di 10 m/s corrisponde ad un vento di 36 km/h. Durante a prova l'effetto del vento contrario può essere simulato con sistemi meccanici che generano forze equivalenti.



Basse temperature

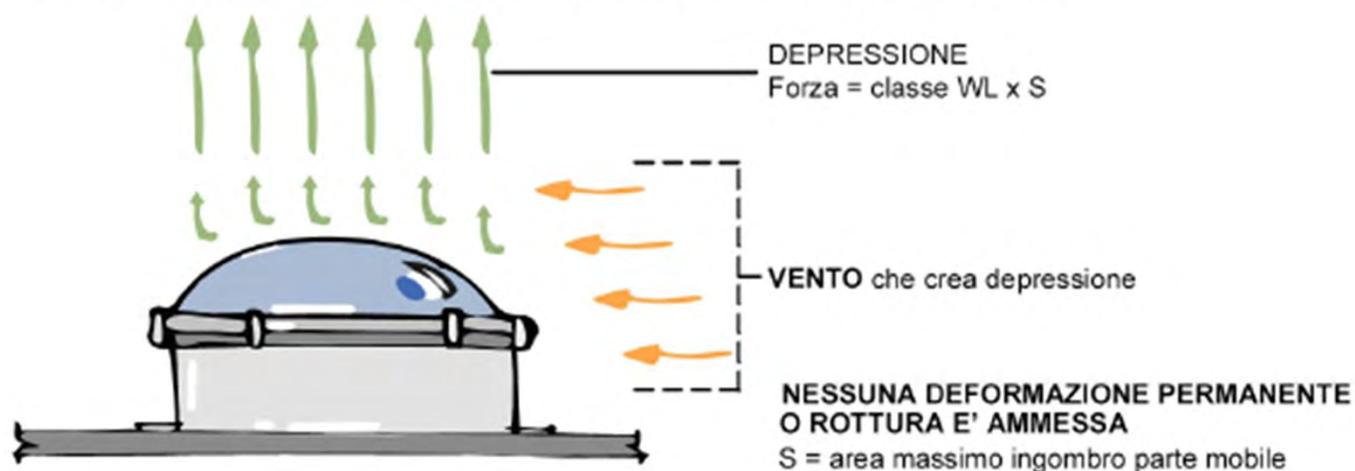
La EN 12101-1 prevede una prova di funzionamento a bassa temperatura verificando la capacità dell'EFC di aprirsi in ambienti sotto zero.



CARICO VENTO (PUNTO 7.4 NORMA)

La prestazione definisce la depressione esterna che non deve provocare deformazioni permanenti dell'EFC.

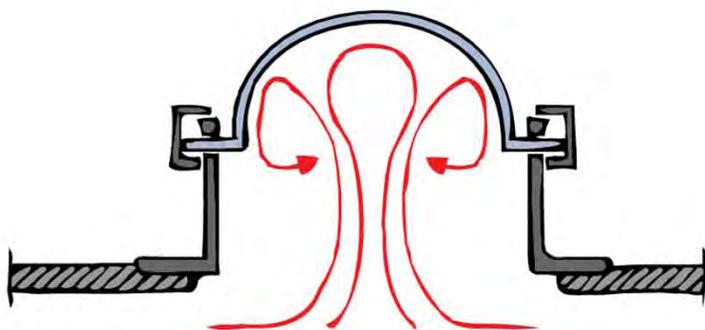
Trattandosi di una forza provocata dall'azione di un vento esterno, la EN 12101-2 prevede che vengano verificate le frequenze proprie di eventuali spoiler per evitare che possano avvenire rotture che comprometterebbero l'efficienza dell'apparecchio..



	EN 12101-3
DEPRESSIONIONE	WL 1500 = 1500 Pa WL 3000 = 3000 Pa WL A = A Pa

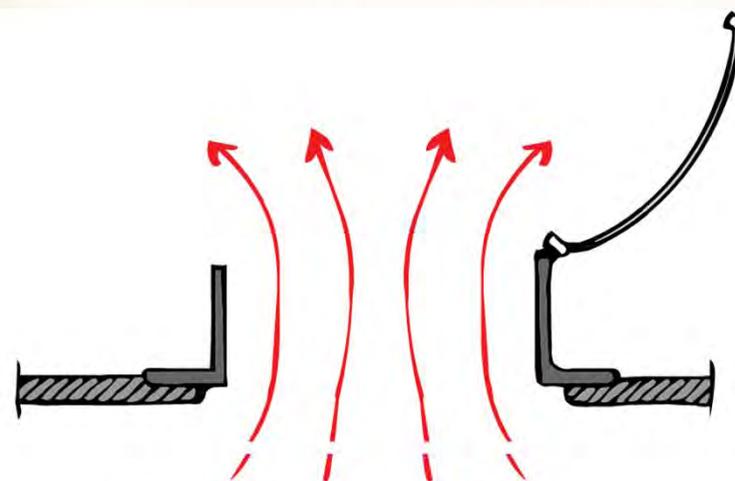
RESISTENZA AL CALORE (PUNTO 7.1 NORMA)

- La prestazione definisce la temperatura che non deforma l'apparecchio in modo tale da comprometterne la funzionalità.
- ☒ La riduzione massima consentita della sezione di passaggio dei fumi è del 10%.
- ☒ La norma EN prevede la classificazione dei materiali combustibili secondo la norma EN 13501-1.
- ☒ **NOTA:** La norma oggi in vigore EN 12101-2-2003 non chiarisce le modalità di prova dei materiali. Si ritiene comunque che debbano essere qualificati i materiali base delle parti più esposte all'incendio (ad esempio cupola).



PRIMI 5 MINUTI

La temperatura aumenta da 0 alla temperatura della classe



ULTIMI 25 MINUTI

La temperatura viene mantenuta alla temperatura della classe

	EN 12101-2
TEMPERATURA	B 300 = 300 °C B 600 = 600 °C B A = A °C