



AICARR

Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria Riscaldamento e Refrigerazione



SISTEMI PER IL CONTROLLO E L'EVACUAZIONE DI FUMO E CALORE IN CASO DI INCENDIO

Aggiornamenti normativi e tecnologici

Roma, 1 marzo 2012





AICARR

Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria Riscaldamento e Refrigerazione



Norme CEN e Norme UNI relative ai Sistemi di Evacuazione Fumo e Calore (SEFC)

Giacomo Villi

Dipartimento di Ingegneria Industriale

Università degli Studi di Padova



Introduzione

Durante un incendio si liberano nell'ambiente fumo, gas tossici e irritanti, calore;

Il calore rappresenta il pericolo principale per le persone che si trovino nelle immediate vicinanze del punto di origine dell'incendio;

Fumo e gas prodotti dalla combustione minacciano la sicurezza delle persone presenti anche in zone più lontane dalla sede dell'evento.



Introduzione

La presenza di fumo riduce la visibilità, impedendo ai presenti l'individuazione e il raggiungimento delle uscite del locale. Ne risulta, quindi, un pericoloso rallentamento nella velocità di esodo;

L'esposizione ai gas tossici prodotti dalla combustione può inoltre determinare in breve tempo la condizione di inabilitazione, con parziale o completa inibizione dell'efficienza fisica e conseguente riduzione della capacità di fuga.



Introduzione

Fire Conditions for Smoke Toxicity Measurement

Richard G. Gann, Vytenis Babrauskas and Richard D. Peacock

Building and Fire Research Laboratory, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD 20899, USA

and John R. Hall, Jr

Fire Analysis & Research Division, National Fire Protection Association, Quincy, MA 02269-9101, USA

Table 1. Civilians killed by smoke inhalation in structure fires, by final extent of flame damage and victim location, annual average of 1986-1990 fires reported to fire departments

Victim location	Final extent of flame damage		Total
	Confined to room of origin	Extended beyond room of origin	
Intimate with ignition of fire	12 (1.6%)	29 (3.7%)	42 (5.2%)
In room of fire origin but not intimate with ignition of fire	46 (5.8%)	69 (8.8%)	115 (14.5%)
Outside room of fire origin	114 (14.3%)	522 (65.8)	636 (80.1%)
Unclassified	0 (0.0%)	1 (0.1%)	1 (0.1%)
Total	172 (21.7%)	621 (78.3%)	793 (100.0%)

Source: 1986-90 NFIRS and NFPA survey.



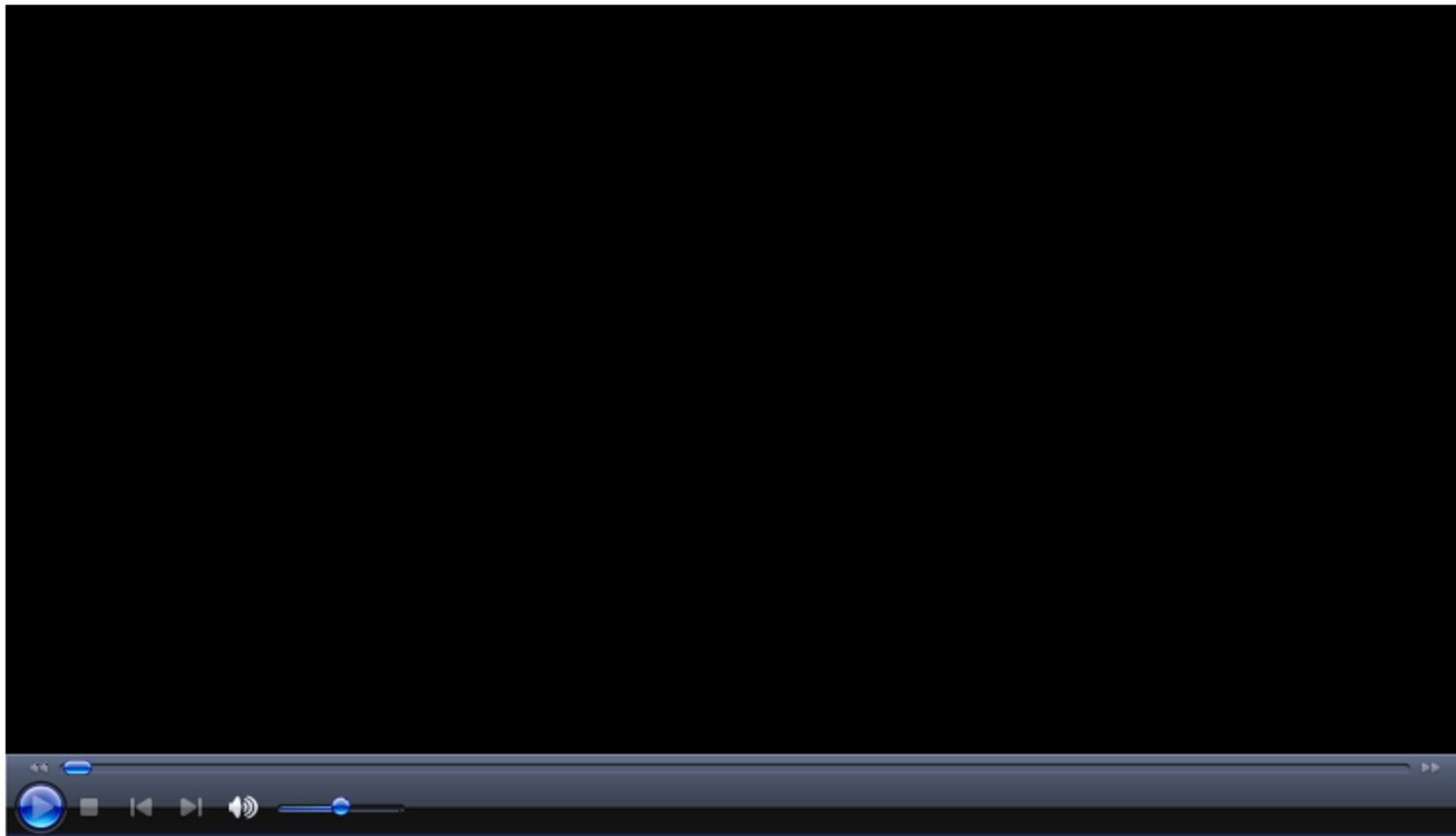
Oggetto della presentazione

Obiettivi della presentazione:

- I sistemi di evacuazione fumo e calore (SEFC);
- Normativa vigente di riferimento (di prodotto/sistema);
- prUNI 9494-2. L'evacuazione forzata di fumo e calore (campo di applicazione, terminologia, criteri di dimensionamento, indicazioni per la progettazione, selezione dei componenti).



Sistemi di evacuazione di fumo e calore (SEFC)

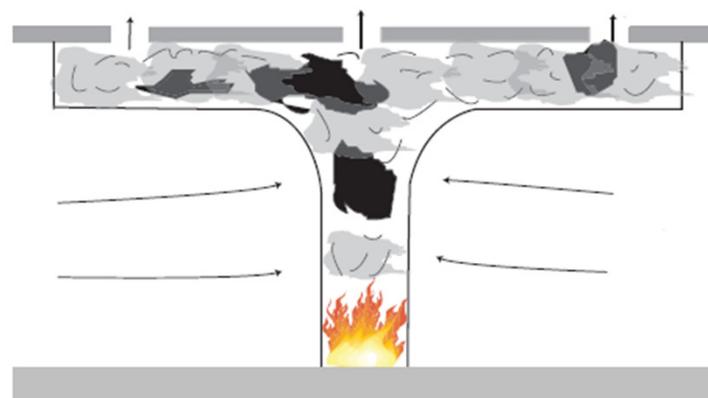
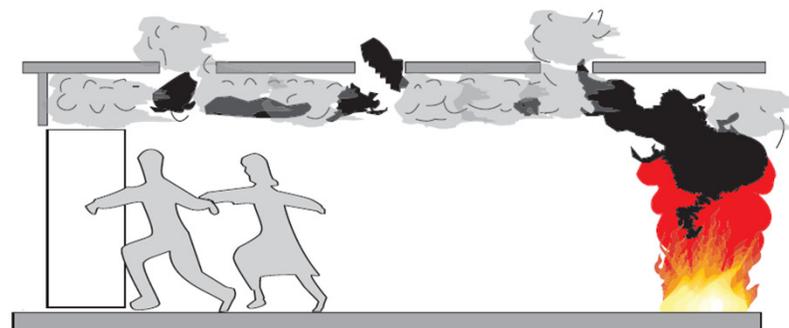




Sistemi di evacuazione di fumo e calore (SEFC)

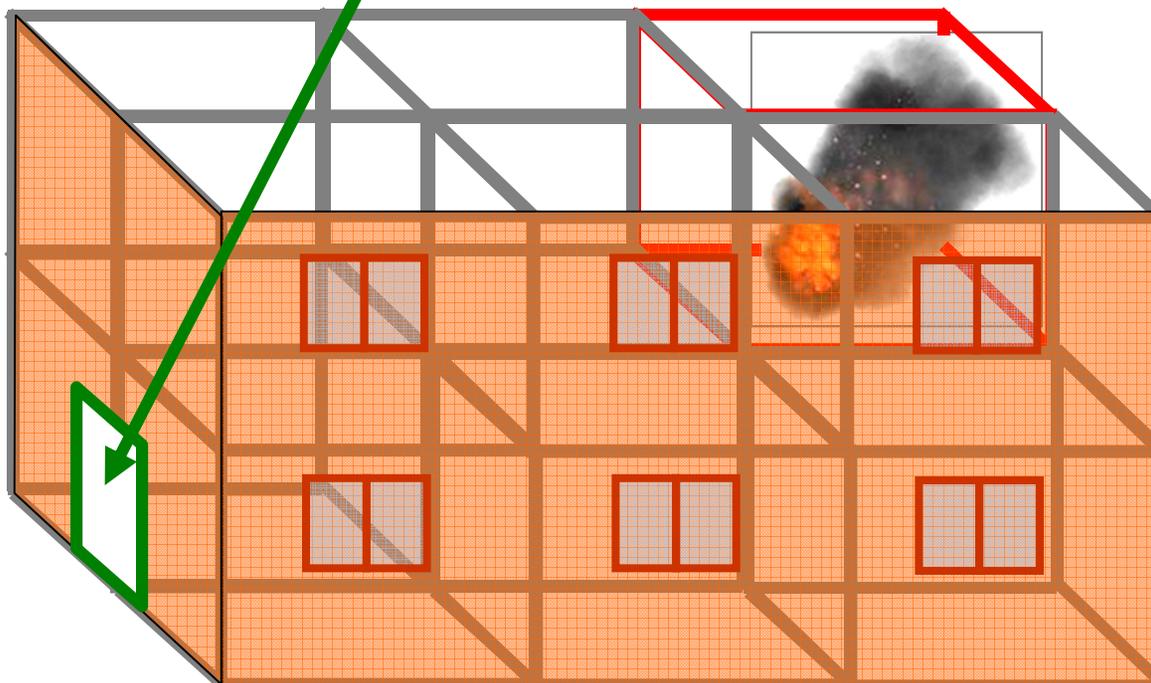
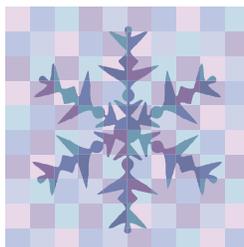
La quantità di fumo prodotta dipende principalmente dalle dimensioni dell'incendio;

La colonna di fumo e di gas che si eleva dal focolaio dell'incendio risucchia al suo interno l'aria presente nell'ambiente, portandola, più calda, nella parte sommitale del locale.





Sistemi di evacuazione di fumo e calore (SEFC)





Sistemi di evacuazione di fumo e calore (SEFC)

Sistema di evacuazione di fumo e calore (SEFC): componenti selezionati per lavorare congiuntamente al fine di evacuare fumo e calore in modo da creare uno strato in sospensione di gas caldi al di sopra di aria più fredda e più pulita.

→ *Integrazione dei componenti in un sistema*



Sistemi di evacuazione di fumo e calore (SEFC)

Gli obiettivi dei sistemi di evacuazione di fumo e calore (SEFC) riguardano i punti che seguono:

- Mantenere le vie di esodo e gli accessi ai locali interessati dall'incendio liberi da fumo;
- Ritardare e/o prevenire le condizioni di sviluppo generalizzato dell'incendio (*“flash-over”*);
- Agevolare le operazioni delle squadre di intervento contro l'incendio;
- Limitare i danni agli impianti e alle merci;
- Ridurre le sollecitazioni termiche sulle strutture;
- Ridurre i danni provocati dalle sostanze tossiche o corrosive originate dalla combustione.



Normativa di riferimento vigente

UNI EN 12101-1: 2006 → Specifiche per le barriere al fumo;

UNI EN 12101-2: 2004 → Specifiche per gli evacuatori naturali di fumo e calore;

UNI EN 12101-3: 2004 (EC 2007) → Specifiche per gli evacuatori forzati di fumo e calore;

UNI EN 12101-6: 2005 (EC 2007) → Specifiche per i sistemi a differenza di pressione – Kit;

UNI EN 12101-10: 2006 (EC 2007)
→ Apparecchiature di alimentazione.



Normativa di riferimento vigente

UNI EN 15423: 2008 → Ventilazione degli edifici -
Misure antincendio per i sistemi di distribuzione dell'aria negli edifici. (In particolare, la norma si applica a tutti i sistemi di distribuzione dell'aria, inclusi i sistemi misti (“*dual purpose*”), i locali tecnici o gli spazi in cui sono installati dispositivi di supporto alla ventilazione di un edificio).



Normativa di riferimento vigente

UNI EN 12101-7:2011 → Sistemi per il controllo fumo e calore. Condotte per il controllo dei fumi;

UNI EN 12101-8:2011 → Sistemi per il controllo fumo e calore. Serrande per il controllo dei fumi.



Uno scenario in continua evoluzione...

Attività CEN/TC 191/SC 1:

- PrEN 12101-9 Smoke and heat control systems – Part 9: Control panels → WG 7;
- PrEN 12101-11 Smoke and heat control systems – Part 11: Smoke control in covered vehicles parks → WG 9;
- PrEN 12101-12 Smoke and heat control systems – Part 12: SHEVS design for using time dependent fires → WG 5;
- PrEN 12101-13 Smoke and heat control systems – Part 13: Pressure differential systems – Design and calculation methods, acceptance testing and maintenance of installation → WG 6.

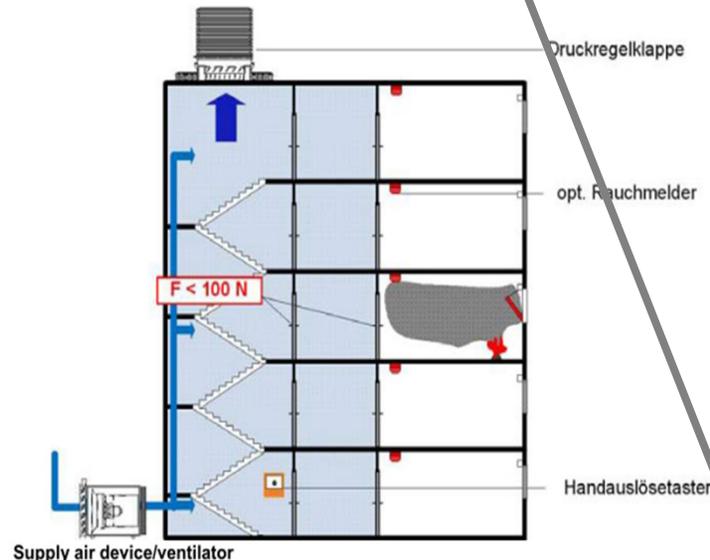


Uno scenario in continua evoluzione...

Tratto da:
VDMA 24188 “Smoke protection measures in stairwells – Smoke ventilation, smoke dispersal, smoke control”.
Ed. Giugno 2011.

A controlled overpressure is built up in the stairwell which is greater than the fire area overpressure at the upper edge of the door. A pressure difference of $\Delta p=15$ Pa is recommended as a minimum pressure and one that must be documented at the time of acceptance.¹

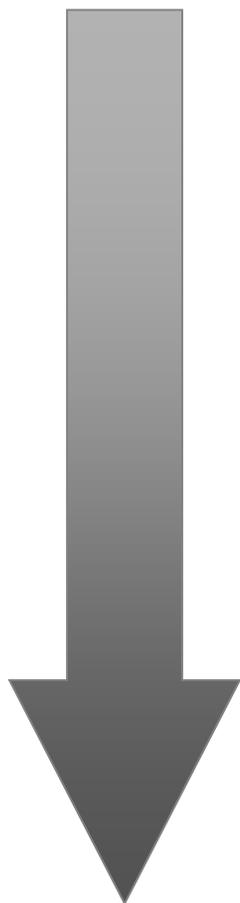
When doors are closed, the pressure difference between stairwell and adjoining space generates high flow velocities from the stairwell to the adjoining space in the area of the gaps around the door (the prerequisite for this is sufficient flow opportunities) and ensures that no smoke can make its way into the stairwell through the leakage surfaces above the door (see Figure 4). The door-opening force F_T may not be greater than 100 N at any time. The maximum overpressure must be limited accordingly, depending on door sizes and door closers. (□ see the sample calculation in Section 4.5.3. Maximum door opening force)



¹ In contrast to this recommendation, 50 Pa is defined as the minimum pressure in DIN EN 12101-6. This is however often only with difficulty or not at all to be implemented with simultaneous adherence to the permitted door opening forces. The Standard is currently being revised in light of these circumstances.



L'evacuazione di fumo e calore in Italia



1977: Concordato Italiano Antincendio: Sistemi per l'evacuazione dei fumi.

1989: UNI - CNVVF: UNI 9494 - Evacuatori di fumo e calore. Caratteristiche, dimensionamento e prove (rev. 2007).

2011: Inchiesta pubblica prUNI 9494-1 (“Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Naturale Fumo e Calore”) e prUNI 9494-2 (“Progettazione e installazione dei sistemi di Evacuazione forzata fumo e calore”)



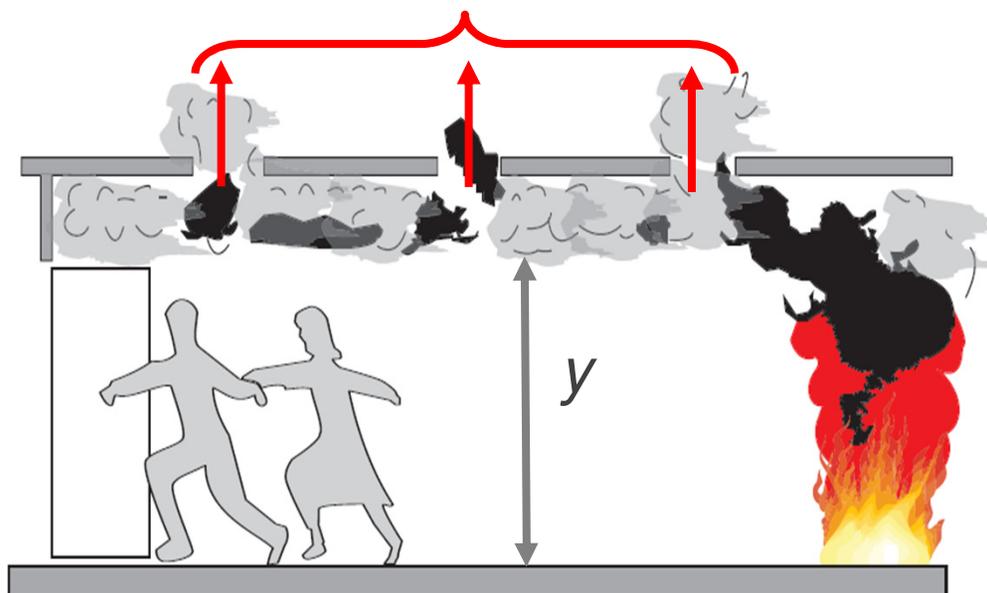
SENFEC e SEFFEC

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 densità risultante dalla stratificazione termica;

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



SENFEC e SEFFC



Strato di aria libera da fumo (y): Zona compresa tra il 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.



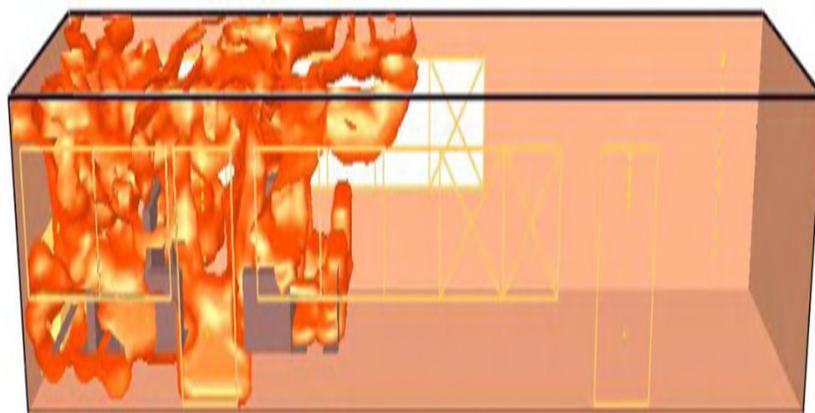
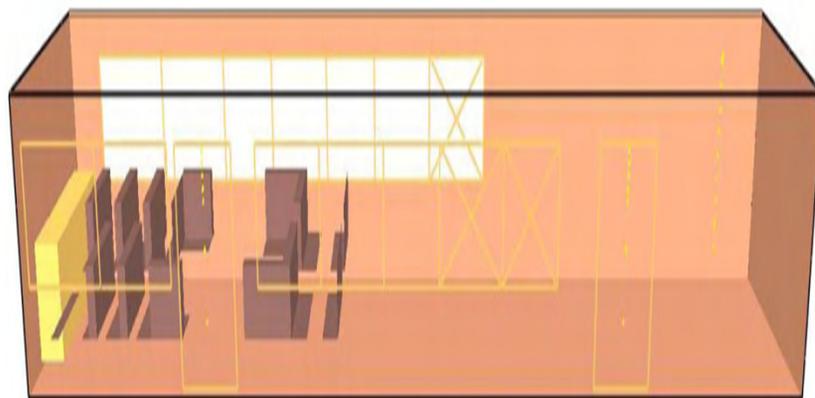
SENFEC e SEFFEC

Gli impianti di evacuazione forzata hanno peculiarità interessanti che giustificano l'interesse normativo di cui sono stati oggetto:

- Portata d'aria misurabile;
- Permettono di limitare le forometrie in copertura;
- Danno la possibilità di estrazione dei fumi freddi;
- Danno la possibilità di installazioni lontane dai locali a rischio;
- Un impianto unico può servire più compartimenti;
- Possono essere utilizzabili anche per la ventilazione dei locali o in impianti “*dual purpose*”.



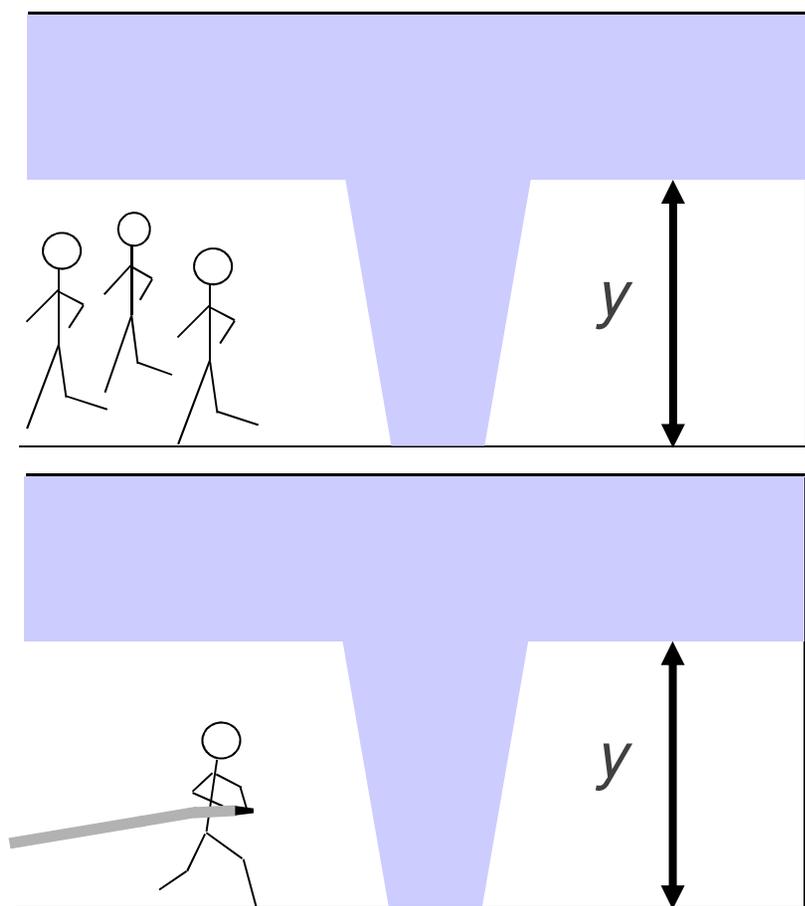
Criteri di dimensionamento (prUNI 9494)



Velocità di propagazione dell'incendio: Velocità di avanzamento del fuoco all'interno della zona interessata dall'incendio (→ indice della possibilità di propagazione delle fiamme dal punto d'innescio alle zone limitrofe).



Criteri di dimensionamento (prUNI 9494)



Durata convenzionale di sviluppo dell'incendio:
Tempo che si suppone intercorra tra lo scoppio dell'incendio e l'inizio delle operazioni di estinzione assunto per il dimensionamento del sistema.



Criteria di dimensionamento (prUNI 9494)

**Velocità di propagazione
dell'incendio**

**Durata convenzionale di
sviluppo dell'incendio**

Gruppo di dimensionamento:
Grandezza adimensionale intera
(con valore compreso tra 1 e 5) che
descrive la criticità dell'ambiente oggetto
dello studio corrente.



Criteri di dimensionamento (prUNI 9494)

Il dimensionamento dei sistemi di evacuazione fumo e calore dipende:

- Dall'altezza libera da fumi desiderata;
- Dal gruppo di dimensionamento (determinato in base alle ipotesi progettuali circa tempo convenzionale di sviluppo dell'incendio e velocità media di propagazione del fuoco).

Al dimensionamento del sistema contribuisce, nel caso di estrazione forzata (SEFFC), anche il rilascio termico specifico (kW/m^2) considerato.



Criteri di dimensionamento (prUNI 9494)

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.



Criteri di dimensionamento (prUNI 9494/1)

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
≤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.



Criteri di dimensionamento (prUNI 9494/2)

Colonna	1	2	3	4
Riga	Tempo convenzionale di sviluppo dell'incendio (min)	Velocità di propagazione dell'incendio		
		Molto bassa	Media	Molto alta
1	≤ 5	1	2	3
2	≤ 10	2	3	4
3	≤ 15	3	4	5
4	≤ 20	4	5	-



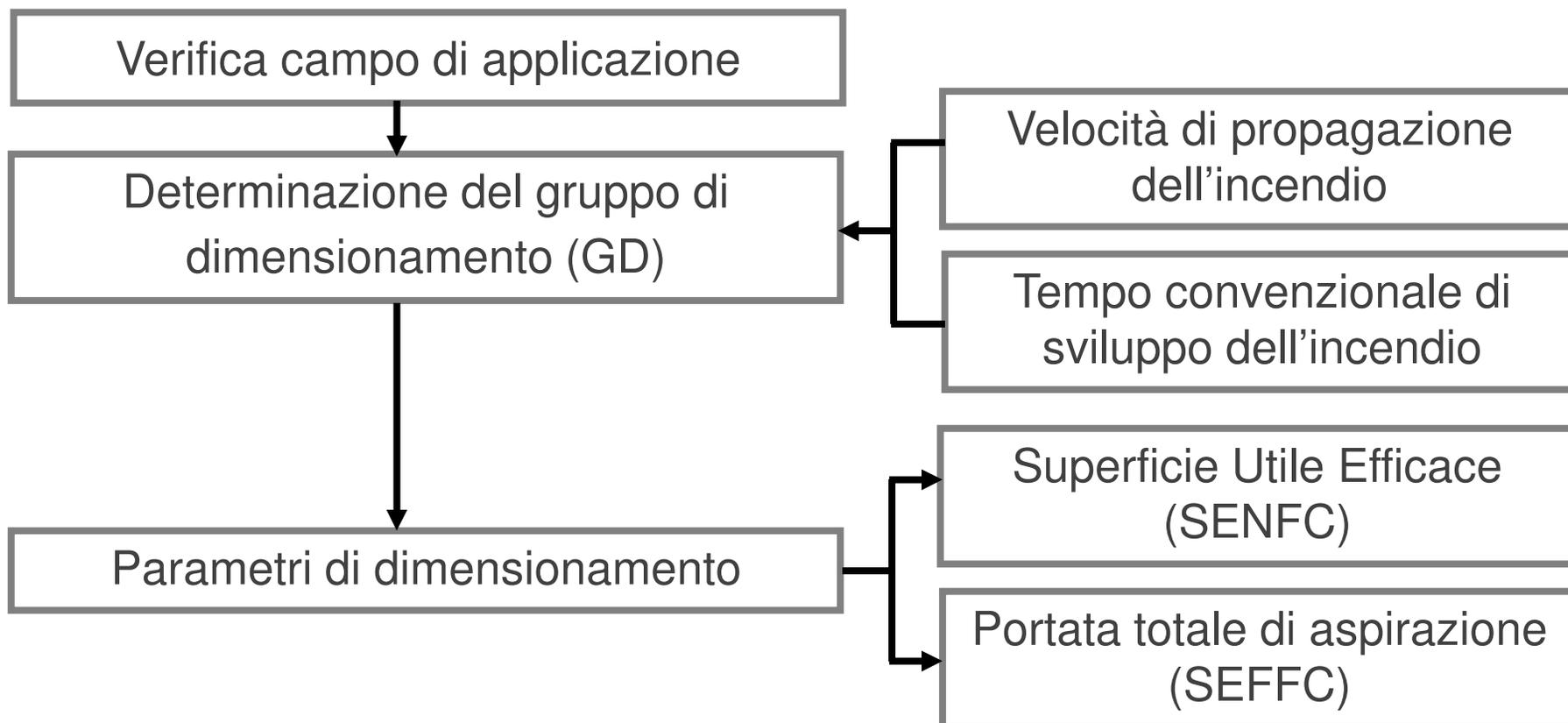
Esempio guidato di dimensionamento SEFC

Si consideri un locale di 750 m² e valgano le ipotesi che seguono;

- Il locale in questione sia dotato di impianto sprinkler e di sistema di rivelazione incendio in grado di azionare automaticamente il SEFC presente;
- Nel locale siano presenti scaffalature di altezza fino a 3 m;
- Il locale abbia altezza pari a 5 m; si desideri mantenere un'altezza libera da fumi di 3 m.



Esempio guidato di dimensionamento SEFC





1) Verifica soddisfacimento campo di applicazione

I Sistemi di Evacuazione Fumo e Calore (SEFC) riguardano ambienti:

- Di altezza minima di 3 m;
- Aventi superficie minima di 600 m²;
- I locali da proteggere devono inoltre avere superficie ≤ 1600 m² o essere suddivisi tramite barriere al fumo in compartimenti a soffitto di superficie massima pari a 1600 m².

Le indicazioni fornite possono essere comunque prese in considerazione anche nel caso di installazioni non rientranti a rigore nel campo di applicazione;

In ogni caso, al di fuori del campo di applicazione e/o per i casi limite, è previsto il ricorso alle procedure della FSE.



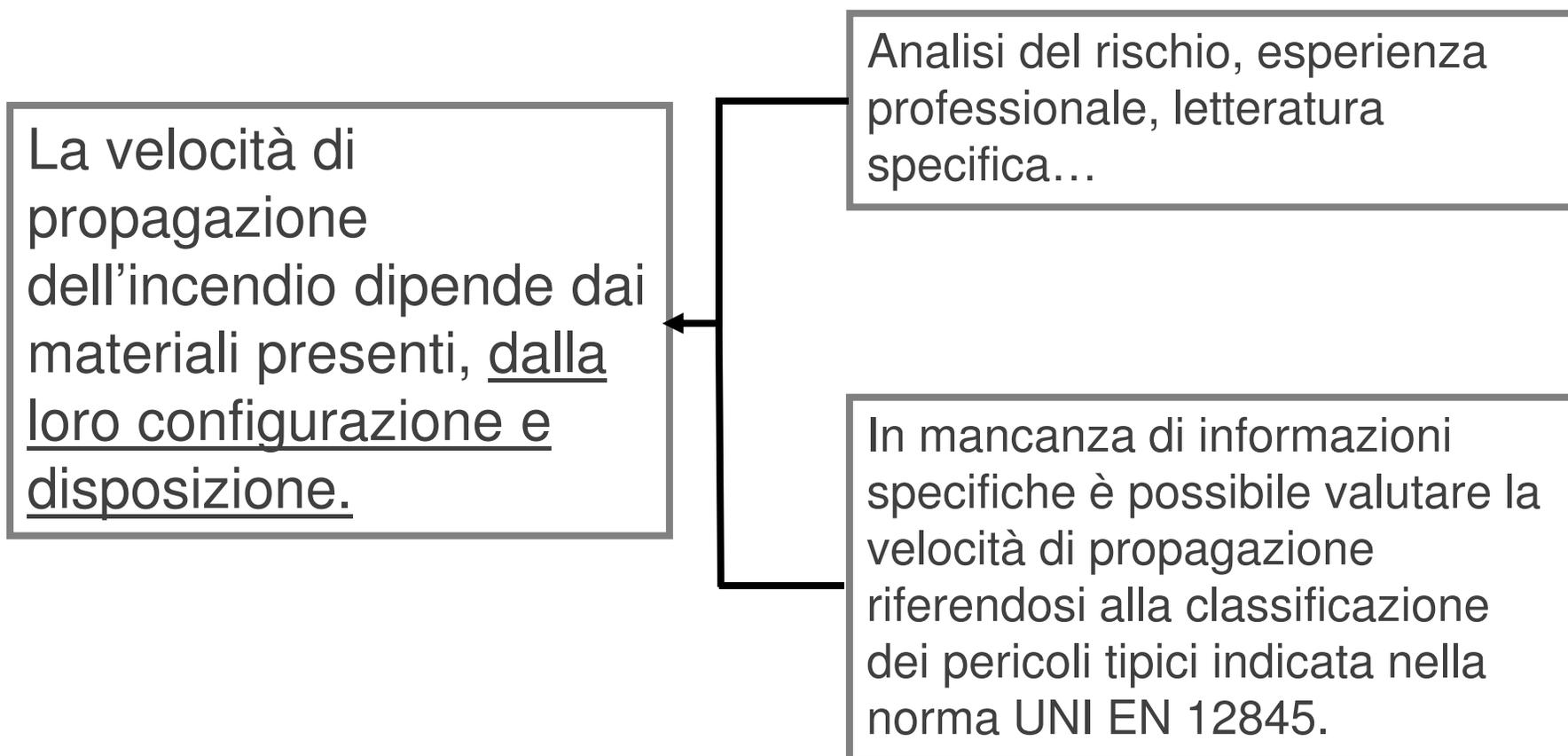
1) Verifica soddisfacimento campo di applicazione

Non è esclusa infatti la possibilità di installare impianti SEFC anche per superfici minori a 600 m² o maggiori a 1600 m² laddove ne sia riscontrata l'effettiva necessità per superfici inferiori o l'impossibilità di maggiori suddivisioni per superfici maggiori;

La progettazione e il dimensionamento, in detti casi, dovranno essere oggetto di specifici approfondimenti e analisi di fattibilità.



2) Determinazione dei parametri da cui dipende il gruppo di dimensionamento – La velocità di propagazione dell'incendio





3) Determinazione dei parametri da cui dipende il gruppo di dimensionamento – Il tempo convenzionale di sviluppo dell'incendio

Il tempo convenzionale di sviluppo dell'incendio dipende da due parametri:

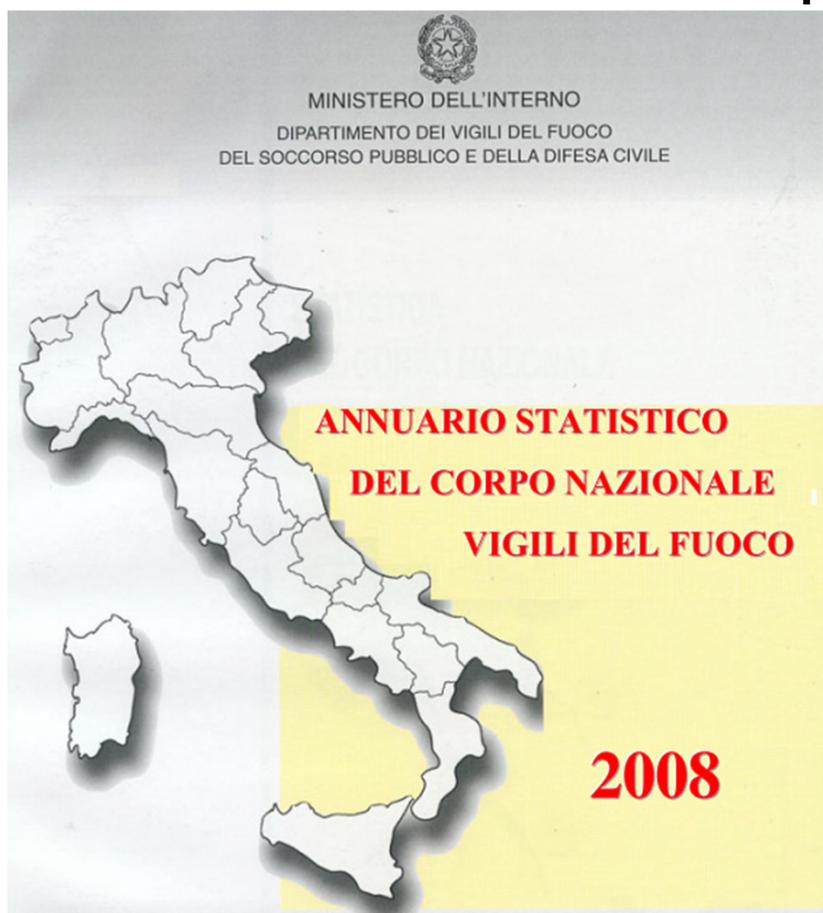
- Tempo di allarme;
- Tempo di intervento.

Il tempo di allarme si riferisce al tempo che intercorre tra lo scoppio dell'incendio e il momento dell'allarme:

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



3) Determinazione dei parametri da cui dipende il gruppo di dimensionamento – Il tempo convenzionale di sviluppo dell'incendio



ANNI DI RIFERIMENTO	TEMPO MEDIO DI ARRIVO (uscita sede/arrivo sul luogo)			DURATA MEDIA DI INTERVENTO (inizio e chiusura operazioni)		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008
MATERA	10	12	13	52	53	66
MESSINA	10	29	9	59	56	55
MILANO	18	12	14	59	37	35
MODENA	13	13	14	37	41	41
NAPOLI	8	9	9	60	65	73
NOVARA	11	12	14	43	44	49
NUORO	11	11	11	46	54	47
ORISTANO	10	10	11	42	44	50
PADOVA	16	12	12	49	48	50
PALERMO	11	11	10	55	57	54
PARMA	11	13	13	66	52	51
PAVIA	10	13	13	61	56	57
PERUGIA	14	14	15	42	44	47
PESARO	10	12	13	44	43	38
PESCARA	10	10	12	44	54	47
PIACENZA	10	11	12	47	43	47
PISA	11	15	12	39	37	38
PISTOIA	12	11	22	41	36	38
PORDENONE	10	10	11	46	38	37
POTENZA	17	19	19	66	76	71
PRATO	15	29	16	31	48	40
RAGUSA	11	31	11	63	51	49
RAVENNA	9	11	9	43	44	45
REGGIO CALABRIA	11	13	30	59	63	80
REGGIO EMILIA	9	9	9	38	42	39
RIETI	16	17	18	49	68	50
RIMINI	14	13	13	32	32	30
ROMA	15	13	26	38	37	103
ROVIGO	11	13	12	69	71	72
SALERNO	11	11	11	57	64	86
SASSARI	10	19	10	37	40	40
SAVONA	9	9	9	46	54	62
SIENA	13	12	14	56	40	42
SIRACUSA	9	11	9	57	58	55
SONDRIO	12	13	14	47	52	60
TARANTO	15	16	15	41	42	48
TERAMO	11	14	11	45	51	47
TERNI	9	21	10	56	58	62
TORINO	13	48	13	47	46	50
TRAPANI	11	14	10	52	52	56
TREVISO	15	13	21	50	74	52
TRIESTE	6	5	6	42	42	43
UDINE	11	11	11	63	61	63
VARESE	13	12	13	47	55	47
VENEZIA	13	14	14	44	41	39
VERBANO-CUSIO-OSSOLA	11	12	11	51	57	60
VERCELLI	12	13	14	51	55	54
VERONA	13	14	16	52	56	49
VIBO VALENTIA	10	11	11	57	60	65
VICENZA	20	14	14	38	42	44
VITERBO	15	16	15	44	57	49



4) Determinazione del gruppo di dimensionamento

Si supponga di poter valutare in “media” la velocità di propagazione dell’incendio data la tipologia dei materiali presenti;

Sia il tempo convenzionale di sviluppo dell’incendio dato dalla somma di:

- 0 min (← Attivazione SEFC comandata automaticamente da sistema di rivelazione incendio);
- 10 min (← Ipotesi circa tempi di intervento squadre soccorso).

Segue la possibilità di fissare in “3” il gruppo di dimensionamento risultante.



4) Determinazione del gruppo di dimensionamento

Lo stoccaggio del materiale in verticale comporta, a parità di materiale, una velocità di propagazione maggiore → Se nel compartimento sono immagazzinati materiali con altezza maggiore di 1,5 metri, il gruppo di dimensionamento deve essere aumentato di un'unità;

Il gruppo di dimensionamento risultante dalle ipotesi circa velocità di propagazione e tempo convenzionale dell'incendio può essere ridotto di una unità in presenza di un impianto di estinzione automatico.



Determinazione del gruppo di dimensionamento

L'attivazione dell'eventuale impianto sprinkler presente riduce il rilascio termico, la temperatura dei fumi e la quantità di fumo che alimenta lo strato a soffitto;

La riduzione della temperatura dei fumi beneficia in particolar modo i SEFFC in termini di aumento della portata di massa elaborata.

K.3.1 Local effects of the sprinkler spray on nearby natural ventilators can reduce the efficiency of those ventilators. Since it is usually unlikely in a successful design that more than one natural ventilator will be affected, it is possible to adopt the guideline of discounting one ventilator.

It is necessary to always fit at least one more ventilator than is recommended by design calculations that ignore local SHEV/sprinkler interactions.

K.3.2 Each fan intake can be regarded as equivalent to a natural ventilator for the purposes of K.3.1.

Fonte: *CEN/TR 12101-5: Guidelines on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat exhaust ventilation systems*



Parametri di dimensionamento SENFEC

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;

Il rapporto tra la superficie totale corretta delle aperture di afflusso dell'aria e la SUT deve essere maggiore o uguale a 1,5 (N.B.: la SUT non è più esprimibile come percentuale in funzione della superficie del locale).



Parametri di dimensionamento SENFC

Altezza del locale (m)	Altezza dello strato di fumo(m)	Altezza dello strato libero da fumo (m)	SUT_{EFC} (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



Parametri di dimensionamento SEFFC

Fissato il gruppo di dimensionamento, è possibile ricavare la portata necessaria di estrazione (m^3/h) in funzione della sola altezza libera da fumi desiderata e del rilascio termico considerato ($300 \text{ kW}/\text{m}^2$ oppure $600 \text{ kW}/\text{m}^2$).



Parametri di dimensionamento (SEFFC – 300 kW/m²)

Riga	Spessore dello strato libero da fumo (m)	Gruppo di dimensionamento				
		1	2	3	4	5
1	2,5	29 000	46 000	75 000	128 000	223 000 ¹
2	3	34 000	55 000	88 000	145 000	248 000
3	4	43 000	72 000	115 000	184 000	303 000
4	5	50 000	85 000	143 000	229 000	366 000
5	6	59 000	96 000	165 000	276 000	436 000
6	7	73 000	105 000	183 000	311 000	512 000
7	8	88 000	121 000	197 000	342 000	580 000
8	9	105 000	143 000	206 000	368 000	633 000
9	10	123 000	166 000	231 000	387 000	681 000

Nota: 1) In questa condizione è lecito supporre condizioni di incendio generalizzato (*flash-over*) che rendono il sistema SEFFC inefficace nella creazione di uno strato libero da fumo per proteggere le persone presenti nel locale. È quindi necessario modificare il progetto per ottenere un Gruppo di Dimensionamento minore.



Parametri di dimensionamento (SEFFC – 600 kW/m²)

Riga	Spessore dello strato libero da fumo (m)	Gruppo di dimensionamento				
		1	2	3	4	5
1	2,5	38 000	64 000	112 000	- ¹⁾	- ¹⁾
2	3	44 000	73 000	124 000	- ¹⁾	- ¹⁾
3	4	58 000	92 000	152 000	257 000	448 000
4	5	71 000	115 000	183 000	301 000	511 000
5	6	84 000	136 000	218 000	351 000	581 000
6	7	93 000	155 000	256 000	404 000	657 000
7	8	109 000	175 000	286 000	462 000	738 000
8	9	127 000	194 000	316 000	522 000	825 000
9	10	149 000	210 000	345 000	570 000	916 000

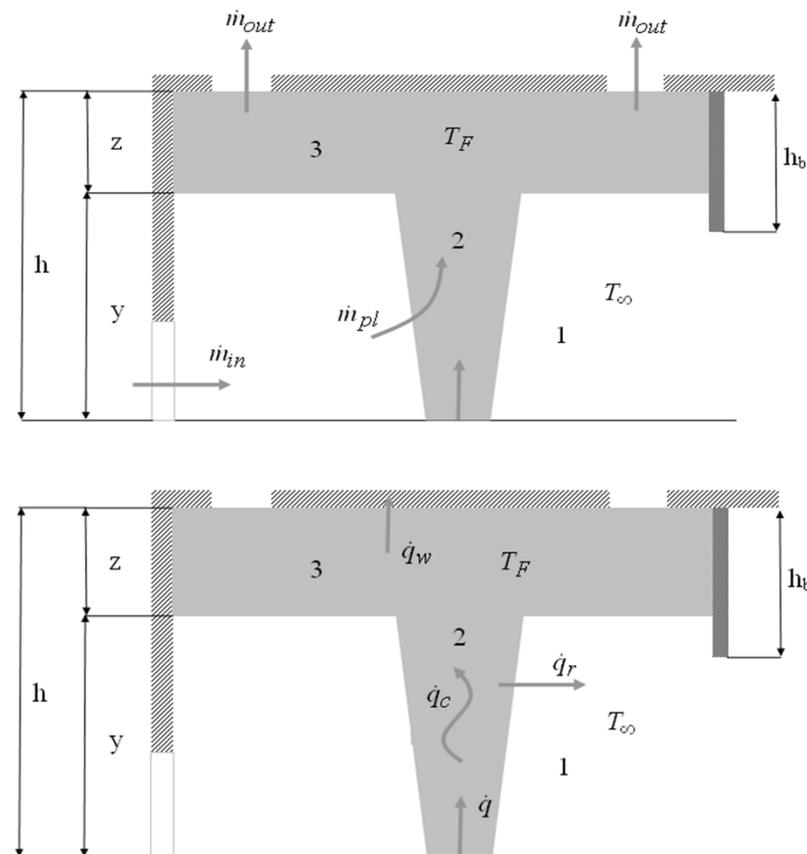
Nota: 1) In questa condizione è lecito supporre condizioni di incendio generalizzato (*flash-over*) che rendono il sistema SEFFC inefficace nella creazione di uno strato libero da fumo per proteggere le persone presenti nel locale. È quindi necessario modificare il progetto per ottenere un Gruppo di Dimensionamento minore



Precisazioni sui criteri di dimensionamento

La determinazione delle portate estratte dai sistemi forzati è stata operata in modo da garantire il medesimo livello di sicurezza che raggiungono gli impianti naturali di evacuazione del fumo;

Il calcolo delle portate d'aria necessarie è il risultato del bilancio dei flussi di massa e di energia entranti e uscenti dallo strato contenente i prodotti della combustione in base alle modellazione del locale sede dell'incendio in macrovolumi;





Precisazioni sui criteri di dimensionamento

Il modello impiegato per il calcolo del flusso di gas combustibili che sale dal focolaio e alimenta lo strato di fumo ha previsto l'impiego combinato di due modelli di “*plume*” (Thomas-Hinkley e Zukoski) ampiamente attestati nella letteratura scientifica di settore;

Il calcolo è stato eseguito in regime stabilizzato, trascurando quindi il transitorio di accensione.



Precisazioni sui criteri di dimensionamento

In particolare, a ciascun gruppo di dimensionamento corrisponde una determinata area dell'incendio (che non dipende dalla superficie del compartimento);

Ciò significa che, a seguito delle ipotesi fatte circa la velocità di propagazione e la durata convenzionale dell'incendio, si è implicitamente supposto di riuscire a confinare all'area indicata la propagazione delle fiamme.



Precisazioni sui criteri di dimensionamento

Parametro		Gruppo di dimensionamento				
		1	2	3	4	5
Superficie dell'incendio	m ²	5	10	20	40	80
Lato	m	2,236	3,162	4,472	6,325	8,944
Diametro	m	2,523	3,568	5,046	7,136	10,093
Perimetro	m	7,927	11,210	15,853	22,420	31,707
Rilascio termico	kW	1 500	3 000	6 000	12 000	24 000
Parte convettiva	kW	1 200	2 400	4 800	9 600	19 200



Approfondimento sui SEFFC

Risulta interessante approfondire alcuni aspetti legati ai sistemi di evacuazione forzata di fumo e calore (SEFFC) data la novità che essi rappresentano nel panorama tecnologico e normativo italiano.



Componenti di un SEFFC

I componenti di un impianto SEFFC comprendono:

- Aperture per l'afflusso dell'aria esterna;
- Ventilatore/i per SEFFC;
- Punti o aperture di estrazione fumo e calore;
- Condotte per l'immissione dell'aria esterna;
- Serrande di controllo dell'immissione dell'aria esterna;
- Ventilatori di immissione dell'aria esterna;
- Impianto di alimentazione elettrica;
- Sistemi di controllo;
- Condotte di controllo del fumo;
- Serrande di controllo del fumo;
- Barriere al fumo;
- Supporti.



Componenti di un SEFFC

I componenti devono essere selezionati in modo da resistere alle sollecitazioni a cui saranno sottoposti durante il loro funzionamento in caso d'incendio;

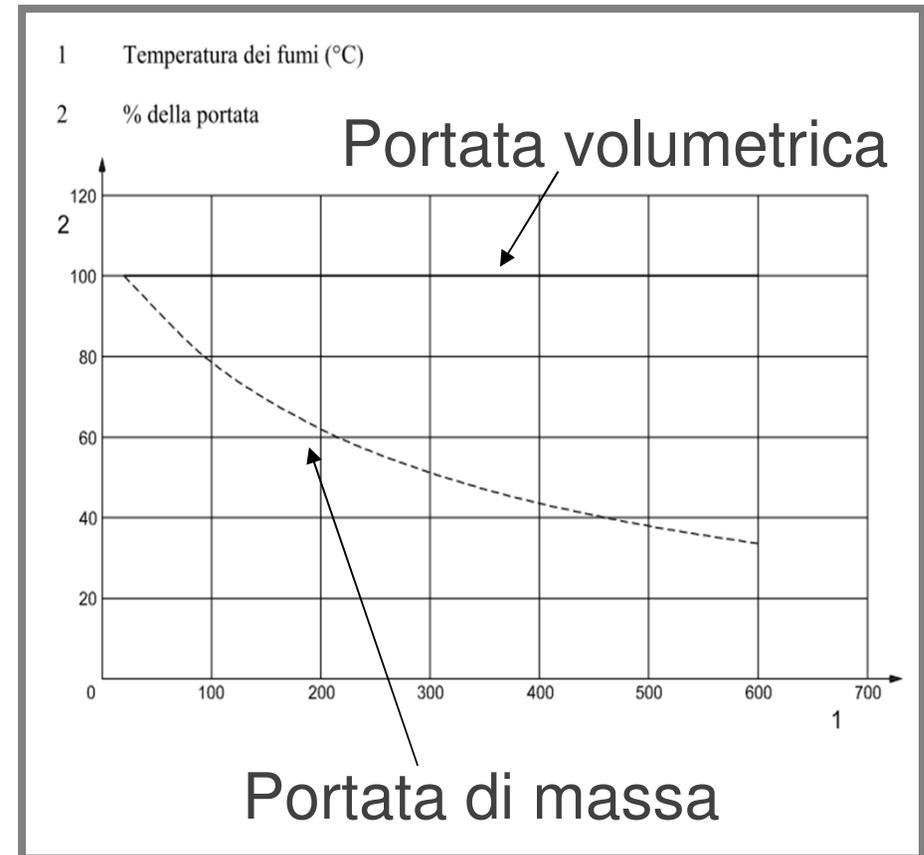
I componenti devono essere scelti sulla base delle loro prestazioni misurate in conformità alle norme pertinenti di riferimento (ad es., serie EN 12101);

I componenti che fanno parte della costruzione e sono inseriti nell'edificio possono inoltre essere tenuti a soddisfare anche altre normative (ad es., circa le prestazioni energetiche dell'edificio).



Livelli di temperatura e caratteristiche dei componenti

La disponibilità di informazioni sulla temperatura dei fumi nel caso di impianti SEFFC è fondamentale in quanto permette la selezione della classe dei componenti dell'impianto oltre che ai fini della corretta comprensione delle caratteristiche dell'impianto stesso.





Livelli di temperatura e caratteristiche dei componenti (rilascio termico 300 kW/m²)

Temperature medie dei fumi

Riga	Spessore dello strato libero da fumo (m)	Gruppo di dimensionamento				
		1	2	3	4	5
1	2,5	160	210	290	400	560
2	3	130	170	230	310	430
3	4	100	120	150	210	290
4	5	80	100	120	160	210
5	6	70	90	100	120	170
6	7	60	80	90	110	140
7	8	50	70	90	100	120
8	9	50	60	80	90	110
9	10	40	60	70	90	100



Livelli di temperatura e caratteristiche dei componenti (rilascio termico 300 kW/m²)

Temperature locali dei fumi

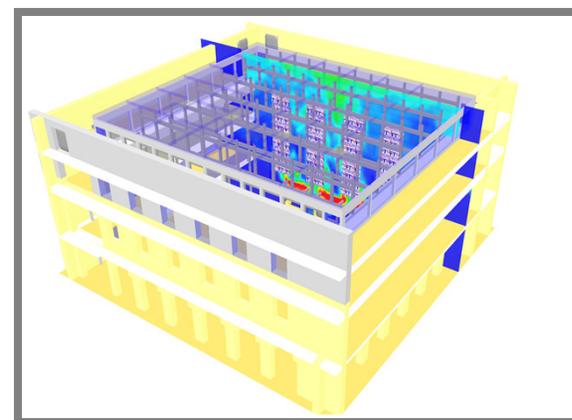
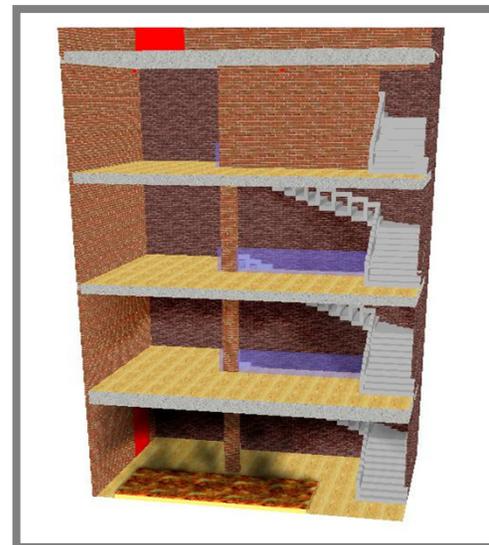
Riga	Spessore dello strato libero da fumo (m)	Gruppo di dimensionamento				
		1	2	3	4	5
1	2,5	196	268	371	516	722 ¹⁾
2	3	156	209	287	397	554
3	4	121	148	193	265	367
4	5	103	122	148	196	268
5	6	90	108	127	155	209
6	7	74	99	114	135	170
7	8	64	87	106	122	146
8	9	56	75	101	113	133
9	10	50	67	91	107	123

Nota: 1) In questa condizione è lecito supporre condizioni di incendio generalizzato (*flash-over*) che rendono il sistema SEFFC inefficace nella creazione di uno strato libero da fumo per proteggere le persone presenti nel locale. È quindi necessario modificare il progetto per ottenere un Gruppo di Dimensionamento minore.



Livelli di temperatura e caratteristiche dei componenti

Uno dei parametri chiave per valutare l'affidabilità di un modello è la validazione; Il confronto tra risultati delle simulazioni effettuate e dati validati è fondamentale per determinare l'effettiva applicabilità del modello elaborato alla particolare situazione studiata.





L'afflusso di aria esterna

L'afflusso dell'aria esterna di ricambio potrà essere:

- Naturale (le aperture saranno costituite da porte, finestre, serrande automatizzate o dispositivi simili);
- Forzato (le aperture saranno costituite da serrande per il controllo dell'immissione dell'aria esterna).



L'afflusso di aria esterna

Lo spigolo superiore di ciascuna apertura deve avere una distanza di almeno 1 m dal limite inferiore dello strato di fumo;

Laddove non venga rispettato il vincolo riguardante la distanza tra spigolo superiore delle aperture e limite inferiore dello strato di fumo la velocità massima di immissione deve essere ridotta a 1 m/s.

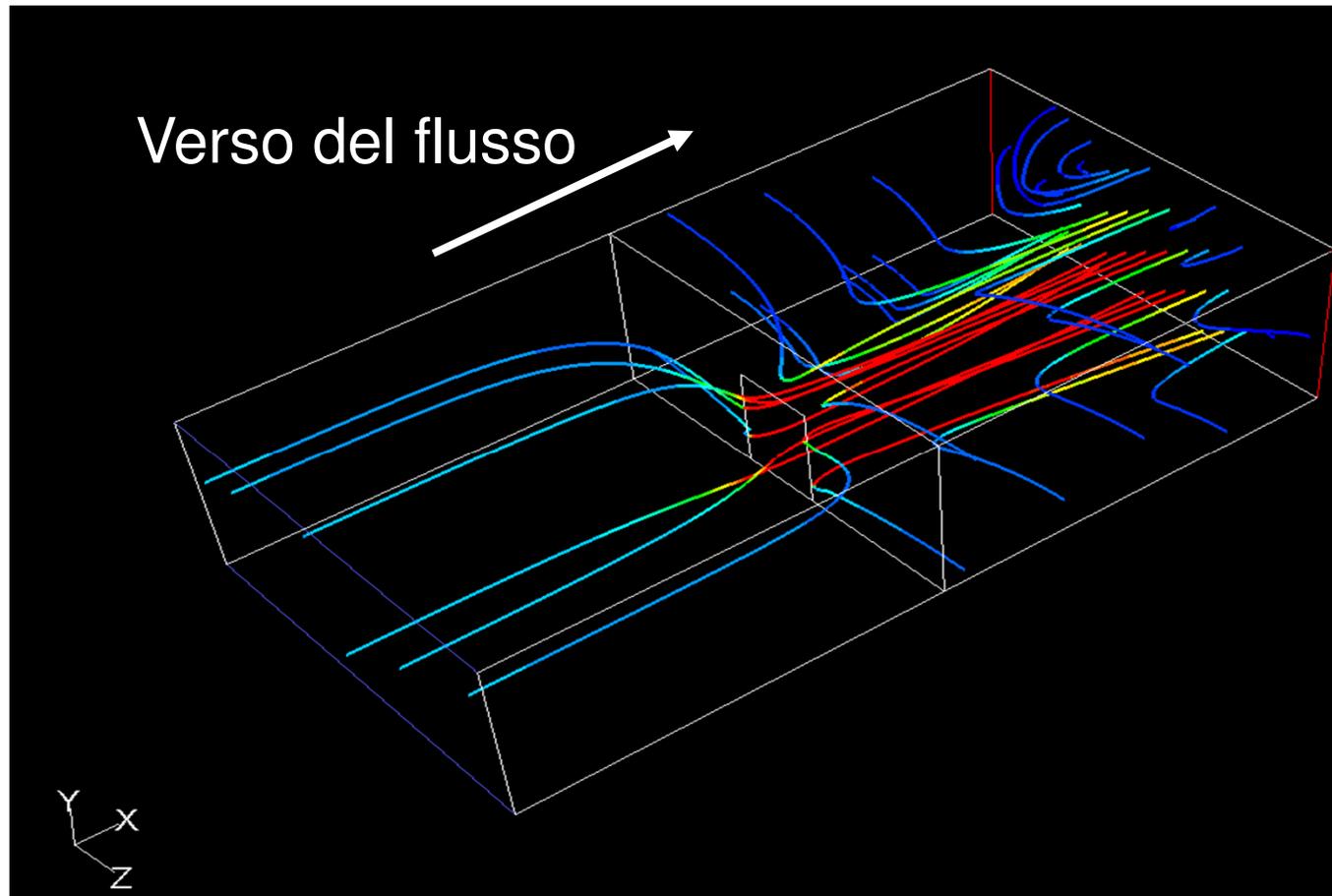
In ogni caso la velocità massima di immissione non può superare i 2 m/s.

6.8.2.13 To avoid the incoming air disturbing the smoke layer or pulling down smoke from the layer (Venturi effect) the upper edge of an inlet opening should be 1 m or more below the smoke layer base or the inlet air speed beneath the layer should be less than 1 m·s⁻¹.

Fonte: *CEN/TR 12101-5: Guidelines on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat exhaust ventilation systems*



L'afflusso di aria esterna

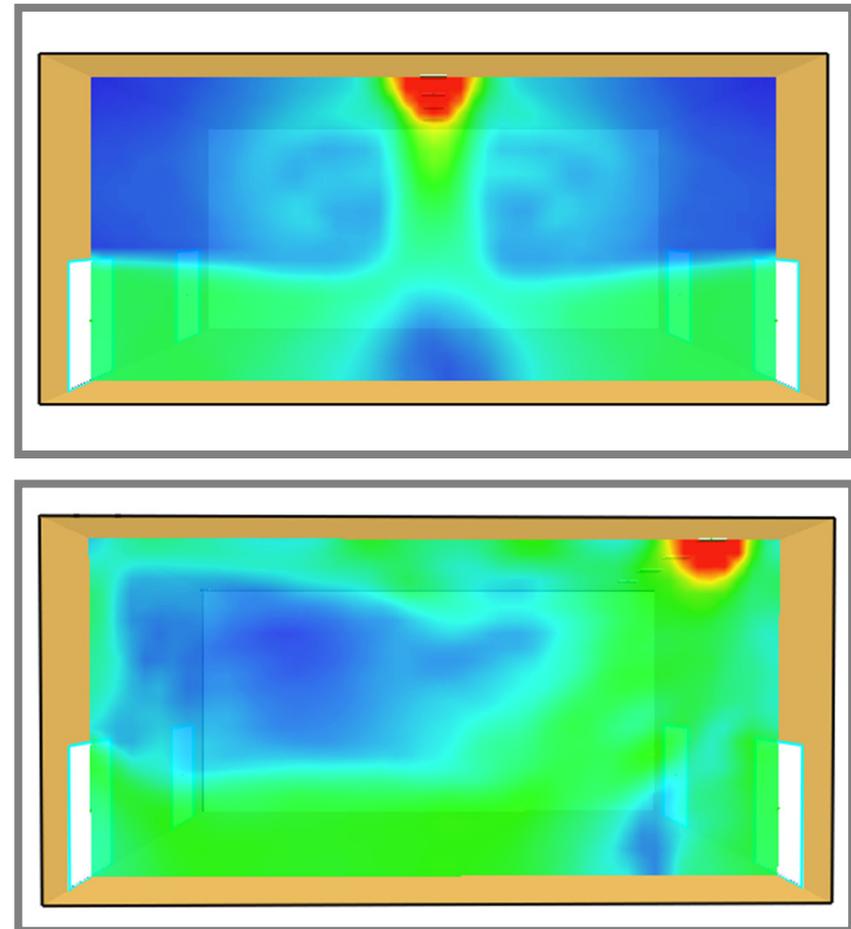




Caratteristiche dei punti di aspirazione

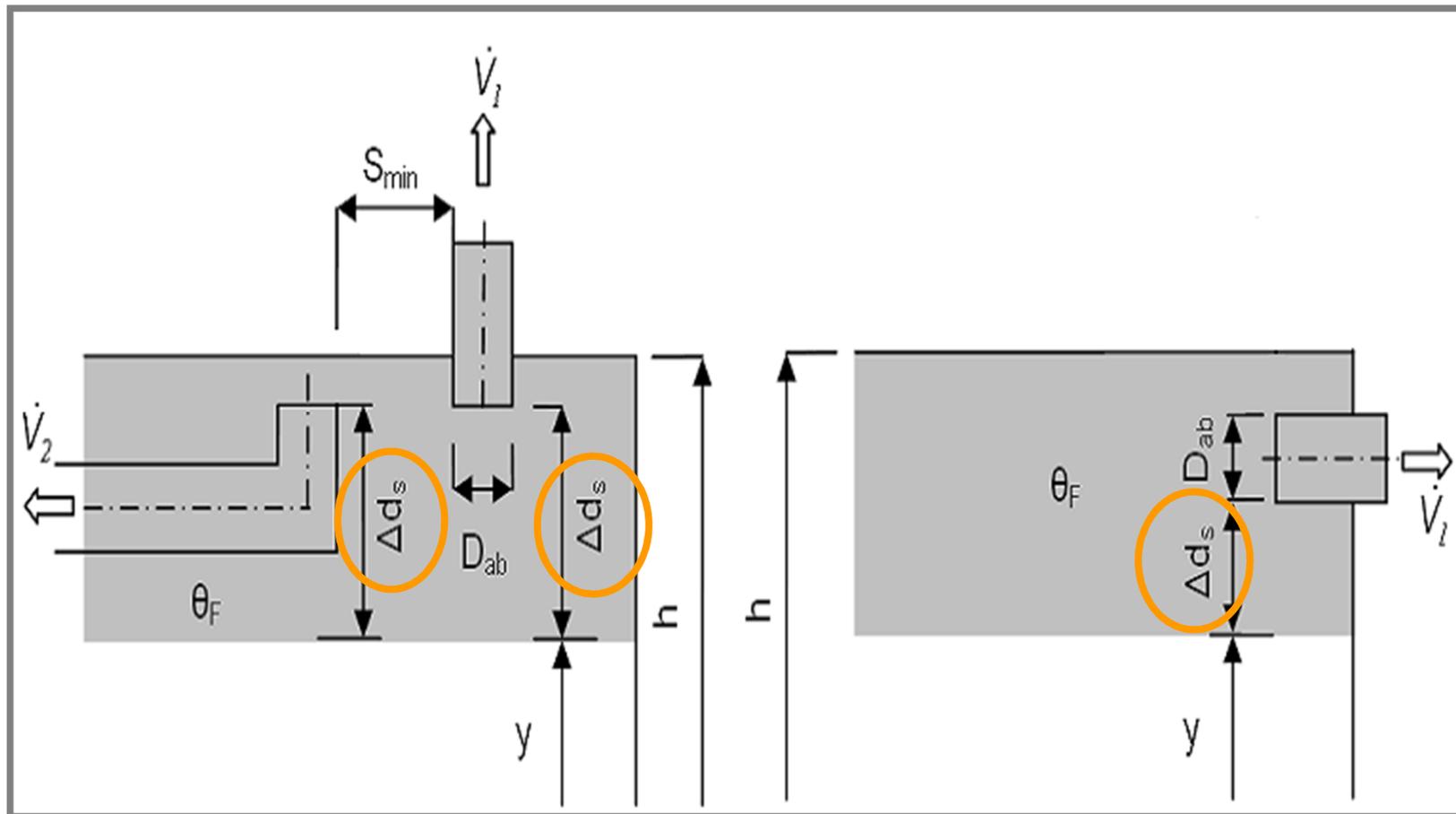
Dovrà essere valutata l'eventuale vicinanza a pareti o elementi strutturali che potrebbero interferire con la capacità di aspirazione;

La portata massima per punto di aspirazione dipende inoltre dalla temperatura media prevista dei fumi e dalla distanza tra l'imbocco del condotto di estrazione e la superficie inferiore dello strato di fumo.



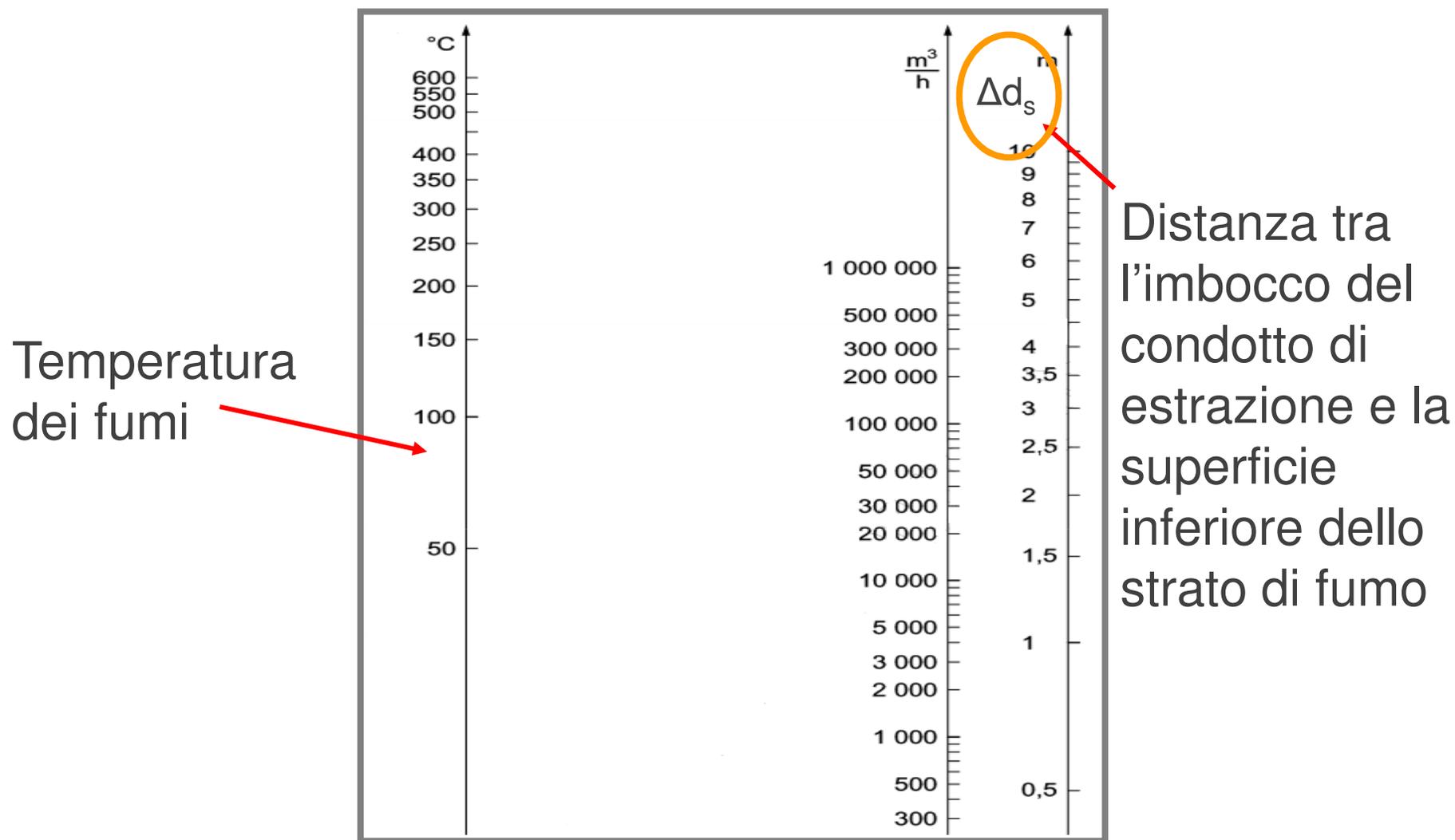


Caratteristiche dei punti di aspirazione





Caratteristiche dei punti di aspirazione





Sistema di comando e controllo

Nel caso sia presente un sistema automatico di comando e controllo del SEFFC, questo è composto da:

- Una unità centrale anche modulare;
- Una interfaccia di gestione;
- Eventuali moduli di campo;
- Eventuali cavi di trasmissione dati di collegamento tra l'unità centrale e i moduli di campo.



Sistema di comando e controllo

Le caratteristiche del sistema di controllo e regolazione (oltre alla definizione del ciclo di attivazione) contribuiscono alle ipotesi alla base del dimensionamento dell'impianto;

In particolare, il ciclo di attivazione va inteso come procedura di attivazione dei singoli componenti del sistema nel rispetto di specifici passaggi preordinati in modo da adeguare la risposta dell'impianto all'evento in atto.



Sistema di comando e controllo

Prospetto E.1 Esempio di matrice di funzionamento

Elementi di campo	No allarme	Incendio zona 1	Incendio zona 2	Incendio zona 3	Incendio zona 4	Incendio zona 5	Incendio zona 6	Incendio zona 7	Incendio zona 8
Mandata UTA 1	auto	off	off	off	off	on	on	on	on
Ripresa UTA 1	auto	off	off	off	off	on	on	on	on
Recuperatore rotativo UTA 1	auto	off	off	off	off	on	on	on	on
Mandata UTA 2	auto	on	on	on	on	off	off	off	off
Ripresa UTA 2	auto	on	on	on	on	off	off	off	off
Ventilatore SEFFC 1	off	on	on	on	on	off	off	off	off
Serranda controllo fumo zona 1	chiusa	aperta	chiusa						
Serranda controllo fumo zona 2	chiusa	chiusa	aperta	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa
Serranda controllo fumo zona 3	chiusa	chiusa	chiusa	aperta	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa
Serranda controllo fumo zona 4	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa	aperta	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa
Barriere mobili al fumo zona 1, 2, 3 e 4	alzate	abbassate	abbassate	abbassate	abbassate	alzate	alzate	alzate	alzate
Porte/finestre aria esterna zona 1, 2, 3 e 4	auto	aperte	aperte	aperte	aperte	auto	auto	auto	auto
Aperture aria esterna zona 1, 2, 3, 4	chiusa	aperte	aperte	aperte	aperte	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa
Ventilatore SEFFC 2 - portata 35 000 m ³ /h	off	off	off	off	off	on	on	off	off
Ventilatore SEFFC 2 - portata 55 000 m ³ /h	off	off	off	off	off	off	off	on	on
Serranda controllo fumo zona 5	auto	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa	aperta	chiusa	chiusa	chiusa
Serranda controllo fumo zona 6	auto	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa	aperta	chiusa	chiusa
Serranda controllo fumo zona 7	auto	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa	aperta	chiusa
Serranda controllo fumo zona 8	auto	chiusa	aperta						
Barriere mobili al fumo zona 5, 6, 7 e 8	alzate	alzate	alzate	alzate	alzate	abbassate	abbassate	abbassate	abbassate
Porte/finestre aria esterna zona 5, 6, 7 e 8	auto	auto	auto	auto	auto	aperte	aperte	aperte	aperte
Aperture aria esterna zona 5, 6, 7, 8	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa	aperte	aperte	aperte	aperte



Sistema di comando e controllo

Il sistema automatico di controllo consente inoltre, in maniera anche programmabile, di verificare e garantire nel tempo il funzionamento, la posizione o la configurazione di tutti gli elementi attivi dell'impianto SEFFC;

Il sistema di controllo dell'impianto SEFFC può essere integrato al sistema di supervisione dell'impianto HVAC o di sistema BMS;

Le modalità di comando previste permettono di evitare la ridondanza dei componenti.

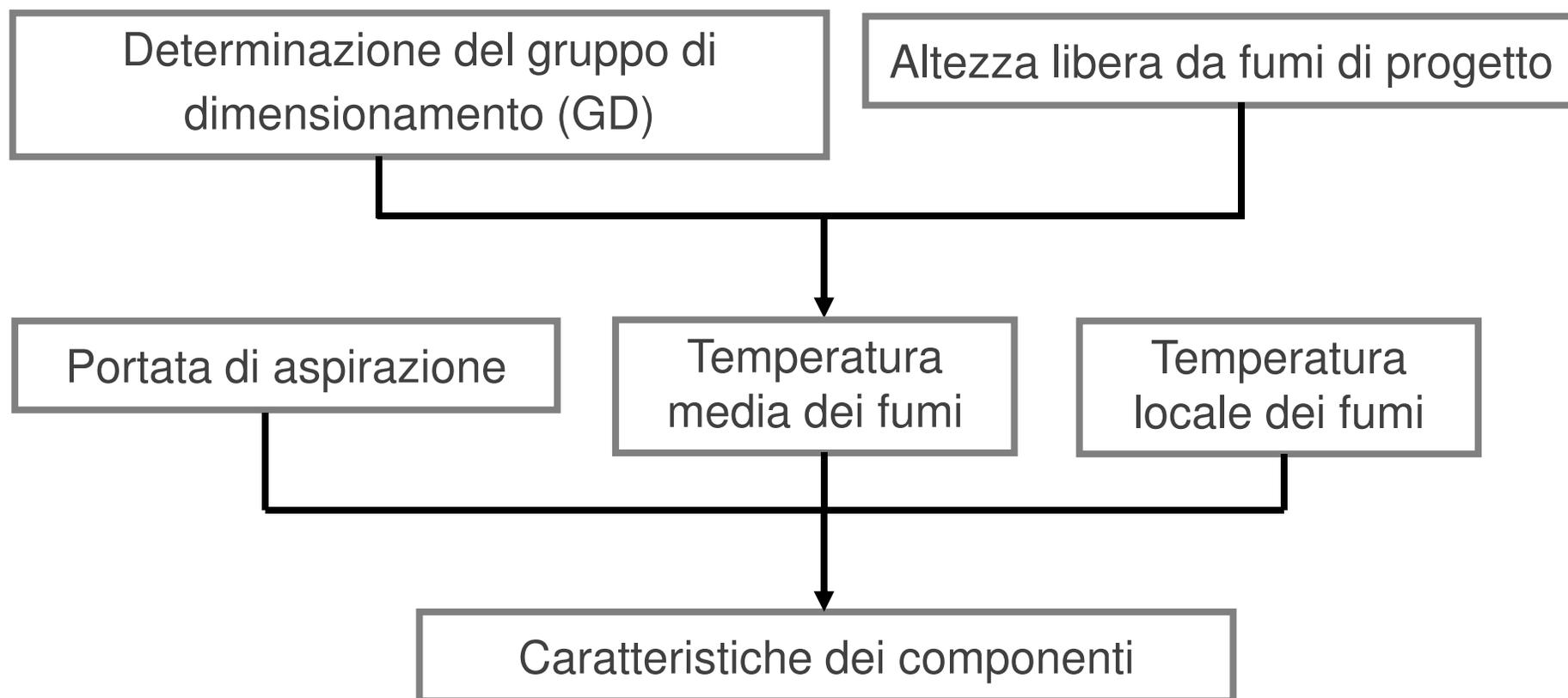


Riassumendo...





Riassumendo (SEFFC)...



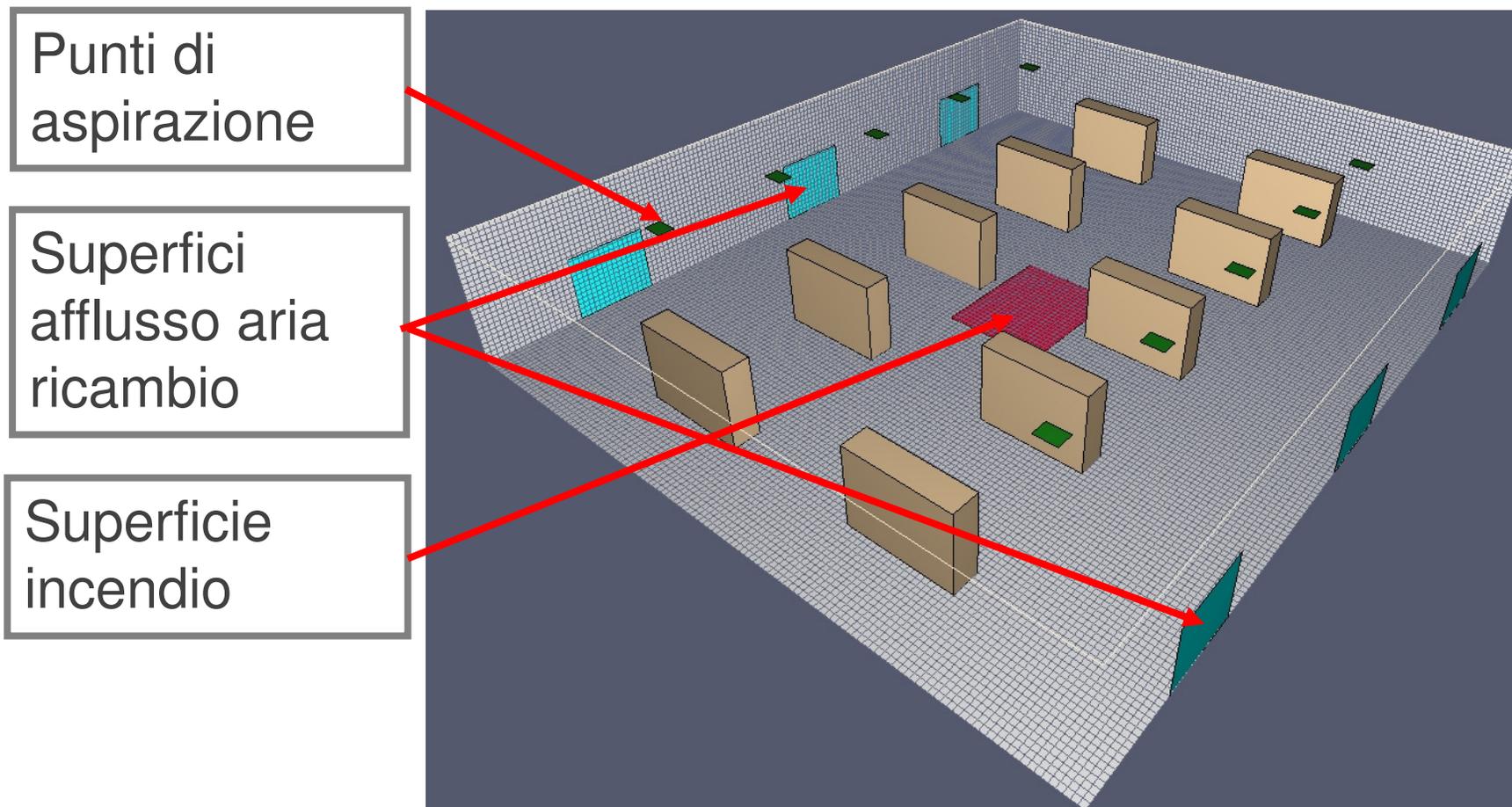


Riassumendo (SEFFC)...

Spessore strato libero da fumo (m)	300 kW/m ²			600 kW/m ²		
	<i>Portata di aspirazione (m³/h)</i>	<i>Temperatura media dei fumi (°C)</i>	<i>Temperatura locale dei fumi (°C)</i>	<i>Portata di aspirazione (m³/h)</i>	<i>Temperatura media dei fumi (°C)</i>	<i>Temperatura locale dei fumi (°C)</i>
2,5	75.000	290	371	112.000	561	-
3	88.000	230	287	124.000	432	722
4	115.000	150	193	152.000	288	554
5	143.000	120	148	183.000	212	367
6	165.000	100	127	218.000	166	268
7	183.000	90	114	256.000	136	209
8	197.000	90	106	286.000	119	170
9	206.000	80	101	316.000	107	149
10	231.000	70	91	345.000	98	133



Riassumendo...



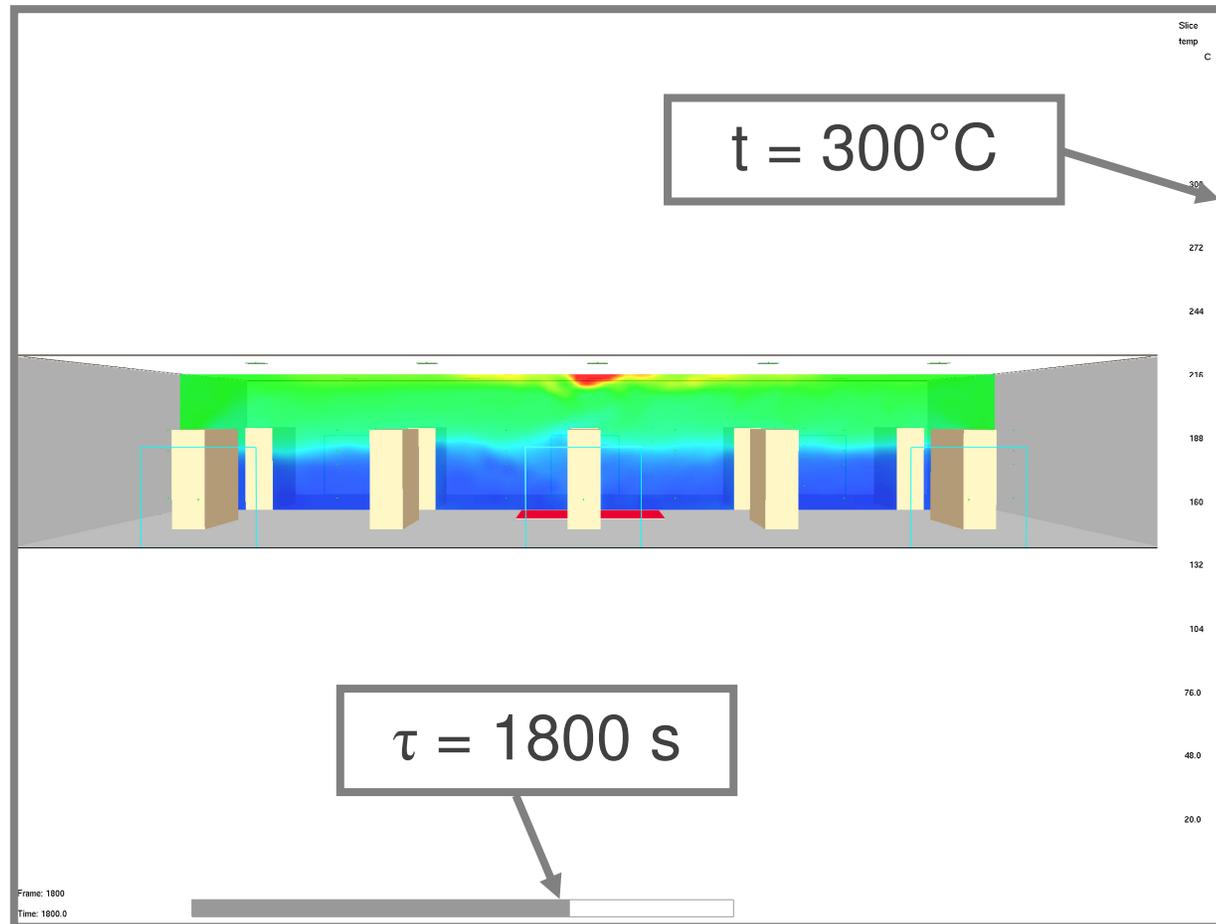


Riassumendo...

La simulazione è stata fatta procedere sufficientemente a lungo in modo da raggiungere condizioni “stazionarie” di temperatura e stratificazione dei gas caldi (non è stato considerato il transitorio iniziale di accensione); Sono stati svolte due simulazioni del locale oggetto dell’esempio proposto tenendo conto o trascurando la trasmissione del calore verso il soffitto.

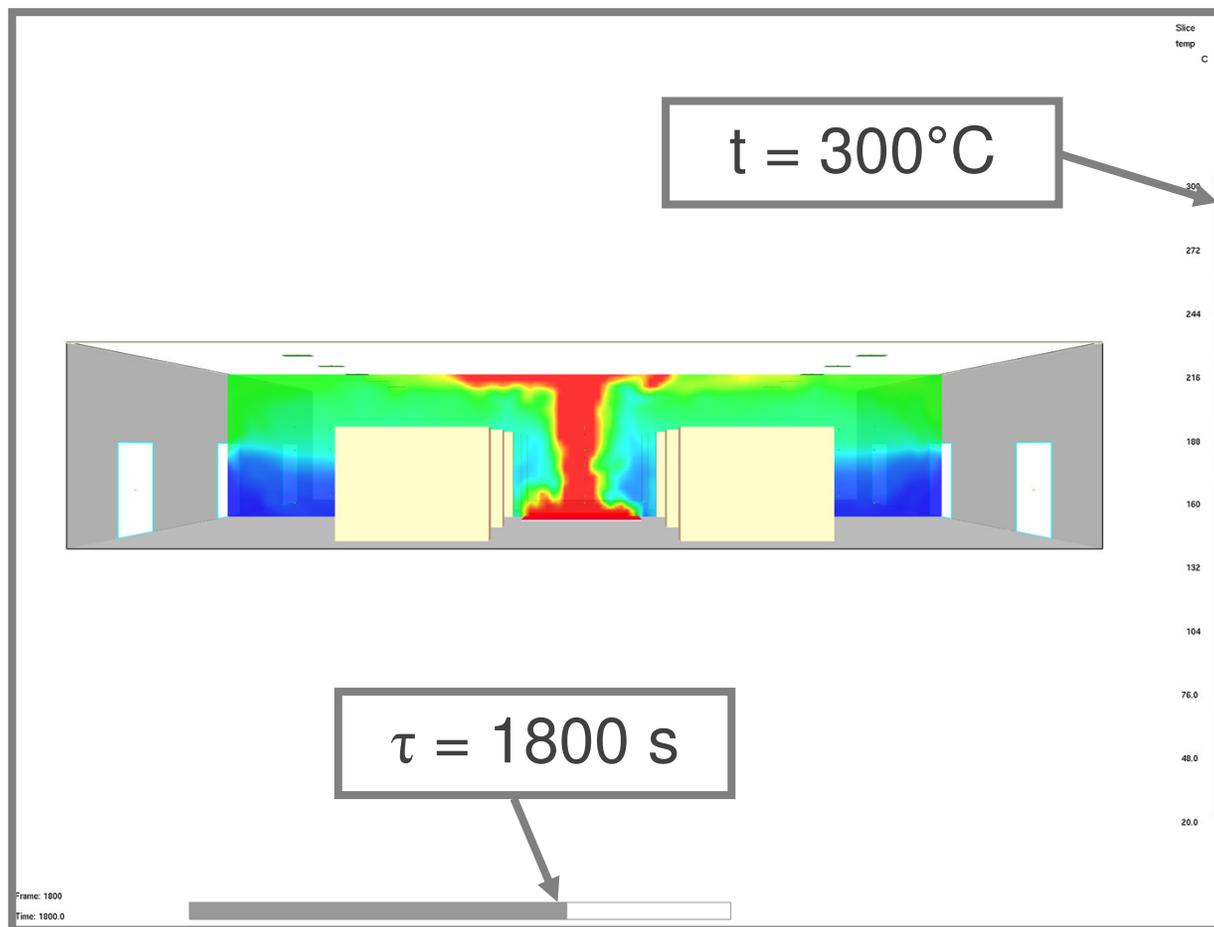


Riassumendo...



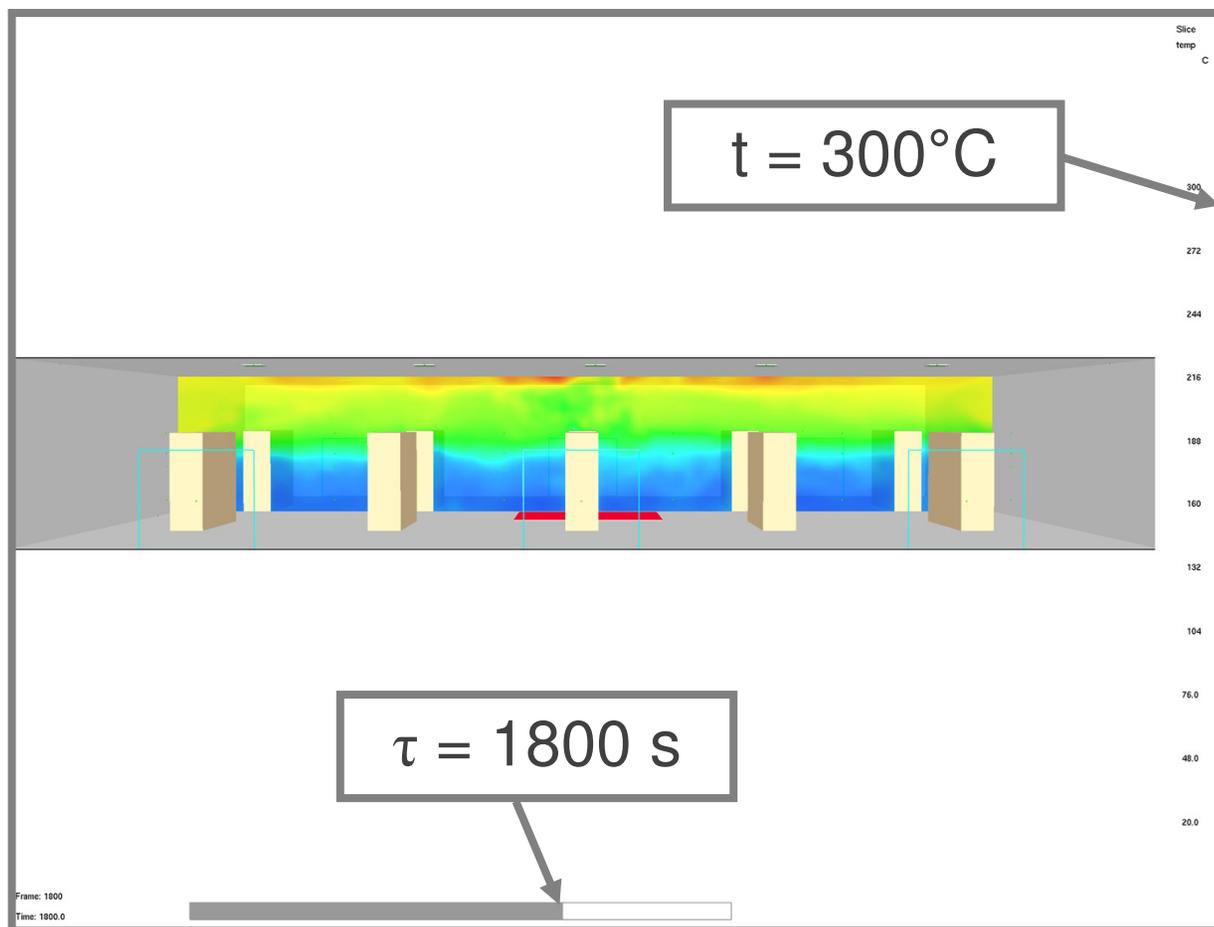


Riassumendo...



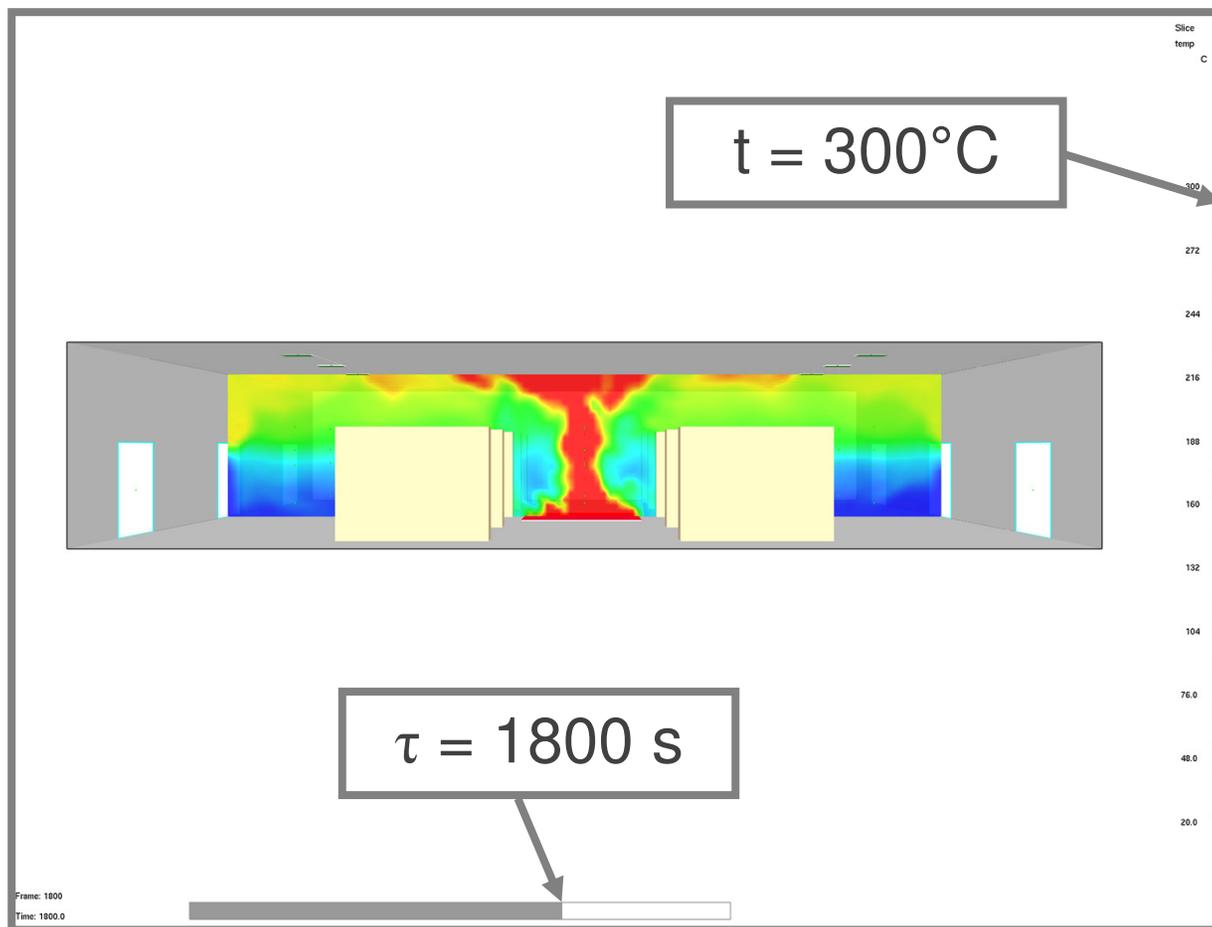


Riassumendo...





Riassumendo...





GRAZIE PER LA VOSTRA ATTENZIONE