

SISTEMI PER IL CONTROLLO DEL FUMO E DEL CALORE

Ing. Ahmed Dabbas
Caoduro S.p.A.

Monza, 1 aprile 2025



CONTROLLO DI FUMI E CALORE: SMALTIMENTO ED EVACUAZIONE

Perché il fumo ci preoccupa?



- La maggior parte delle morti non sono causate da ustioni, ma dall'inalazione di fumi
- Il fumo reduce la visibilità generando stati di panico agli occupanti
- Vicino alle temperature di flashover (400-600 °C), le fiamme si diffondono per via del movimento dei fumi
- Il fumo danneggia gli edifici ed i beni in essi contenuti, provocando quindi l'interruzione delle attività.

NIST

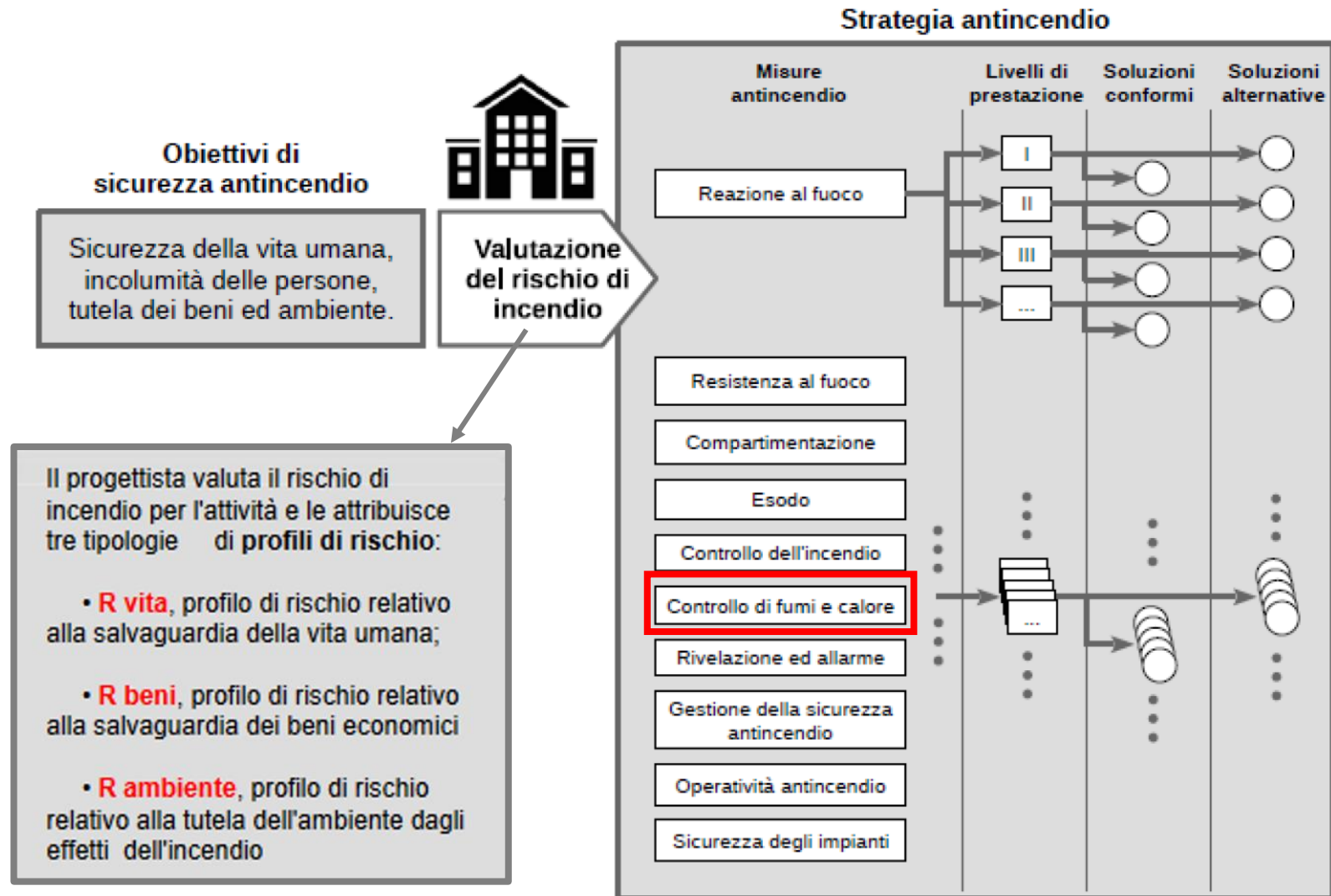
**National Institute of Standards
and Technology**

**Technology Administration
U.S. Department of Commerce**

NIST

**National Institute of Standards
and Technology**

**Technology Administration
U.S. Department of Commerce**



Come si attua la misura antincendio S.8 Controllo di fumi e calore?

Con la realizzazione di:

Aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza

- Non hanno la funzione di creare un adeguato strato libero dai fumi durante lo sviluppo dell'incendio, ma solo quello di facilitare l'opera di estinzione dei soccorritori
- Le aperture di smaltimento fumo possono coincidere con quelle già ordinariamente disponibili per la funzionalità delle attività (es. finestre, lucernari, porte, ...)
- Le aperture di smaltimento fumo devono funzionare in caso di emergenza

Sistemi per l'evacuazione di fumo e calore (SEFC)

- Creano e mantengono uno strato d'aria indisturbato nella porzione inferiore dell'ambiente protetto
- Mantengono le vie di esodo libere da fumo e calore
- Agevolano le operazioni antincendio
- Ritardano o prevengono il flashover (incendio generalizzato)
- Limitano i danni agli impianti di servizio o di processo ed al contenuto dell'ambito protetto
- Agevolano il ripristino delle condizioni di sicurezza dell'attività dopo l'emergenza.

Il progettista adotterà l'idoneo livello di prestazione ...

... attraverso i criteri di attribuzione

S.8.2

Livelli di prestazione

1. La tabella S.8-1 riporta i livelli di prestazione attribuibili ai *compartimenti* dell'attività per la presente misura antincendio.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	Deve essere possibile smaltire fumi e calore dell'incendio dai compartimenti al fine di facilitare le operazioni delle squadre di soccorso.
III	Deve essere mantenuto nel compartimento uno strato libero dai fumi che permetta: • la salvaguardia degli occupanti e delle squadre di soccorso, • la protezione dei beni, se richiesta. Fumi e calore generati nel compartimento non devono propagarsi ai compartimenti limitrofi.

Tabella S.8-1: Livelli di prestazione

S.8.3

Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

1. La tabella S.8-2 riporta i criteri *generalmente accettati* per l'attribuzione dei singoli livelli di prestazione.

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Compartimenti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: • non adibiti ad attività che comportino presenza di occupanti, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale addetto; • carico di incendio specifico $q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2$; • per compartimenti con $q_f > 200 \text{ MJ/m}^2$: superficie lorda $\leq 25 \text{ m}^2$; • per compartimenti con $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$: superficie lorda $\leq 100 \text{ m}^2$; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
II	Compartimento non ricompreso negli altri criteri di attribuzione.
III	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. attività con elevato affollamento, attività con geometria complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico q_f , presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, ...).

Tabella S.8-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Edifici Industriali



Applicazione **RTO**



Edifici Commerciali



Applicazione Decreto 23 novembre 2018

RTV V.8 Attività commerciali

Indicazioni complementari o sostitutive delle RTO



RTV V.8 Attività commerciali



V.8.5.8 Controllo di fumi e calore

1. Le aree TA dell'attività devono essere dotate di misure per il controllo di fumi e calore (Capitolo S.8) secondo i livelli di prestazione di cui alla tabella V.8-10.

Classificazione attività	Condizioni	Livello di prestazione
AA	Nessuna	II
AB, AC	Carico d'incendio specifico $q_f < 600 \text{ MJ/m}^2$ e velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio $\delta_a < 3$ (Capitolo G.3)	II
AB, AC, AD, AE	Nessuna	III

Tabella V.8-10: Livelli di prestazione per il controllo di fumi e calore per le aree TA

V.8.3 Classificazioni

1. Ai fini della presente regola tecnica, le attività commerciali sono classificate come segue:
 - a. in relazione alla superficie complessiva A:
 - AA:** $A \leq 1.500 \text{ m}^2$;
 - AB:** $1500 \text{ m}^2 < A \leq 3000 \text{ m}^2$;
 - AC:** $3000 \text{ m}^2 < A \leq 5000 \text{ m}^2$;
 - AD:** $5000 \text{ m}^2 < A \leq 10000 \text{ m}^2$;
 - AE:** $A > 10000 \text{ m}^2$.

Nota Nel computo della *superficie complessiva A*, oltre alle aree destinate alla vendita, devono essere considerate solo le aree destinate a servizi, depositi e spazi comuni coperti direttamente funzionali all'attività commerciale. Ad esempio, non si considerano aree direttamente funzionali quelle delle attività produttive o artigianali eventualmente presenti nell'opera da costruzione, anche se comunicanti con l'attività commerciale.

Nota La *superficie complessiva A* è impiegata per l'individuazione delle misure di sicurezza e non ai fini del campo di applicazione della presente regola tecnica.

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.

→ **Aperture di smaltimento fumo dimensionate secondo il Codice**

...utilizzo di aperture di smaltimento fumo

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 (SENC)* o *forzato (SEFFC)* secondo quanto indicato al paragrafo S.8.7.

→ **SENC (o SEFFC) progettato secondo la UNI 9494-1:2017 (o UNI 9494-2:2017)**

...utilizzo di ENFC marcati CE secondo la EN 12101-2

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 prEN/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.

→ **Sistema di smaltimento fumo progettato secondo Appendice G (o H) della UNI 9494-1(o 2):2017**

...utilizzo di ENFC marcati CE secondo la EN 12101-2

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

APERTURE DI SMALTIMENTO FUMO CON IL CODICE DI PREVENZIONE INCENDI

S.8.5.1

Caratteristiche

1. Le aperture di smaltimento devono essere realizzate in modo che:
 - a. sia possibile smaltire fumo e calore da tutti gli ambiti del compartimento;
 - b. fumo e calore smaltiti non interferiscano con il sistema delle vie d'esodo, non propaghino l'incendio verso altri locali, piani o compartimenti.
2. Le aperture di smaltimento devono essere protette dall'ostruzione accidentale durante l'esercizio dell'attività.
3. Devono essere previste indicazioni specifiche per la gestione in emergenza delle aperture di smaltimento (capitolo S.5).
4. Le aperture di smaltimento sono realizzate secondo uno dei tipi d'impiego previsti nella tabella S.8-4.

In relazione agli esiti della valutazione del rischio, una porzione della superficie utile delle aperture di smaltimento dovrebbe essere realizzata con una modalità di tipo SEa, SEb, SEc.

Nota Ad esempio, la presenza esclusiva di aperture di smaltimento in posizione difficilmente accessibile è un fattore di rischio da valutare.

Tipo di impiego	Descrizione
SEa	Permanentemente aperte
SEb	Dotate di sistema automatico di apertura con attivazione asservita ad IRAI
SEc	Provviste di elementi di chiusura (es. infissi, ...) ad apertura comandata da posizione protetta e segnalata
SEd	Provviste di elementi di chiusura non permanenti (es. infissi, ...) apribili anche da posizione non protetta
SEe	Provviste di elementi di chiusura permanenti (es. lastre in polimero PMMA, policarbonato, ...) per cui sia possibile l'apertura nelle effettive condizioni d'incendio (es. condizioni termiche generate da incendio naturale sufficienti a fondere efficacemente l'elemento di chiusura, ...) o la possibilità di immediata demolizione da parte delle squadre di soccorso.

Tabella S.8-4: Tipi di realizzazione delle aperture di smaltimento

S.8.5.2

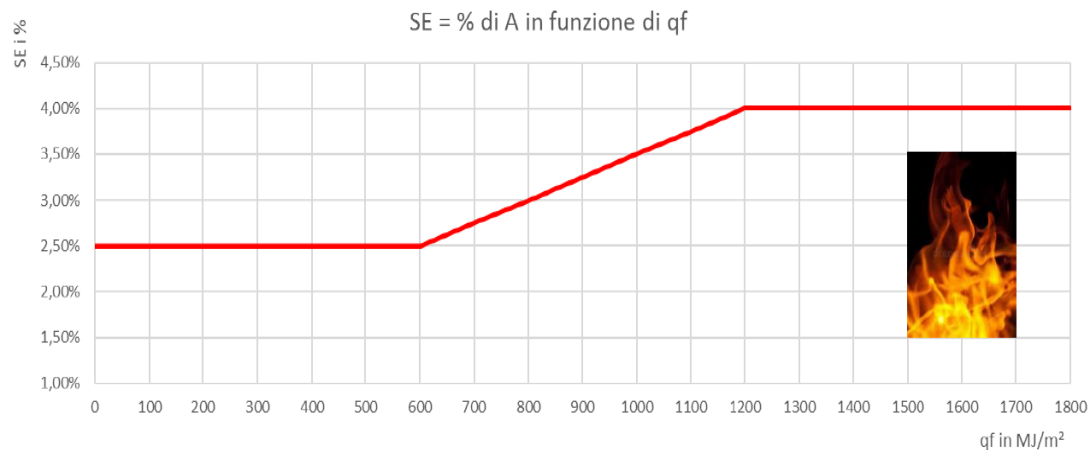
Dimensionamento

1. La *superficie utile minima complessiva SE* delle aperture di smaltimento di piano è calcolata come indicato in tabella S.8-5 in funzione del carico di incendio specifico q_f (capitolo S.2) e della superficie lorda di ciascun piano del compartimento A.
2. La superficie utile SE può essere suddivisa in più aperture. Ciascuna apertura dovrebbe avere forma regolare e superficie utile $\geq 0,10 \text{ m}^2$.

Tipo di dimensionamento	Carico di incendio specifico q_f	SE [1] [2]	Requisiti aggiuntivi
SE1	$q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2$	$A / 40$	-
SE2	$600 < q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$	$A \cdot q_f / 40000 + A / 100$	-
SE3	$q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$	$A / 25$	10% di SE di tipo SEa o SEb o SEc

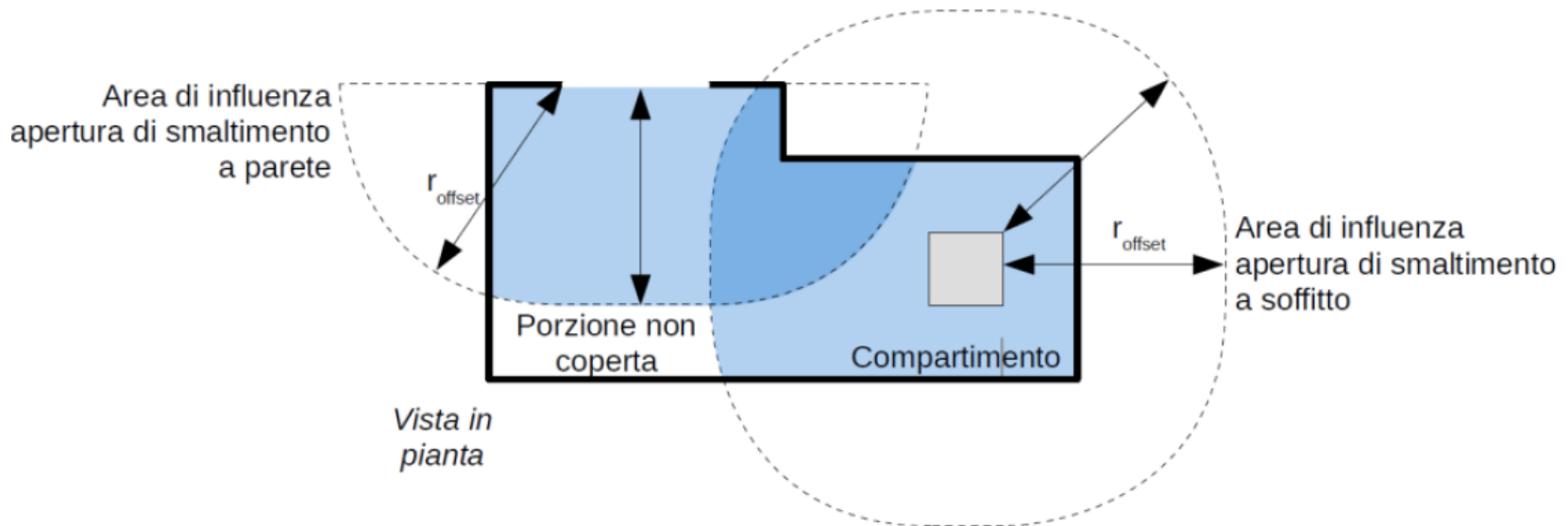
[1] Con SE superficie utile delle aperture di smaltimento in m^2
 [2] Con A superficie lorda di ciascun piano del compartimento in m^2

Tabella S.8-5: Tipi di dimensionamento per le aperture di smaltimento

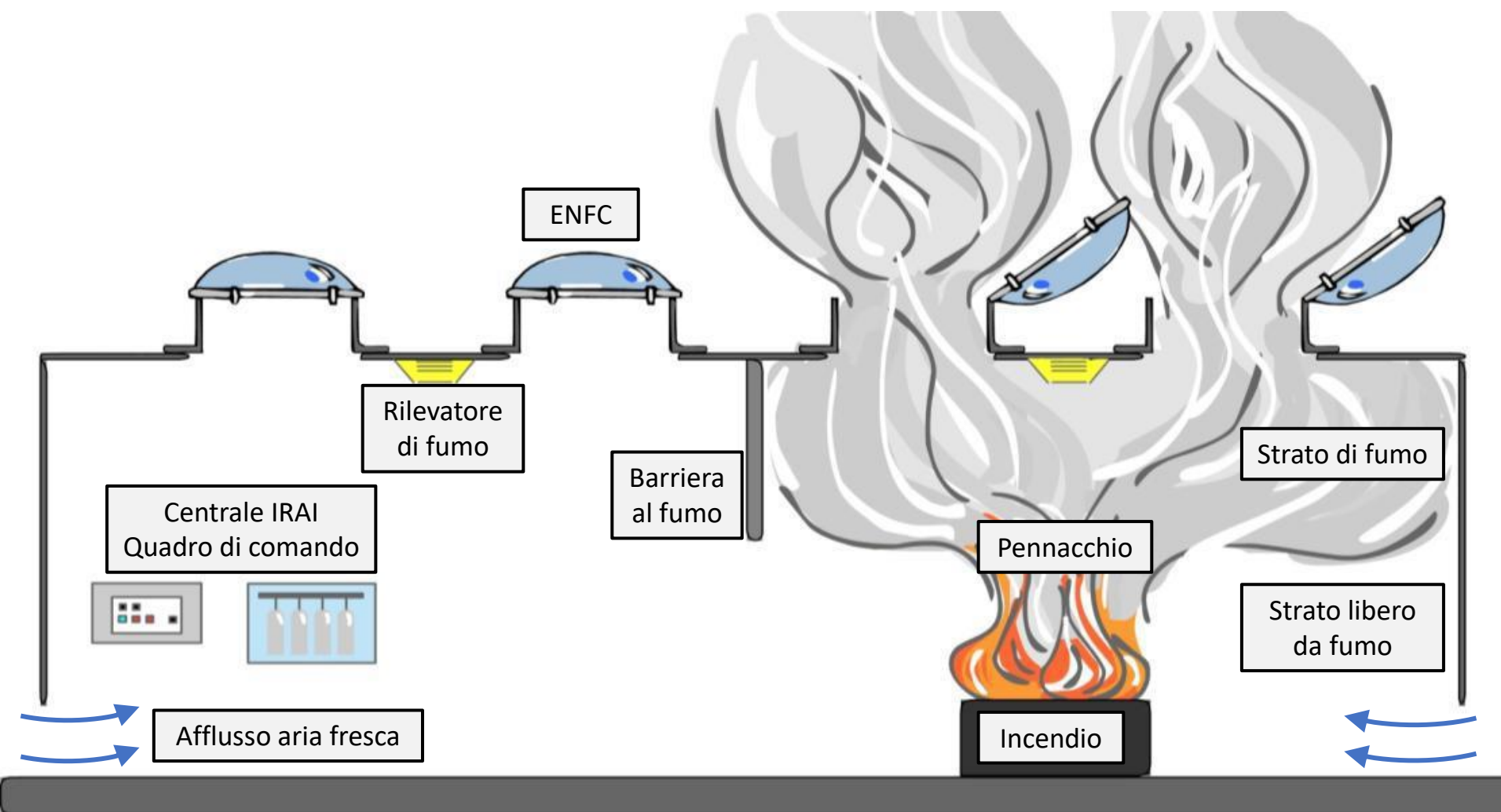


Inoltre:

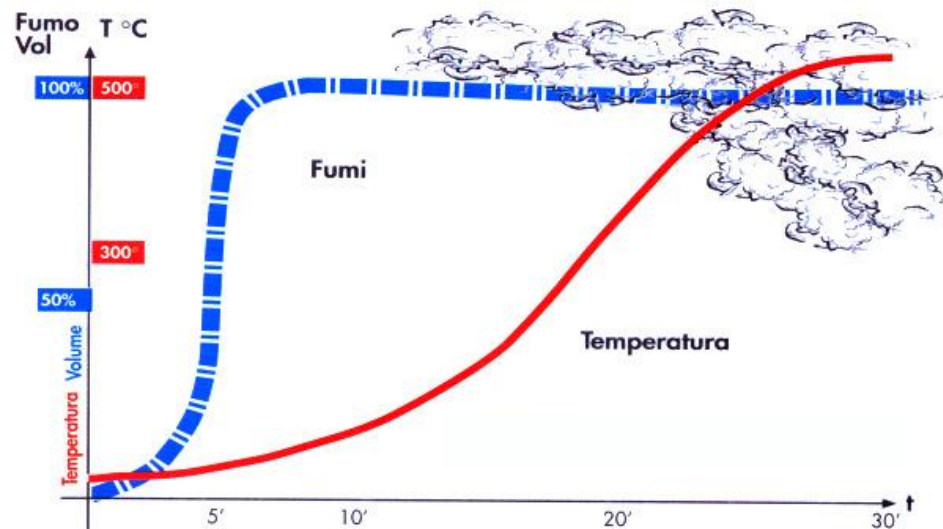
- Le aperture di smaltimento dovrebbero essere **distribuite uniformemente nella porzione superiore di tutti i locali**
- Va verificata l'uniforme distribuzione in pianta delle aperture di smaltimento:
raggio di influenza r_{offset} pari a 20 m



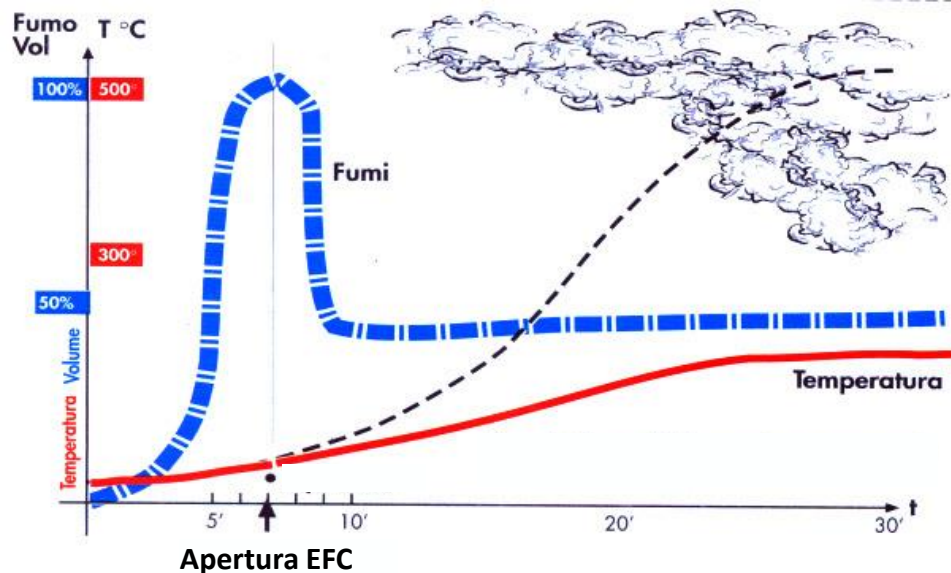
SISTEMA DI EVACUAZIONE NATURALE DI FUMO E CALORE (SENFC) CON LA NORMA UNI 9494-1:2017



Curva dei fumi e delle temperature senza SEFC



Curva dei fumi e delle temperature con SEFC



- Sviluppo dell'incendio più lento
- Volume dei fumi ridotto
- Si evitano le temperature di flashover

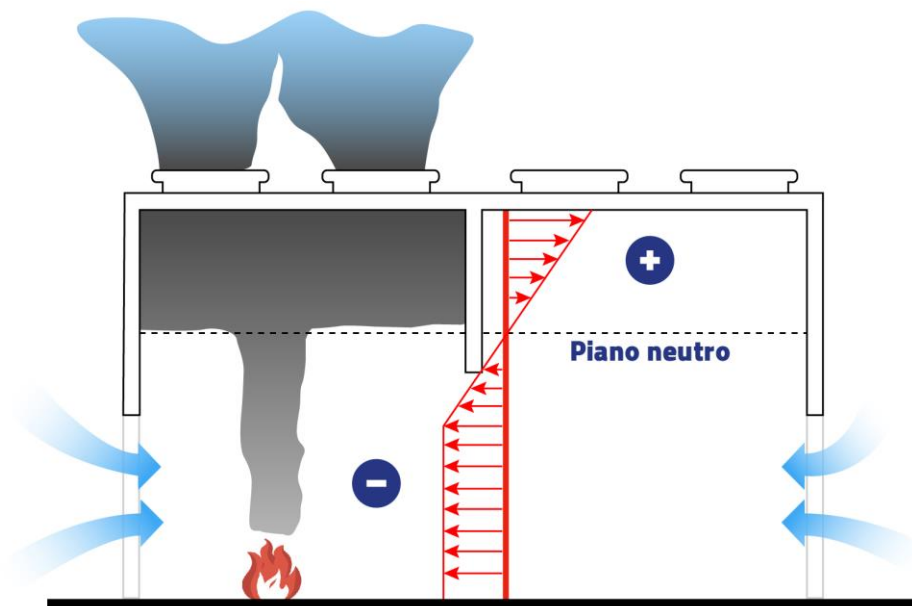
L'incendio all'interno di un ambiente crea in breve tempo una stratificazione dell'aria:

- strato più caldo con peso specifico minore in alto;
- strato più freddo e più pesante in basso.

In presenza di SENFC si crea a pavimento uno strato di aria libera da fumo al di sopra del quale galleggia lo strato di fumo e gas caldi.

La differenza di pressione tra i due strati spinge naturalmente all'esterno gli effluenti attraverso gli evacuatori di fumo e calore.

MODELLO A ZONE



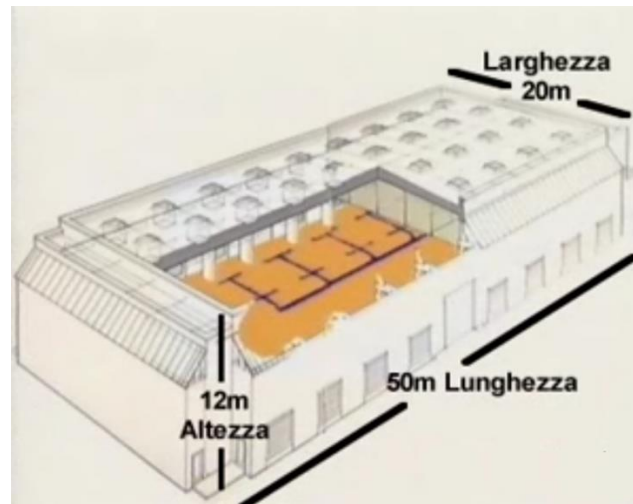
PROVE DI GENT

Prove reali di incendio condotte su scala reale a Gent (Belgio) nel 1998 da FVLR con i vigili del fuoco locali.

Obiettivo:

- Analizzare l'efficacia del SENFC,
- Analizzare la coesistenza tra il SENFC e l'impianto sprinkler.

Materiale bruciato: 30 kg di polietilene o 50 kg di legna.







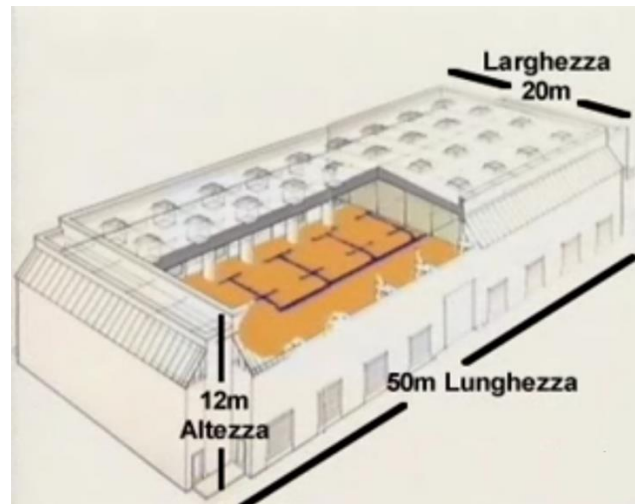


PROVE DI GENT

Prove reali di incendio condotte su scala reale a Gent (Belgio) nel 1998 da FVLR con i vigili del fuoco locali.

Esito delle prove:

- Ottima efficacia del SENFC nel garantire la sicurezza degli occupanti e l'intervento dei VVF,
- La coesistenza tra SENFC e impianto sprinkler è possibile e non provoca effetti negativi.



NORMA ITALIANA	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Naturale di Fumo e Calore (SENFC)	UNI 9494-1
		MARZO 2017

Smoke and heat control system - Part 1: Design and installation for natural smoke and heat exhaust ventilation system (NSHEVS)

La norma stabilisce i criteri di progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Naturale di Fumo e Calore (SENFC) in caso d'incendio.

La norma si applica ad ambienti da proteggere con una superficie minima di 600 m² 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 informativa) per SENFC realizzati con ENFC installati su parete.

Il dimensionamento dell'impianto secondo la norma non si applica ai seguenti casi:

- ambienti a rischio esplosione,
- corridoi,
- corridoi con scale.

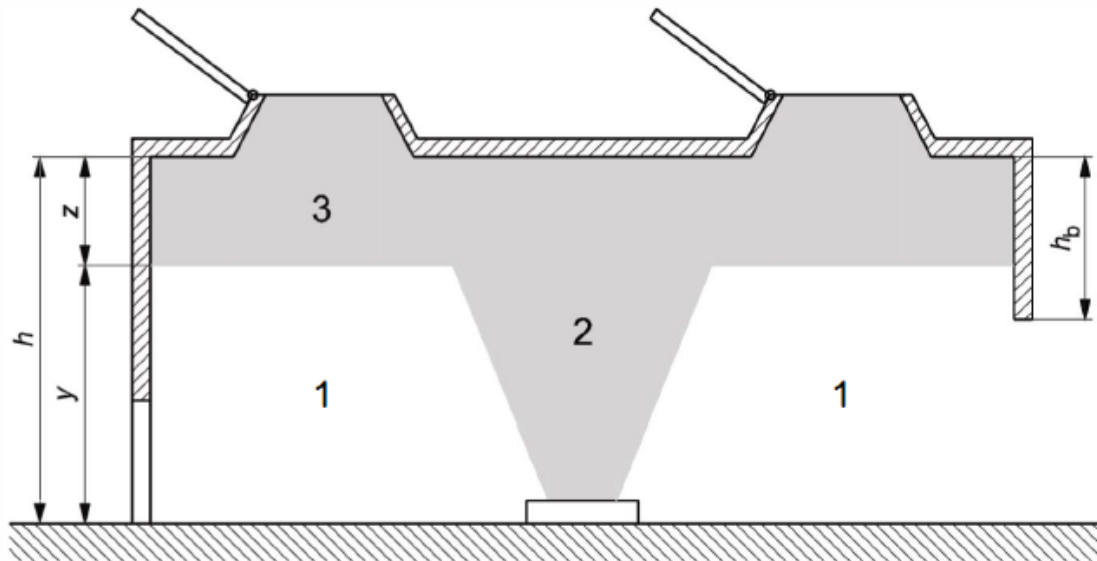
La norma può essere tenuta in considerazione anche in tutte le altre condizioni di installazione dei SENFC; in ogni caso, al di fuori del campo di applicazione si può ricorrere ai metodi dell'approccio ingegneristico.

Il dimensionamento del SENFC dipende:

- dalle caratteristiche dell'incendio
- dall'altezza dello strato libero da fumo desiderato.

Il dimensionamento del SENFC **non** dipende dalla superficie in pianta dell'ambiente da proteggere.

Ipotesi alla base del dimensionamento: l'incendio è in regime stazionario.



Legenda

- 1 Strato libero da fumo
- 2 Colonna di fumo
- 3 Strato di fumo
- 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

Altezza h del locale

L'altezza h del locale è:

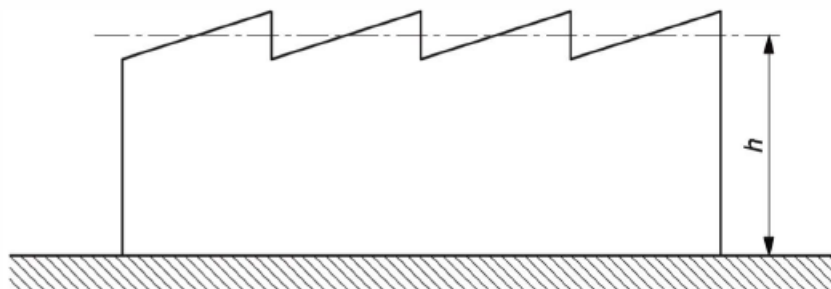
- l'altezza libera interna, nel caso di copertura, soffitto/controsoffitto orizzontali;
- l'altezza media nel caso di copertura, soffitto/controsoffitto inclinati o curvi.

Nel caso di tetti a shed l'altezza del locale da considerare corrisponde all'altezza media misurata dal pavimento, nel caso di coperture a volta si considera l'altezza al di sotto dell'inizio del raggio di curvatura.

Altezza da considerare per tetti a shed

Legenda

h Altezza del locale

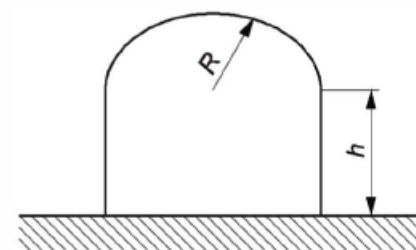


Altezza da considerare per tetti a volta

Legenda

h Altezza del locale

R Freccia dell'arco

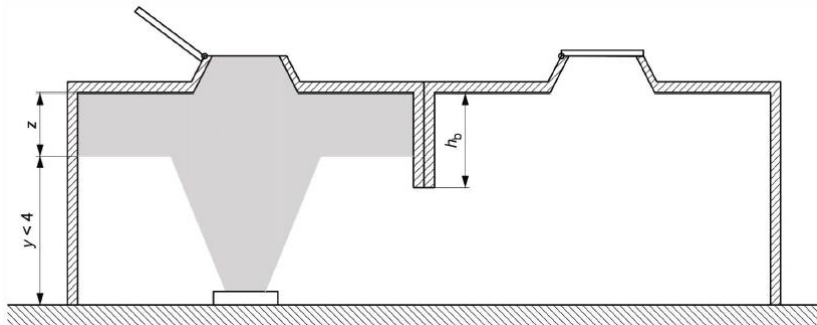


Altezza dello strato di aria libera da fumo e delle barriere al fumo

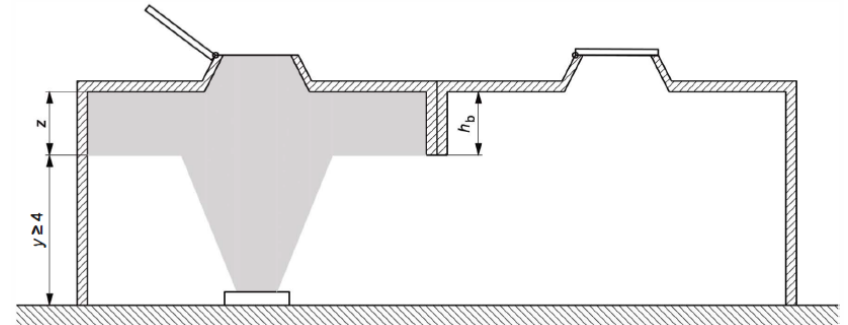
L'altezza libera dal fumo va definita in funzione delle caratteristiche dell'attività da proteggere, ma non deve essere minore di 2,5 m.

Le barriere al fumo devono scendere per almeno 1 m dalla quota h (altezza del locale).

Quando lo strato di aria libera da fumo $y < 4$ m, la barriera deve scendere sotto allo strato di fumo per almeno 0,5 m.



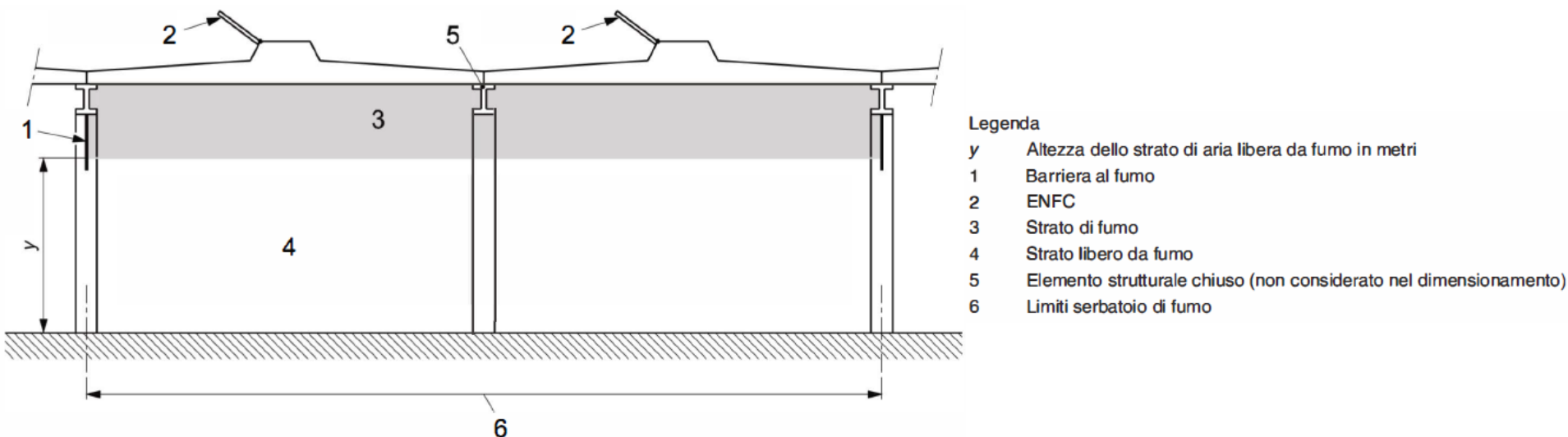
Quando lo strato di aria libera da fumo $y \geq 4$ m, l'altezza della barriera al fumo deve essere almeno pari all'altezza dello strato di fumo z .



Superficie dei serbatoi di fumo

I serbatoi di fumo (compartimenti a soffitto) non devono avere una superficie maggiore di 1600 m^2 , oppure devono essere suddivisi, tramite barriere al fumo conformi alla norma UNI EN 12101-1 o elementi strutturali idonei, in serbatoi di fumo con superficie massima 1600 m^2 .

Nessun lato del serbatoio di fumo deve essere maggiore di 60 m.

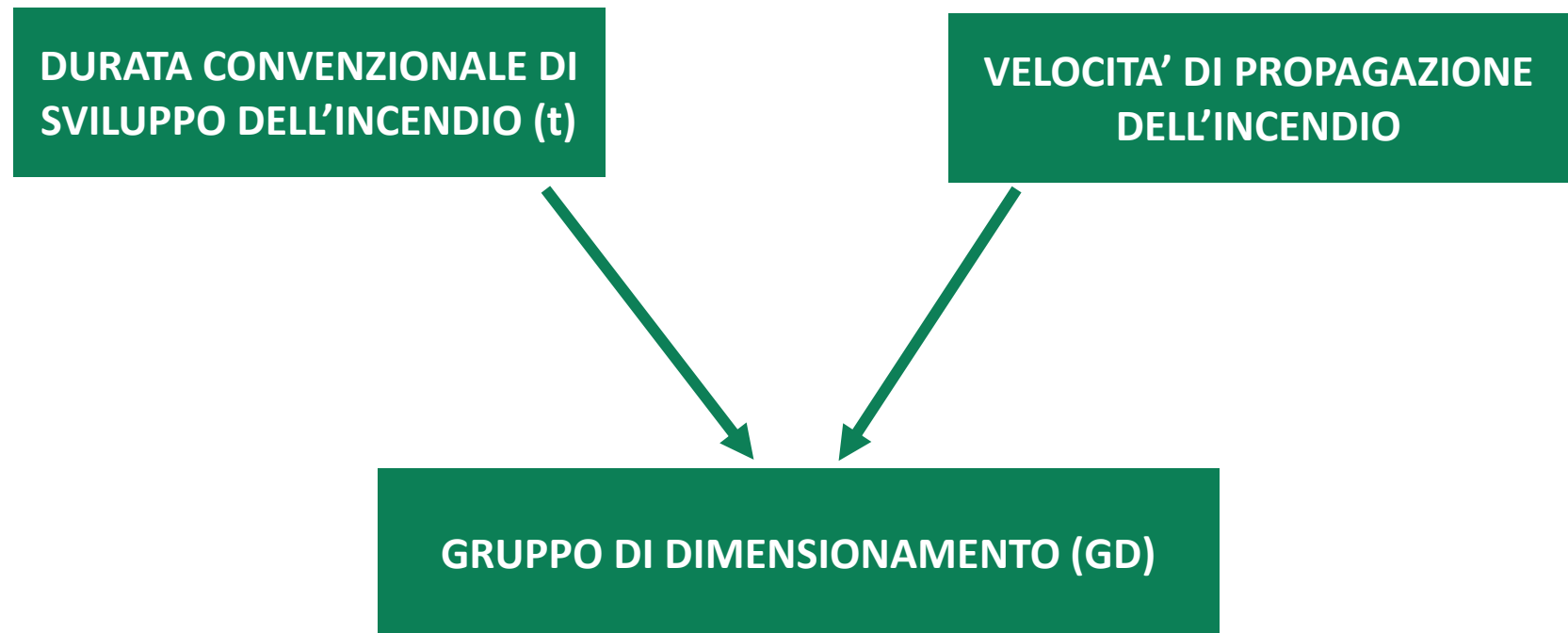


Nota: la norma prevede casi particolari in cui possono essere considerati serbatoi di fumo di superficie massima aumentata da 1600 m^2 a 2600 m^2 , e di superficie minima inferiore ai 600 m^2 .

Calcolo Superficie Utile Totale di apertura (SUT) richiesta

La SUT è il valore minimo che si deve raggiungere sommando le superfici utili totali di apertura degli ENFC (Aa).

Il calcolo della SUT è eseguito in funzione della potenza dell'incendio associata al gruppo di dimensionamento GD.



Durata convenzionale di sviluppo dell'incendio

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

- tempo di allarme t_1 ;
- tempo di intervento t_2 .

Tempo di allarme

Il tempo di allarme (t_1) tra lo scoppio dell'incendio ed il momento dell'allarme si assume pari a:

- $t_1 = 0$ min in presenza di un sistema automatico di rivelazione incendio che aziona automaticamente il SENFC o con allarme trasmesso ad un locale presidiato h 24 con personale in grado di intervenire adeguatamente;
- $t_1 = 5$ min nel caso di edificio con presenza di persone h 24;
- $t_1 = 10$ min in tutti gli altri casi.

Nota Nel caso in cui l'ubicazione e/o l'utilizzo dell'edificio non permette di essere sicuri che un incendio possa essere individuato in massimo 10 minuti, si consiglia l'installazione di un sistema di rivelazione.

Tempo di intervento

Il tempo di intervento (t_2) tra l'allarme e l'inizio delle operazioni di estinzione si assume pari a:

- $t_2 = 5$ min nel caso di presenza h 24 di squadra di soccorso interno;
- nel caso di squadra di soccorso esterna $t_2 = 10, 15, 20$ min o maggiore, da definire in funzione delle condizioni locali e comunque non minore di 10 min.

Nota La valutazione delle condizioni di intervento dipende da fattori locali come per esempio distanza, traffico, condizioni climatiche, percorribilità strade, ecc. (vedere appendice C).

UNI 9494-1:2017 - Appendice C

I valori medi dei tempi di intervento dei VVF sono:

- indicativi e utili ai fini della valutazione in fase di progettazione preliminare,
- da verificare presso il distaccamento VVF specifico in fase di progettazione esecutiva.

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

Provincia	T	Provincia	t	Provincia	t
AGRIGENTO	9	GORIZIA	10	POTENZA	27
ALESSANDRIA	9	GROSSETO	17	PRATO	15
ANCONA	13	IMPERIA	8	RAGUSA	12
AREZZO	13	ISERNIA	16	RAVENNA	12
ASCOLI PICENO	16	LA SPEZIA	13	REGGIO CALABRIA	14
ASTI	12	L'AQUILA	12	REGGIO EMILIA	13
AVELLINO	12	LATINA	15	RIETI	18
BARI	13	LECCE	14	RIMINI	14
BELLUNO	13	LECCO	13	ROMA	14
BENEVENTO	11	LIVORNO	14	ROVIGO	14
BERGAMO	15	LODI	11	SALERNO	16
BIELLA	13	LUCCA	14	SASSARI	12
BOLOGNA	14	MACERATA	16	SAVONA	10
BRESCIA	16	MANTOVA	10	SIENA	15
BRINDISI	13	MASSA CARRARA	13	SIRACUSA	14
CAGLIARI	12	MATERA	16	SONDRIO	12
CALTANISSETTA	8	MESSINA	11	TARANTO	16
CAMPOBASSO	16	MILANO	13	TERAMO	12
CASERTA	14	MODENA	15	TERNI	11
CATANIA	10	NAPOLI	11	TORINO	13
CATANZARO	13	NOVARA	14	TRAPANI	13
CHIETI	15	NUORO	12	TREVISO	16
COMO	15	ORISTANO	12	TRIESTE	9
COSENZA	15	PADOVA	14	UDINE	15
CREMONA	10	PALERMO	16	VARESE	13
CROTONE	12	PARMA	15	VENEZIA	15
CUNEO	11	PAVIA	14	VERBANO-CUSIO-OSOLA	13
ENNA	14	PERUGIA	15	VERCELLI	14
FERRARA	15	PESARO	13	VERONA	17
FIRENZE	17	PESCARA	14	VIBO VALENTIA	16
FOGGIA	12	PIACENZA	12	VICENZA	15
FORLI	15	PISA	13	VITERBO	16
FROSINONE	16	PISTOIA	13		
GENOVA	13	PORDENONE	12		

Velocità di propagazione dell'incendio

L'appendice C riporta indicazioni per agevolare la valutazione della velocità di propagazione, riferendosi alla classificazione dei pericoli tipici indicata nella UNI EN 12845.

Gruppi di pericolo e corrispondenti velocità di propagazione dell'incendio

Velocità di propagazione	Gruppo di pericolo
Bassa	LH; OH1
Media	OH2; OH3; OH4
Alta	HHP; HHS

Di norma si assume convenzionalmente la velocità di propagazione «media».

Velocità di propagazione «bassa»: possibile soltanto per velocità particolarmente basse.

Velocità di propagazione «alta»: necessario quando il tipo di materiale e/o la sua sistemazione e/o quantità determinano condizioni favorevoli allo sviluppo veloce dell'incendio.

La velocità di propagazione dell'incendio dipende dal tipo di materiale e dalla sua configurazione e disposizione.

Gruppo di dimensionamento

t (min) Vedere punto 6.6.2	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 GD5 (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 è sufficiente. Per raggiungere gli obiettivi di protezione di questa norma è quindi necessario adottare misure aggiuntive (per esempio sistemi automatici di spegnimento) e/o dimensionare il SENFC con criteri più restrittivi.			

In presenza di impianto di estinzione automatico (es. impianti sprinkler, a schiuma), si può assumere il valore GD 3 anziché GD 4 e GD 4 anziché GD 5.

Calcolo SUT richiesta

Per ogni serbatoio di fumo si determina la SUT in funzione:

- dell'altezza del locale (h),
- dell'altezza libera da fumo (y),
- del gruppo di dimensionamento (GD).

prospetto 2 **SUT per ogni serbatoio di fumo (compartimento a soffitto)**

Altezza del locale ^{a)} (m)	Altezza dello strato di fumo (m)	Altezza dello strato libero da fumo (m)	SUT(m ²)				
			Gruppo di dimensionamento				
h	z	y	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

Dimensionamento ENFC

Il numero complessivo n di ENFC di ogni compartimento deve essere tale da soddisfare la condizione:

$$SUT \leq \sum_{1}^n A_a$$

A_a = superficie utile di apertura del singolo ENFC in m^2
 N.B.: non è la sua superficie geometrica, ma il prodotto tra la superficie geometrica ed il coefficiente di efflusso c_v
 (valore testato in laboratorio e fornito dal costruttore)

Gli ENFC devono essere posizionati in modo omogeneo nei singoli serbatoi di fumo.

La norma consiglia che:

- il numero minimo sia uno ogni 200 m^2 su coperture piane o con pendenza non maggiore del 20% e uno ogni 400 m^2 con pendenza maggiore del 20%;
- per coperture piane e con pendenza non maggiore del 20% la distanza fra gli ENFC non sia maggiore di 20 m né minore di 5 m.

La dimensione e la posizione degli ENFC deve comunque garantire che non ci sia trascinamento di aria attraverso lo strato di fumo (plugholing), rispettando le due seguenti condizioni:

- 1) superficie utile di apertura (A_a) inferiore alla superficie utile di apertura critica ($A_{a,crit}$)

$$A_{a,crit} = 1,4 z^2 \quad (2)$$

dove

$A_{a,crit}$ è la superficie di apertura critica in metri quadrati;

z è lo spessore dello strato di fumo in metri;

- 2) quando la distanza tra i bordi di 2 ENFC contigui è $< 3 z$ la somma delle due superficie utile di apertura (A_a) deve essere minore alla superficie utile di apertura critica ($A_{a,crit}$)

$$A_{a1} + A_{a2} < A_{a,crit} \quad (3)$$

Aperture di afflusso aria fresca

Nella parte inferiore delle pareti perimetrali dell'ambiente da proteggere devono essere previste, in prossimità del pavimento e comunque all'interno dello strato libero da fumo, le aperture per l'afflusso di aria fresca.

Deve essere verificata la condizione: $\frac{SCT}{SUT} \geq 1,5$

dove SCT = superficie totale corretta delle aperture di afflusso aria.

Per determinare la SCT si deve correggere la superficie geometrica di passaggio aria dell'apertura con il fattore c_z .

Coefficienti di correzione c_z

Tipo di apertura	Angolo di apertura	Fattore di correzione c_z
Porte o portoni	$\geq 90^\circ$	0,65
Lamelle apribili	90°	0,65
Finestre incernierate su un lato orizzontale o su un lato verticale	$\geq 90^\circ$	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 $\pm 5^\circ$.		

Lo spigolo superiore dell'apertura deve avere una distanza di almeno 1 m dal lato inferiore dello strato di gas combusto (0,5 m con aperture larghe al massimo 1,25 m). Le aperture devono essere distribuite uniformemente su almeno due pareti del locale da proteggere.

Possono essere conteggiate nel calcolo della superficie di afflusso di aria esterna:

- aperture permanenti
- altri dispositivi (porte, portoni) apribili manualmente o servoazionati.

SMALTIMENTO FUMO CON L'APPENDICE G DELLA NORMA UNI 9494-1:2017

APPENDICE G SMALTIMENTO DI FUMO E CALORE DI EMERGENZA (informativa)

- Utilizzo di **ENFC marcati CE** secondo la EN 12101-2
- Comando centralizzato di apertura proveniente da IRAI e/o comandi manuali di apertura
- Non è necessariamente prevista la presenza di barriere al fumo
- La portata d'aria estratta dagli ENFC può essere reintegrata nell'ambiente per mezzo delle aperture già presenti nella parte bassa delle pareti perimetrali
- Non sono previste limitazioni alla superficie dell'ambiente da proteggere, ma è opportuno contenere la superficie entro i 2600 m²
- Dimensionamento del Sistema di smaltimento fumo come da prospetto G.2 della norma (N.B.: **superfici aerodinamiche efficaci [Aa], non geometriche**)

Superficie smaltimento

Altezza del locale (m)	Superficie smaltimento per ogni 1600 m ² (m ²)	
	Gruppo di dimensionamento	
h	1,2 e 3	4 e 5
5,00	3,60	6,90
5,50	4,20	7,70
6,00	4,60	8,30
6,50	5,25	9,20
7,00	5,70	9,90
7,50	6,35	10,90
8,00	6,90	11,70
8,50	7,60	12,70
9,00	8,20	13,60
9,50	8,75	14,70
10,00	9,20	15,60
10,50	9,65	16,80
11,00	10,00	17,80
11,50	10,40	19,10
12,00	10,70	20,20

Soluzione conforme con il codice di prevenzione incendi par. S.8.5 o alternativa con Appendice G?

Ipotesi: fabbricato con superficie in pianta $A=1600 \text{ m}^2$ e altezza interna $h=8 \text{ m}$.

Codice Prevenzione Incendi par. S.8.5

Se $q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2$: $SE = A/40 = 40 \text{ m}^2$

Se $q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$: $SE = A/25 = 64 \text{ m}^2$

HP: Dimensione cupole in copertura 100x200 cm

Superficie geometrica cupola apribile: 2 m^2

Se $q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2$: richieste 20 cupole apribili

Se $q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$: richieste 32 cupole apribili
(di cui 10% SEa, SEb o SEc)

UNI 9494-1:2017 Appendice G

Superficie smaltimento

Altezza del locale (m)	Superficie smaltimento per ogni 1600 m^2 (m^2)	
	Gruppo di dimensionamento	
h	1,2 e 3	4 e 5
8,00	6,90	11,70

HP: Dimensione ENFC in copertura 100x200 cm

Superficie utile di apertura ENFC: $1,33 \text{ m}^2$

Se $GD=1,2,3$: richiesti 6 ENFC

Se $GD=4,5$: richiesti 9 ENFC

DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE E CERTIFICAZIONI DI UN SENFC

Al termine dei lavori la documentazione da consegnare in fase di SCIA dovrà essere costituita da:

- Progetto definitivo come da Appendice A, pt. A.3 della norma UNI 9494-1:2017
- D.o.P. (Dichiarazione di prestazione) dei singoli componenti
- Dichiarazione di corretta posa dei singoli componenti
- DICH.IMP dell'intero SENFC su modello PIN VVF 2.4-2018
- Verbale di verifica di primo funzionamento del SENFC
- Manuale di uso e manutenzione con istruzioni di funzionamento, controlli periodici e manutenzione (rif. Norma UNI 9494-3:2014) del SENFC
- Manuale di installazione uso e manutenzione dei singoli componenti

A.3

Fase successiva (progetto definitivo)

Devono essere forniti almeno i seguenti elaborati:

- a) scheda riassuntiva del progetto che indichi:
 - 1) il nome del progetto e del progettista,
 - 2) elenco dei disegni e dei documenti con titoli, numero e indice di revisione, data di emissione,
 - 3) un elenco dei componenti inclusi nel sistema con le relative specifiche,
 - 4) la dichiarazione che il progetto il SENFC è stato progettato e deve essere installato in conformità alla presente norma, oppure che fornisca le informazioni di ogni scostamento dai requisiti della stessa e le relative motivazioni, sulla base delle informazioni disponibili;
- b) relazione tecnico descrittiva dettagliata per ogni locale da proteggere che indichi:
 - 1) consistenza degli impianti e suddivisione in serbatoi di fumo (compartimenti a soffitto),
 - 2) normativa di riferimento,
 - 3) relazione di calcolo e dimensionamento dei componenti con dati di progetto e risultati dei calcoli,
 - 4) criteri di scelta dei componenti (ENFC, barriere al fumo, ingressi d'aria, alimentazioni, ecc.),
 - 5) dimensionamento delle linee,
 - 6) elenco componenti (tipologia, specifiche di riferimento e prestazioni);
- c) schema funzionale a blocchi con la rappresentazione delle zone [serbatoi di fumo (compartimenti a soffitto)] e la logica di funzionamento;
- d) disegni di layout del SENFC con le seguenti informazioni:
 - 1) orientamento della planimetria,
 - 2) tipi e posizione ENFC,
 - 3) tipi e posizione barriere al fumo,
 - 4) tipi e posizione ingressi d'aria,
 - 5) tipi e posizione organi di controllo, comando e alimentazioni,
 - 6) linee di collegamento,
 - 7) interfacce con altri impianti,
 - 8) sezioni rilevanti,
 - 9) legenda dei simboli utilizzati.

Documentazione di un SENFC

D.o.P.

**LOGO
FABBRICANTE**

Nome, denominazione commerciale registrata o marchio registrato e indirizzo del fabbricante ai sensi dell'articolo 11, paragrafo 5 del Regolamento UE N. 305/2011

DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE n° 01-SO

1	Codice di identificazione unico del prodotto-tipo	01-SO
	Modello	SMOKE OUT
	Modello	LUCE NETTA A = 70X120 cm
2	Numero di serie	dal 0042748 al 0042748
	N° commessa interna:	5488
	Anno costruzione:	2022
3	Uso previsto del prodotto da costruzione	Evacuatore Naturale di Fumo e Calore (ENFC) da installare in un Sistema per il controllo di Fumo e Calore negli edifici.
	conformemente a	EN 12101-2:2003
4	Nome ed indirizzo del fabbricante	
5	Non applicabile	
6	Sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione del prodotto da costruzione	1
7	Organismo notificato	MTIC InterCert s.r.l.
	ha effettuato	- determinazione del prodotto-tipo in base a prove di tipo - ispezione iniziale dello stabilimento di produzione e del controllo della produzione in fabbrica - sorveglianza, valutazione e verifica continue del controllo della produzione in fabbrica
	secondo il sistema	1
	e ha rilasciato	Certificato di conformità CE n° 0068-CPD-015/2005
8	Non applicabile	
9	Prestazione dichiarata	
	Caratteristiche essenziali	Prestazione
	Condizioni nominali di attivazione/sensibilità	68 °C
	Bombola CO2	20 gr.
	Ritardo di risposta	< 60 secondi
	Affidabilità di funzionamento	Re 300 DOPPIA FUNZIONE WL 1500
	Efficacia di estrazione di fumo/gas caldi	ENFC da tetto. Prova standard con vento laterale
	Superficie utile di apertura	0,60 m ²
	Parametri prestazionali in condizioni di incendio	B 300
	Resistenza al fuoco	SL 1000
	Capacità di aprirsi in condizioni ambientali	T (00)
	Reazione al fuoco	B S1 D0
10	La prestazione del prodotto di cui ai punti 1 e 2 è conforme alla prestazione dichiarata di cui al punto 9. Si rilascia la presente dichiarazione di prestazione sotto la responsabilità esclusiva del fabbricante di cui al punto 4. Firmato a nome e per conto del fabbricante.	
		Nome e Cognome, Amministratore Delegato
		FIRMA
	Luogo e data	

Etichetta

CE	LOGO FABBRICANTE	Nome, denominazione commerciale registrata o marchio registrato e indirizzo del fabbricante
0068	Evacuatore naturale di fumo e calore per il controllo del fumo e del calore nei fabbricati	
DoP e cod.ident.	SMOKE OUT Luce netta A=70X120 cm	
01-SO	Matricola 0027152	EN 12101-2 : 2003
Anno costr. 2020	WL 1500 - SL 1000 T(00) - Re 300	D FUNZ - B 300 Euroclasse BS1D0
Dimensioni nom. A cm	100X175 PC	Azionamento 68 °C
Superficie Utile Apertura Aa	1,16 m ²	Bombola CO2 30 gr 0,58 kg/l - 68°C

Manuale di installazione uso e manutenzione

LOGO FABBRICANTE	Nome, denominazione commerciale registrata o marchio registrato e indirizzo del fabbricante	Ver. PRS	App. PRS
	Ident/Rev manuale enr:	Data 14/11/2022	Pag. 1/24
	MANUALE DI INSTALLAZIONE USO E MANUTENZIONE		



CONTROLLO PERIODICO E MANUTENZIONE DI UN SENFC

Ai sensi del DM 1 settembre 2021 i sistemi di evacuazione del fumo e del calore sono sottoposti a controllo periodico e manutenzione.

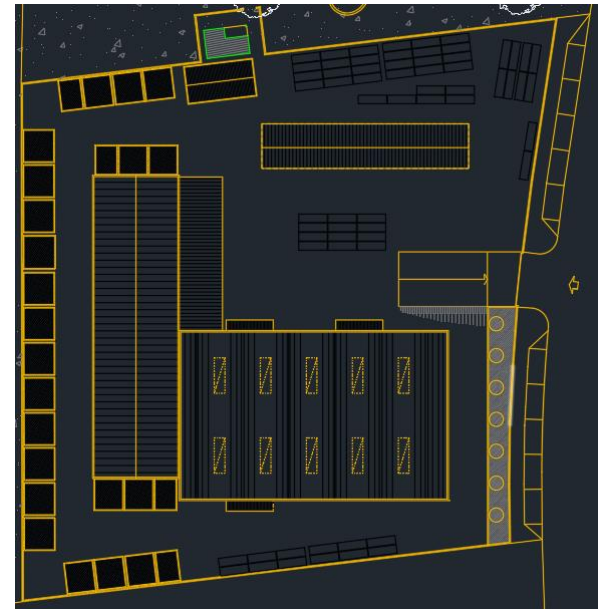
La norma di riferimento è la UNI 9494-3:2014.

NORMA ITALIANA	Sistemi per il controllo di fumo e calore Parte 3: Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di evacuazione di fumo e calore	UNI 9494-3
		NOVEMBRE 2014
	Smoke and heat control systems Part 3: Initial verification and maintenance of smoke and heat exhaust ventilation systems	
	La norma descrive le procedure per il controllo iniziale, la sorveglianza e il controllo periodico, la manutenzione dei sistemi di evacuazione di fumo e calore.	

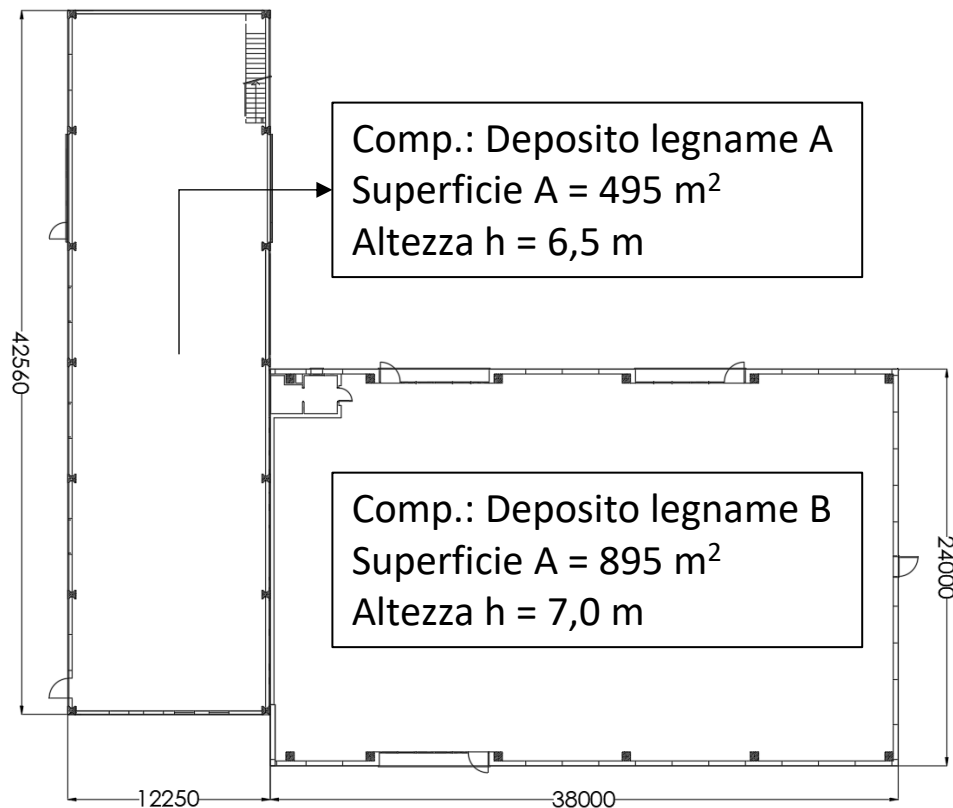
In sintesi la norma prevede:

- un controllo periodico semestrale su ciascuno degli elementi costituenti il sistema,
- un controllo funzionale sull'intero sistema almeno ogni 4 anni.

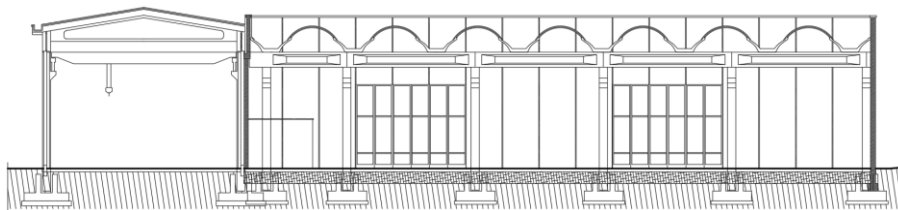
CASE STUDY: PROGETTO E REALIZZAZIONE SENFEC PER UN DEPOSITO LEGNAME



PIANTA



SEZIONE



Presenza impianto automatico di rilevazione: **SI**

Presenza squadra di soccorso interno h24: **NO**

Impianto spegnimento automatico: **NO**

Tipologia materiale stivato: **legname**

Velocità propagazione fuoco: **media**

Spessore strato libero da fumo desiderato: **3 m**

Distanza comando VVF: **3 km**

Tempo di intervento VVF: **10 min**

Materiale stivato: legname
Velocità di propagazione: media

$$t = t_1 + t_2 = 0 + 10 = 10$$

t (min) Vedere punto 6.6.2	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 **GD5** (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 è sufficiente. Per raggiungere gli obiettivi di protezione di questa norma è quindi necessario adottare misure aggiuntive (per esempio sistemi automatici di spegnimento) e/o dimensionare il SENFC con criteri più restrittivi.

GRUPPO DI DIMENSIONAMENTO GD = 3

GD = 3

prospetto 2 **SUT per ogni serbatoio di fumo (compartimento a soffitto) (Continua)**

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
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

Deposito legname A

z = 6,5 m

y = 3,0 m

Deposito legname B

z = 7,0 m

y = 3,0 m

Si prevede di utilizzare le tipologie di ENFC indicate in Tabella 4.

Compartimento	Tipologia ENFC	Dimensioni [cm] x [cm]	Superficie Utile di apertura A_a [m ²]
Deposito legname A	Smoke Shed	200 x 91h	1,00
	Smoke Shed	190 x 123h	1,25
Deposito legname B	Smoke Out	90 x 250	1,49

Tabella 4 – Tipologie di ENFC utilizzati

Il numero di ENFC per compartimento, necessario per raggiungere il valore di SUT richiesta, è indicato in Tabella 5.

Compartimento	SUT [m ²] richiesta	ENFC	Numero ENFC	SUT [m ²] realizzata
Deposito legname A	4,3	Smoke Shed 200 x 91h	4	5,25
		Smoke Shed 190 x 123h	1	
Deposito legname B	4,0	Smoke Out 90 x 250	5	7,45

Tabella 5 – Calcolo SUT realizzata

Risulta pertanto verificata, per ogni singolo compartimento, la condizione:

$$SUT \leq \sum_1^n A_a$$



Verifica effetto plugholing

- 1) superficie utile di apertura (A_a) inferiore alla superficie utile di apertura critica ($A_{a,crit}$)

$$A_a = 1,49 < 1,4 \times 4^2 = 1,4 \times 16 = 22,4 = A_{a,crit} \quad \text{verificato}$$

- 2) quando la distanza tra i bordi di 2 ENFC contigui è $< 3z$ la somma delle due superficie utile di apertura (A_a) deve essere minore alla superficie utile di apertura critica ($A_{a,crit}$)

$$\text{Distanza tra i bordi di 2 ENFC smoke out} = 10 \text{ m} < 3 \times z = 12 \text{ m}$$

$$A_{a1} + A_{a2} = 1,49 + 1,49 = 2,98 < 22,4 = A_{a,crit} \quad \text{verificato}$$

Aperture afflusso aria

$$SCT \geq 1,5 SUT$$

I valori di SCT richiesta sono quindi riassunti in Tabella 6:

Compartimento	SUT [m²]	SCT [m²]
Deposito legname A	4,3	6,45
Deposito legname B	4,0	6,00

Tabella 6 – Superficie totale corretta delle aperture di afflusso di aria (SCT)

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

Tabella 7 – Coefficiente di correzione c_z

I valori di superficie degli afflussi di aria fresca sono indicati in Tabella 8.

Compartimento	SCT richiesta [m²]	Porte o portoni	Superficie geometrica passaggio aria [m²]	SCT realizzata [m²]
Deposito legname A	6,45	N° 1 porta dim. 1,20 m x 2,10 m N° 1 portone dim. 6,33 m x 2,00 m	15,18	9,87
Deposito legname B	6,00	N° 1 porta dim. 1,20 m x 2,10 m N° 1 portone dim. 6,66 m x 2,00 m	15,84	10,30

Tabella 8 – Aperture di afflusso aria fresca realizzate

Risulta pertanto verificata, per ogni singolo compartimento, la condizione:

$$SCT \leq \sum_{i=1}^{n_1} A_c$$

Barriera al fumo

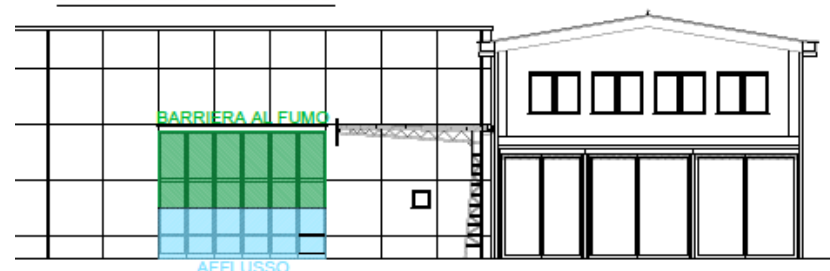
L'utilizzo dei portoni di dimensione 6 m x 5 m come superfici per l'afflusso di aria fresca rende necessaria l'applicazione di barriere al fumo attive, al fine di garantire le distanze tra spigolo superiore delle aperture e lato inferiore dello strato di gas combusto richieste dalla norma.

Le barriere al fumo attive saranno pertanto installate sulla sommità dei due portoni e si estenderanno verso il basso. Le loro caratteristiche sono indicate in Tabella 9.

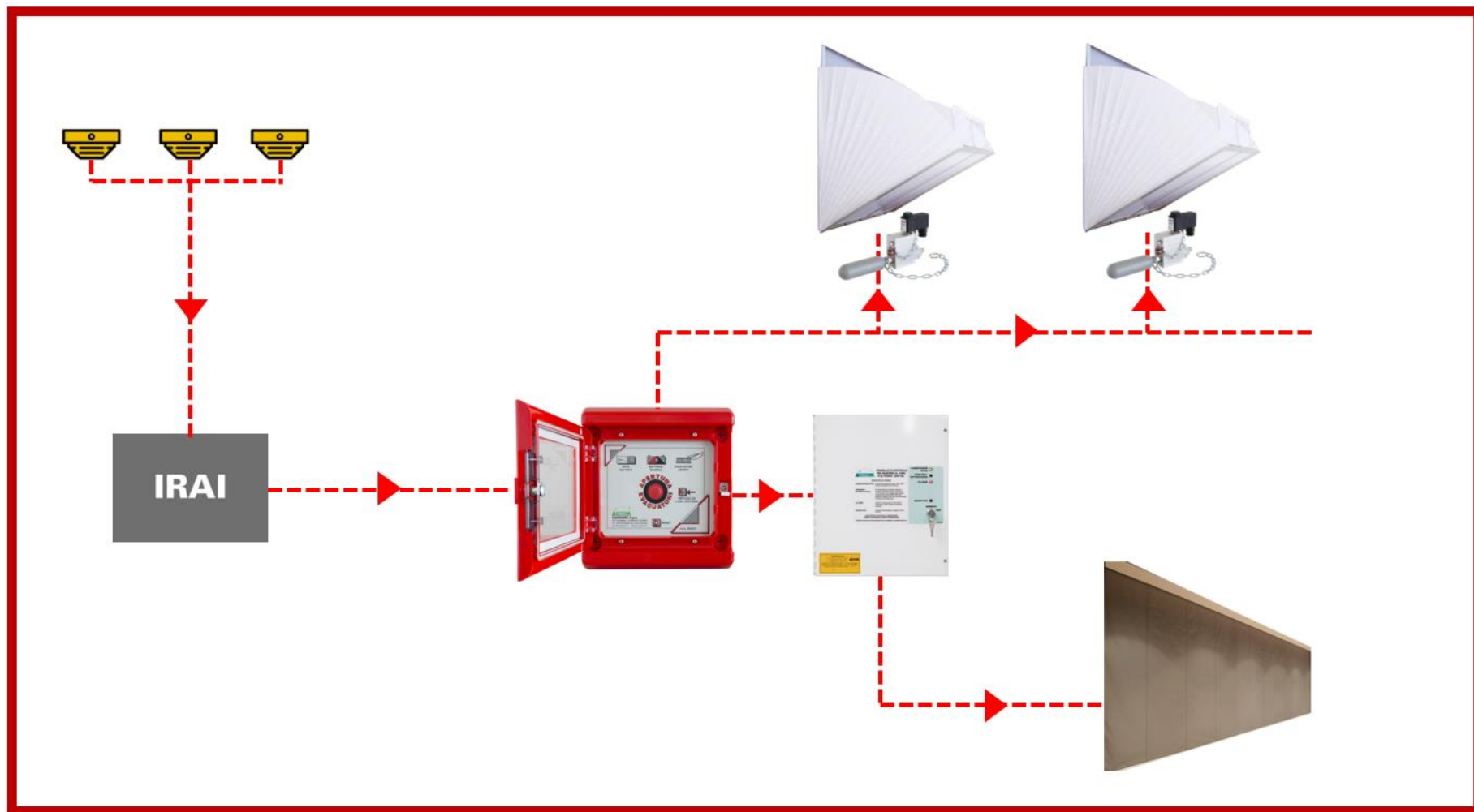
Compartimento	Tipologia barriera	Numero barriera	Larghezza [m]	Altezza [m]
Deposito legname A	SHA - 120	1	6,33	3,0
Deposito legname B	SHA - 120	1	6,66	3,0

Tabella 9 – Quantità e dimensioni barriere al fumo

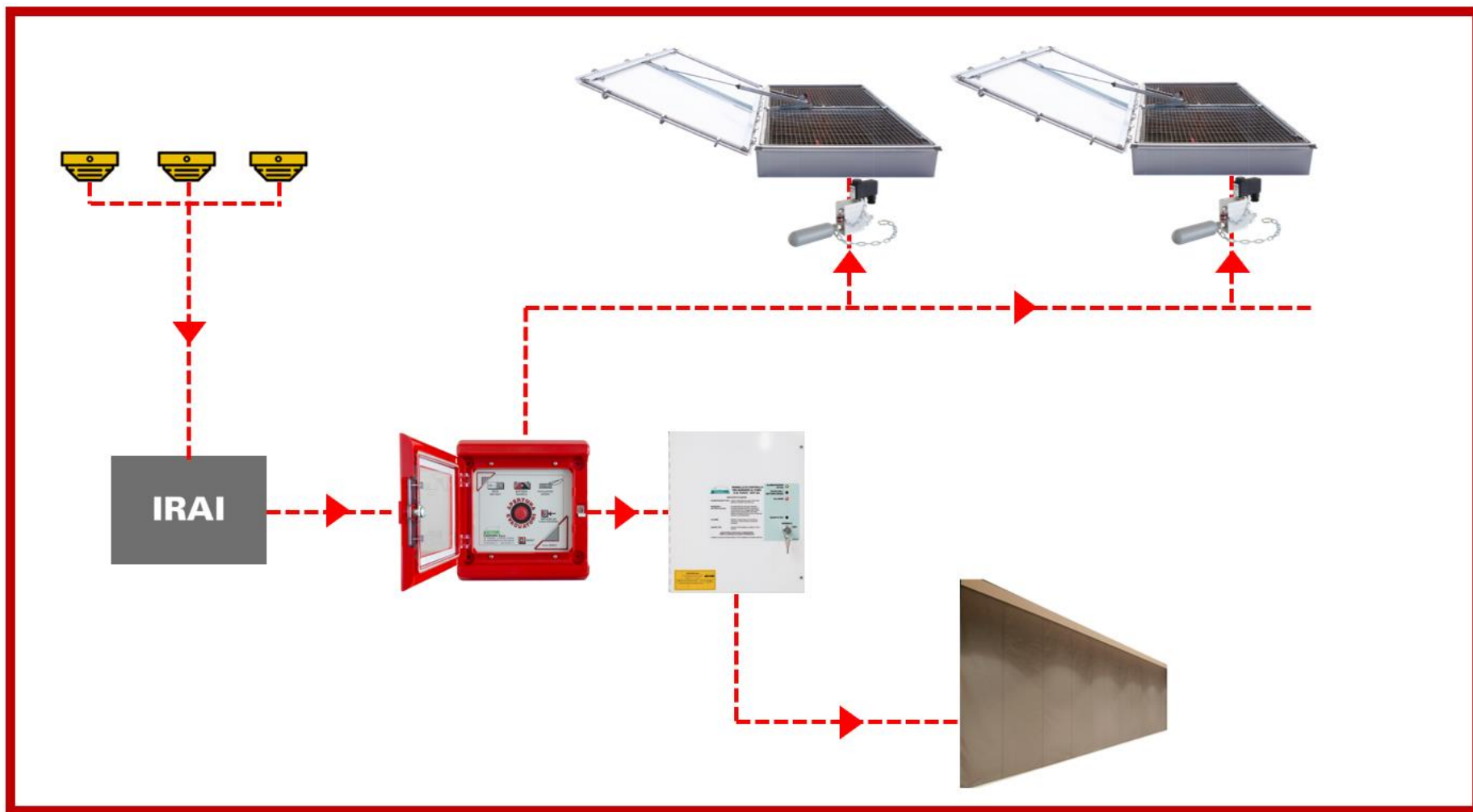
PROSPETTO OVEST



Schema impianto del compartimento «DEPOSITO LEGNAME A»



Schema impianto del compartimento «DEPOSITO LEGNAME B»



RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA

PROGETTO DI IMPIANTO SENFC

Impianto con Sistemi di Evacuazione Naturale di Fumo e Calore
a norma UNI 9494-1:2017



Proprietà _____

Conduzione _____

Ubicazione _____

Destinazione d'uso **DEPOSITO LEGNAME**

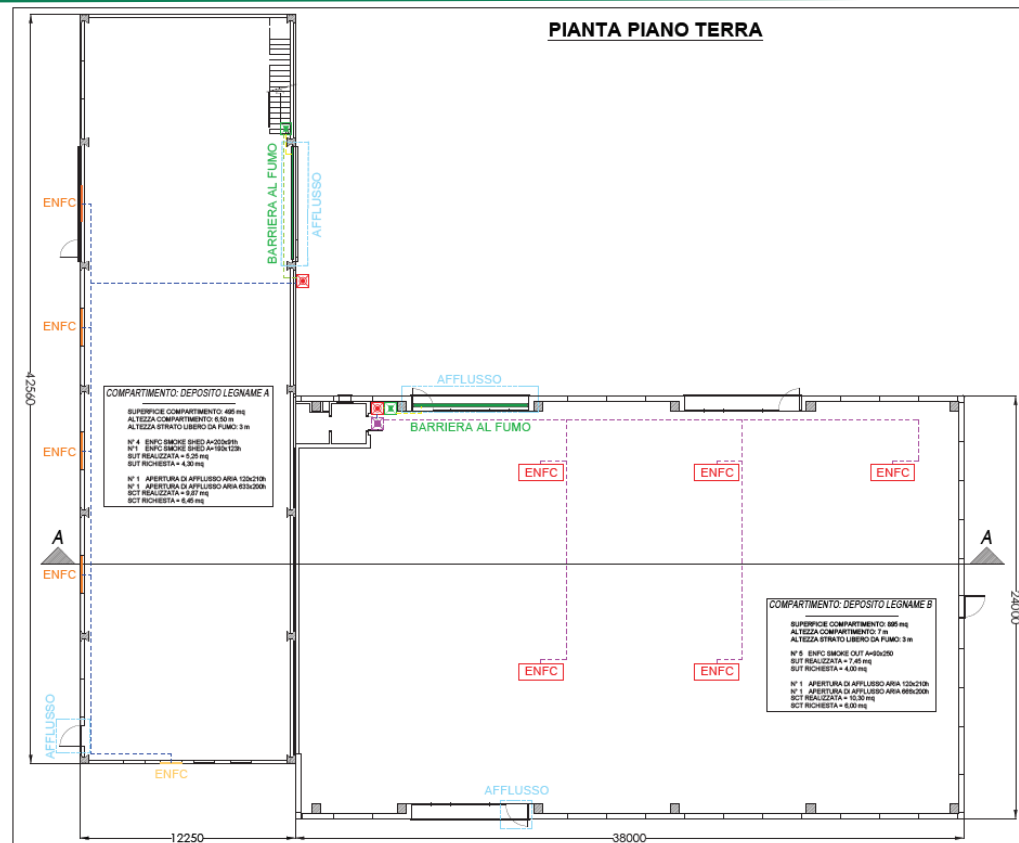
Esecuzione progetto **ING. AHMED DABBAS**


Timbro e firma

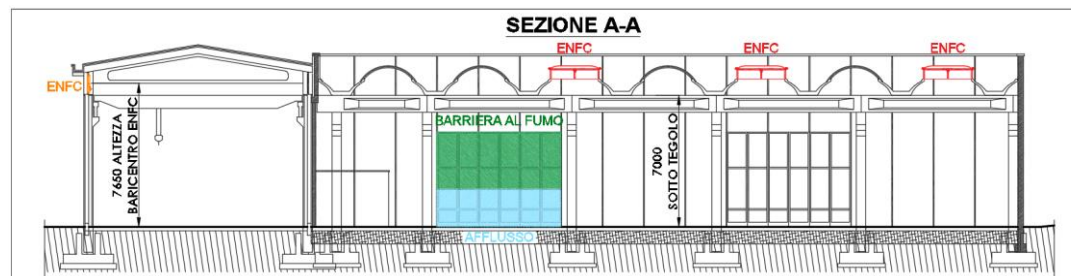
Codice	Revisione	Data	Descrizione
	00		Prima emissione



PIANTA PIANO TERRA

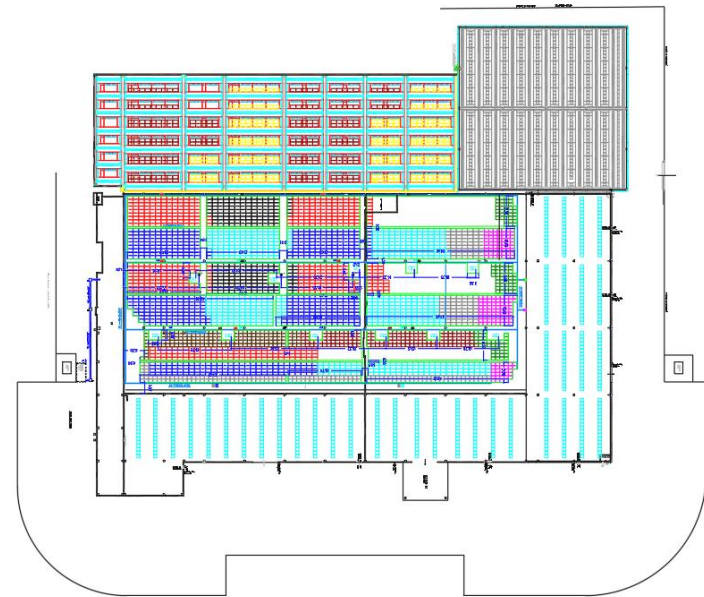
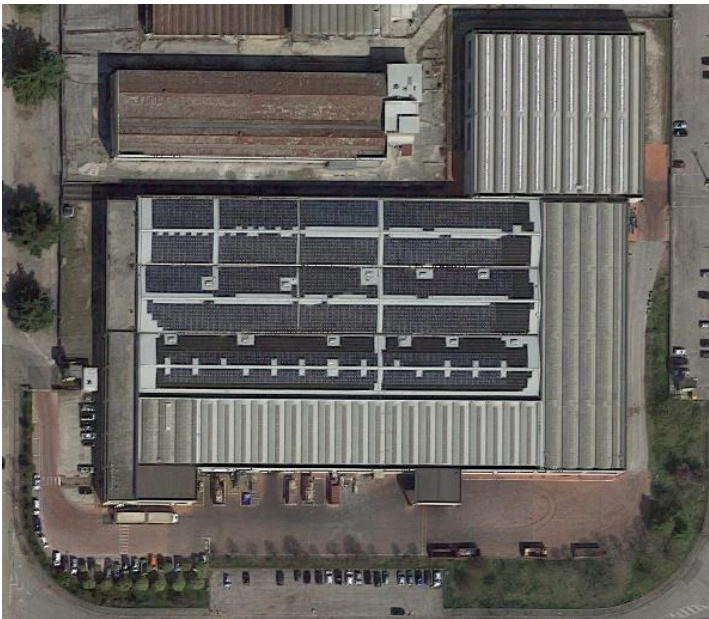


SEZIONE A-A

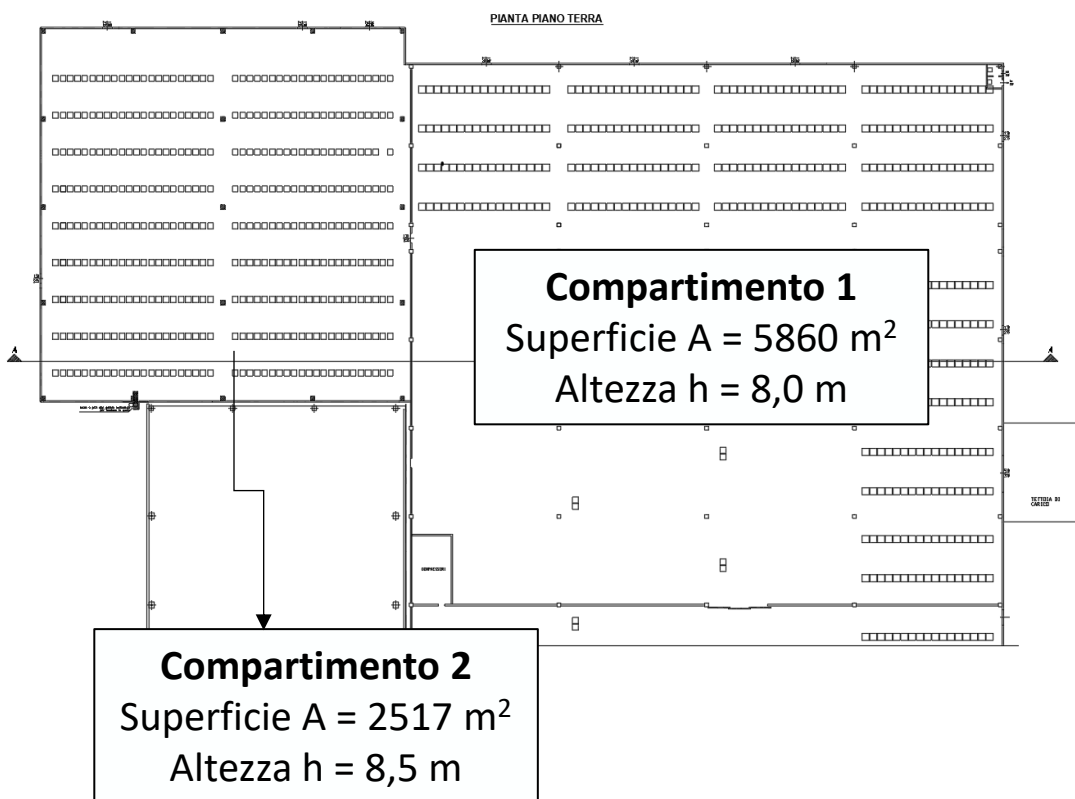




CASE STUDY:
PROGETTO E REALIZZAZIONE SENFC
PER UN MAGAZZINO DI STOCCAGGIO
DI UNA CARTOTECNICA



PIANTA



SEZIONE



Presenza impianto automatico di rilevazione: **SI**

Presenza squadra di soccorso interno h24: **NO**

Impianto spegnimento automatico: **NO**

Tipologia materiale stivato: **carta**

Velocità propagazione fuoco: **media**

Spessore strato libero da fumo desiderato: **3,5/4 m**

Distanza comando VVF: **17 km**

Tempo di intervento VVF: **20 min**

Materiale stivato: carta

Velocità di propagazione: media

t (min) Vedere punto 6.6.2	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 <i>GD5</i> (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 <i>GD 5</i> non è sufficiente. Per raggiungere gli obiettivi di protezione di questa norma è quindi necessario adottare misure aggiuntive (per esempio sistemi automatici di spegnimento) e/o dimensionare il SENFC con criteri più restrittivi.			

$$t = t_1 + t_2 = 0 + 20 = 20$$

GRUPPO DI DIMENSIONAMENTO $GD = 5$

GD = 5

Compartimenti a soffitto:

1-A, 1-B, 1-C, 1-D

$z = 4,0$ m

$y = 4,0$ m

Compartimento a soffitto: 2

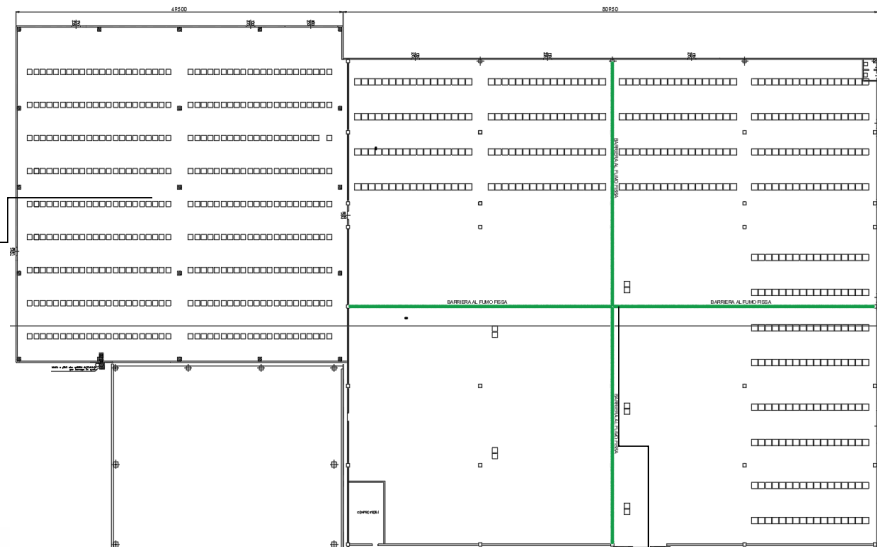
$z = 5,0$ m

$y = 3,5$ m

prospetto 2 **SUT per ogni serbatoio di fumo (compartimento a soffitto) (Continua)**

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
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
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
	1,0	7,5	20,0	22,0	33,7	52,0	76,5

Compartimento 2
Superficie A = 2517 m²
Altezza h = 8,5 m



Compartimento 1
Superficie A = 5860 m²
Altezza h = 8,0 m

Suddivisione in N° 4 serbatoi di fumo (compartimenti a soffitto) per mezzo di barriere al fumo fisse

6.6.4.3

Casi particolari

Per ambienti alti più di 7,0 m con superficie maggiore di 1600 m², per i gruppi di dimensionamento GD 3, 4 e 5, in presenza di una barriera al fumo alta non meno di 1,0 m per ogni compartimento a soffitto da 1600 m² è possibile scegliere una delle eccezioni seguenti:

- maggiorazione della superficie del compartimento a soffitto. La dimensione massima dei singoli compartimenti a soffitto può essere aumentata da 1600 m² a 2600 m² al massimo se la SUT di cui al prospetto 3 è aumentata del 10% per ogni frazione di 100 m² eccedente i 1600 m²;
- barriera al fumo di ridotta altezza. Se la barriera al fumo che delimita il compartimento a soffitto con superficie massima di 1600 m² non può essere realizzata più alta di 1,0 m – valore minimo – per motivi aziendali e se i compartimenti a soffitto sono più di uno, la SUT riportata nel prospetto 3 può essere limitata a 50 m² in ogni compartimento a soffitto.

Il valore di SUT del Compartimento 2 è stato ottenuto aumentando del 100% il valore ricavato dal Prospetto 2 della norma pari a 8,3 m².

La Superficie Utile Totale di apertura (SUT) per i compartimenti individuati si ricava dal Prospetto 2 della norma. I valori ottenuti sono indicati in Tabella 3.

Compartimento a soffitto	Superficie [m ²]	Altezza h [m]	Altezza dello strato di fumo z [m]	Altezza dello strato libero da fumo y [m]	SUT [m ²]
Compartimento 1-A	1490,00	8,00	4,00	4,00	11,7
Compartimento 1-B	1440,00	8,00	4,00	4,00	11,7
Compartimento 1-C	1490,00	8,00	4,00	4,00	11,7
Compartimento 1-D	1440,00	8,00	4,00	4,00	11,7
Compartimento 2	2517,00	8,50	5,00	3,50	16,6

Tabella 3 – Superficie Utile Totale di apertura dei compartimenti

Compartimento a soffitto	SUT [m ²] richiesta	ENFC	Numero ENFC	SUT [m ²] realizzata
Compartimento 1-A	11,7	Smoke Out 80 x 250	10	13,30
Compartimento 1-B	11,7	Smoke Out 80 x 250	10	13,30
Compartimento 1-C	11,7	Smoke Out 80 x 250	10	13,30
Compartimento 1-D	11,7	Smoke Out 80 x 250	9	11,97
Compartimento 2	16,6	Smoke Out 80 x 250	14	18,62

Tabella 5 – Calcolo SUT realizzata

Risulta pertanto verificata, per ogni singolo compartimento, la condizione:

$$SUT \leq \sum_{i=1}^n A_{a,i}$$



Verifica effetto plugholing

- 1) superficie utile di apertura (A_a) inferiore alla superficie utile di apertura critica ($A_{a,crit}$)

$$A_a = 1,33 < 1,4 z^2 = 1,4 \times 4^2 = 22,4 = A_{a,crit} \quad \text{verificato (Compartimento 1)}$$

$$A_a = 1,33 < 1,4 z^2 = 1,4 \times 5^2 = 35,0 = A_{a,crit} \quad \text{verificato (Compartimento 2)}$$

- 2) quando la distanza tra i bordi di 2 ENFC contigui è $< 3z$ la somma delle due superficie utile di apertura (A_a) deve essere minore alla superficie utile di apertura critica ($A_{a,crit}$)

$$\text{Distanza tra i bordi di 2 ENFC smoke out} = 4,5 \text{ m} < 3 \times z = 13,5 \text{ m}$$

$$A_{a1} + A_{a2} = 1,33 + 1,33 = 2,66 < 22,4 = A_{a,crit} \quad \text{verificato (Compartimento 1)}$$

$$\text{Distanza tra i bordi di 2 ENFC smoke out} = 4,2 \text{ m} < 3 \times z = 12,6 \text{ m}$$

$$A_{a1} + A_{a2} = 1,33 + 1,33 = 2,66 < 35,0 = A_{a,crit} \quad \text{verificato (Compartimento 2)}$$

Aperture afflusso aria

I valori di SCT richiesta sono quindi riassunti in Tabella 6:

Compartimento	SUT [m²]	SCT [m²]
Compartimento 1	11,7	17,55
Compartimento 2	8,3	12,45

Tabella 6 – Superficie totale corretta delle aperture di afflusso di aria (SCT)

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

Tabella 7 – Coefficiente di correzione c_x

I valori di superficie degli afflussi di aria fresca sono indicati in Tabella 8.

Compartimento	SCT richiesta [m²]	Porte o portoni	Superficie geometrica passaggio aria [m²]	SCT realizzata [m²]
Compartimento 1	17,55	N° 4 porte dim. 1,30 m x 2,35 m N° 1 portone dim. 5,00 m x 3,00 m	27,22	17,69
Compartimento 2	12,45	N° 1 porta dim. 1,30 m x 2,35 m N° 1 portone dim. 8,00 m x 2,50 m	23,06	14,99

Tabella 8 – Aperture di afflusso aria fresca realizzate

Risulta pertanto verificata, per ogni singolo compartimento, la condizione:

$$SCT \leq \sum_{i=1}^{n_1} A_c$$

Barriera al fumo

La suddivisione del Compartimento 1 in più serbatoi di fumo prevede l'utilizzo di barriere al fumo fisse.

Esse saranno installate sull'intradosso della copertura, fissate in corrispondenza delle capriate, dei tegoli o delle travi e dovranno raggiungere una altezza dal piano di calpestio pari a 4,0 m.

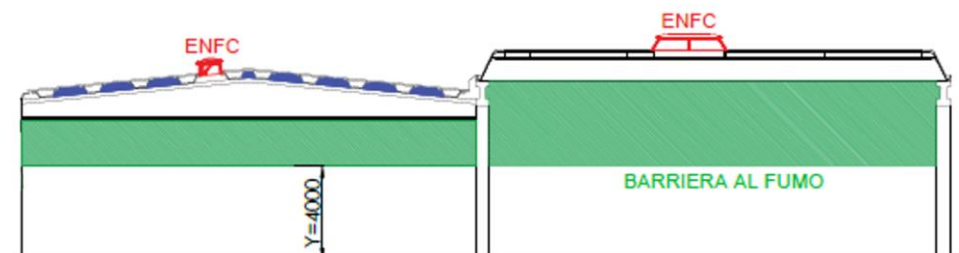
Le barriere al fumo fisse, poiché fissate lateralmente ai pilastri, potranno essere suddivise in più parti.

I fori presenti tra i tegoli alari sopra la capriata in copertura andranno opportunamente tamponati al fine di evitare il passaggio dei fumi caldi tra un serbatoio di fumo e l'altro.

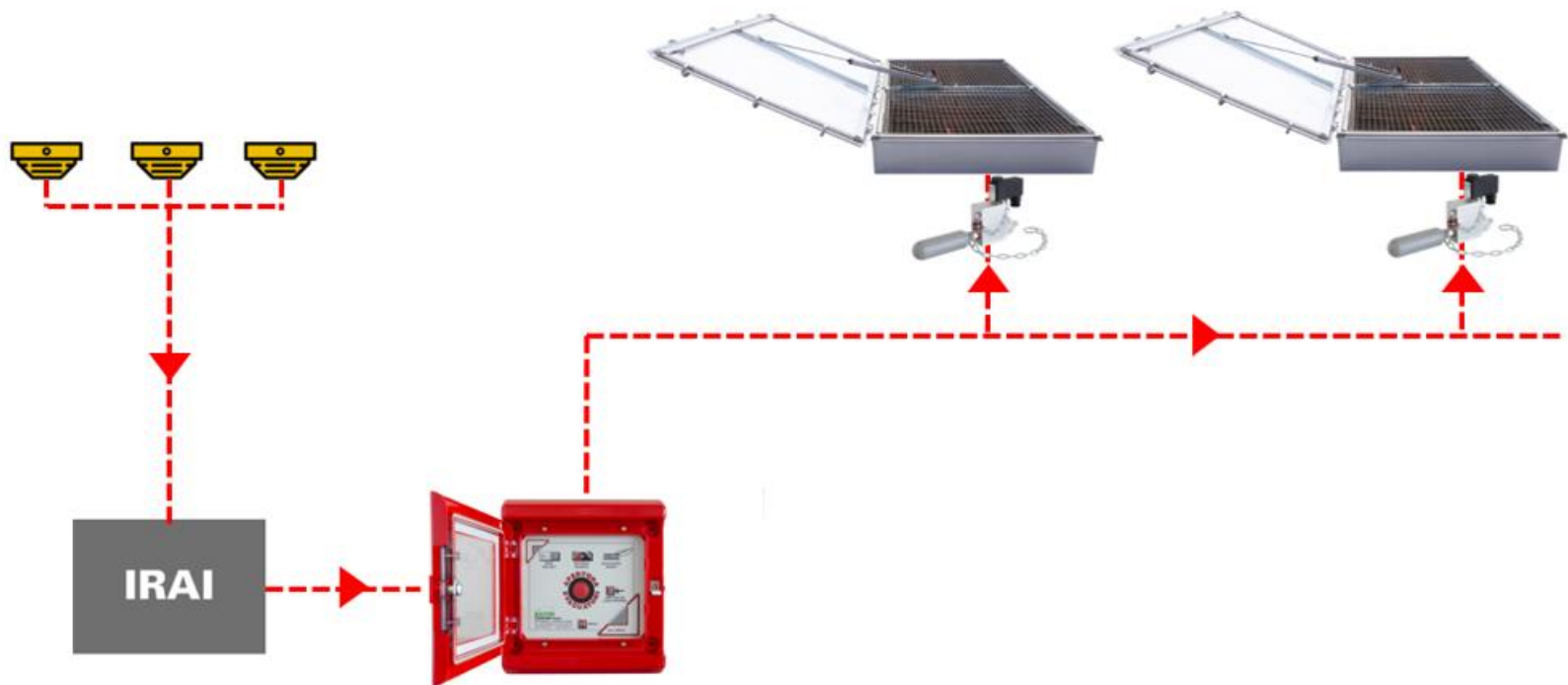
Le caratteristiche delle barriere al fumo sono indicate in Tabella 9.

Compartimento	Tipologia barriera	Numero barriere	Lunghezza [m]	Altezza [m]
Compartimento 1	SHF - DA180	1	40	Varia:
		1	40	1,95 sotto capriata
		1	37	4,00 sotto tegolo
		1	36	2,80 sotto trave

Tabella 9 – Quantità e dimensioni barriere al fumo



Schema impianto dei compartimenti a soffitto



RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA

PROGETTO DI IMPIANTO SENFC

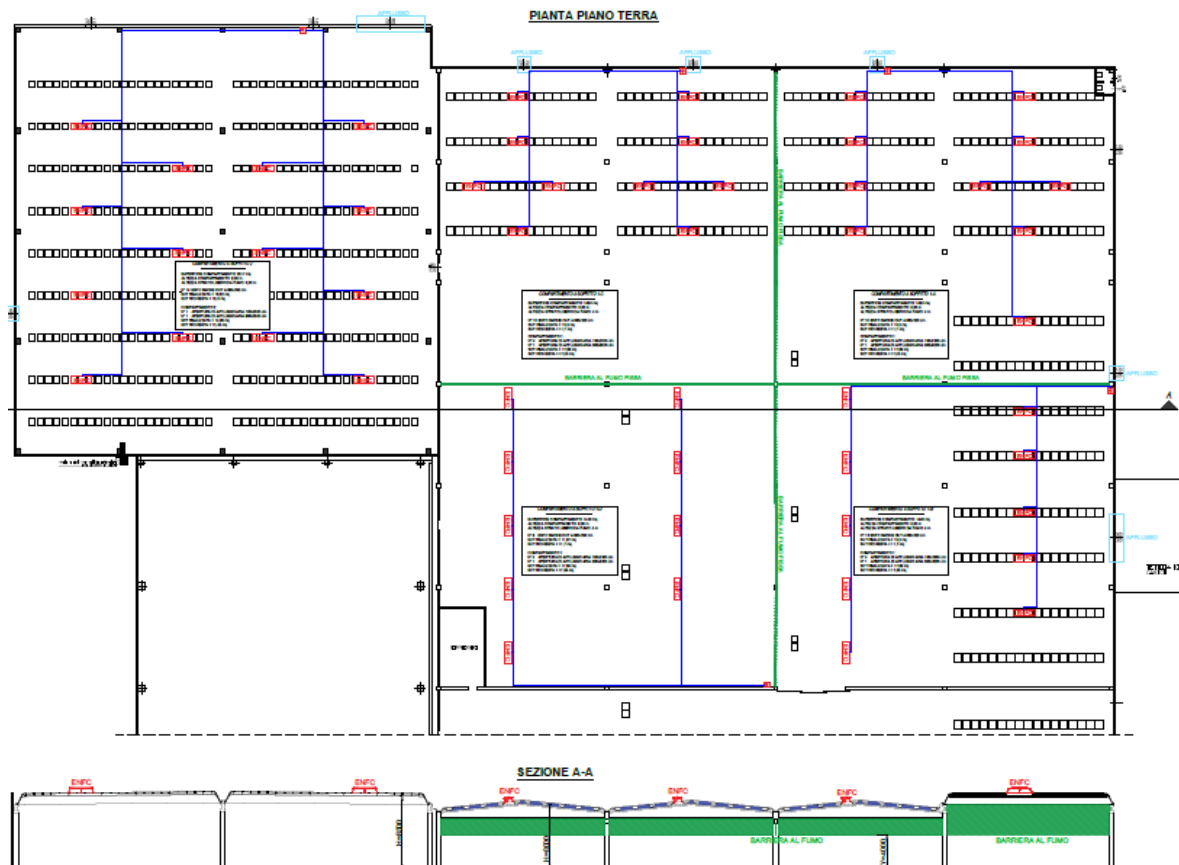
Impianto con Sistemi di Evacuazione Naturale di Fumo e Calore
a norma UNI 9494-1:2017



Proprietà	
Conduzione	
Ubicazione	
Destinazione d'uso	MAGAZZINO STOCCAGGIO CARTOTECNICA
Esecuzione progetto	ING. AHMED DABBAS

Timbro e firma

Codice	Revisione	Data	Descrizione
	00		Prima emissione





CASE STUDY: UN INCENDIO REALE PRESSO UN EDIFICIO COMMERCIALE

Anno: 2005

Luogo: Isola Rizza (VR) – complesso commerciale

PRIMA



Anno: 2005

Luogo: Isola Rizza (VR) – complesso commerciale

DOPO



PRODOTTI CAODURO PER IL CONTROLLO DI FUMI E CALORE

Chi siamo

ALCUNI NUMERI

1951	anno di fondazione
24'000 m ²	terreno
>16'000 m ²	superficie coperta
>60	collaboratori
>140	marchi registrati e brevetti

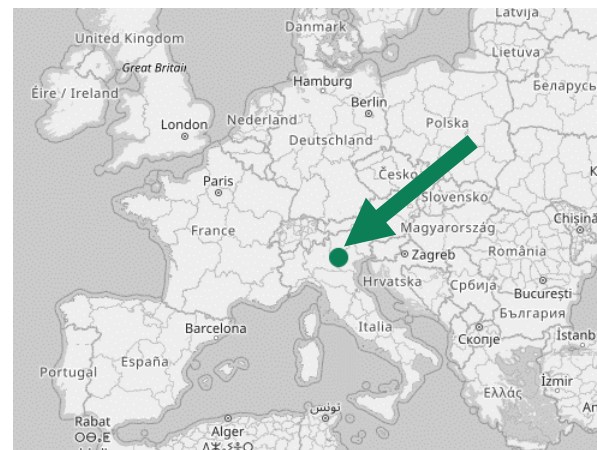


I NOSTRI PRODOTTI

Illuminazione zenitale

Sistemi di ventilazione naturale

Sistemi di controllo del fumo e del calore



Cosa facciamo

Realizziamo cupole e lucernari in polycarbonato per portare la luce zenitale negli ambienti.

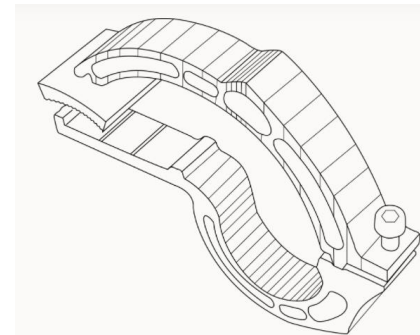


CARATTERISTICHE DEL POLICARBONATO

- Lastre di tipo neutro trasparente, bianco opal o Climate Control
- Materiale protetto ai raggi UV per garantire maggiore durata nel tempo contro l'ingiallimento
- Classificazione di reazione al fuoco B-s1-d0 secondo la norma EN 13501-1

IL FISSAGGIO CON IL MORSETTO BREVETTATO CAODURO®

- Può sopportare un carico concentrato a strappo fino a 200 kg
- L'installazione avviene evitando la foratura delle lastre, garantendo così l'integrità del prodotto ed assicurando la completa tenuta all'acqua



Cosa facciamo

CUPOLE MONOBLOCCO



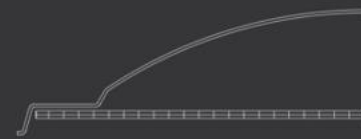
115 FX - parete semplice



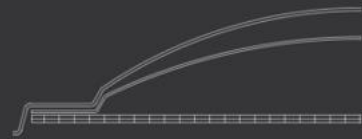
125 FX - parete doppia



126 FX - parete tripla



M125 FX - parete doppia



M126 FX - parete tripla



LUCERNARI CONTINUI



035 FX - parete semplice



035 FX - parete doppia



M35 FX - parete doppia



M35 FX - parete tripla



Per i Sistemi di Evacuazione Naturale di Fumo e Calore (SENFC)

- Smoke OUT®
- Smoke ARIES®
- Smoke OUT VERT
- Smoke SHED
- Smoke LAME
- Barriere al fumo e al fuoco
- Air FLOW

Per lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza

- Cupole e lucernari ad apertura elettrica
- Cupole ad apertura pneumatica
- Vertical
- Dispositivi per applicazione in verticale

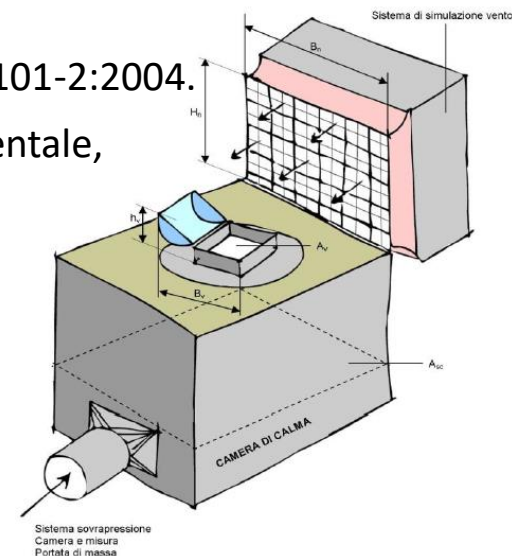
Un Evacuatore Naturale di Fumo e Calore (ENFC) è un dispositivo di protezione attiva antincendio appositamente progettato per spostare fumo e gas caldi all'esterno di un fabbricato in caso di incendio per mezzo delle forze ascensionali.

Il dispositivo deve essere marcato CE secondo la norma di prodotto UNI EN 12101-2:2004.

La superficie utile di apertura A_a dell'ENFC si determina con una prova sperimentale, in conformità con l'appendice B della norma.

La norma permette di classificare l'ENFC con determinate prestazioni.

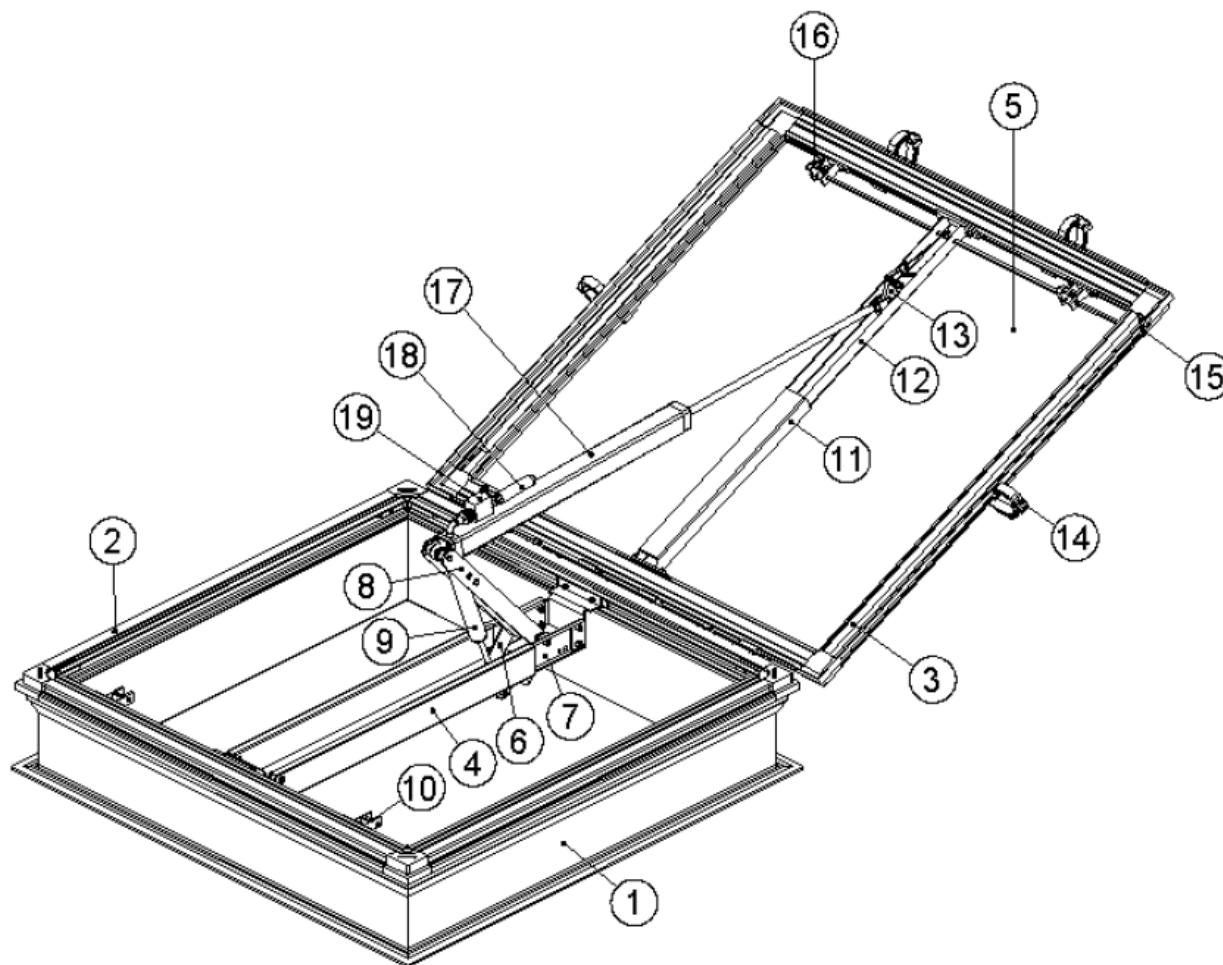
Requisiti di prestazione e classificazione	
Affidabilità	Re
Apertura sotto carico	SL
Bassa temperatura ambiente	T
Carico vento	WL
Resistenza al calore	B



Ogni ENFC deve essere munito di un dispositivo di azionamento individuale termosensibile di norma tarato a 68 °C, salvo diverse indicazioni.

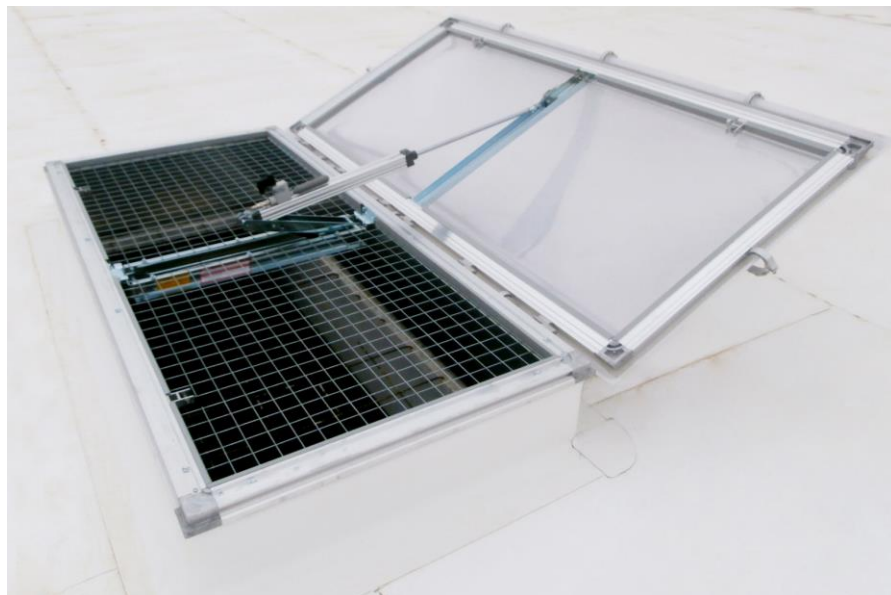


Come è fatto un ENFC a battente da tetto?

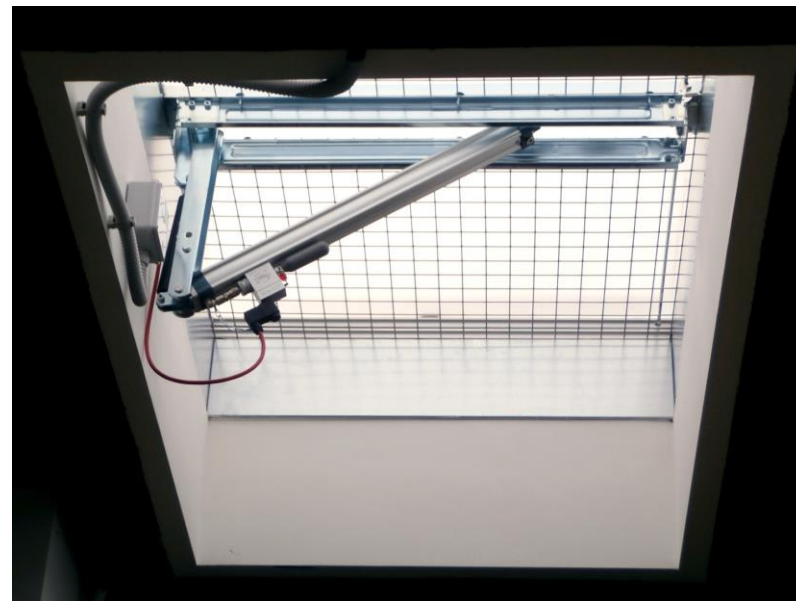


1	Basamento
2	Telaio inferiore
3	Telaio superiore mobile
4	Tubolare telescopico inferiore
5	Cupola - Lucernario
6	Staffa supporto deceleratore
7	Profilo telescopico inferiore
8	Staffe supporto cilindro
9	Deceleratore
10	Perno di aggancio
11	Tubolare telescopico superiore
12	Profilo telescopico superiore
13	Gruppo sgancio
14	Morsetti fissaggio cupola
15	Asta sblocco manuale
16	Ganci di chiusura
17	Cilindro pneumatico
18	Bombola di CO2
19	Gruppo di attuazione

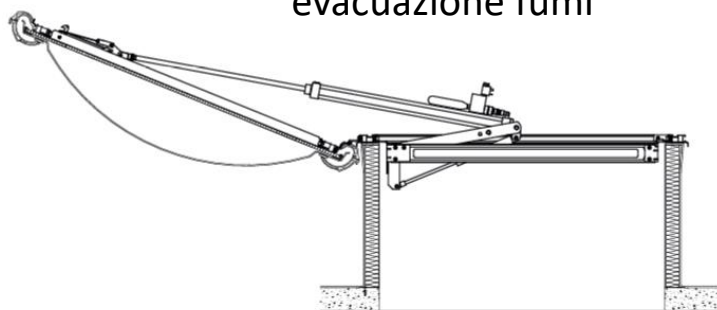
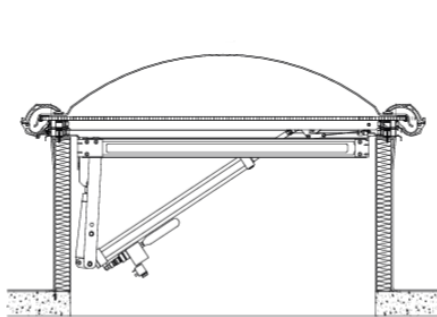
Come è fatto un ENFC a battente da tetto?



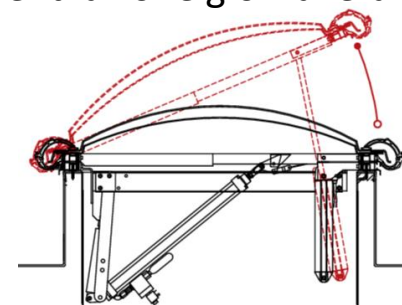
In posizione chiusa



In posizione aperta per
evacuazione fumi



In posizione aperta per
ventilazione giornaliera





Gli evacuatori naturali di fumo e calore in configurazione a battente da tetto sono prodotti da CAODURO® con il marchio **SMOKE OUT®**, conformi al regolamento UE N.305/2011, provvisti di marcatura CE, testati e certificati secondo la norma UNI EN 12101-2 da organismo notificato.

Il funzionamento è di tipo pneumatico.

Si possono applicare sia su cupole monoblocco sia su lucernari continui.

Gli ENFC SMOKE OUT® possono essere integrati con apertura elettrica a 230V per ventilazione giornaliera, certificati a 10000 cicli.

Possono ricevere il comando a distanza ad impulso sia elettrico sia pneumatico.





Il nuovo evacuatore di fumo e calore in configurazione a battente da tetto **SMOKE ARIES®**, provvisto di marcatura CE, testato e certificato secondo la norma UNI EN 12101-2 da organismo notificato, completa la gamma di evacuatori a battente da tetto ed è caratterizzato dal motore a funzionamento elettrico a 48V.

SMOKE ARIES® è caratterizzato da:

- Un unico motore elettrico sia per l'evacuazione fumi che per la ventilazione giornaliera;
- Nessun intervento manuale in copertura in caso di apertura accidentale: l'ENFC può essere chiuso da terra senza alcun rischio per la sicurezza degli operatori;
- Nessun costo di manutenzione dal momento che non necessita di materiali consumabili come le bombole di CO2.





Gli evacuatori naturali di fumo e calore a battente da parete **SMOKE OUT VERT**, sono conformi al regolamento UE N.305/2011, provvisti di marcatura CE, testati e certificati secondo la norma UNI EN 12101-2 da organismo notificato con superficie utile di apertura determinata in assenza di vento.

Il funzionamento è di tipo pneumatico o elettrico.

Gli ENFC SMOKE OUT VERT possono essere utilizzati per la ventilazione giornaliera, certificati a 10000 cicli.

Possono ricevere il comando a distanza ad impulso sia elettrico sia pneumatico.



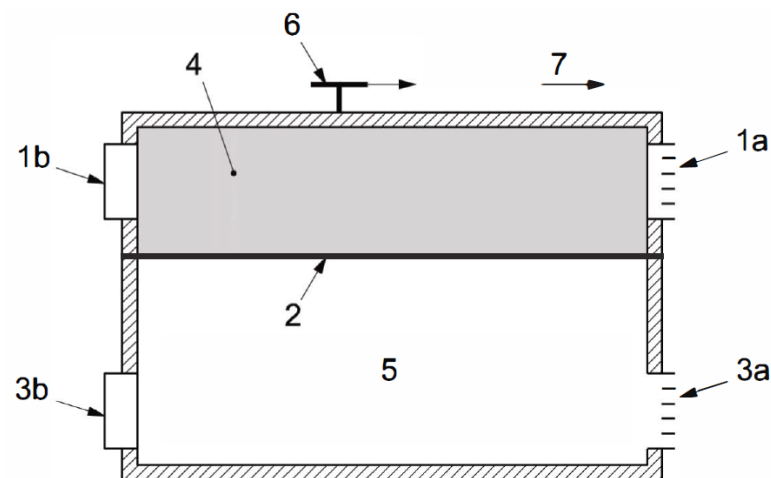
Gli ENFC installati sulle pareti di un edificio potrebbero essere esposti a sovrappressioni dovute agli effetti del vento, o essere investiti direttamente da correnti contrarie, che potrebbero respingere i fumi all'interno dell'edificio stesso. È necessaria un'attenta valutazione del progettista per valutare le reali condizioni di esercizio del SENFC.

L'appendice B della norma UNI 9494-1:2017 propone la soluzione di seguito rappresentata.

Schema SENFC con ENFC installati su pareti

Legenda

- 1 ENFC da parete (UNI EN 12101-2) (a = aperto, b = chiuso)
- 2 Barriera al fumo (UNI EN 12101-1)
- 3 Aperture per l'afflusso di aria esterna (a = aperto, b = chiuso)
- 4 Serbatoio fumo (compartimento a soffitto)
- 5 Ambiente da proteggere
- 6 Sistema per la misura della velocità ed il controllo della direzione del vento
- 7 Direzione del vento



Sono disponibili due facciate dell'edificio di cui almeno una è sempre sottovento.

La superficie utile totale di evacuazione (SUT) è realizzata in ogni serbatoio di fumo e su ognuna delle due facciate disponibili.

Analogamente la superficie corretta totale delle aperture di afflusso di aria fresca è realizzata su ognuna delle due facciate disponibili.

L'apertura degli ENFC è inibita nel caso il vento ne dovesse influenzare negativamente il funzionamento.



Gli evacuatori naturali di fumo e calore a battente **SMOKE SHED**, sono conformi al regolamento UE N.305/2011, provvisti di marcatura CE, testati e certificati secondo la norma UNI EN 12101-2 da organismo notificato.

Il funzionamento è di tipo pneumatico.

Possono ricevere il comando a distanza ad impulso sia elettrico sia pneumatico.

Sono progettati e brevettati con opportune appendici aerodinamiche a scomparsa, attivate esclusivamente al momento dell'apertura del dispositivo in caso d'incendio. Lo Smoke Shed, a differenza dello Smoke Out Vert, garantisce il valore di Aa (superficie utile di evacuazione) in presenza di vento laterale e contrario. Il dispositivo risulta privo di tutte quelle sporgenze che normalmente il mercato offre a vista, con un chiaro effetto antiestetico.





Gli ENFC a lamelle **SMOKE LAME TT** (da tetto) e **SMOKE LAME PT** (da parete, Aa determinata in assenza di vento), sono conformi al regolamento UE N.305/2011, provvisti di marcatura CE, testati e certificati secondo la norma UNI EN 12101-2 da organismo notificato.

La struttura di base è composta da telaio perimetrale e profili porta lamelle in alluminio estruso, completi di guarnizioni di battuta in EPDM. Le lamelle possono essere coibentate, nelle colorazioni neutro trasparente, bianco opal, oppure cieche.

Gli ENFC SMOKE LAME TT e PT possono essere usati per la ventilazione giornaliera, certificati a 10000 cicli di manovra.

Il funzionamento è di tipo pneumatico o elettrico.



Le barriere al fumo **SMOKE HOLD** sono conformi al regolamento UE N.305/2011, provviste di marcatura CE, testate e certificate secondo la norma UNI EN 12101-1 da organismo notificato.

Le **barriere al fumo fisse SMOKE HOLD-SHF** sono certificate DA 180 o DH 30.

Le **barriere attive SMOKE HOLD-SHA**, a funzionamento fail safe (in mancanza di alimentazione), sono costituite da un box porta rulli metallico zincato in cui è contenuta una barriera in tessuto flessibile di fibra di vetro, spalmato di polimero di alluminio di colore grigio su entrambi i lati, arrotolata su un rullo di avvolgimento con motore a 24V e con lunghezze pressoché illimitate.

Le **barriere al fumo attive SMOKE HOLD-SHA** sono certificate DA 180 o DH 120.



La norma di sistema UNI 9494 prevede che l'edificio protetto da evacuatori di fumo e calore sia dotato di aperture per l'afflusso di aria fresca, che entrino in funzione automaticamente e contemporaneamente all'attivazione del sistema di evacuazione fumo e calore.

Per questo è stato sviluppato il dispositivo di apertura a lamelle **AIR FLOW**, per applicazioni a parete nelle parti inferiori dei locali. È collegabile agli evacuatori CAODURO® e può essere utilizzato anche per la ventilazione dei locali. L'azionamento può essere sia di tipo pneumatico che elettrico.



«Le aperture di smaltimento fumo possono coincidere con quelle già ordinariamente disponibili per la funzionalità delle attività (es. finestre, lucernari, porte...).» Codice di prevenzione incendi – S.8.5.

La Caoduro ha implementato a tal proposito una gamma di dispositivi di apertura per smaltimento fumo che dia garanzie di:

- **qualità** → angolo di apertura ottimizzato per la fuoriuscita dei fumi
- **sicurezza** → garanzia di tenuta del dispositivo in posizione di chiusura (ganci) ed apertura (cordini).

Le aperture per smaltimento possono essere costituite sia da **cupole** e **lucernari**, sia da elementi per **applicazione in verticale**, provvisti di dispositivi di apertura elettrici o pneumatici.

Quali variabili considerare?

- **Tipo di applicazione:** da tetto o da parete
- **Tipo di attuatore:** elettrico (24V o 230V) o pneumatico
- **Dimensioni geometriche**
- **Angolo di apertura** del dispositivo

NOTA

Per aperture di smaltimento con significativo angolo di apertura è consigliata l'installazione della stazione meteo GUARDIAN.



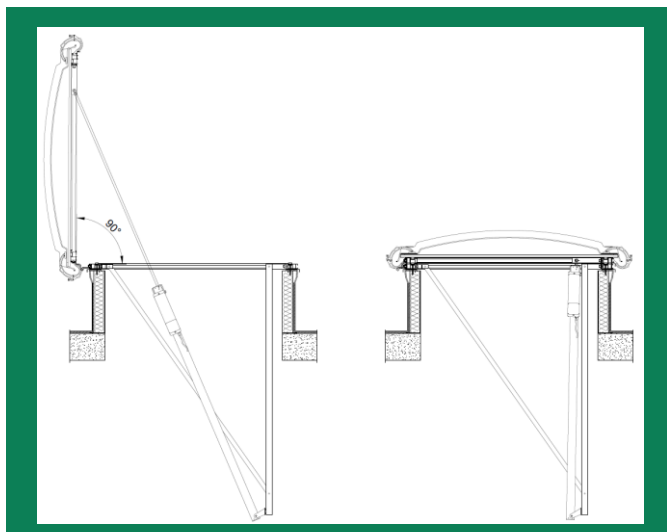


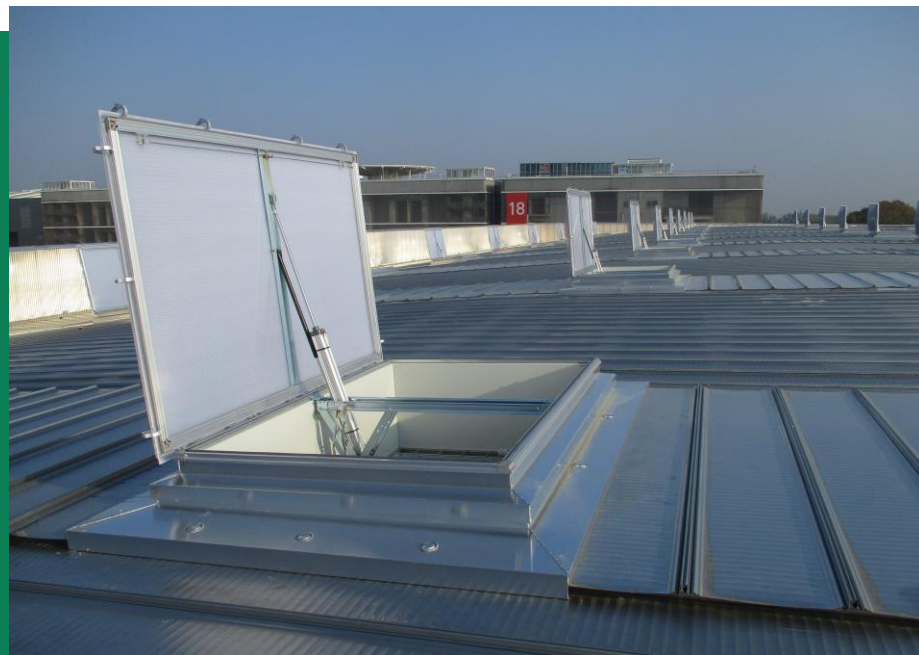
Angolo di apertura realizzabile:

- 90° fino a luce netta A=120 cm
- 45° da luce netta A=125 cm ad A=170 cm (cupole) – A= 185 cm (lucernari).

Alimentazione disponibile:

- 24V
- 230V.





Angolo di apertura realizzabile:

- 90° fino a luce netta A=170 cm.





Apertura elettrica a sollevamento verticale
per cupole e lucernari.

Alimentazione disponibile:

- 24V
- 230V.





Posizione delle cerniere:

- in basso
- in alto.

Angolo di apertura realizzabile: 90°.

Tipo di attuatore disponibile:

- elettrico (alimentazione 24V)
- pneumatico.

Ogni dispositivo appartenente al SENFC o di apertura per smaltimento fumo sarà dotato di BOX di comando e controllo con pulsanti di emergenza.



Sistema Caoduro: Illuminazione, Ventilazione, Sistema di controllo fumo e calore (SENFEC)



F. A. Q.

Che vantaggi ha il progettista a scegliere gli EFC?

Oltre alla garanzia della prestazione degli EFC fornita dalla marcatura CE, all'interno del Codice di prevenzione incendi si individuano alcune **misure compensative** in caso di scelta di un SEFC.

S.2 Resistenza al fuoco

Il valore del carico d'incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ è ridotto del **10%** se è presente il SEFC

S.3 Compartimentazione

Il SEFC permette di conferire l'attributo «*a prova di fumo*» a determinati compartimenti antincendio



S.4 Esodo

Il SEFC permette di incrementare le massime lunghezze d'esodo L_{es} e di corridoio cieco L_{cc} del **20%**

Come gestire l'interferenza tra EFC e sprinkler?

In caso di impiego congiunto di evacuatori di fumo e calore e sistema di estinzione del fuoco (es. impianto sprinkler) all'interno dello stesso ambiente, la norma raccomanda di combinare i due impianti in modo tale da salvaguardare la massima sicurezza e di ridurre il rischio di eventuali interferenze negative.

Il progettista dovrà adottare particolari accorgimenti sulla scelta delle temperature di intervento degli elementi termosensibili, a seconda del tipo di ambiente:

- elevato affollamento e basso carico di incendio (es. centro commerciale) → apertura primaria EFC
- ridotto affollamento ed elevato carico di incendio (es. magazzino) → apertura primaria sprinkler.

Di norma si tarano le temperature degli elementi termosensibili con 25°C di differenza (es. 68°C – 93°C)



Come gestire la presenza in copertura di impianti fotovoltaici ed EFC?

La norma UNI 9494-1:2017 indica:

Le parti combustibili costituenti la copertura devono essere protette da eventuali elementi incandescenti, trascinati dal fumo espulso, che potrebbero investire la copertura stessa. Tale obiettivo potrebbe essere raggiunto installando una fascia di materiale incombustibile di larghezza non minore di 0,5 m lungo il perimetro dell'ENFC.

Le circolari del Ministero inerenti le specifiche per l'installazione degli impianti fotovoltaici da tetto prescrivono particolare attenzione nel consentire il corretto funzionamento e la manutenzione degli EFC presenti.

In ogni caso i pannelli fotovoltaici, le relative condutture ed ogni altro dispositivo non dovranno distare meno di 1 metro dagli EFC.





GRAZIE

Ing. Ahmed Dabbas

Email: tecnico5@caoduro.it

Cellulare: 335 7171450

Caoduro S.p.A.

Email: info@caoduro.it

Telefono: 0444 945959

Sito: <https://caoduro.it/>