



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 SENF

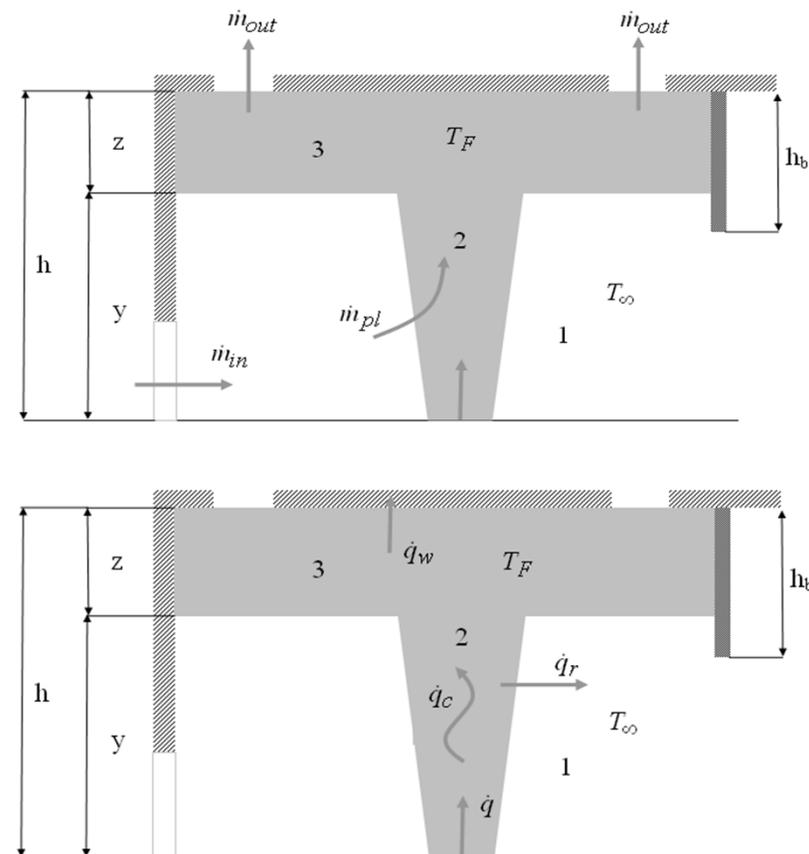
Altezza del locale (m)	Altezza dello strato di fumo(m)	Altezza dello strato libero da fumo (m)	SUT_{EFC} (m ²)				
			Gruppo di dimensionamento				
h	z	y	1	2	3	4	5
3,0	0,5	2,5	4,8	6,2	8,2	11,0	15,4
3,5	1,0	2,5	3,4	4,4	5,8	7,8	10,9
	0,5	3,0	6,7	8,7	11,3	15,0	20,4
4,0	1,5	2,5	2,8	3,6	4,7	6,4	8,9
	1,0	3,0	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



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



Precisazioni sui criteri di dimensionamento

Where such time-based calculations are not feasible, it is possible to use a simpler procedure based on the largest size a fire is reasonably likely to reach in the circumstances. This time-independent or

steady-state design is not to be confused with steady fires, which achieve full size instantly and then burn steadily. Rather the procedure assumes that a SHEVS that is able to cope with the largest fire can also cope with the (usually earlier) smaller stages of the fire.

In practice, it is much easier to assess the largest reasonably likely size of fire than to assess the growth rate of that fire.

Fonte: *CEN/TR 12101-5: 2005*



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 (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

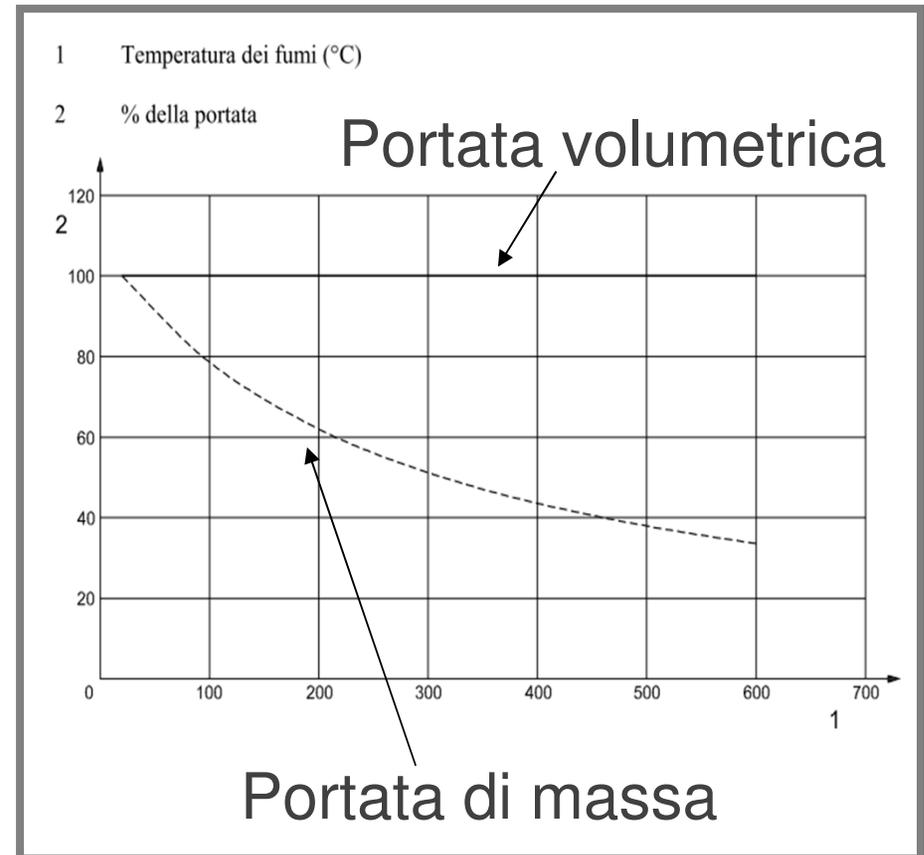
Prospetto 5 — Classi minime di temperatura per i componenti dell'impianto SEFFC

Componenti	Temperatura locale dei fumi $\theta_{F, locale}$ (°C)				Norme di riferimento
	≤200 °C	≤300 °C	≤400 °C	≤600 °C	
Ventilatori per SEFFC	F200	F300	F400	F600	UNI EN 12101-3
Condotte di controllo del fumo (singolo compartimento)	E ₃₀₀ 30 S	E ₃₀₀ 30 S	E ₆₀₀ 30 S	E ₆₀₀ 30 S	UNI EN 12101-7
Condotte di controllo del fumo (compartimenti multipli)	EI xxx S				
Serrande di controllo del fumo (singolo compartimento)	E ₃₀₀ 30 S	E ₃₀₀ 30 S	E ₆₀₀ 30 S	E ₆₀₀ 30 S	UNI EN 12101-8
Serrande di controllo del fumo (compartimenti multipli)	EI xxx S				
Barriere al fumo	D 30				UNI EN 12101-1
Cavi di segnale					CEI 20-105
Cavi di potenza					UNI EN 13501-1 UNI EN 13501-3



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

6.6.2.2 The design temperature of gases in the buoyant layer should not be so high as to cause ignition of materials beyond the size of fire assumed for design, i.e. the layer temperature should be less than 550 °C, unless it is accepted that the design fire includes all fuel materials beneath (and near) the smoke reservoir.

6.6.2.15 The total capacity of powered smoke exhaust ventilators, or the total area of natural smoke exhaust ventilators, should be sufficient to exhaust the mass flow rate calculated to enter the layer from the smoke plume.

Fonte: *CEN/TR 12101-5: 2005*



Livelli di temperatura e caratteristiche dei componenti

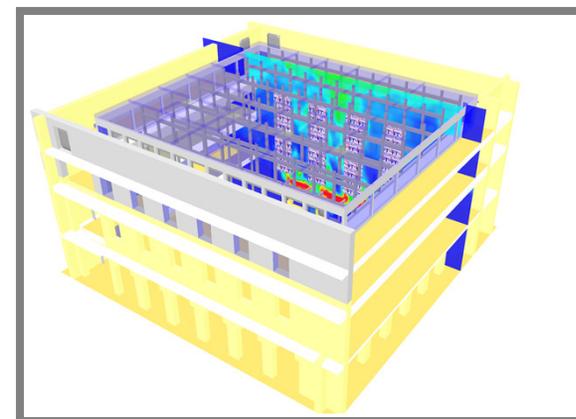
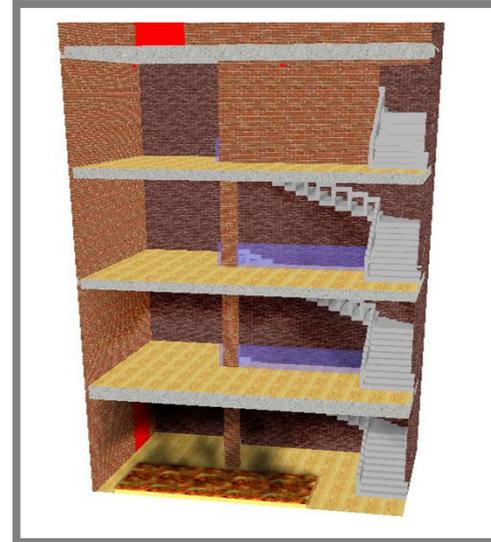
Il recente sviluppo delle tecnologie informatiche ha permesso di affinare il livello di previsione delle conseguenze di un incendio;

I modelli di simulazione al computer permettono una certa libertà nella definizione delle caratteristiche degli scenari simulati, consentendo quindi un'analisi parametrica della bontà di diverse soluzioni progettuali riguardanti le diverse geometrie e le condizioni a contorno ipotizzate.



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.





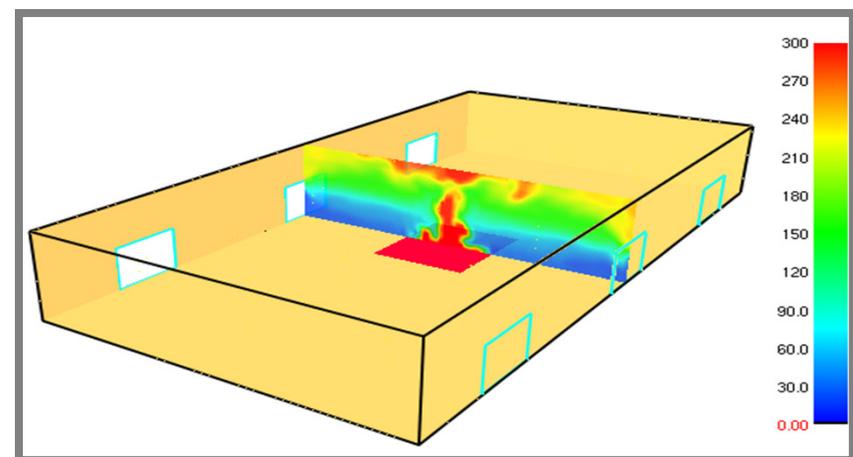
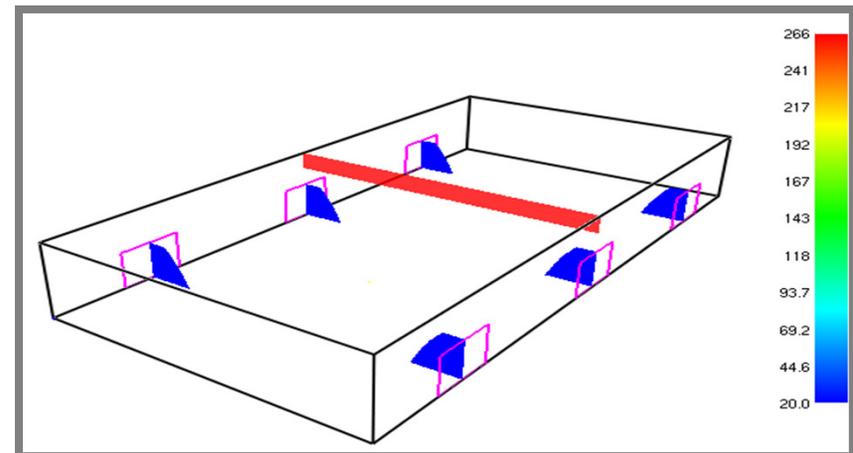
Livelli di temperatura e caratteristiche dei componenti

CFAST:

(http://www.nist.gov/el/fire_research/cfast.cfm);

FDS:

(<http://code.google.com/p/fds-smv/>).





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

6.8 Inlet air (replacement air)

6.8.1 Commentary

Any smoke and heat ventilation system needs to have provision for a sufficient supply of cold air entering the building to replace the amount of exhausted hot smoky gases.

This can be achieved by:

- a) permanently open inlet openings;*
- b) automatically opening inlet openings, e.g. doors, windows, purpose-provided inlet ventilators;*
- c) smoke and heat exhaust natural ventilators in adjacent smoke reservoirs;*
- d) a combination of any of these; or*
- e) a powered inlet supply using fans (and ducting if specified).*

It is important that the replacement air is always below the smoke layer when it comes into contact with the smoke and that the same opening is not used simultaneously as outlet and inlet.

It is important that the inlet air arrangements are sited to ensure as far as is practicable that the incoming air does not disturb any smoke layer within a smoke reservoir, so allowing the hot smoky gases to cool and descend or become more turbulent.

Fonte: CEN/TR 12101-5: 2005



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.

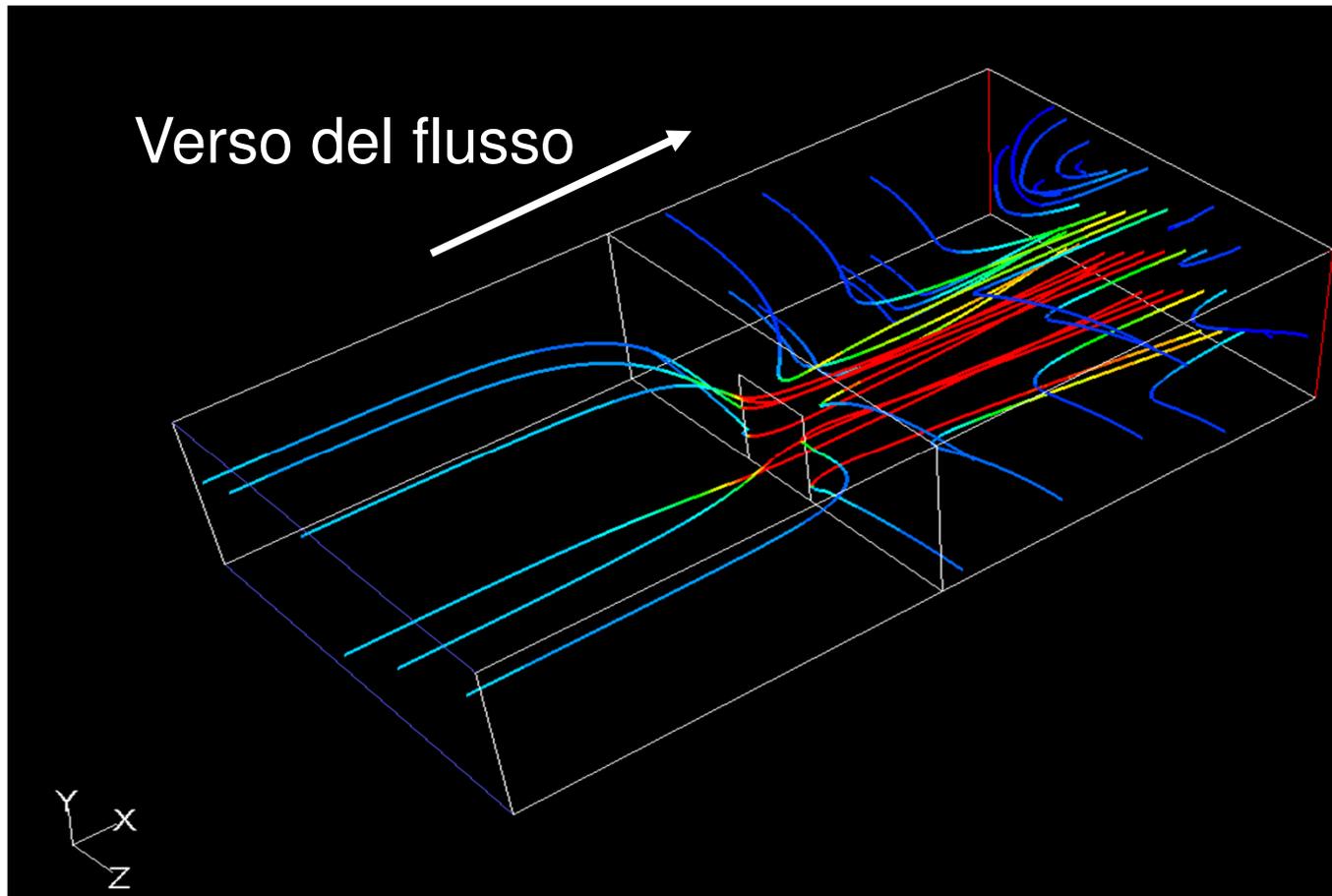
In ogni caso la velocità massima di immissione non può superare i 2 m/s.

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: 2005.*



L'afflusso di aria esterna





L'afflusso di aria esterna

6.8.2.10 The aerodynamic free area of an inlet opening should be obtained by multiplying the geometric free area of the opening by the coefficient of discharge C_i . The coefficient of discharge C_i may be estimated to be 0,6 for doors and windows opened through an angle equal to or more than 60° . The validity of any value of C_i adopted for other, special, types of inlet opening should be demonstrated by appropriate documentation.

6.8.2.12 Where fans are to be used to provide the inlet air, it should be demonstrated that the system can be effectively balanced under all conditions that the smoke and heat control system is designed to meet. The exhaust should always achieve the design flow rates, the air speed through any exit door should never exceed $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ and any force to be exerted at the handle of any exit door in order to open that door, should never exceed 100 N.

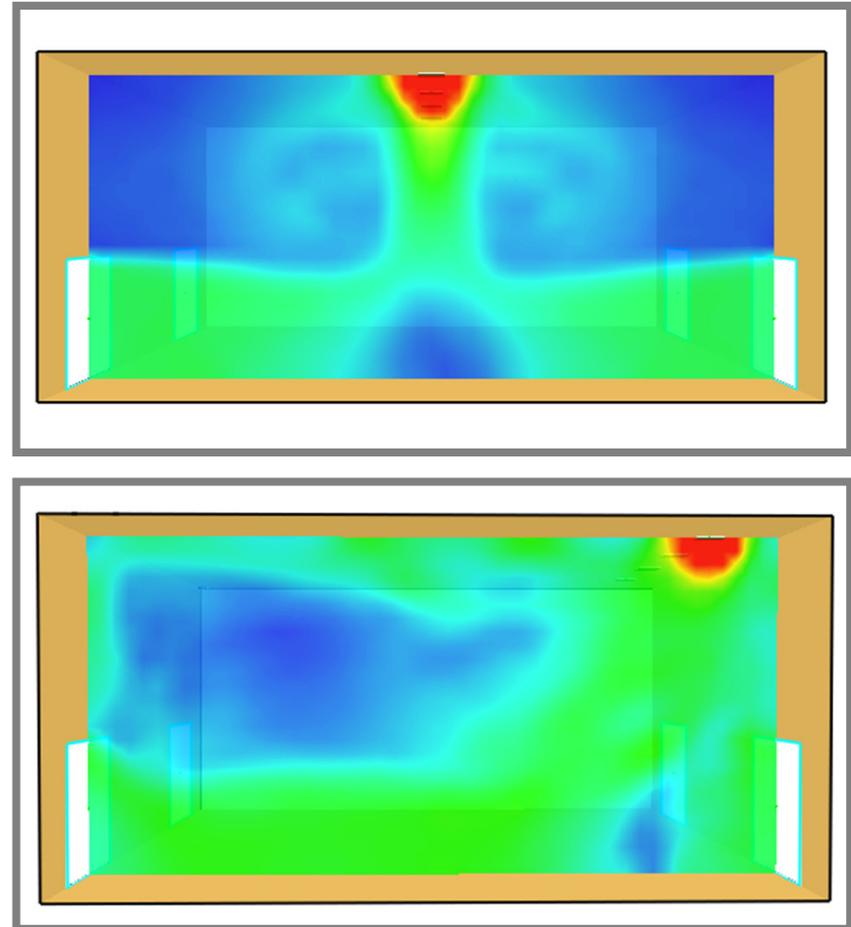
Fonte: *CEN/TR 12101-5: 2005*



Caratteristiche dei punti di aspirazione

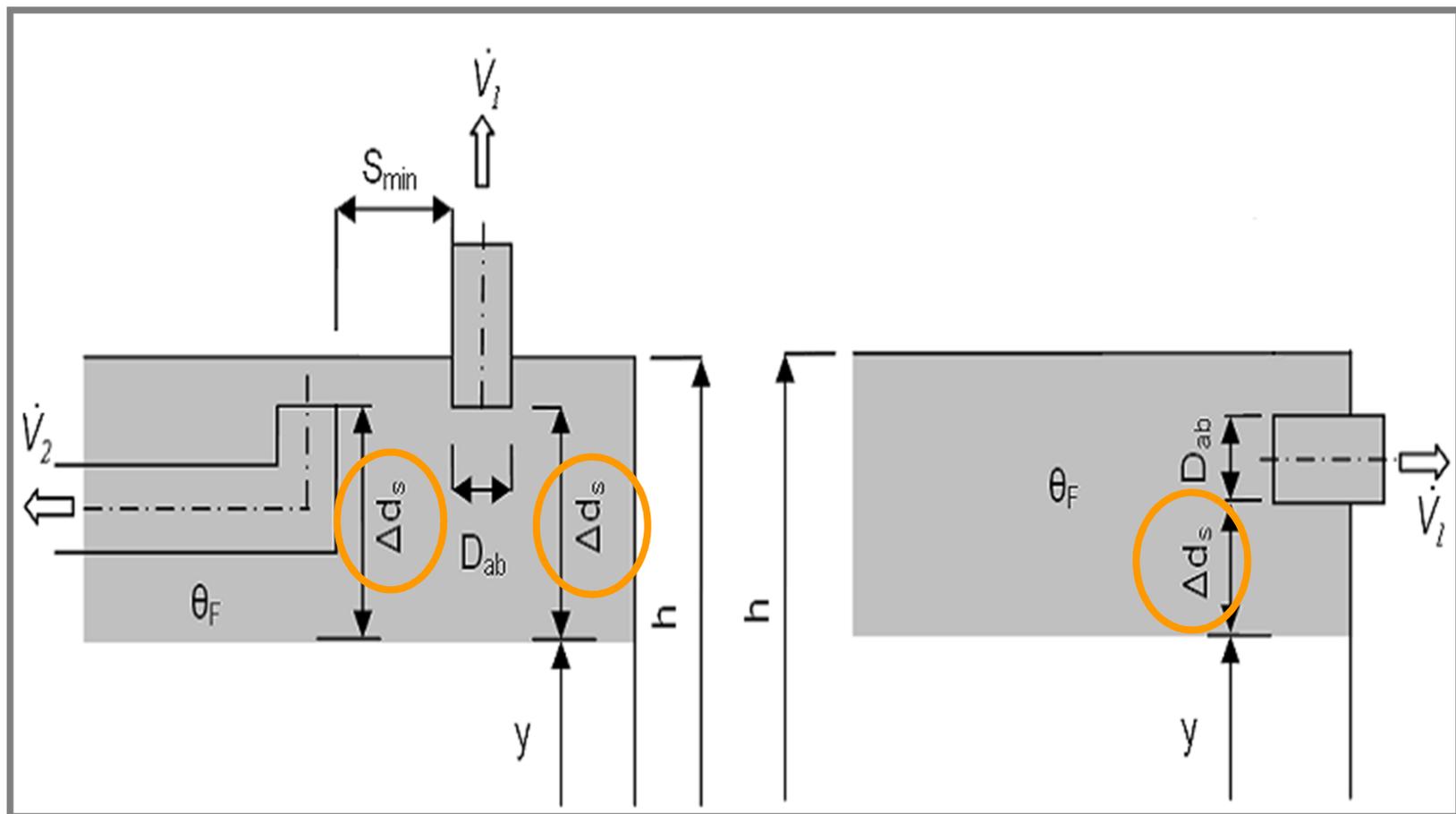
Dovrà essere valutata l'eventuale vicinanza a pareti o elementi strutturali che potrebbero interferire con la capacità di aspirazione;

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.





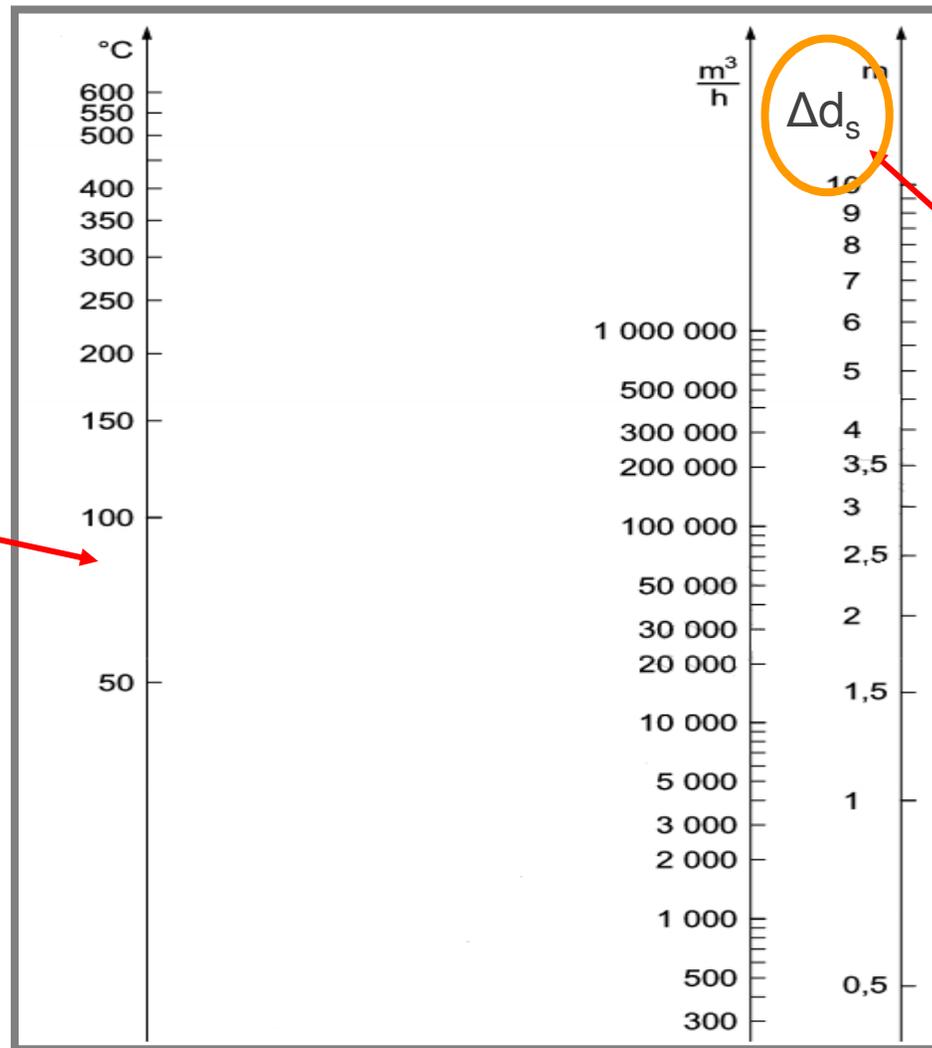
Caratteristiche dei punti di aspirazione





Caratteristiche dei punti di aspirazione

Temperatura dei fumi



Distanza tra l'imbocco del condotto di estrazione e la superficie inferiore dello strato di fumo



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

4.4 Sequence of operation of devices comprising a single SHEVS

The sequence of activating devices comprising any single SHEVS should not adversely affect the successful operation of any of those devices. For example, fans should not operate before air inlets, if the pressure reduction produced by those fans prevents the opening of those inlets.

The complete SHEVS should achieve its designed performance level within 90 s of receipt of a command signal, where that initiation is automatic.

Ancillary items such as dampers and air inlets (including doors) should be fully in the fire operational condition in not more than 60 s.



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.



Sistema di comando e controllo

4.8.2 Maintenance and safety

SHEVS should be maintained and regularly tested in accordance with the requirements of BS 5588-6, -7, -10, and -11.

NOTE 1 Further information and additional advice can be found in BRE Report BR 368 [21].

For SHEVS that serve as protection of a means of escape, a safety management system should be established and staff should be made familiar with the design philosophy in 4.1.2 a) and the function of the SHEVS. Safety management staff should be responsible for maintenance and testing of the SHEVS in accordance with BS 5588-6, -7, -10, and -11.

NOTE 2 Further information and additional advice can be found in BRE Report BR 368 [21].

Inlet air devices should be maintained and tested as frequently as the ventilators. As part of the maintenance, staff should ensure that the inlet air devices are free of any obstacles.



Sistema di comando e controllo

7.7 Heating, ventilation and air-conditioning (HVAC)

7.7.1 Commentary

A HVAC system (or an air-conditioning and mechanical ventilation system) is designed to achieve different objectives in comparison to a SHEVS. Not only are the quantities of gases being moved usually smaller, they are generally moved in different directions. For example, it is common for HVAC systems to introduce replacement air at high level in a room, and to exhaust used air at low level: the opposite to that recommended for a SHEVS. Even when a HVAC system has been shut off, its ducts can provide pathways for the unwanted movement of smoke unless measures have been taken to prevent this from happening.

HVAC systems can be incorporated, in whole or in part, in a SHEVS. Where this is done it is necessary to isolate those parts not incorporated, and to ensure that the parts which are incorporated meet the same performance standards as the rest of the SHEVS. Dampers which can only be reset manually can make the regular functional testing of a SHEVS extremely difficult. Consequently, it is necessary for smoke dampers to be capable of being both opened and closed by powered mechanisms.

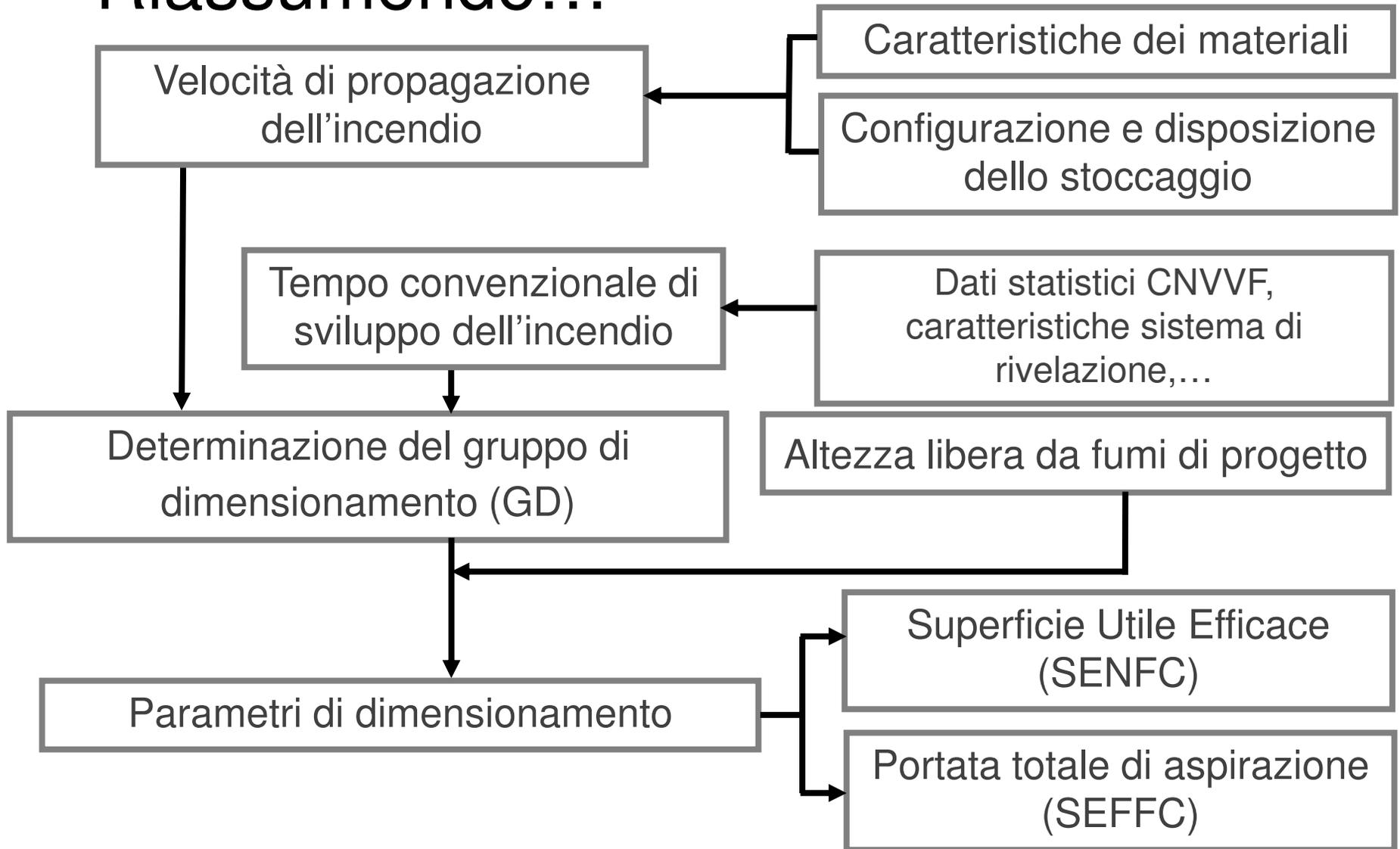


Cavi di alimentazione elettrica

Poiché deve essere garantito il funzionamento anche in caso di incendio, i cavi di alimentazione elettrica da utilizzare devono essere del tipo “resistenti al fuoco”, rispondenti alla CEI 20-45, con una tensione di funzionamento 0,6/1 kV e una durata garantita in servizio in caso di incendio di 120 min.

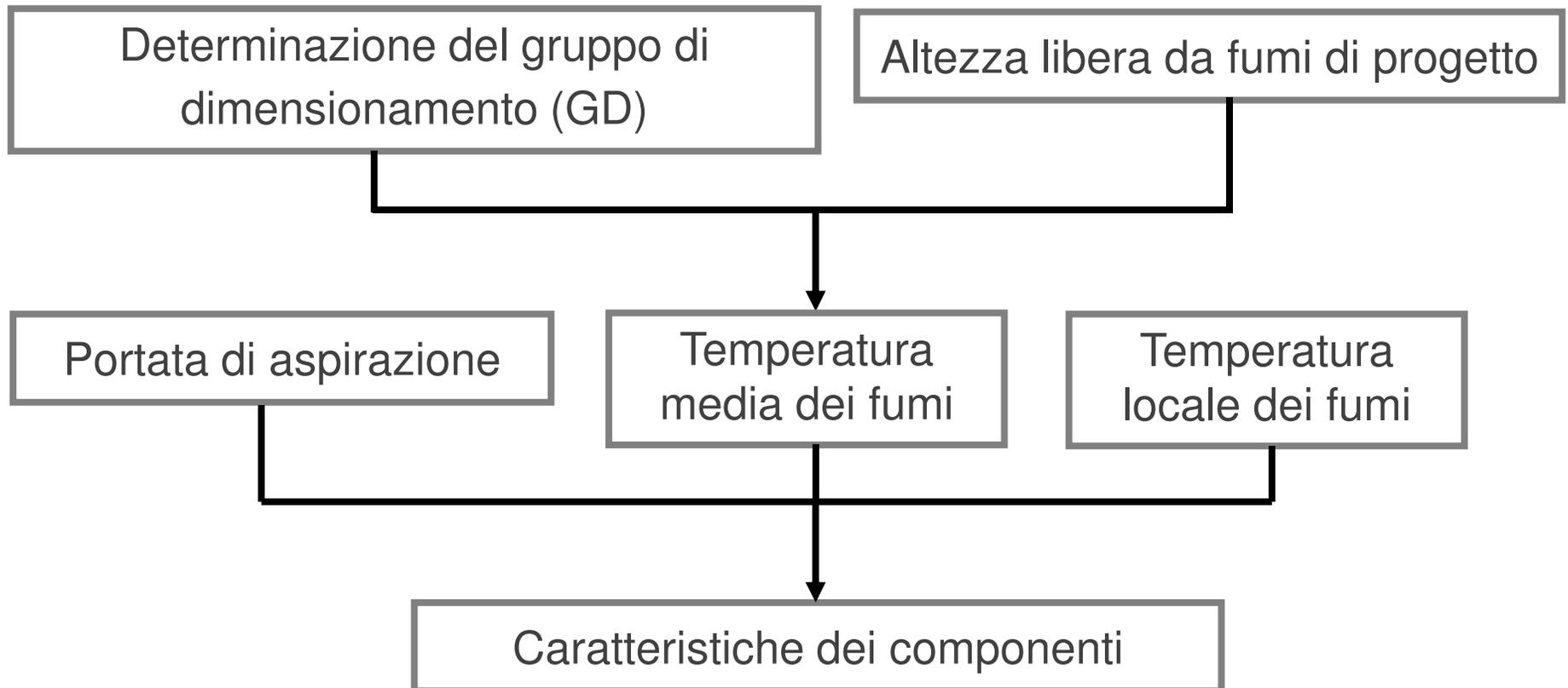


Riassumendo...





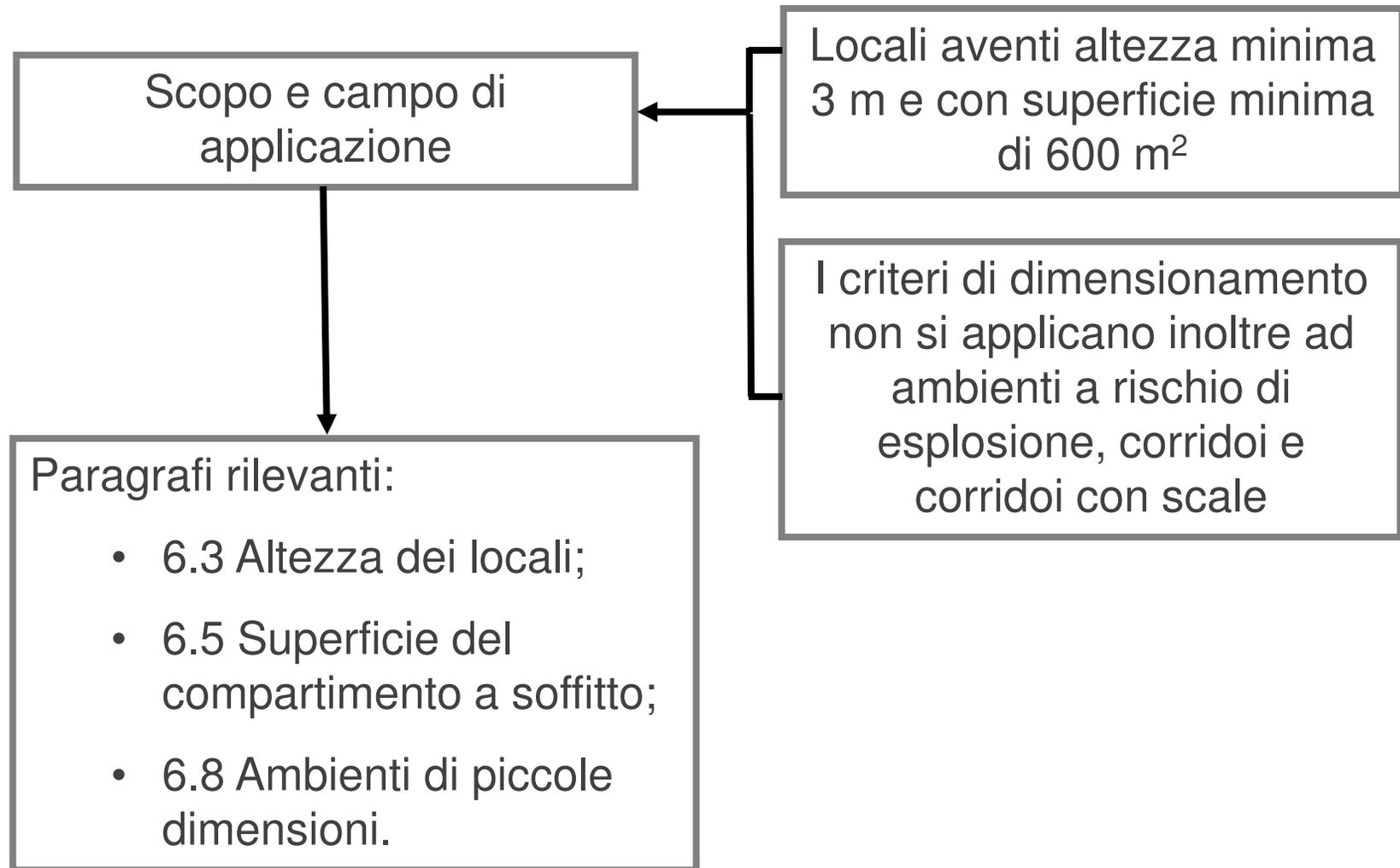
Riassumendo (SEFFC)...

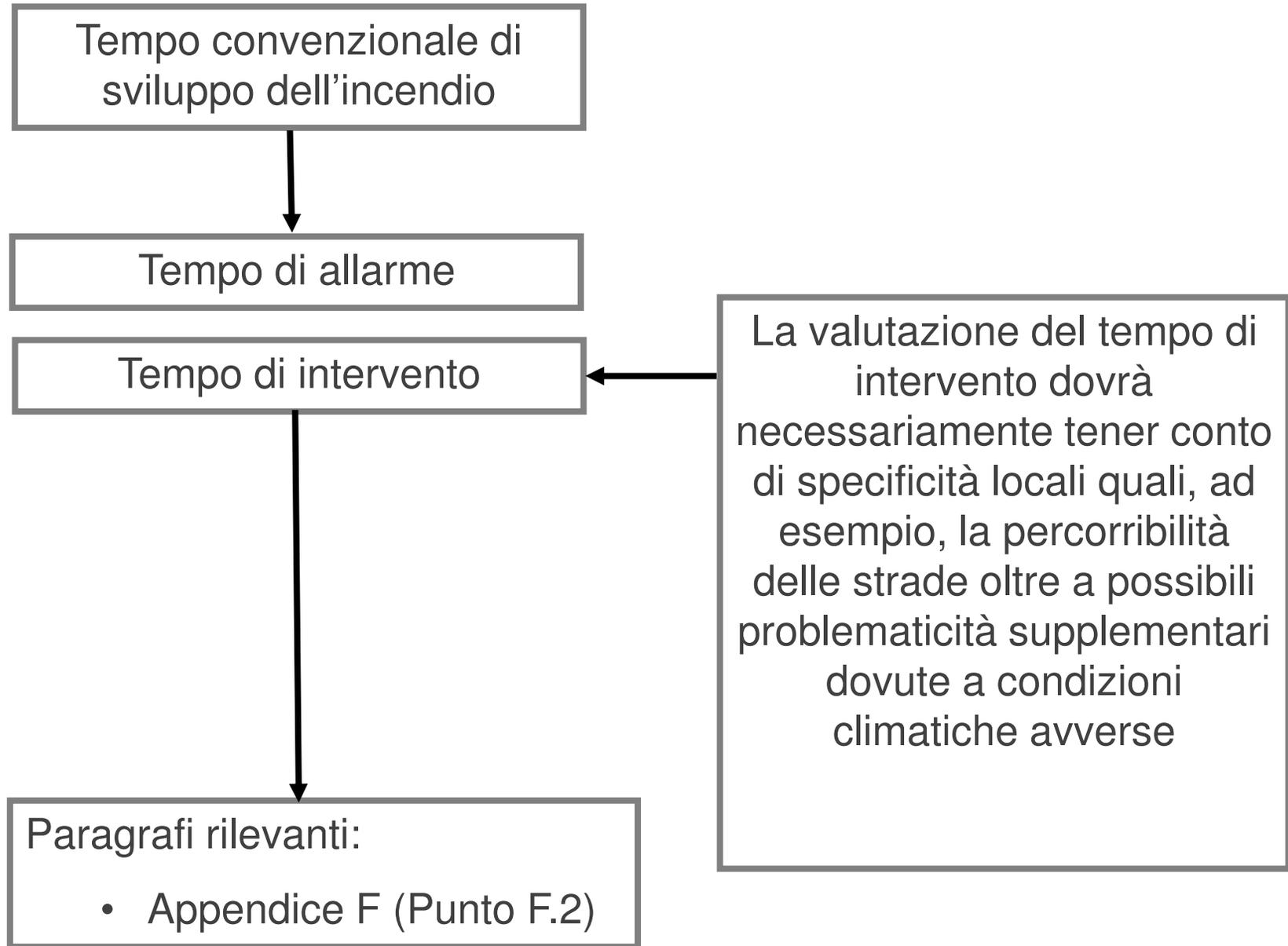


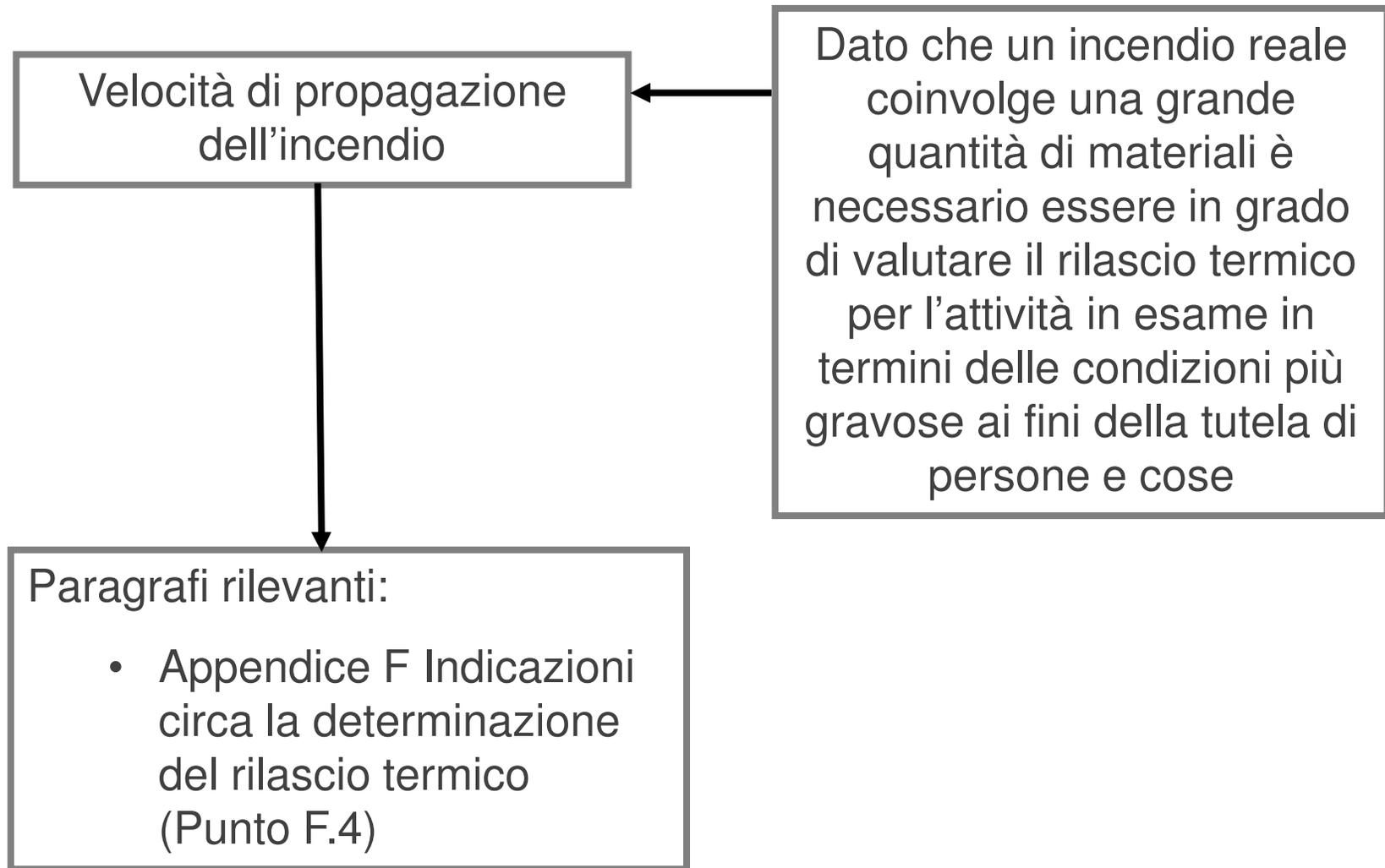


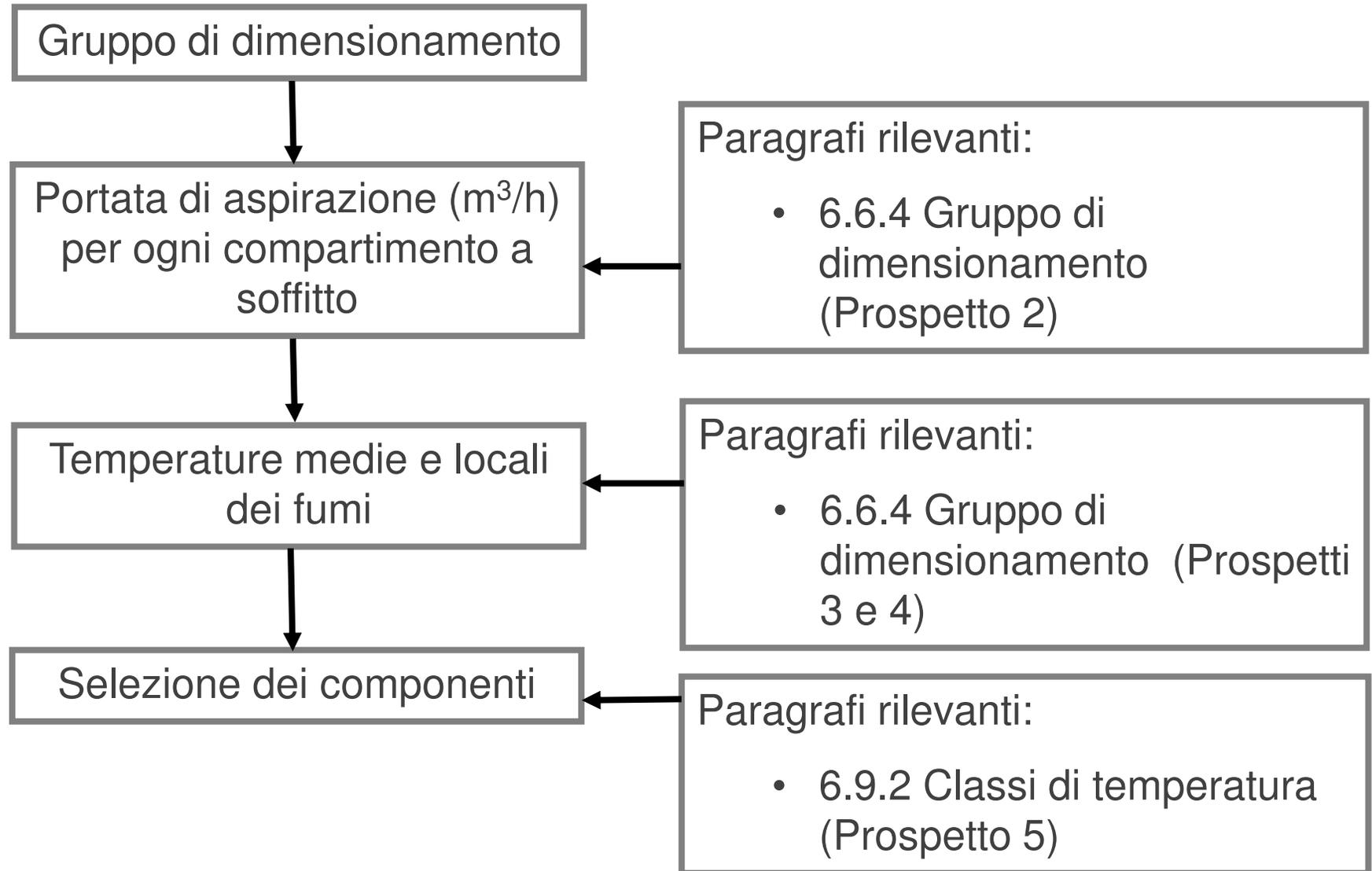
Riassumendo (SEFFC)...

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











Selezione dei componenti

Requisiti supplementari
dell'impianto

Caratteristiche dei punti di
aspirazione (portata
massima per punto di
aspirazione e distanza
minima tra punti di
aspirazione)

Aperture per l'immissione
dell'aria di ricambio (velocità
massima di immissione)

Velocità massima consentita
nelle condotte di aspirazione

Paragrafi rilevanti:

- 6.9.4 Punti di estrazione

Paragrafi rilevanti:

- 6.9.5 Punti di afflusso
dell'aria esterna

Paragrafi rilevanti:

- 6.9.6 Condotte di
controllo del fumo



Da ricordare

Nel caso, in base alle ipotesi formulate circa tempo di allarme e tempo di intervento, la durata convenzionale di sviluppo dell'incendio risulti superiore ai 20 minuti, occorre rivedere le assunzioni considerate al fine di valutare l'effettiva fattibilità dell'impianto SEFFC.



GRAZIE PER LA
VOSTRA ATTENZIONE