

Reazione al fuoco – struttura del codice



Fonte: Corpo dei VV.FF

Obiettivi del Codice

Per «Codice di prevenzione incendi» si intendono le norme tecniche di p.i. di cui all'allegato 1 al [D.M. 3 agosto 2015](#), emanate con l'intento di perseguire vari **obiettivi**, tra i quali quelli di:

- disporre di un **testo unico** in luogo di tante regole tecniche;
- **semplificare** la normativa di prevenzione incendi;
- adottare regole **meno prescrittive, più prestazionali**;
- individuare regole **sostenibili**, proporzionate al rischio reale;
- norme tecniche si occupino **solo** di «**antincendio**»;
- aumentare **flessibilità** e possibilità scelta fra diverse soluzioni;
- favorire metodi dell'**ingegneria** della **sicurezza antincendio**.

Testo unico

Negli ultimi anni sono state **em-
nate moltissime norme verticali**
di prevenzione incendi per varie
attività, con trattazioni a volte
non uniformi di argomenti simili.



Uno degli obiettivi iniziali del progetto di semplificazione è quello di **disporre** di un **testo unico** in luogo di innumerevoli regole tecniche, che tratti la materia in maniera omogenea.

L'obiettivo potrà ritenersi del tutto attuato quando sarà completato l'inserimento di tutte le **«vere» RTV** (*locali di pubblico spettacolo, ospedali, ecc.*).

Semplificazione e razionalizzazione del corpo normativo

Il Codice prosegue nel processo di «semplificazione» già avviato, per gli **aspetti amministrativi**, con il D.P.R. n. 151/2011 che tiene conto, tra l'altro, dell'introduzione della **SCIA**.

Per gli **aspetti tecnici** la **semplificazione** e la **razionalizzazione** del corpo normativo relativo alla prevenzione degli incendi è effettuato mediante l'utilizzo di un **nuovo approccio metodologico** più aderente al progresso tecnologico e agli standard internazionali.



Regole meno prescrittive

Il Codice consente di adottare **regole meno prescrittive** e più **prestazionali**.

L'**approccio prestazionale** a differenza del prescrittivo (*rigido e inadeguato soprattutto per situazioni complesse ove spesso è difficile rispettare prescrizioni*) **consente** una **valutazione quantitativa** del livello di sicurezza antincendio.

L'**analisi è più mirata**, consente di ottenere **risultati più aderenti alla realtà** e di commisurare le misure di protezione antincendio alle **reali necessità**, rendendo possibili **risparmi sui costi degli interventi**.



Regole più sostenibili e proporzionate

In accordo con le aspettative della comunità si è cercato di orientarsi verso **regole più sostenibili**, in linea con le esigenze di sviluppo economico.



Importante è anche l'esigenza che tali regole appaiano **proporzionate** al rischio reale di un'attività, evitando inutili dispendi di risorse.

In ogni caso, pur operando tale snellimento e semplificazione, tali regole devono essere in grado di garantire comunque un **pari livello** di sicurezza antincendi.

Norme solo «antincendio»

Il codice fa in modo che le norme VF si occupino solo di «**antincendio**».

È stata così avviata una **revisione delle regole tecniche** vigenti di prevenzione incendi (norme verticali).



Per le «norme verticali» è stata prevista l'**eliminazione** di tutte le **misure** tecniche **non specificamente antincendio**.

*Ad es. la «RTV Autorimesse» **non tratta** argomenti relativi alle varie **caratteristiche geometriche** (ampiezza corsie di manovra, pendenza, raggi di curvatura delle rampe, ecc.), **evitando** i numerosi ricorsi alle procedure di **deroga** del passato.*

Diverse soluzioni

Il codice prevede **flessibilità** e possibilità di scegliere fra **diverse soluzioni**.

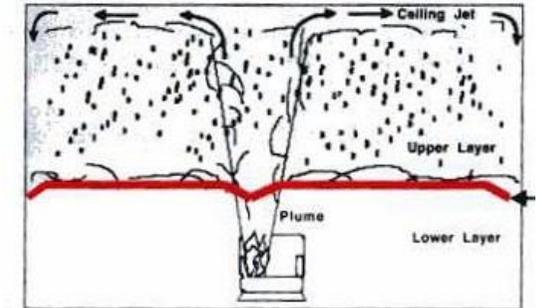
La metodologia di progettazione prevede fra **soluzioni** progettuali la possibilità di scelta fra:



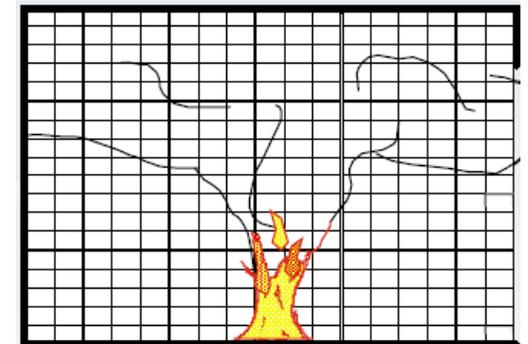
- **Soluzioni conformi** (*soluzione di immediata applicazione*);
- **Soluzioni alternative** (*richiedono ulteriori valutazioni*);
- **Soluzioni in deroga** (*è richiesta l'attivazione del procedimento di deroga*).

Ingegneria della sicurezza antincendio

Il codice prevede una specifica sezione (Sezione M) favorendo l'utilizzo dei metodi dell'**ingegneria della sicurezza antincendio** (*Fire safety engineering*).



Nei capitoli M1, M2 e M3 è descritta la **metodologia di progettazione** dell'ingegneria della sicurezza antincendio, l'**individuazione degli scenari** di incendio di progetto e la **salvaguardia della vita con la progettazione prestazionale**.



STRUTTURA DEL CODICE

Sezione G - Generalità

1. Termini, definizioni e simboli grafici
2. Progettazione sicurezza antincendio
3. Determinazione profili di rischio

Sezione S - Strategia antincendio

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

Sezione V - Regole tecniche verticali

1. Aree a rischio specifico
2. Aree a rischio atmosfere esplosive
3. Vani degli ascensori
4. Uffici
5. Alberghi
6. Autorimesse
7. Scuole
8. Attività commerciali - V.9Asili nido
10. Musei ... - V.11 Strutture sanitarie
11. Altre attività ... - V.12 ... V.13 ... V.14...

Sezione M - Metodi

1. Metodologia ingegneria sic. antinc.
2. Scenari incendio per progettaz. prestaz.
3. Salvaguardia vita con progettazione prestazionale

CENNI SUL D.LGS 9/4/2008 N. 81 E IL DM 10/3/1998

Salute e sicurezza nei luoghi di lavoro

- [D.Lgs 9/4/2008, n. 81](#) coord. «**Testo unico** in materia di tutela della salute e della **sicurezza nei luoghi di lavoro**», coordinato con le modifiche apportate dal D.Lgs 3 agosto 2009 n. 106 e da successivi provvedimenti;
- [DM 10/3/1998](#) «**Criteri generali di sicurezza antincendio** e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro».



ART. 46 DEL D.LGS N. 81/2008 - PREVENZIONE INCENDI

- ✓ **Prevenzione incendi**: funzione di preminente interesse pubblico, di esclusiva competenza statale, diretta a conseguire, secondo criteri uniformi sul territorio nazionale, obiettivi di sicurezza **vita** umana, incolumità persone e tutela di **beni** e **ambiente**.
- ✓ Nei luoghi di lavoro devono essere **adottate idonee misure per prevenire gli incendi** e tutelare l'incolumità dei lavoratori.
- ✓ Ogni **disposizione di prevenzione incendi** del D.lgs 81/2008 deve essere **riferita al C.N.VV.F.** Restano ferme le competenze di cui all'art. 13 (Vigilanza).



... segue

- ✓ I Ministri dell'interno e del lavoro devono adottare **decreti** nei quali sono definiti i criteri per individuare:
 - *misure per evitare un incendio e limitarne le conseguenze;*
 - *misure precauzionali di esercizio;*
 - *metodi di controllo, manutenzione impianti e attrezzature antincendio;*
 - *criteri per la gestione delle emergenze;*
 - *caratteristiche del servizio di prevenzione e protezione antincendio, compresi i requisiti degli addetti e la formazione.*
- ✓ Fino all'adozione di tali decreti si applica il [DM 10 marzo 1998](#).

ART. 13 DEL D.LGS N. 81/2008 - VIGILANZA

*La vigilanza sull'applicazione della legislazione in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro è svolta dalla azienda sanitaria locale e, **per quanto di specifica competenza, dal Corpo nazionale dei vigili del fuoco** (*) ...*



* **Art. 19 co. 1 del D.Lgs n. 139/2006 (Vigilanza ispettiva)** - Il Corpo nazionale esercita, con i poteri di polizia amministrativa e giudiziaria, la vigilanza ispettiva sull'applicazione della normativa di prevenzione incendi in relazione alle attività, costruzioni, impianti, apparecchiature e prodotti ad essa assoggettati nonché nei luoghi di lavoro ai sensi del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81. La vigilanza ispettiva si realizza attraverso visite tecniche, verifiche e controlli disposti di iniziativa dello stesso Corpo, anche con metodo a campione o in base a programmi settoriali per categorie di attività o prodotti, ovvero nelle ipotesi di situazioni di potenziale pericolo segnalate o comunque rilevate. Nell'esercizio dell'attività di vigilanza ispettiva, il Corpo nazionale può avvalersi di amministrazioni, enti, istituti, laboratori e organismi aventi specifica competenza.

Le novità dei decreti in materia di gestione della sicurezza antincendio

Il **Decreto 1 settembre 2021**, definito come Decreto controlli, entra in vigore il **25 settembre 2022** ed indica sia i requisiti che devono possedere i tecnici manutentori sia i criteri generali per il controllo degli apprestamenti antincendio. Manutenzione e controllo di impianti ed attrezzature vanno eseguiti da **tecnici manutentori qualificati** secondo l'Allegato II che definisce le "**Conoscenze, abilità e competenze del tecnico manutentore qualificato**" individuando anche i contenuti minimi e la durata dei corsi di formazione.

Quali sono i **compiti del manutentore qualificato**?

Relazionarsi con il datore di lavoro è fondamentale per coordinare le attività da eseguire con particolare riferimento a:

- controlli documentali;
- controlli visivi e di integrità dei componenti;
- controlli funzionali, manuali o strumentali;
- registrazioni delle attività svolte su supporto cartaceo o digitale;
- manutenzione degli apprestamenti secondo le norme e le procedure relative alla sicurezza e alla salute dei luoghi di lavoro e alla tutela dell'ambiente.

Il **Decreto 2 settembre 2021**, definito decreto GSA, entra in vigore il **4 ottobre 2022** e riguarda la gestione della sicurezza antincendio in esercizio ed in emergenza. Oltre a confermare l'obbligo da parte del datore di lavoro circa l'adozione di misure di gestione della sicurezza antincendio in funzione dei fattori di rischio incendio presenti presso la propria attività, il decreto specifica anche i contenuti di **informazione** e di **formazione antincendio** da destinare ai lavoratori.

Nei luoghi di lavoro con almeno 10 lavoratori o quelli aperti al pubblico con più di 50 persone contemporaneamente, il datore di lavoro ha l'obbligo di redigere il **piano di emergenza** connesso con la valutazione dei rischi, conforme all'Allegato II. Negli altri luoghi, le misure organizzative e gestionali da attuare in caso di incendio sono riportate nel DVR (Documento di Valutazione dei Rischi).

Inoltre il datore di lavoro designa gli **addetti alla gestione delle emergenze** che vengono formati in base ai nuovi criteri e da docenti in possesso dei requisiti stabiliti dal Decreto. Finora non era prevista una specifica periodicità per l'aggiornamento formativo di queste figure della sicurezza che ora è da svolgersi ogni 5 anni.

Il **Decreto 3 settembre 2021**, che entra in vigore il **29 ottobre 2022** ed è denominato decreto **Mini Codice**, è relativo ai criteri semplificati di progettazione, realizzazione ed esercizio della sicurezza antincendio per luoghi di lavoro a basso rischio di incendio. I cantieri sono esclusi.

Quali sono i **luoghi di lavoro a basso rischio**?

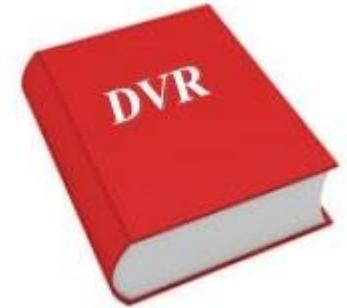
- Luoghi con attività non soggette ai controlli dei Vigili del Fuoco o non dotati di specifica regola tecnica verticale;
- luoghi con affollamento complessivo minore o uguale 100 occupanti.

In queste realtà la **valutazione del rischio semplificata** prevede:

- l'individuazione dei pericoli d'incendio;
- la descrizione del contesto e dell'ambiente nei quali i pericoli sono inseriti;
- la determinazione di quantità e tipologia degli occupanti esposti al rischio d'incendio;
- l'individuazione dei beni esposti al rischio d'incendio;
- la valutazione qualitativa o quantitativa delle conseguenze dell'incendio sugli occupanti;
- l'individuazione delle misure che possano rimuovere o ridurre i pericoli che determinano rischi significativi.

DOCUMENTO DI VALUTAZIONE DEI RISCHI (DVR)

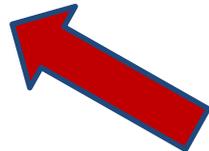
La **valutazione** di tutti i **rischi** (*art. 17.1.a*) con elaborazione del **DVR** (*art. 28*) è **effettuata** dal **datore di lavoro** (*non delegabile*). Il DVR deve contenere:



- **Relazione** sulla valutazione di tutti i rischi;
- Indicazione **misure di prevenzione, protezione** e **DPI** adottati;
- Misure per il **miglioramento nel tempo** dei livelli di sicurezza;
- Individuazione delle **procedure per l'attuazione** delle misure;
- Indicazione del **RSPP, RLS, medico competente**;
- Individuazione mansioni che espongono i **lavoratori** a **rischi specifici** che richiedono adeguata formazione e addestramento.

ALCUNI RISCHI

- Movimentazione manuali carichi
- Videoterminali
- Rumore
- Vibrazioni
- Campi elettromagnetici
- Radiazioni ionizzanti
- Agenti chimici, biologici
- Agenti cancerogeni e mutageni
- Amianto
- **Atmosfere esplosive**
- **Incendio**



IL DM 10 MARZO 1998

Emanato in attuazione dell'art. 13 del D.Lgs n. 626/1994. (*)



Contiene **criteri per la valutazione dello specifico rischio d'incendio** (**) per l'adozione delle misure di:

- **prevenzione** al fine di ridurre l'insorgenza di un incendio;
- **protezione** antincendio al fine di limitarne le conseguenze.

Strumento per i datori di lavoro **adattabile** a varie attività per verificare, organizzare e gestire la sicurezza antincendio.

* *L'attuale riferimento è l'art. 46 co. 3 del d.lgs. n. 81/2008. In genere tutti i riferimenti al D.Lgs n. 626/94 devono intendersi riferiti all'analogo argomento trattato nel D.lgs. n. 81/2008.*

** *L'attuale riferimento è l'art. 62 - Titolo II del D.Lgs 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.*

STRUTTURA DEL DM 10 MARZO 1998

Composto da **9 articoli** e **10 Allegati**.

- **Allegato I (linee guida)**: linee guida per la valutazione dei rischi di incendio nei luoghi di lavoro.
- **Allegato II (prevenzione)**: ridurre la probabilità di un incendio.
- **Allegato III^(*) (vie di uscita)**: realizzare vie e uscite di emergenza previste dal D.lgs n. 81/2008 per garantire l'esodo in sicurezza.
- **Allegato IV^(**) (rivelazione e allarme)**: realizzare misure per una rapida segnalazione dell'incendio per garantire l'attivazione di sistemi di allarme e procedure d'intervento.



* Non si applica alle attività soggette a controllo VVF.

** Non si applica alle attività soggette a controllo VVF.

-
- **Allegato V^(*) (protezione)**: assicurare l'estinzione di un incendio.
 - **Allegato VI (**manutenzione**)**: garantire l'efficienza dei sistemi di protezione antincendio.
 - **Allegato VII (**informazione e formazione**)**: fornire ai lavoratori adeguata informazione e formazione sui rischi d'incendio.
 - **Allegato VIII (**gestione dell'emergenza**)**: adottare necessarie misure organizzative e gestionali da attuare in caso di incendio riportandole nel piano di emergenza.
 - **Allegato IX (**corsi di formazione per addetti antincendio**)**: designare i lavoratori incaricati dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi, lotta antincendio e gestione delle emergenze.

** Non si applica alle attività soggette a controllo VVF.*

VALUTAZIONE DEL RISCHIO INCENDIO NEI LUOGHI DI LAVORO

L'**Allegato I** (*linee guida*) del DM 10/3/1998, pur **non escludendo altre metodologie**, stabilisce criteri generali per la **valutazione del rischio incendio**.



La **valutazione dei rischi** e le misure di **prevenzione** e **protezione** sono parte del **DVR**.

Il **livello di rischio** del luogo di lavoro o **parti** di esso è classificato in:

- ✓ Livello di rischio **elevato**.
- ✓ Livello di rischio **medio**.
- ✓ Livello di rischio **basso**.

MISURE ALL'ESITO DELLA VALUTAZIONE DEI RISCHI D'INCENDIO

All'esito della valutazione dei rischi d'incendio, il datore di lavoro adotta le misure, **descritte negli allegati** al decreto:

- Preventive;
- Protettive;
- Precauzionali di esercizio;
- Gestione dell'emergenza;
- Addetti al servizio antincendio.

DM 10/3/1998 E ATTIVITÀ SOGGETTE A CONTROLLO VVF

Non si applicano a **attività soggette** a controllo VVF le disposizioni:

- **Vie di esodo** *(allegato III)*
- **Sistemi di segnalazione e allarme** *(allegato IV)*
- **Estinzione** *(allegato V)*



Per tali attività le misure devono conformarsi alle norme specifiche, ove esistenti, o ai criteri generali di prevenzione incendi.

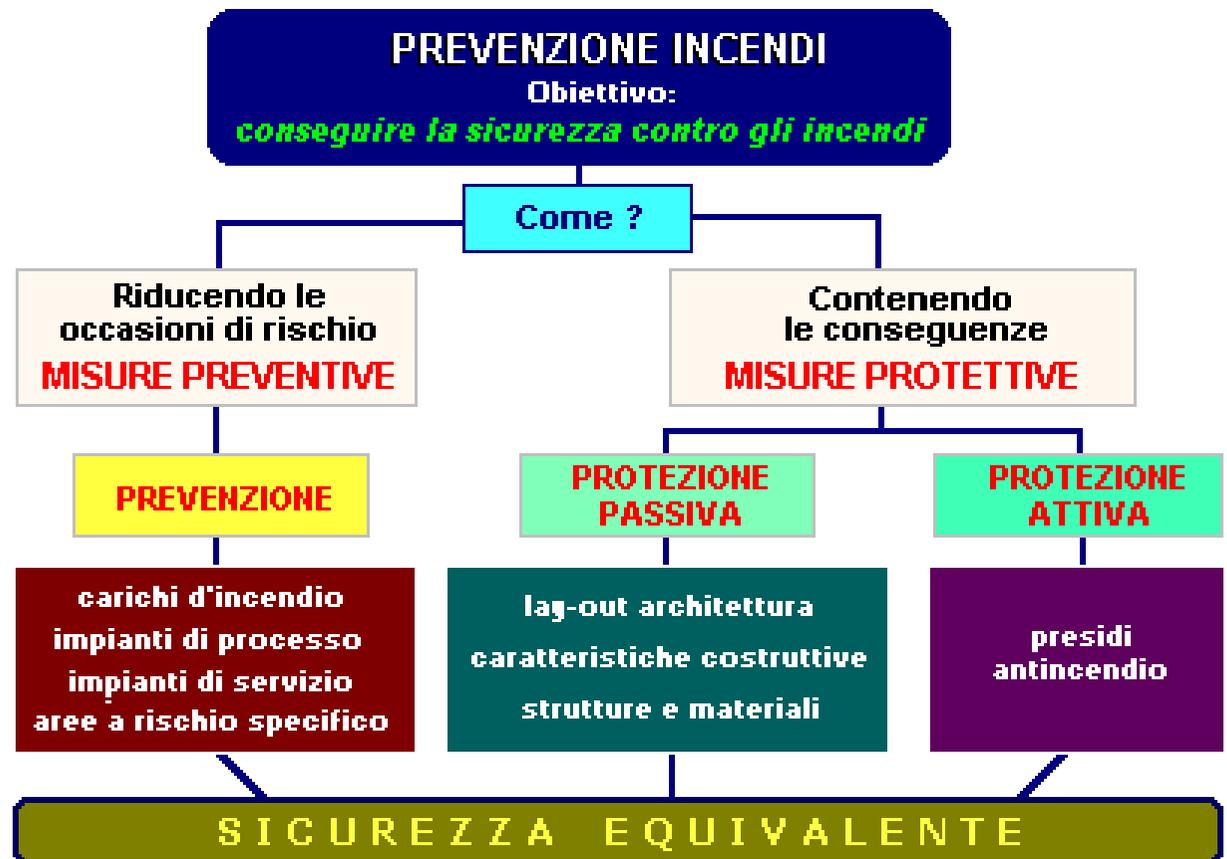
Possono costituire comunque **utile riferimento** anche nell'ambito delle attività soggette a controllo VVF, se l'attività non è disciplinata da specifica disposizione di prevenzione incendi.

Ciò è anche stato chiarito con **Circolare 8/7/1998, n. 16 MI.SA.**

PREVENZIONE INCENDI

È orientata alla salvaguardia dell'incolumità delle persone ed alla tutela dei beni e dell'ambiente.

Le azioni **Preventive e Protettive** non devono essere considerate alternative ma **complementari** tra loro.



Protezione delle strutture

Per la protezione delle strutture, in particolare **metalliche**, alcuni particolari rivestimenti tra cui **vernici intumescenti**, conseguono un'azione protettiva delle strutture sulle quali sono applicate, realizzando un grado di resistenza al fuoco.



*Questi elementi protettivi ininfiammabili, possiedono capacità isolanti al calore, con la particolarità di **rigonfiarsi, schiumando, generando uno strato isolante** in caso di alte temperature.*

PRINCIPALI DEFINIZIONI

Carico di incendio [MJ]: potenziale termico netto della totalità dei materiali combustibili contenuti in uno spazio, **corretto** in base ai parametri indicativi della partecipazione alla combustione dei singoli materiali.

Convenzionalmente **1 MJ** è assunto pari a **0,057 Kg legna equiv.**

(ossia $1 \text{ kg}_{\text{leq}}$ è assunto pari a 17.5 MJ , o più precisamente $1/0,057 = 17,54 \text{ MJ}$).

$$1 \text{ MJ} = 239 \text{ Kcal} \Rightarrow 1 \text{ kg}_{\text{leq}} = 239 \times 17,54 = 4192 \text{ Kcal/Kg}$$

$$q = \sum (g_i \cdot H_i) \cdot (m_i \cdot \psi_i)$$

g: massa
H: potere calorifico inferiore

↑
potenziale termico

↑
Fattori correttivi

Carico d'incendio specifico: q_f [MJ/m²]

Carico di Incendio, **riferito all'unità di superficie (lorda)**

$$q_f = q / A$$

Il pedice «f» sta per «floor».

Carico d'incendio specifico di progetto: q_{fd} [MJ/m²]

Carico d'incendio specifico corretto in base ai parametri indicatori del rischio di incendio del compartimento e dei fattori relativi alle misure di protezione presenti.

*È la **grandezza di riferimento** per le valutazioni della resistenza al fuoco.*

$$q_{fd} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$$

Superficie in pianta lorda di un compartimento: A [m²]

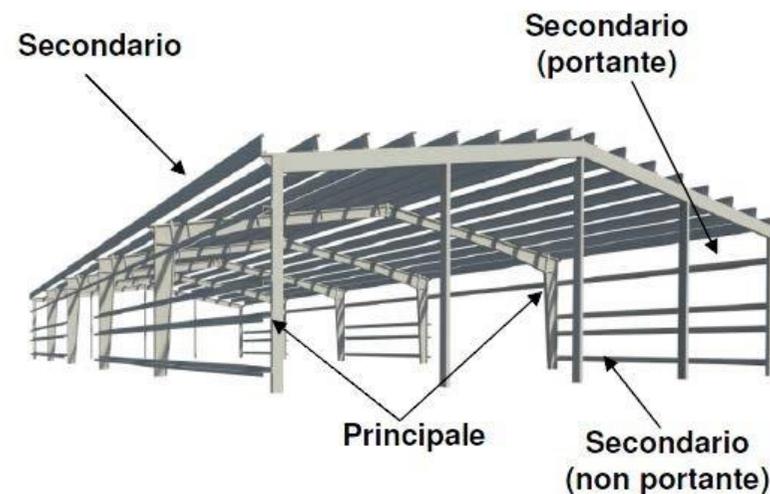
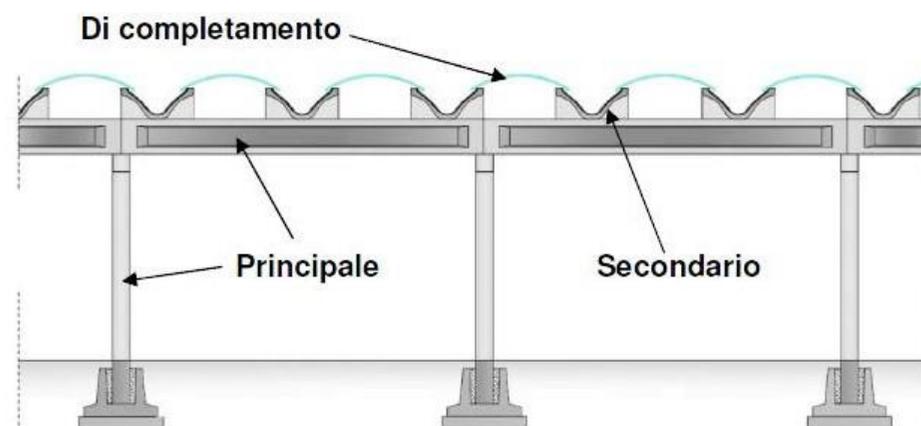
compresa entro il perimetro interno del compartimento.

Elementi strutturali principali:

elementi il cui cedimento per incendio compromette almeno una delle seguenti capacità: *capacità portante degli altri elementi strutturali; efficacia di elementi costruttivi di compartimentazione; sistemi di protezione attiva; esodo; sicurezza soccorritori.*

Elementi strutturali secondari:

tutti quelli non principali.



LIVELLI DI PRESTAZIONE

La **metodologia** dell'individuazione di **livelli prestazionali** (I, II, III, IV, ...) è stata introdotta per la prima volta in Italia nel campo della resistenza al fuoco con il [DM 9/3/2007](#).

Successivamente il c.d. «Codice di prevenzione incendi» [D.M. 3 agosto 2015](#) ha esteso tale **metodologia** a tutte le altre «**misure antincendio**» (*Reazione al fuoco, compartimentazione, esodo, gestione della sicurezza, controllo dell'incendio, ...*).

Di seguito si farà un cenno ai livelli di prestazione del Codice.



METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE

- 2) Attribuzione del **livello** di prestazione (*I, II, III, IV, V*).
 - Livello I: **Assenza di conseguenze esterne** per collasso strutt.
 - Livello II: Requisiti per un **periodo** sufficiente all'**evacuazione**
 - Livello III: Requisiti per un **periodo congruo**
 - Livello IV: **limitato danneggiamento**
 - Livello V: **totale funzionalità**
- 3) Per ogni **livello di prestazione** sono specificati i **criteri** di attribuzione dei livelli di prestazione.
- 4) Scelta delle **soluzioni** progettuali.

LIVELLO I [1/2]

Il **livello I** (*Assenza di conseguenze esterne per collasso strutturale*) è attribuibile a opere da costruzione molto semplici e ritenute poco pericolose, per le quali di norma siano verificate tutte queste condizioni:

- Attività con **un solo responsabile**.
- Attività **compartimentate** rispetto a adiacenti e **strutturalmente separate**.
- Attività **senza occupanti** (*esclusi addetti occasionali*).

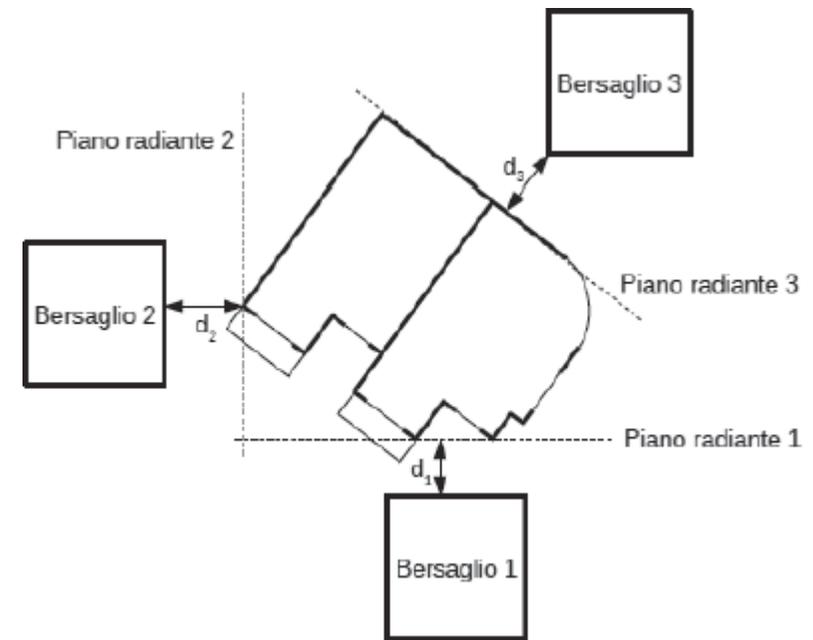
LIVELLO I [2/2]

Distanza di separazione su spazio a cielo libero verso le altre costruzioni e non inferiore alla massima altezza della costruzione.

Non richieste prestazioni minime di resistenza al fuoco.

Il Responsabile dell'attività accetta il **collasso strutturale**.

A differenza del DM 9/3/2007, il Codice consente il livello I (nessuna prestazione minima di R.F.) per le attività soggette.



LIVELLO II [1/2]

Condizioni per assegnare il **livello II** (*Resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione*).

- Attività **compartimentate** rispetto a adiacenti.
- Attività **anche non strutturalmente separate**, purché eventuale cedimento di porzione non danneggi il resto dell'opera.
- Attività con **un solo responsabile**.
- Occupanti in stato di **veglia** e con **familiarità**.
- Attività **non** destinata a **disabili**, **non** molto **affollata**, **non** troppo «**profonda**» né «**alta**».

LIVELLO II [2/2]

Distanza di separazione come Livello I.

La classe di resistenza al fuoco è **indipendente da $q_{f,d}$** .

Classe di **resistenza al fuoco ≥ 30** .

Rispetto al DM 9/3/2007 è prevista solo la classe 30 (invece di 30 per 1 piano f.t. senza interrati e 60 fino a 2 piani f.t. e un interrato).

Consentite **classi inferiori se compatibili con il livello III**.

LIVELLO III

Il **livello III** (*Resistenza al fuoco per un periodo congruo*) è **attribuito per esclusione**, per attività non comprese negli altri criteri.

Classe minima di resistenza al fuoco stabilita in **funzione del $q_{f,d}$** come da **tabella**.

Rispetto all'analoga tabella del DM 9/3/2007 per livello di prestazione III, il Codice ha previsto alcune riduzioni per la classe minima di resistenza al fuoco come ad esempio il limite per nessun requisito, che è salito da 100 a 200 MJ/m² (da $\approx 5,5$ a 11 kg_{leq}/m²).

Classe minima di resistenza al fuoco

Tabella:

$q_{f,d}$		Classe
[MJ/m ²]	[kg _{leq} /m ²]	
$q_{f,d} \leq 200$	≤ 11	0
$q_{f,d} \leq 300$	≤ 17	15
$q_{f,d} \leq 450$	≤ 26	30
$q_{f,d} \leq 600$	≤ 34	45

$q_{f,d}$		Classe
[MJ/m ²]	[kg _{leq} /m ²]	
$q_{f,d} \leq 900$	≤ 51	60
$q_{f,d} \leq 1200$	≤ 68	90
$q_{f,d} \leq 1800$	≤ 103	120
$q_{f,d} \leq 2400$	≤ 137	180
$q_{f,d} > 2400$	> 137	240

Il Codice ha previsto **riduzioni rispetto al DM 9/3/2007**:

- **Classe 0** per $q_{f,d} \leq 200$ MJ/m² (*invece di 100*);
- **Classe 15** per $q_{f,d} \leq 300$ MJ/m² (*invece di 200*).

LIVELLI IV e V

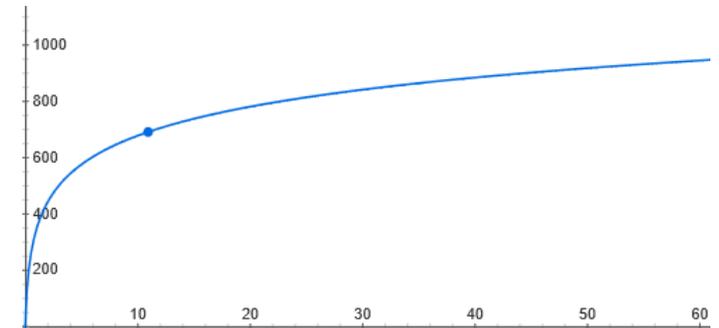
I **livelli IV** (*limitato danneggiamento*) e **V** (*totale funzionalità*) sono **attribuiti** su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza.

Oltre alla verifica dei **livelli precedenti**, il progettista deve effettuare **ulteriori verifiche**.

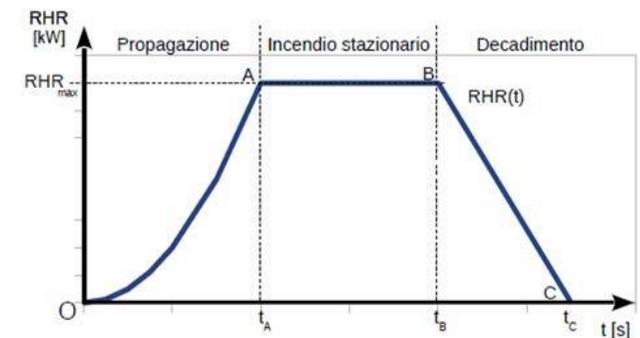
CURVE NOMINALI E CURVE NATURALI D'INCENDIO

L'andamento delle temperature può essere valutato con:

- **Curve nominali** d'incendio (*rappresentano incendi convenzionali di progetto*), per l'intervallo di tempo pari alla classe di resistenza al fuoco prevista **senza fase di raffreddamento**.



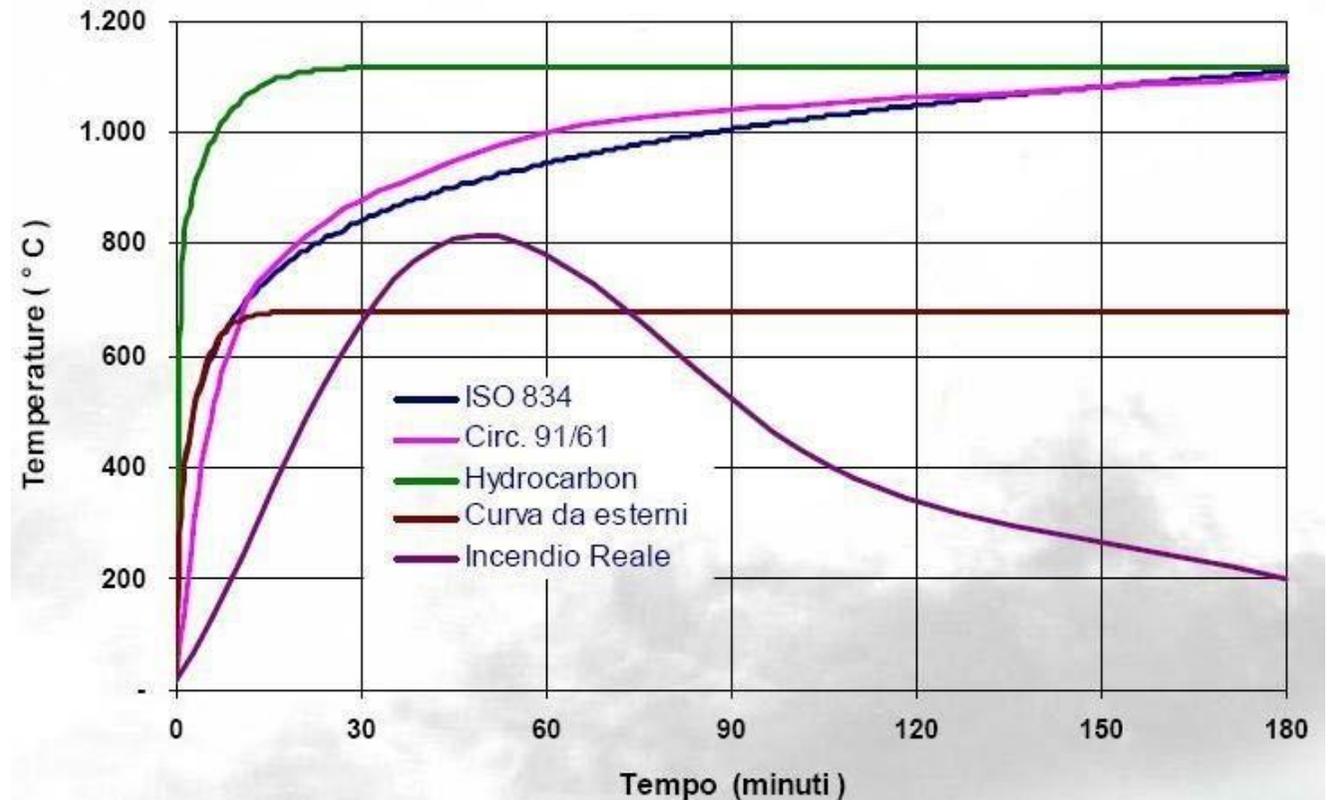
- **Curve naturali** d'incendio, tengono conto dell'intera durata dello stesso, **compresa la fase di raffreddamento** fino al ritorno alla temperatura ambiente.



CURVE NOMINALI

Sono **curve convenzionali** generalmente **monotone crescenti** e pertanto ben riproducibili in laboratorio.

Trascurano la fase d'innesco e prima propagazione avendo inizio dal flash over.



Terminano in corrispondenza della classe del compartimento, **senza fase di raffreddamento.**

CURVE NOMINALI

Curva nominale standard (ISO 834): riferite per le classi di resistenza al fuoco.

$$\theta_g = 20 + 345 \log_{10} (8 \cdot t + 1)$$

Curva nominale degli idrocarburi: esclusivamente per la determinazione della capacità portante delle strutture.

$$\theta_g = 1080 (1 - 0,325 \cdot e^{-0,167 t} - 0,675 \cdot e^{-2,5t}) + 20$$

Curva nominale esterna: per incendi all'interno del compartimento, ma che coinvolgono strutture poste all'esterno.

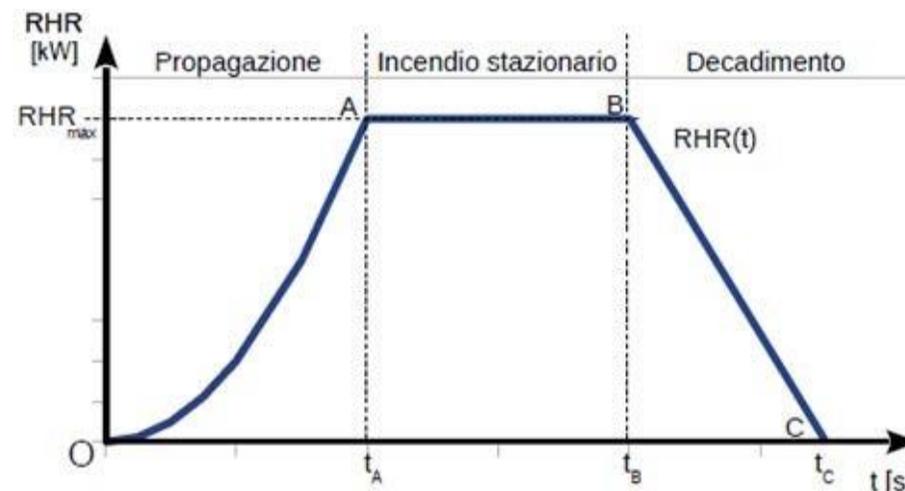
$$\theta_g = 660 (1 - 0,687 \cdot e^{-0,32 t} - 0,313 \cdot e^{-3,8 t}) + 20$$

θ_g : temperatura media gas di combustione [$^{\circ}$ C]; t : tempo [min]

CURVE NATURALI

Per progetti con **approccio prestazionale** si fa riferimento a una **curva naturale d'incendio**, determinata con modelli d'incendio:

- sperimentali;
- numerici semplificati;
- numerici avanzati.



RHR rappresenta il tasso di rilascio termico (o Heat Release Rate – HRR)

Le curve d'incendio naturale sono determinate per lo specifico compartimento e facendo riferimento al q_{fd} , ponendo $\delta_{ni} = 1$ (*coefficienti relativi alle misure antincendio*).

CALCOLO DI q_{fd} E CLASSIFICAZIONE DI RESISTENZA AL FUOCO

Il **codice di prevenzione incendi** fornisce indicazioni sulla procedura per il calcolo del carico di incendio specifico di progetto ($q_{fd} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$) e sulla classificazione di resistenza al fuoco, in alternativa a:

- [DM 9/3/2007](#) «*Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del CNVVF*»
- [DM 16/2/2007](#) «*Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione*».

CARICO DI INCENDIO SPECIFICO DI PROGETTO

$$q_{fd} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f [MJ/m^2]$$

- δ_{q1} fattore che tiene conto del rischio d'incendio in relazione alla **dimensione del compartimento**.
- δ_{q2} fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione al tipo di **attività** svolta nel compartimento.
- $\delta_n = \prod_i \delta_i$ fattore che tiene conto delle differenti **misure di protezione** adottate.
- q_f carico di incendio specifico [MJ/m²].

$$q_{fd} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$$

δ_{q1} fattore «**dimensione del compartimento**»

Superficie lorda del compartimento (m ²)	δ_{q1}	Superficie lorda del compartimento (m ²)	δ_{q1}
$A < 500$	1,00	$2.500 \leq A < 5.000$	1,60
$500 \leq A < 1.000$	1,20	$5.000 \leq A < 10.000$	1,80
$1.000 \leq A < 2.500$	1,40	$A \geq 10.000$	2,00

$$q_{fd} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$$

δ_{q2} fattore «**attività**»

Rischio	Descrizione	δ_{q2}
I	Aree con basso rischio d'incendio (<i>in termini di probabilità d'innescò, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza</i>).	0,8
II	Aree con moderato rischio d'incendio (...)	1,0
III	Aree con alto rischio d'incendio (...)	1,2

Classificazione del rischio per il fattore δ_{q2}

La classificazione è di tipo qualitativo e, in **analogia all'app. B**

alla norma **UNI 10779**, la valutazione deve tener conto di:

- **quantità e combustibilità dei materiali**; - possibili **fonti di innesco**; - possibilità di **propagazione** delle fiamme; - **caratteristiche planovolumetriche**; - **ventilazione** del compartimento.

Viste le finalità del calcolo, non si considera l'aggravio di rischio derivante dagli effetti dell'incendio sulle persone (*grado di affollamento, vulnerabilità individui, stato vigilanza, ecc.*).

Norma UNI 10779 - Appendice B

Criteri di dimensionamento degli impianti

Livelli di pericolosità

*La norma UNI 10779 individua **3 livelli di pericolosità** in base al contenuto e alla probabilità di sviluppo di un incendio.*

Livello 1 – Livello 2 – Livello 3

La definizione dei livelli non può essere eseguita semplicemente tramite verifica di parametri prestabiliti, ma secondo esperienza e valutazione oggettiva delle condizioni specifiche dell'attività.

I criteri utilizzati devono essere esplicitati nella relazione di progetto affinché siano noti nel tempo anche al gestore.

Livello di pericolosità 1: attività di lavorazione di materiali prevalentemente incombustibili ed alcune delle **attività di tipo residenziale**, di **ufficio**, ecc., a **basso carico d'incendio**.

Si possono assimilare a quelle definite di classe LHed OH1 dalla UNI EN12845.

Livello di pericolosità 2: attività di lavorazione in genere che non presentano **accumuli** particolari di **merci combustibili** e nelle quali sia **trascurabile la presenza di sostanze infiammabili**.

Si possono assimilare a quelle definite di classe OH2, 3 e 4 dalla UNI EN12845.

Livello di pericolosità 3: aree di **magazzinaggio intensivo** come definito dalla UNI EN 12845; aree dove sono presenti materie plastiche espanse, liquidi infiammabili; aree dove si lavorano o depositano merci ad alto pericolo d'incendio quali cascami, prodotti vernicianti, prodotti elastomerici, ecc.

Si possono assimilare a quelle definite di classe HHP e/o HHS dalla UNI EN 12485.

$$q_{fd} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$$

$\delta_n = \prod_i \delta_i$ fattore «**misure di protezione**» (è il prodotto di 10 fattori)

Misura antincendio minima		δ_{ni}	
Controllo dell'incendio di livello di prestazione III (capitolo S.6)	rete idranti con protezione interna	δ_{n1}	0,90
	rete idranti con protezione interna ed esterna	δ_{n2}	0,80
Controllo dell'incendio di livello di prestazione IV (capitolo S.6)	sistema automatico ad acqua o schiuma e rete idranti con protezione interna	δ_{n3}	0,54
	altro sistema automatico e rete idranti con protezione interna	δ_{n4}	0,72
	sistema automatico ad acqua o schiuma e rete idranti con protezione interna ed esterna	δ_{n5}	0,48
	altro sistema automatico e rete idranti con protezione interna ed esterna	δ_{n6}	0,64
Gestione della sicurezza antincendio di livello di prestazione II [1] (capitolo S.5)		δ_{n7}	0,90
Controllo di fumi e calore di livello di prestazione III (capitolo S.8)		δ_{n8}	0,90
Rivelazione ed allarme di livello di prestazione III (capitolo S.7)		δ_{n9}	0,85
Operatività antincendio di livello di prestazione IV (capitolo S.9)		δ_{n10}	0,81

[1] Gli addetti antincendio devono garantire la presenza continuativa durante le 24 ore.

CONFRONTO CON IL DM 9/3/2007

La procedura per il calcolo di $q_{fd} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$ è simile (con qualche differenza) a quella del [DM 9/3/2007](#).

I coefficienti δ_{ni} sono **10 invece dei 9** previsti dal DM 9/3/2007, e sono stati **riorganizzati** in accordo con i vari capitoli del Codice.

$$q_{fd} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n$$

q_f : si può determinare mediante **3 approcci**:

1) Valore orientativo per attività (Valutazione statistica)

È possibile specificare il tipo di attività (p. es. falegnamerie, officine, centri commerciali, ecc.). In tal caso, si deve far riferimento a valori con probabilità di superamento < 20%. Il frattile 80 % è il valore che statisticamente ha la probabilità di essere superato nel 20 % dei casi.

2) Valore orientativo per arredi presenti e/o merci in deposito

È possibile specificare una combinazione di arredi (es. armadi, letti, ecc.) e di merci in deposito nel compartimento (es. cavi, copertoni, ecc.)

3) Mediante la formula



$$q_f = \frac{\sum_{i=1}^n g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i}{A} \quad [\text{MJ/m}^2]$$

APPROCCIO 1 - DETERMINAZIONE STATISTICA

In alternativa alla formula, si può determinare q_f attraverso la **valutazione statistica** adottando valori con probabilità di superamento $< 20\%$ (*frattile 80 %*).

*In caso di presenza di **strutture portanti lignee** va seguita l'apposita procedura.*

*In caso di **distribuzione uniforme** di q , lo **spazio di riferimento** coincide con il **compartimento antincendio** e q_f è quindi riferito alla superficie lorda del piano del compartimento.*

*In caso di **distribuzione disomogenea** del carico di incendio, q_f è riferito anche all'effettiva distribuzione.*

I valori di q riportati in letteratura sono ottenuti tramite sperimentazioni e rappresentano generalmente valori medi.

Per calcolare il frattile 80%, è necessario moltiplicare il valore medio per un coefficiente amplificativo, distinguendo:

- **Attività con variabilità molto limitate** per mobilio o merci in deposito (abitazioni, alberghi, ospedali, uffici e scuole) $\Rightarrow 1,20 \leq C \leq 1,5$
- **Attività con variabilità maggiori** per mobilio o merci in deposito (centri commerciali, grandi magazzini, attività industriali) $\Rightarrow 1,20 \leq C \leq 1,75$

All'interno di tali intervalli si individuerà il valore appropriato.

In appendice E alla **norma EN 1991-1-2** (*eurocodice 1, parte 1-2 azioni sulle strutture esposte al fuoco*) è presente una **tabella** con q_f per diverse destinazioni d'uso, come valore medio e frattile 80%.

Norma EN 1991-1-2.

Attività	Valore medio		Frattile 80%	
	(MJ/m ²)	(Kg _{leq} /m ²)	(MJ/m ²)	(Kg _{leq} /m ²)
Civili abitazioni	780	44,5	948	54,0
Ospedali (stanza)	230	13,1	280	16,0
Alberghi (stanza)	310	17,7	377	21,5
Biblioteche	1500	85,5	1824	104,0
Uffici	420	23,9	511	29,1
Scuole	285	16,2	347	19,8
Centri commerciali	600	34,2	730	41,6
Teatri (cinema)	300	17,1	365	20,8
Trasporti (spazio pubblico)	100	5,7	122	7,0

APPROCCIO 2 - VALORE ORIENTATIVO PER ARREDI E/O MERCI IN DEPOSITO

È possibile specificare una combinazione di **arredi** (*armadi, letti, ecc.*) e di **merci in deposito** nel compartimento (*cavi, copertoni, etc.*).

Per alcuni **elementi di arredo** (*poltrone, armadi, letti, tavoli, ecc.*), q_f è relativo al singolo **pezzo** [**MJ/pezzo**] es.:

- *Armadio per abiti a 2 ante (contenuto incluso):* $q_f = 1674 \text{ MJ/Pezzo}$
- *Divano:* $q_f = 837 \text{ MJ/Pezzo}$
- *Letto (con materasso, lenzuola, cuscino, coperte ecc.):* $q_f = 1080 \text{ MJ/Pezzo}$

Per **altri** (*tende, tappeti, ecc.*), q_f è relativo alla **superficie** [**MJ/m²**] es.:

- *Tappeto (per metro quadro):* $q_f = 47 \text{ MJ/m}^2$
- *Tende (per m² di superficie della finestra):* $q_f = 23 \text{ MJ/m}^2$

Per **merci in deposito** q_f è relativo al **volume** [**MJ/m³**] es.:

- *Elettrodomestici:* $q_f = 47 \text{ MJ/m}^3$
- *Scatole di cartone:* $q_f = 2500 \text{ MJ/m}^3$
- *Tendaggi:* $q_f = 1000 \text{ MJ/m}^3$

APPROCCIO 3 - VALORE ORIENTATIVO PER MATERIALE

Formula del carico d'incendio

$$q_f = \frac{\sum_{i=1}^n g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i}{A} \quad [\text{MJ/m}^2]$$

A Superficie in pianta lorda del compartimento [mq]

g_i Massa dell'i-esimo materiale [kg]

H_i Potere calorifico inferiore [MJ/kg]

H_i dei materiali combustibili si può determinare per via sperimentale secondo UNI EN ISO 1716:2002, dedotti dal prospetto E3 della norma UNI EN 1991-1-2, o da letteratura tecnica

m_i Fattore di partecipazione alla combustione

- **m = 0,80** per legno e altri materiali di natura cellulosica
- **m = 1** per tutti gli altri materiali combustibili

$$q_f = \frac{\sum_{i=1}^n g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i}{A}$$

ψ_i Fattore di limitazione della partecipazione alla combustione

- **ψ = 0** per materiali in contenitori progettati per resistere al fuoco
- **ψ = 0,85** per materiali in contenitori non combustibili e non appositamente progettati per resistere al fuoco, ma che conservino l'integrità durante l'incendio (fusti, contenitori o armadi metallici, ...); non valido quindi per contenitori in vetro, bombolette spray, o altri recipienti di facile cedimento in presenza di incremento della temperatura.
- **ψ = 1** in tutti gli altri casi

CALCOLO DEL CONTRIBUTO AL CARICO DI INCENDIO DI STRUTTURE IN LEGNO

Scopo del calcolo di q_f , è la determinazione della classe del compartimento, in base alla quale verificare successivamente la resistenza al fuoco degli elementi strutturali lignei.



Quindi emergerebbe una contraddizione tra un elemento strutturale ligneo che partecipa al carico di incendio (*e al processo di combustione*) e lo stesso elemento ligneo che poi deve essere verificato ai fini della resistenza al fuoco.

Metodologia di calcolo

- 1) Si determina la **classe** del compartimento **prescindendo** inizialmente dalla presenza degli **elementi strutturali lignei**. Al primo tentativo si prevede una classe minima di 15 minuti.
- 2) Si calcola lo **spessore di carbonizzazione** degli elementi lignei corrispondente alla classe determinata, adottando valori di **velocità di carbonizzazione** come da norma **UNI EN 1995-1-2** «*Progettazione delle strutture di legno – Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio*»;
- 3) Si determina definitivamente la **classe del compartimento**, tenendo conto del carico d'incendio specifico relativo alle **parti di elementi lignei corrispondenti allo spessore** di cui al p.to 2.

Norma EN 1995-1-2

Essenza	Tipologia di legno	mm/min
a) Legname tenero (conifere) e faggio	Legno laminato incollato densità caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,70
	Legno massiccio densità caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,80
b) Legname duro (latifoglie)	Legno duro massiccio o laminato incollato densità caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,70
	Legno duro massiccio o laminato incollato densità caratteristica $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,55

Tenendo conto del grado di approssimazione del procedimento, **non è necessario reiterare** più volte il calcolo.

Per tipologie di **legno non** riportati in **tabella** si può agire per **analogia** assumendo valori conservativi.



COMPARTIMENTAZIONE

La compartimentazione è una **misura** antincendio di **protezione passiva**.

Finalità: limitare la propagazione dell'incendio e dei suoi effetti verso altre attività o all'interno della stessa attività.

È **realizzata** mediante:

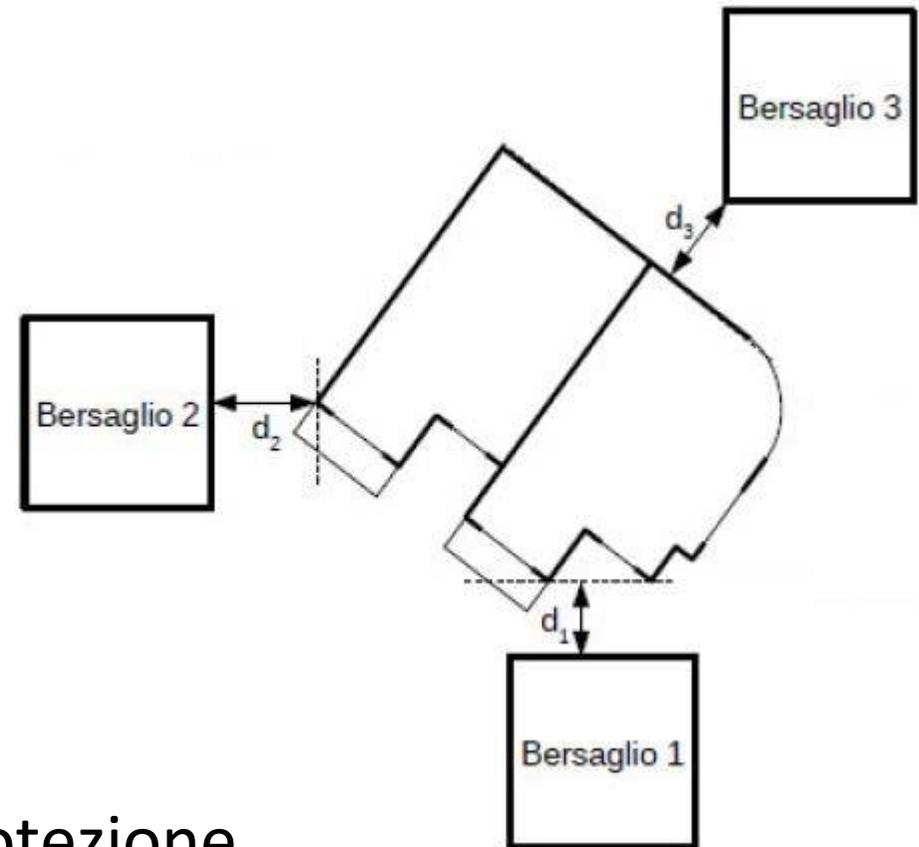
- **compartimenti** antincendio;
- **distanze di separazione**.



Separazioni con distanze di sicurezza e compartimentazione

Separare una struttura ricorrendo alla sola adozione di **distanze di sicurezza** comporta l'utilizzo di **grandi spazi** che costituiscono evidentemente una misura **poco conveniente** da un punto di vista economico.

Pertanto gli stessi obiettivi di protezione passiva possono essere raggiunti anche mediante la **compartimentazione**, con **elementi di separazione** resistenti al fuoco.



DISTANZA DI SEPARAZIONE

Distanza di separazione: distanza di sicurezza interna, esterna o di protezione

Distanza di sicurezza esterna: distanza tra perimetro di un elemento pericoloso e il perimetro del più vicino fabbricato o opera esterna.

Distanza di sicurezza interna: distanza tra i perimetri dei vari elementi pericolosi di un'attività.

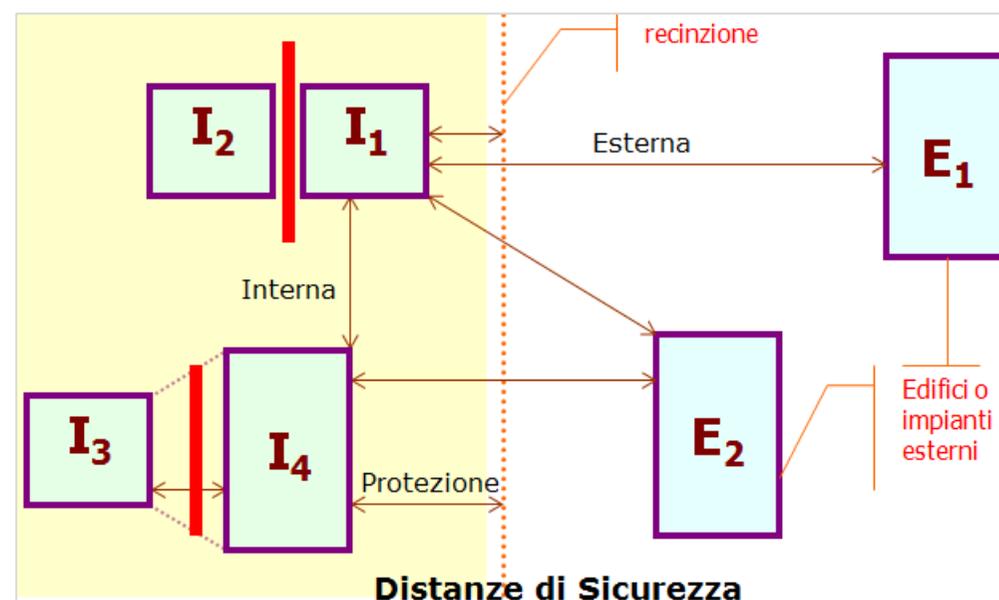
Distanza di protezione: distanza tra perimetro di un elemento pericoloso e il confine dell'area.



Deve essere specificato, anche tramite colori, se la distanza è esterna, interna o di protezione

DETERMINAZIONE DELLE DISTANZE DI SEPARAZIONE

La determinazione delle distanze di separazione **si basa sulle determinazioni dell'energia termica irradiata** in un incendio, secondo modelli di calcolo che forniscono dati molto orientativi.



Nelle **regole tecniche verticali** di prevenzione incendi vengono introdotti **valori prestabiliti** ricavati empiricamente da dati ottenuti dalle misurazioni dell'energia radiante effettuata in occasione di incendi reali e in incendi sperimentali.

METODI PER DETERMINARE LA DISTANZA DI SEPARAZIONE

In uno spazio a cielo libero un'adeguata **distanza di separazione** limita la propagazione dell'incendio. Procedure di calcolo previste dal Codice di prevenzione incendi:

- **Procedura tabellare** (§ S.3.11.2) $E_{soglia} = 12,6 \text{ kW/m}^2$
- **Procedura analitica** (§ S.3.11.3) $F_{2-1} \cdot E_1 \cdot \epsilon_f < E_{soglia}$

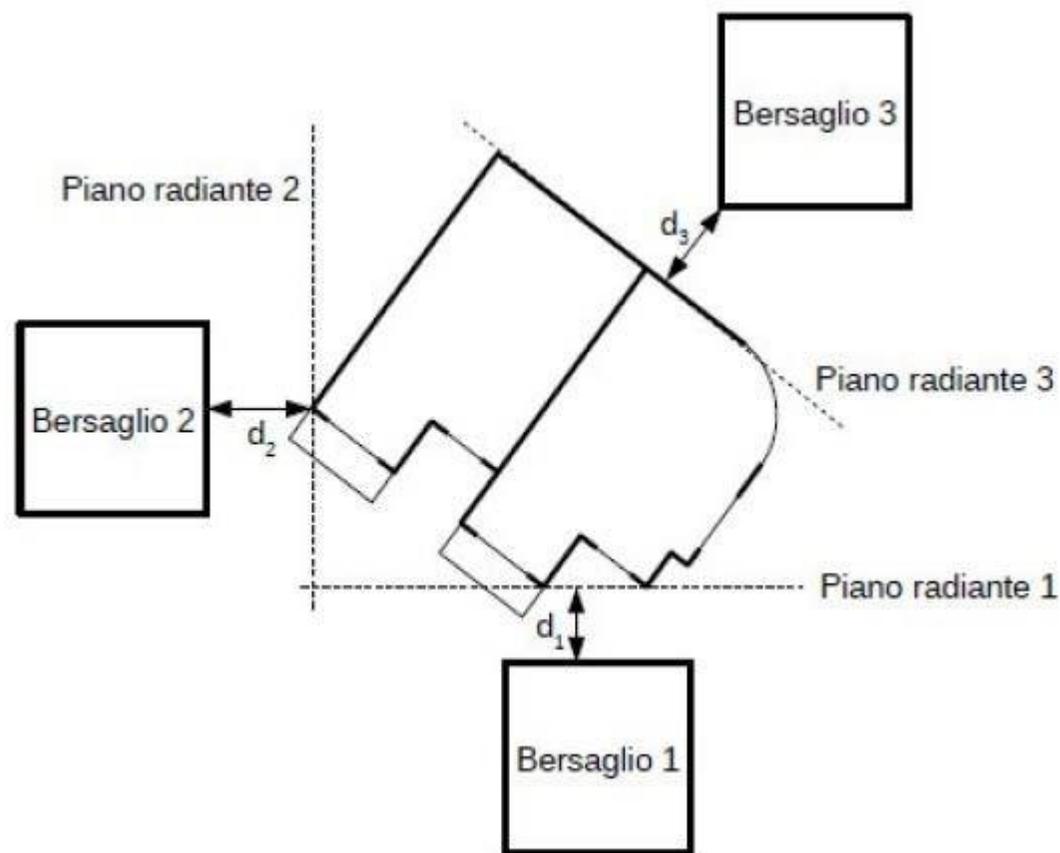
Nella procedura tabellare si impone $E_{soglia} = 12,6 \text{ kW/m}^2$ (valore convenzionale dell'irraggiamento termico entro cui non avviene l'innesco del legno).

E ₁ [kW]	H [m]																			
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
3	2,5	1,0	4,0	0,9	5,0	0,7	5,7	0,8	6,2	0,5	6,5	0,4	6,8	0,4	7,0	0,3	7,1	0,3	7,2	0,3
6	3,2	1,6	5,2	1,8	6,8	1,7	8,1	1,5	9,2	1,4	10,1	1,2	10,9	1,1	11,5	1,0	12,0	0,9	12,5	0,8
9	3,5	2,1	6,0	2,5	8,0	2,6	9,6	2,5	11,0	2,4	12,3	2,2	13,4	2,1	14,4	1,9	15,3	1,7	16,0	1,6
12	3,7	2,6	6,6	3,1	8,8	3,3	10,7	3,3	12,4	3,3	13,9	3,2	15,2	3,0	16,5	2,9	17,6	2,7	18,6	2,6
15	3,7	2,9	7,0	3,6	9,5	3,9	11,6	4,1	13,4	4,1	15,1	4,1	16,6	4,0	18,1	3,9	19,4	3,7	20,6	3,6
18	3,7	3,3	7,5	4,1	10,0	4,5	12,3	4,8	14,3	4,9	16,1	4,9	17,8	4,9	19,4	4,9	20,9	4,7	22,3	4,5
21	3,6	3,6	7,9	4,5	10,4	5,0	12,9	5,4	15,1	5,6	17,0	5,7	18,9	5,7	20,6	5,7	22,2	5,6	23,7	5,5
24	3,5	3,9	7,4	4,9	10,7	5,5	13,4	6,0	15,7	6,2	17,8	6,4	19,8	6,5	21,6	6,5	23,3	6,5	24,9	6,4
27	3,3	4,1	7,6	5,3	11,0	6,0	13,8	6,5	16,3	6,8	18,5	7,0	20,6	7,2	22,5	7,3	24,3	7,3	26,0	7,2
30	3,2	4,4	7,7	5,6	11,2	6,4	14,2	7,0	16,8	7,4	19,1	7,7	21,3	7,9	23,3	8,0	25,2	8,0	27,0	8,1
40	2,6	5,1	7,5	6,7	11,6	7,8	15,0	8,5	18,0	9,1	20,8	9,5	23,3	9,9	25,6	10,2	27,8	10,4	29,8	10,5
50	2,2	5,6	7,0	7,7	11,9	8,9	15,4	9,9	18,8	10,6	21,9	11,2	24,7	11,7	27,5	12,1	29,7	12,4	32,0	12,7
60	1,8	6,1	6,5	8,5	11,3	10,0	15,5	11,1	19,3	12,0	22,6	12,7	25,7	13,3	28,6	13,8	31,2	14,2	33,8	14,6

Per valori di E₁ e H intermedi a quelli riportati in tabella si approssima al valore immediatamente successivo. In alternativa può essere impiegata iterativamente la procedura analitica di cui al paragrafo S.3.11.3.

Se $q_f < 600 \text{ MJ/m}^2$ ($\approx 35 \text{ kg}_{leq}/\text{m}^2$) si considera soluzione conforme l'interposizione di **spazio scoperto**.

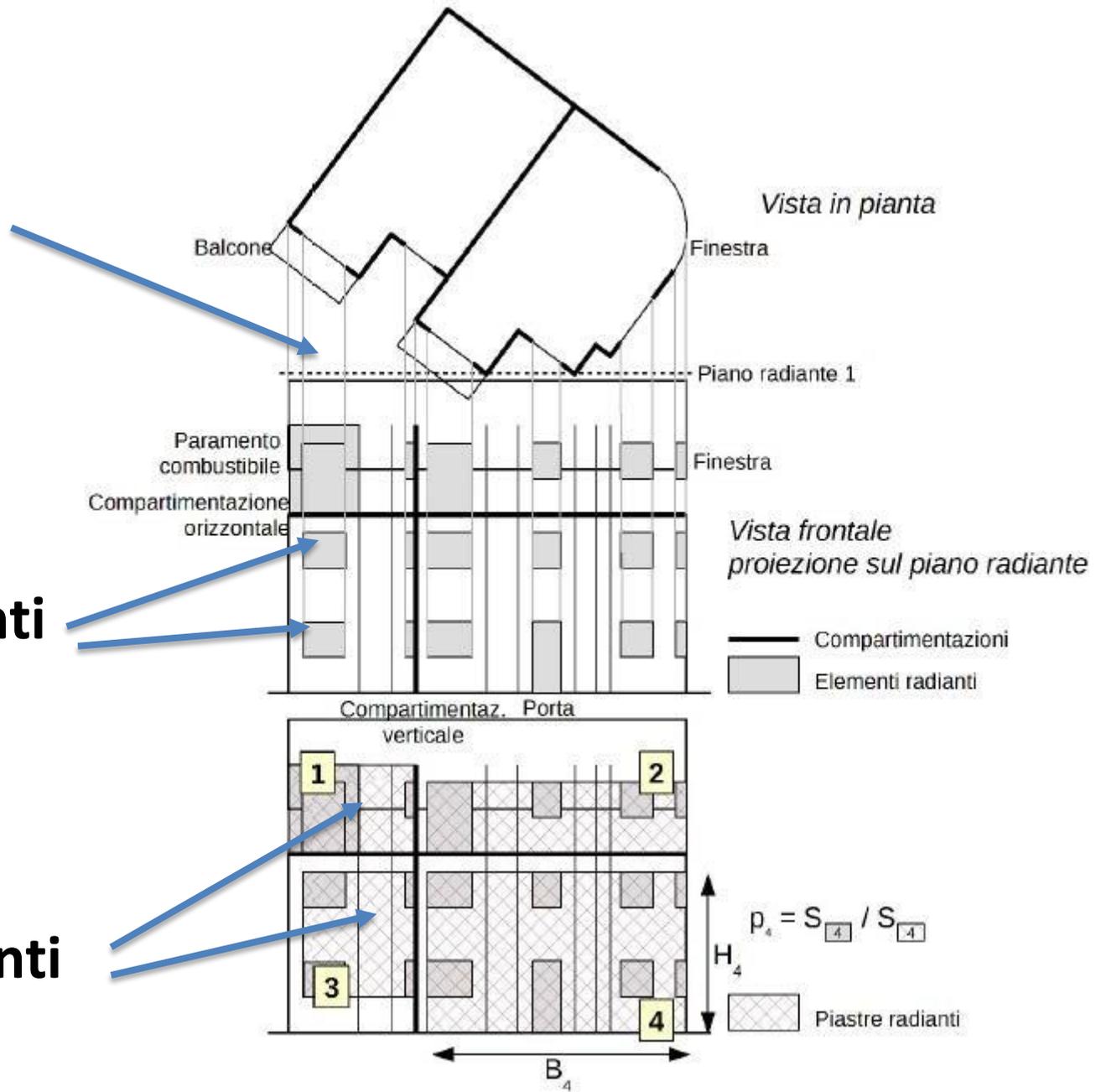
Nel «Codice di prevenzione incendi» sono descritti i metodi per determinare la *distanza di separazione* « d » in spazio a cielo libero tra ambiti della stessa attività o tra attività diverse, che consente di limitare ad una soglia prefissata E_{soglia} l'irraggiamento termico dell'incendio sul *bersaglio*.



Piano radiante

Elementi radianti

Piastre radianti

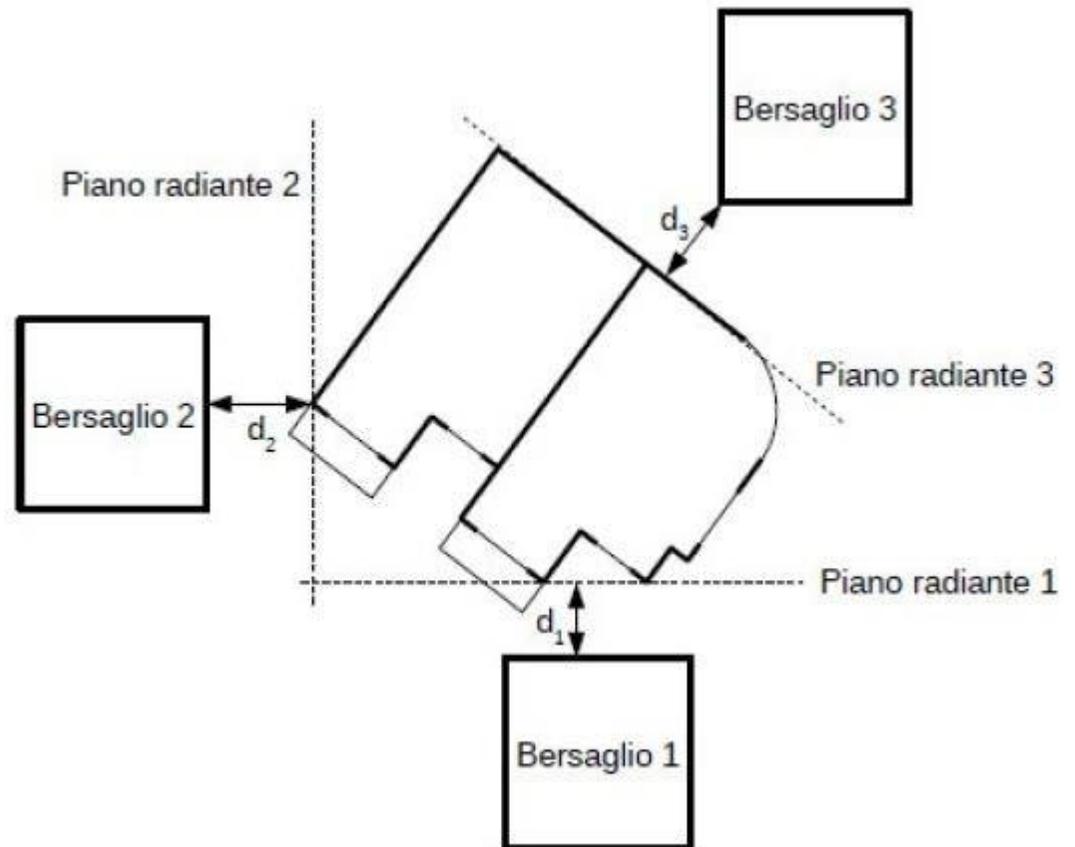


Elementi radianti: aperture e rivestimenti della facciata tramite cui è emesso verso l'esterno il flusso di energia radiante dell'incendio (es. **finestre**, rivestimenti combustibili, pannellature metalliche, vetrate, aperture, ...).

Piano radiante: superfici convenzionali dell'edificio

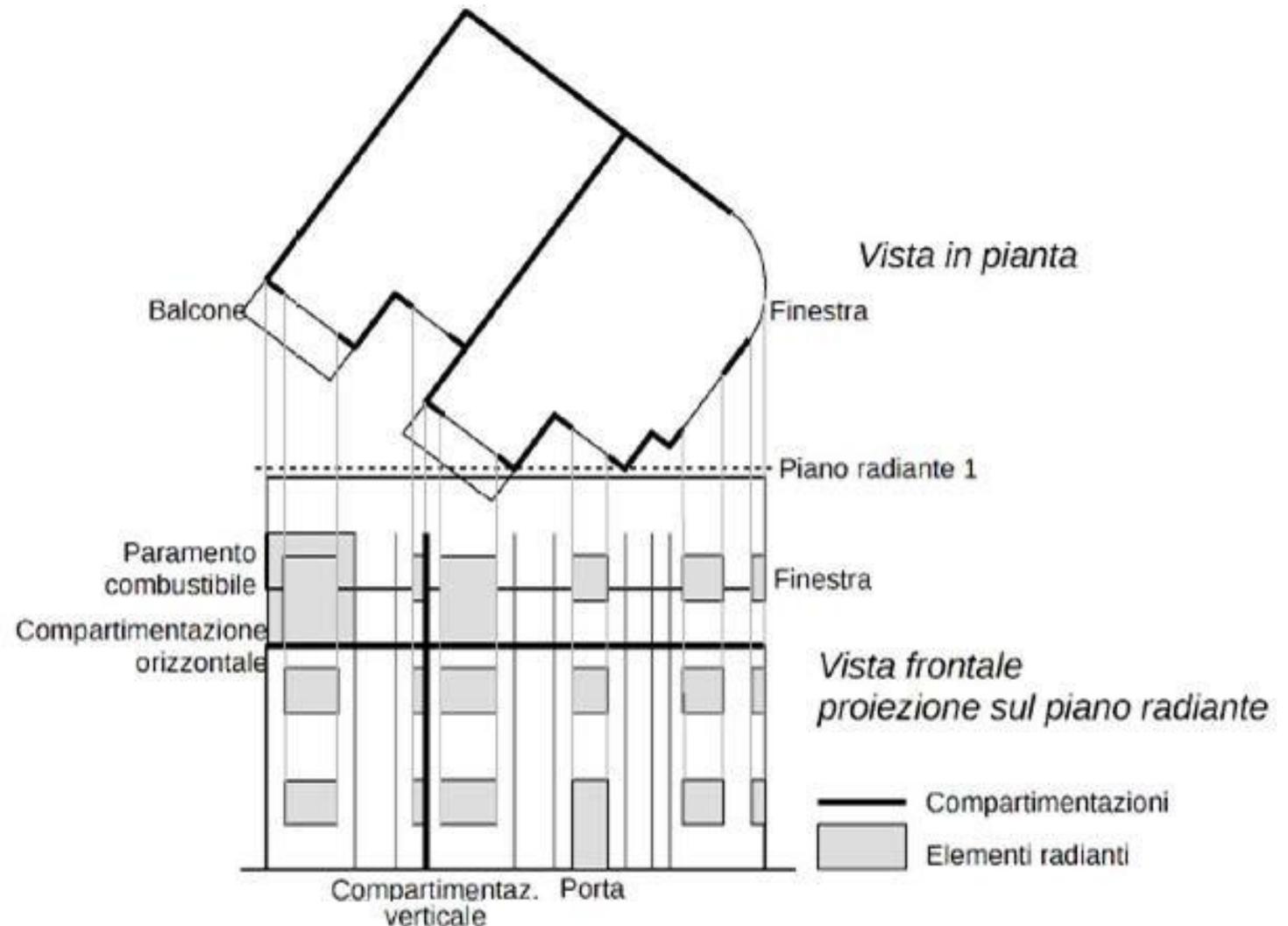
dalle quali sono valutate le distanze di separazione.

Si approssimano le chiusure con piani verticali, tangenti e non intersecanti, omettendo aggetti incombustibili (es. balconi, ...).



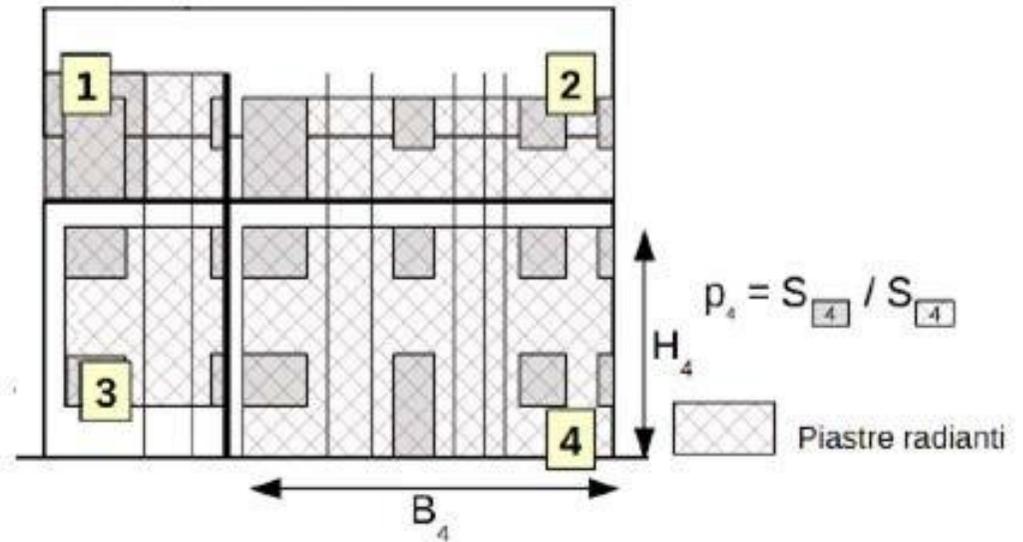
Sul piano radiante
si proiettano or-
togonalmente:

- la **geometria**
degli elementi
radianti;
- i **confini di
compartimen-
tazione** (es. so-
lai REI, pareti
REI, ...).



Piastra radiante: porzione del piano radiante impiegata per il calcolo semplificato dell'irraggiamento termico sul bersaglio.

È l'**inviluppo** delle proiezioni degli elementi radianti con rettangoli $B_i \times H_i$.



Per ciascuna piastra radiante si calcola la **percentuale di foratura** p_i , imponendo in ogni caso $p_i \geq 0,2$.

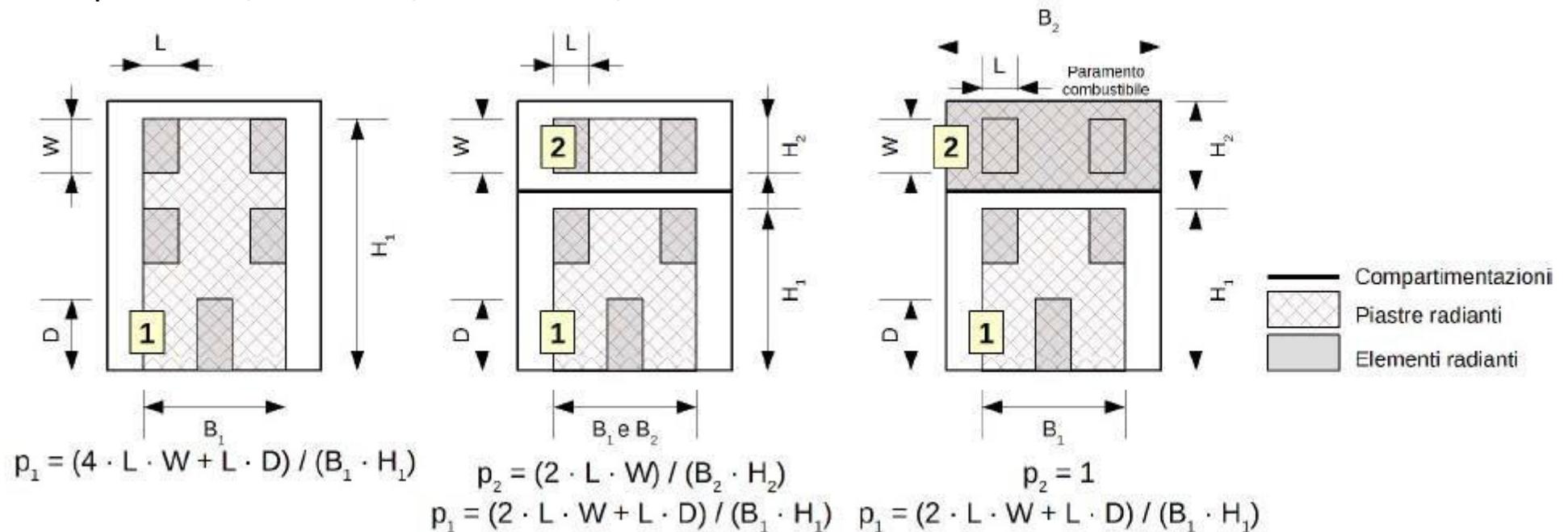
Quindi si calcola «d» con la **Procedura tabellare** o **analitica**.

Calcolo percentuale di foratura

Percentuale di foratura p_i per ciascuna piastra radiante

$$p_i = S_{\text{rad},i} / S_{\text{pr},i} \quad (P_i=1 \text{ tettoie, depositi all'aperto, ...})$$

- $S_{\text{rad},i}$: sup. compl. delle proiezioni degli elementi radianti;
- $S_{\text{pr},i}$: sup. compl. della piastra radiante.



Determinazione tabellare della distanza di separazione

Si determina la distanza di separazione in modo che l'irraggiamento termico sia $E_{soglia} \leq 12,6 \text{ kW/m}^2$.

Per l'i-esima piastra radiante:

$$d_i = \alpha_i p_i + \beta_i$$

- d_i distanza di separazione [m]
- p_i percentuale di foratura per l'i-esima piastra radiante
- α_i, β_i coefficienti ricavati da tabelle in base a ($B_i \times H_i$) e q_f .

B _i [m]	H _i [m]																			
	3		6		9		12		15		18		21		24		27		30	
	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β
3	2.5	1.0	4.0	0.9	5.0	0.7	5.7	0.6	6.2	0.5	6.5	0.4	6.8	0.4	7.0	0.3	7.1	0.3	7.2	0.3
6	3.2	1.6	5.2	1.8	6.8	1.7	8.1	1.5	9.2	1.4	10.1	1.2	10.9	1.1	11.5	1.0	12.0	0.9	12.5	0.8
9	3.5	2.1	6.0	2.5	8.0	2.6	9.6	2.5	11.0	2.4	12.3	2.2	13.4	2.1	14.4	1.9	15.3	1.7	16.0	1.6
12	3.7	2.6	6.6	3.1	8.8	3.3	10.7	3.3	12.4	3.3	13.9	3.2	15.2	3.0	16.5	2.9	17.6	2.7	18.6	2.6
15	3.7	2.9	7.0	3.6	9.5	3.9	11.6	4.1	13.4	4.1	15.1	4.1	16.6	4.0	18.1	3.9	19.4	3.7	20.6	3.6
18	3.7	3.3	7.3	4.1	10.0	4.5	12.3	4.8	14.3	4.9	16.1	4.9	17.8	4.9	19.4	4.8	20.9	4.7	22.3	4.5
21	3.6	3.6	7.5	4.5	10.4	5.0	12.9	5.4	15.1	5.6	17.0	5.7	18.9	5.7	20.6	5.7	22.2	5.6	23.7	5.5
24	3.5	3.9	7.5	4.9	10.7	5.5	13.4	6.0	15.7	6.3	17.6	6.4	19.6	6.5	21.3	6.5	22.9	6.4	24.6	6.3
27	3.3	4.1	7.5	5.3	10.9	6.0	13.7	6.5	16.3	6.8	18.3	6.9	20.3	6.9	22.0	6.9	23.5	6.8	25.4	6.7
30	3.2	4.4	7.5	5.7	11.1	6.5	14.0	7.0	16.7	7.2	18.6	7.3	20.6	7.3	22.3	7.3	23.8	7.2	26.2	7.1
40	2.6	5.1	7.5	6.5	11.3	7.0	14.3	7.5	17.1	7.7	19.2	7.8	21.3	7.8	23.0	7.8	24.5	7.7	27.4	7.6
50	2.2	5.6	7.5	7.0	11.4	7.5	14.5	8.0	17.4	8.0	19.7	8.1	21.8	8.1	23.5	8.1	25.0	8.0	28.0	7.9
60	1.8	6.1	7.5	7.5	11.5	8.0	14.6	8.5	17.6	8.5	20.0	8.5	22.1	8.5	23.8	8.5	25.3	8.4	28.4	8.3
Per valori di B _i e H _i alternativi può essere																				
Per valori di B _i e H _i intermedi a quelli riportati in tabella si approssima al valore immediatamente successivo. In alternativa può essere impiegata iterativamente la procedura analitica di cui al paragrafo S.3.11.3.																				

Determinazione analitica della distanza di separazione

Consente di determinare la distanza di separazione che limita ad un qualsiasi valore **qualsiasi** E_{soglia} l'irraggiamento termico.

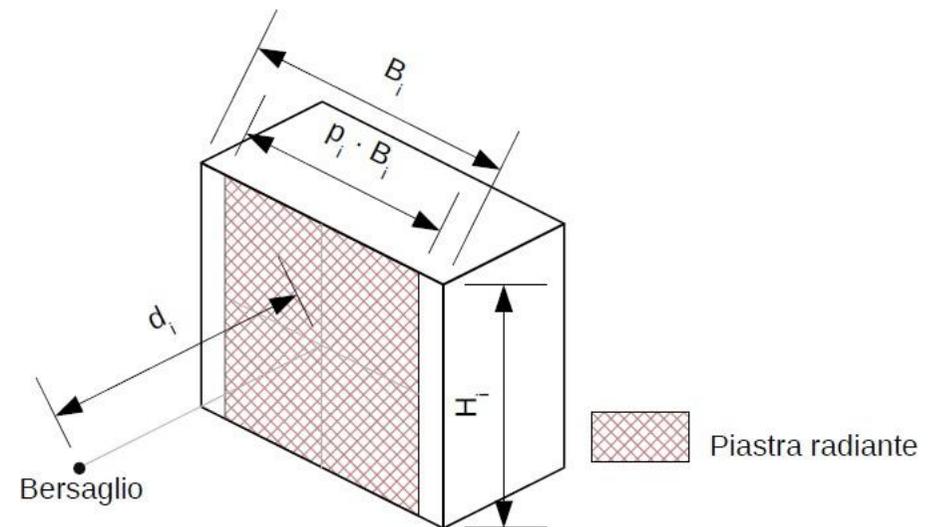
Si determinano **elementi radianti**, **piano radiante**, **piastre radianti** come in precedenza.

B_i larghezza [m]

H_i altezza [m]

p_i percentuale di foratura

d_i distanza con il bersaglio



Schematizzazione i-esima piastra radiante

La distanza d_i tra i-esima piastra radiante e bersaglio garantisce adeguata separazione se è verificata la seguente relazione:

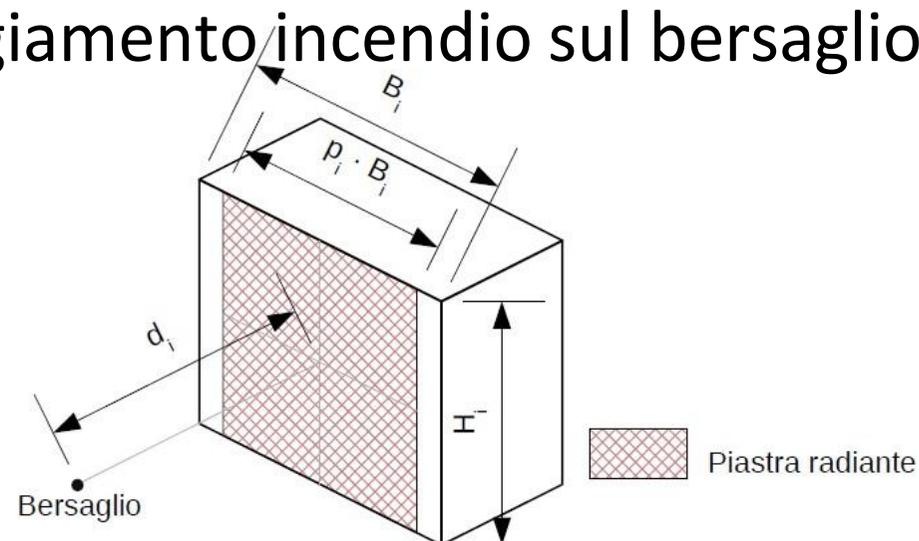
$$F_{2-1} \cdot E_1 \cdot \varepsilon_f < E_{\text{soglia}}$$

F_{2-1} fattore di vista

E_1 potenza termica radiante incendio convenz. [kW/m²]

ε_f emissività della fiamma

E_{soglia} soglia irraggiamento incendio sul bersaglio [kW/m²]



F_{2-1} relativo a piastra radiante rettangolare e bersaglio posizionato sull'asse di simmetria normale alla piastra si calcola:

$$F_{2-1} = 2/\pi \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \arctan \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \arctan \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right)$$

$$X = \frac{B_i \cdot p_i}{2d_i'} \quad Y = \frac{H_i}{2d_i}$$

Supponendo che gli elementi radianti distribuiti verticalmente al centro della piastra radiante:

$$E_1 = \sigma \cdot T^4$$

Legge di Stefan-Boltzmann

$$\varepsilon_f = 1 - e^{-0,3 \cdot d_f}$$

Emissività della fiamma

d_f [m] spessore fiamma, pari a 2/3 dell'altezza del varco da cui fuoriesce.

($d_f = 2 \text{ m} \Rightarrow$ valori ottenuti nella procedura tabellare).

La **potenza termica radiante** dell'incendio convenzionale E_1 è imposta in funzione di q_f del compartimento retrostante l'*i*-esima piastra radiante:

$$E_1 = \sigma \cdot T^4$$

Legge di Stefan-Boltzmann

T [Kelvin] Temperatura assoluta ($T=273,16 \text{ K} \Rightarrow$ zero assoluto)

$$\sigma = \frac{\pi^2 k^4}{60 \hbar^3 c^2} = 5,67 \text{ E-8 Wm}^{-2}\text{K}^{-4} \quad \text{costante di Stefan-Boltzmann}$$

$$k = 1,380649 \text{ E-23 JK}^{-1}$$

costante di Boltzmann

$$\hbar = h/2\pi = 1,05 \text{ E-34 Js}$$

costante di Plank ridotta

$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$$

velocità della luce

Per $q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$: ($t = 1000 \text{ }^\circ\text{C}$)

$$E_1 = \sigma \cdot T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} (1000+273,16)^4 = 149 \text{ kW/m}^2$$

Per $q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$: ($t = 800 \text{ }^\circ\text{C}$)

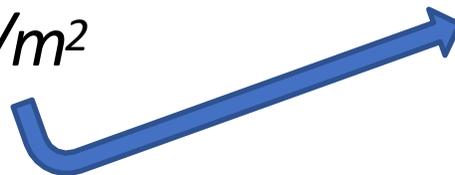
$$E_1 = \sigma \cdot T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} (800+273,16)^4 = 75 \text{ kW/m}^2$$

Determinazione tabellare ponendo:

$$E_{soglia} = 12,6 \text{ kW/m}^2$$

$$F_{2-1} \cdot E_1 \cdot \varepsilon_f < 12,6 \text{ kW/m}^2$$

B _i [m]	H _i [m]																											
	3		6		9		12		15		18		21		24		27		30		21		24		27		30	
	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β
3	2,5	1,0	4,0	0,9	5,0	0,7	5,7	0,6	6,2	0,5	6,5	0,4	6,8	0,4	7,0	0,3	7,1	0,3	7,2	0,3								
6	3,2	1,6	5,2	1,8	6,8	1,7	8,1	1,5	9,2	1,4	10,1	1,2	10,9	1,1	11,5	1,0	12,0	0,9	12,5	0,8								
9	3,5	2,1	6,0	2,5	8,0	2,6	9,6	2,5	11,0	2,4	12,3	2,2	13,4	2,1	14,4	1,9	15,3	1,7	16,0	1,6								
12	3,7	2,6	6,6	3,1	8,8	3,3	10,7	3,3	12,4	3,3	13,9	3,2	15,2	3,0	16,5	2,9	17,6	2,7	18,6	2,6								
15	3,7	2,9	7,0	3,6	9,5	3,9	11,6	4,1	13,4	4,1	15,1	4,1	16,6	4,0	18,1	3,9	19,4	3,7	20,6	3,6								
18	3,7	3,3	7,3	4,1	10,0	4,5	12,3	4,8	14,3	4,9	16,1	4,9	17,8	4,9	19,4	4,8	20,9	4,7	22,3	4,5								
21	3,6	3,6	7,5	4,5	10,4	5,0	12,9	5,4	15,1	5,6	17,0	5,7	18,9	5,7	20,6	5,7	22,2	5,6	23,7	5,5								
24	3,5	3,9	7,6	4,9	10,7	5,5	13,4	6,0	15,7	6,2	17,8	6,4	19,8	6,5	21,6	6,5	23,3	6,5	24,9	6,4								
27	3,3	4,1	7,6	5,3	11,0	6,0	13,8	6,5	16,3	6,8	18,5	7,0	20,6	7,2	22,5	7,3	24,3	7,3	26,0	7,2								
30	3,2	4,4	7,7	5,6	11,2	6,4	14,2	7,0	16,8	7,4	19,1	7,7	21,3	7,9	23,3	8,0	25,2	8,0	27,0	8,1								
40	2,6	5,1	7,5	6,7	11,6	7,8	15,0	8,5	18,0	9,1	20,8	9,5	23,3	9,9	25,6	10,2	27,8	10,4	29,8	10,5								
50	2,2	5,6	7,0	7,7	11,5	8,9	15,4	9,9	18,8	10,6	21,9	11,2	24,7	11,7	27,3	12,1	29,7	12,4	32,0	12,7								
60	1,8	6,1	6,5	8,5	11,3	10,0	15,5	11,1	19,3	12,0	22,6	12,7	25,7	13,3	28,6	13,8	31,2	14,2	33,8	14,6								
Per valori di B _i e H _i intermedi a quelli riportati in tabella si approssima al valore immediatamente successivo. In alternativa può essere impiegata iterativamente la procedura analitica di cui al paragrafo S.3.11.3.																												
21	1,3	2,4	3,9	2,9	6,2	3,1	8,1	3,0	9,9	2,9	11,4	2,7	12,7	2,6	13,9	2,4	15,0	2,2	16,0	2,1								
24	1,1	2,6	3,7	3,2	6,1	3,5	8,2	3,5	10,1	3,4	11,7	3,3	13,2	3,1	14,6	2,9	15,8	2,7	16,9	2,6								
27	1,0	2,7	3,5	3,5	6,0	3,8	8,3	3,9	10,2	3,9	12,0	3,8	13,6	3,6	15,1	3,4	16,4	3,3	17,6	3,1								
30	0,9	2,9	3,4	3,8	5,9	4,2	8,2	4,3	10,3	4,3	12,2	4,2	13,9	4,1	15,5	4,0	16,9	3,8	18,2	3,6								
40	0,6	3,2	2,8	4,5	5,4	5,2	7,9	5,5	10,3	5,7	12,5	5,7	14,5	5,7	16,3	5,6	18,0	5,5	19,6	5,3								
50	0,4	3,4	2,3	5,1	4,8	6,0	7,4	6,6	10,0	6,9	12,3	7,0	14,6	7,1	16,6	7,1	18,6	7,1	20,4	7,0								
60	0,2	3,5	1,9	5,6	4,3	6,7	6,9	7,5	9,5	7,9	12,0	8,2	14,4	8,4	16,6	8,5	18,8	8,5	20,8	8,5								
Per valori di B _i e H _i intermedi a quelli riportati in tabella si approssima al valore immediatamente successivo. In alternativa può essere impiegata iterativamente la procedura analitica di cui al paragrafo S.3.11.3.																												



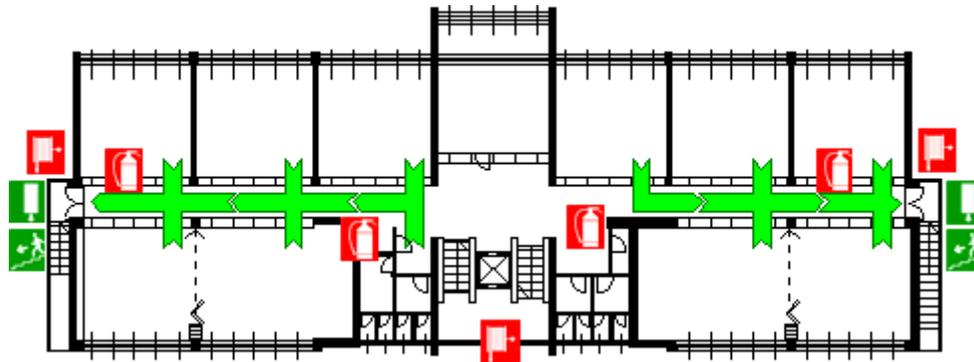
VIE DI ESODO

Finalità: assicurare che gli occupanti possano raggiungere o permanere in un **luogo sicuro** in caso d'incendio (*a prescindere dall'intervento dei Vigili del Fuoco*).



PROCEDURE PER L'ESODO

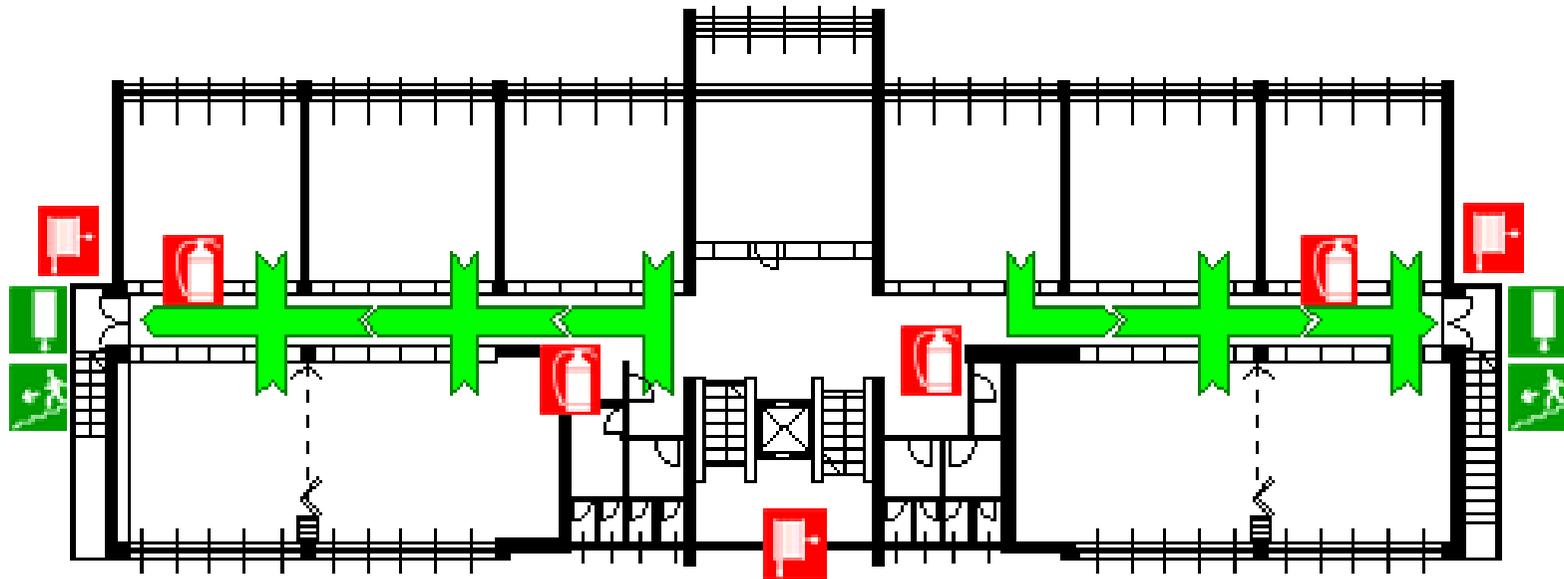
- ✓ Esodo simultaneo;
- ✓ Esodo per fasi;
- ✓ Esodo orizzontale progressivo;
- ✓ Protezione sul posto.



Esodo simultaneo

Spostamento contemporaneo a luogo sicuro.

(Attivazione subito dopo la rivelazione dell'incendio o differita dopo verifica).



Esodo per fasi

In strutture con **più compartimenti**, dopo la rivelazione e l'allarme incendio l'evacuazione avviene **in successione** partendo dal **compartimento di innesco**, con l'ausilio di *misure* di protezione attiva, passiva e gestionali

(Es.: edifici alti, ospedali, multisale, centri commerciali, grandi uffici, ecc.).



Esodo orizzontale progressivo

Spostamento occupanti **dal compartimento di innesco in un compartimento adiacente** capace di contenerli e proteggerli fino a eventuale successiva evacuazione.

(Es. strutture ospedaliere, asili nido, ecc.).



Protezione sul posto

Protezione degli occupanti **nel compartimento** di primo innesco

(Es.: centri commerciali, mall, aerostazioni, ecc.).



PRINCIPALI DEFINIZIONI

Via d'esodo (o via d'emergenza): percorso senza ostacoli al deflusso che consente di raggiungere un luogo sicuro.

Via d'esodo orizzontale: porzione di via d'esodo in piano o con pendenza \leq (es. corridoi, porte, uscite ...).5%



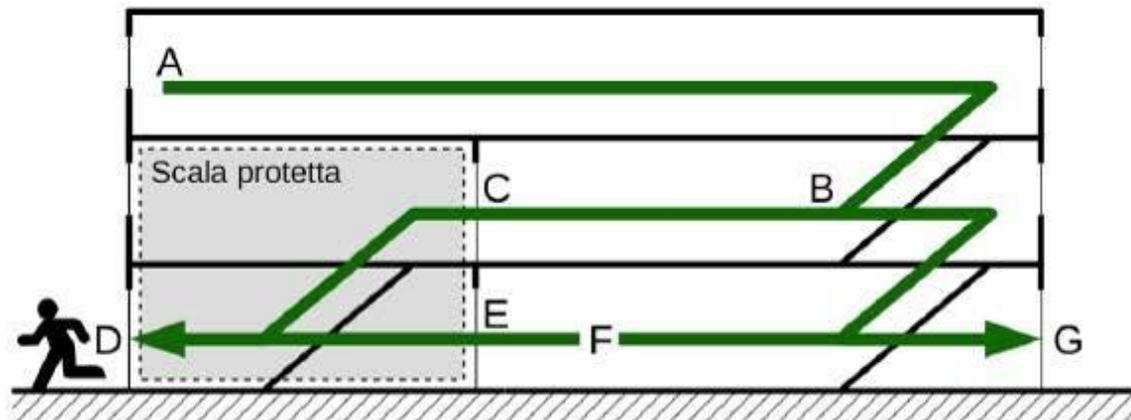
Via d'esodo verticale: porzione di via d'esodo con pendenza $> 5\%$ (es. scale, rampe, ...).



Larghezza della via d'esodo: larghezza minima misurata deducendo l'ingombro di elementi sporgenti (esclusi estintori, corrimano e dispositivi di apertura porte con sporgenza ≤ 80 mm).

Lunghezza d'esodo: distanza che un occupante deve percorrere lungo una via d'esodo dal luogo in cui si trova **fino a un luogo sicuro temporaneo** o a un **luogo sicuro**. È valutata con il **metodo del filo teso** senza tenere conto degli arredi mobili.

Corridoio cieco (cul-de-sac): porzione di via d'esodo da cui è possibile l'esodo in un'unica direzione (*fino al punto ove è possibile l'esodo in più di una direzione, indipendentemente dai luoghi sicuri temporanei eventualmente attraversati dalla via d'esodo*).



Via d'esodo	Lunghezze d'esodo	Corridoio cieco
ABCD	ABC	AB
ABG	ABG	AB
FED	FE	Nessuno
FG	FG	Nessuno

Affollamento

Numero massimo ipotizzabile di lavoratori e di altre persone presenti nel luogo di lavoro o in una determinata area dello stesso.

*DM 30/11/1983: **Affollamento**: Numero massimo di persone assunto per unità di superficie lorda di pavimento (persone/m²).*

***Esempi** di valori previsti da alcune regole tecniche:*

***Uffici**: - Aree destinate alle attività lavorative: 0,1 pers/m²*

- Aree ove è previsto l'accesso del pubblico: 0,4 pers/m².

***Locali pubblico spettacolo**: Sale da ballo discoteche: 1,2 pers/m².*

***Alberghi**: Aree comuni a servizio del pubblico: 0,4 pers/m².*

PERCORSO PROTETTO

Percorso caratterizzato da una **adeguata protezione** contro l'incendio che può svilupparsi nella restante parte dell'edificio.

Può essere costituito da:

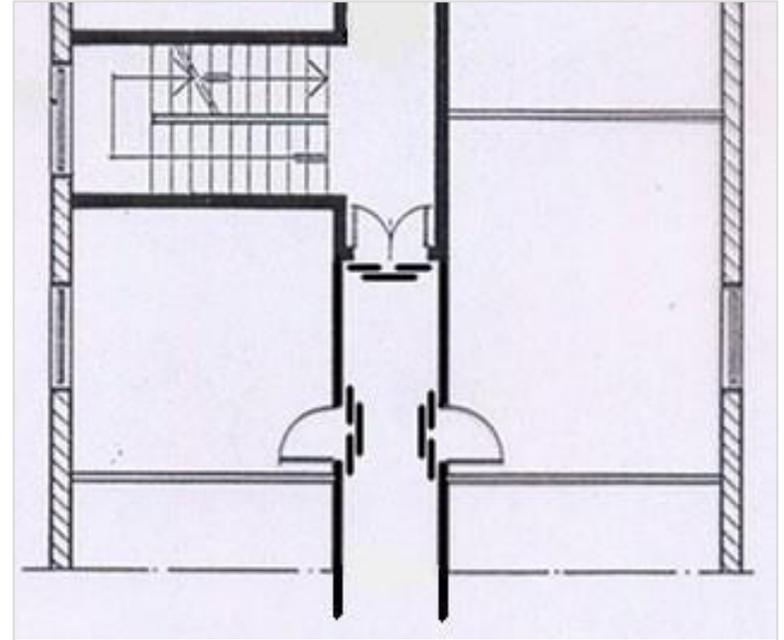
- **Corridoio protetto**
- **Scala protetta**
- **Scala esterna**



Corridoio protetto

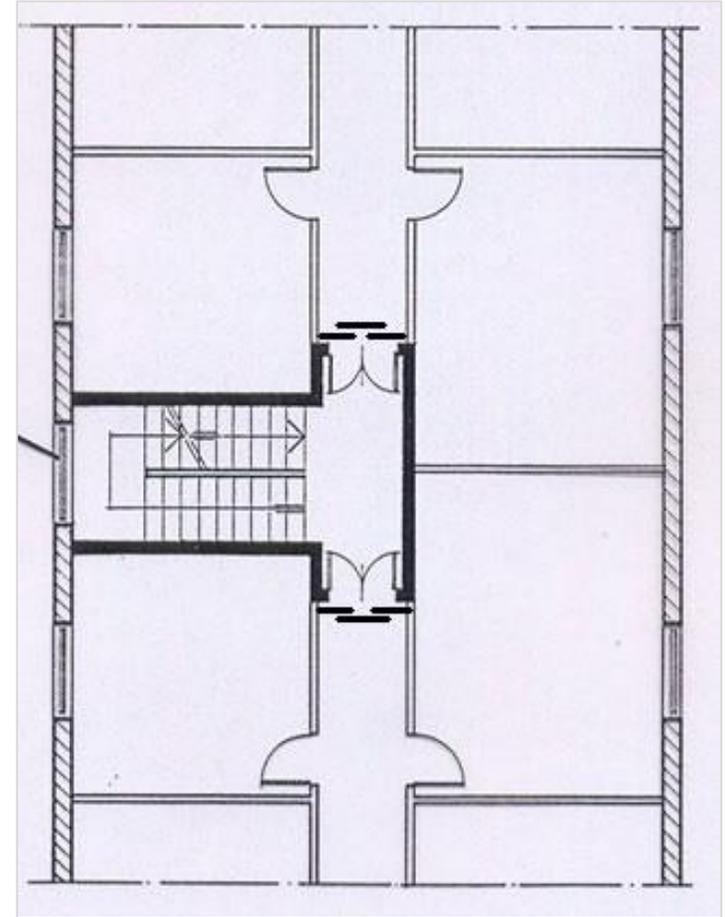
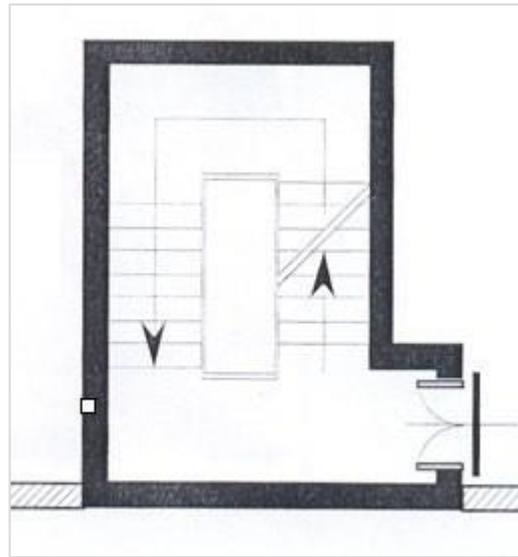
Non esiste una definizione ufficiale, ma in analogia alla definizione di scala protetta riportata nel DM 30/11/1983, si potrebbe definire come:

«Corridoio» in vano costituente compartimento antincendio con eventuali accessi protetti con porte di resistenza al fuoco REI predeterminata dotate di congegno di autochiusura.



Scala protetta

DM 30/11/1983: Scala in vano costituente compartimento antincendio avente accesso diretto da ogni piano, con porte di resistenza al fuoco REI pre-determinata dotate di congegno di auto-chiusura.



Scala esterna

DM 10/3/1998: È necessario assicurarsi che l'utilizzo della scala esterna, al momento dell'incendio, non sia impedito dalle fiamme, fumo e calore che fuoriescono da porte, finestre, o altre aperture esistenti sulla parete esterna su cui è ubicata la scala.

*(nel DM 10/3/98 appare una **descrizione generica** di «scala esterna»).*

DM 30/11/1983: Scala di sicurezza esterna - Scala totalmente esterna, rispetto al fabbricato servito, munita di parapetto regolamentare e di altre caratteristiche stabilite dalla norma.

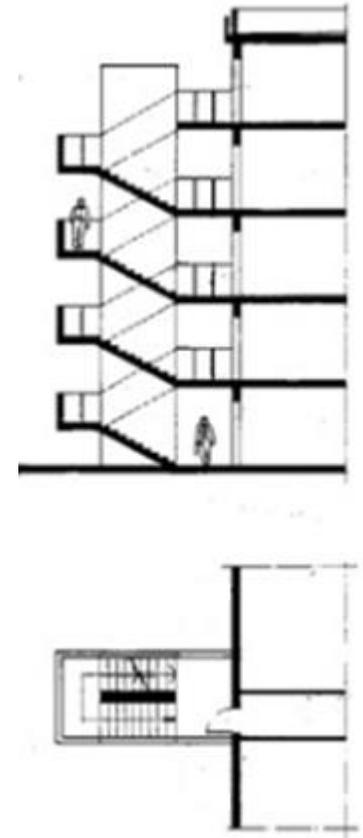
*(anche nel DM 30/11/83 **non sono forniti particolari dettagli** sulle «scale di sicurezza esterne»).*

Scale di sicurezza esterne (*)

Si può far riferimento, in analogia:

Scala totalmente esterna rispetto al fabbricato, con parapetto regolamentare con:

- *Materiali di classe 0 di reazione al fuoco (**).*
- *Parete esterna, compresi eventuali infissi, almeno REI/EI 60, per larghezza pari alla proiezione della scala incrementata di 2,5 m per lato. In alternativa deve distaccarsi di 2,5 m dalle pareti e collegarsi alle porte tramite passerelle protette con setti laterali, a tutta altezza, con stessi requisiti REI.*



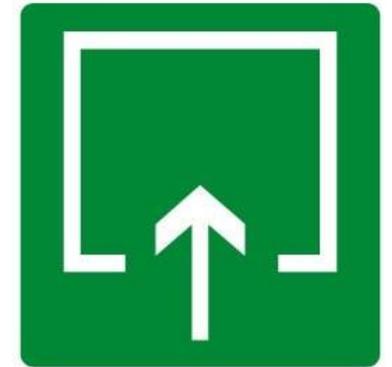
* *Presente in varie regole tecniche: DM 19/8/1996 «**locali di pubblico spettacolo**». DM 18/9/2002 «**strutture sanitarie**». DM 27/7/2010 «**attività commerciali**».*

** *Ovvero incombustibili, dizione che compare nel D.M. 27 luglio 2010 regola tecnica «**attività commerciali**».*

LUOGO SICURO

DM 10/3/1998: Luogo dove **le persone possono ritenersi al sicuro** dagli effetti di un incendio.

D.Lgs n. 81/2008: Luogo nel **quale le persone sono da considerarsi al sicuro** dagli effetti determinati dall'incendio o altre situazioni di emergenza.



Si tratta di **definizioni diverse, meno rigide** rispetto a quella riportata nel DM 30/11/1983.

DM 30/11/1983: **Luogo sicuro:**

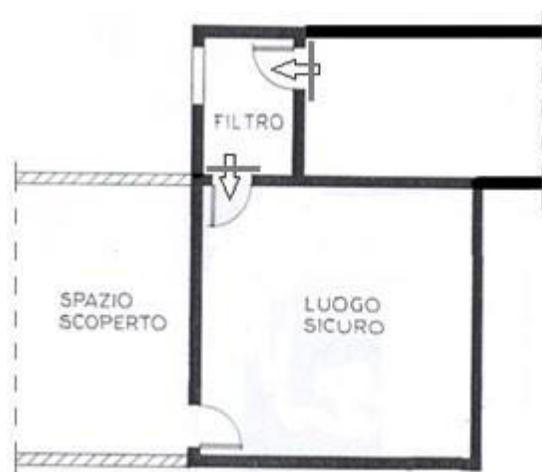
- ✓ **Spazio scoperto** ovvero
- ✓ **Compartimento antincendio** separato da altri compartimenti con:
 - **spazio scoperto**
 - **filtri a prova di fumo**

avente caratteristiche idonee a ricevere e contenere un predeterminato numero di persone (luogo sicuro statico), ovvero a consentirne il movimento ordinato (luogo sicuro dinamico).

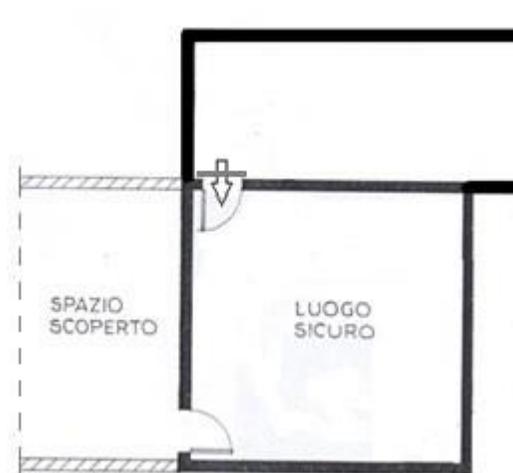
LUOGO SICURO - APPROFONDIMENTI

Nelle **norme specifiche** ove si fa esplicito riferimento al «luogo sicuro», occorre **attenersi alla definizione** del **DM 30/11/1983**.

Nelle **attività non normate**, qualora si adotti il **DM 10/3/1998** per **analogia** anche alle attività soggette a controllo VV.F., un luogo sicuro può essere considerato un **compartimento** antincendio **adiacente**, dotato di vie d'uscita (vd. nota).



Luogo sicuro «DM 30/11/1983»



Luogo sicuro «DM 10/3/1998»

Sintesi nota prot. n. P961/4101 sott. 106/36 del 29

maggio 1996

*Per il termine «luogo sicuro» mentre il **DM 30/11/1983** ne definisce le caratteristiche, il **D.Lgs n. 81/08** ne stabilisce il requisito essenziale.*

L'obiettivo è garantire che le persone utilizzino in sicurezza un percorso senza ostacoli e raggiungere un luogo ove considerarsi al sicuro.

*Una delle misure più importanti è limitare la lunghezza d'esodo nell'area direttamente esposta al rischio incendio, che, **nel caso non sia stabilita dalla normativa**, si identifica nel percorso per raggiungere:*

- *l'uscita diretta su luogo sicuro o scala di sicurezza esterna;*
- *o l'uscita che immette in **compartimento antincendio** adiacente all'area da evacuare e dotato di proprie uscite verso luogo sicuro (es. scala protetta, percorso protetto o altro compartimento dotato di idonee vie di circolazione interne adducenti a uscite su luogo sicuro).*

USCITA DI PIANO

Uscita che consente alle persone di non essere ulteriormente esposte al rischio diretto di un incendio così configurata:

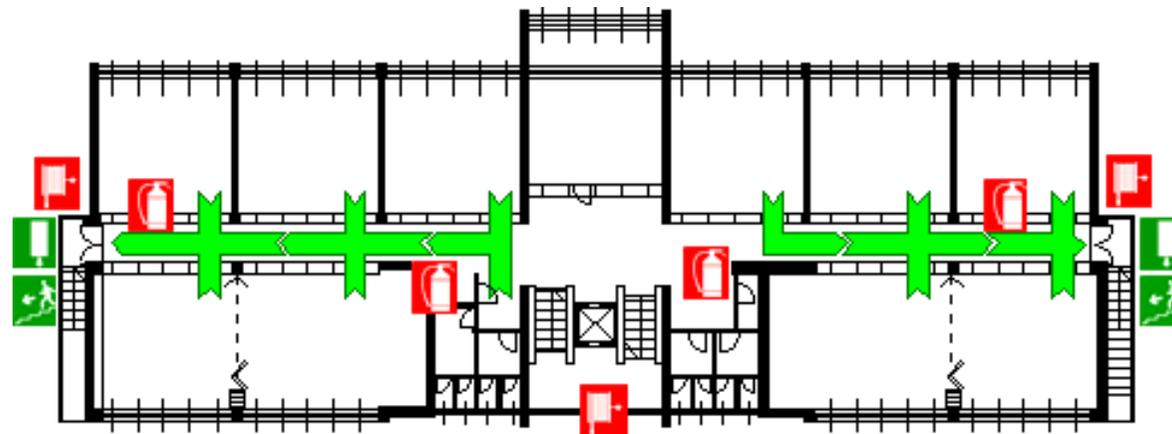
- uscita che immette direttamente **in un luogo sicuro**;
- uscita che immette **in un percorso protetto** attraverso il quale può essere **raggiunta l'uscita che immette in un luogo sicuro**;
- uscita che immette **su di una scala esterna**.



VIA DI USCITA (da utilizzare in caso di emergenza):

DM 10/3/1998: Percorso senza ostacoli al deflusso che consente agli occupanti un edificio o locale di raggiungere un luogo sicuro.

DM 30/11/1983: Sistema di vie di uscita - Percorso senza ostacoli al deflusso che consente alle persone che occupano un edificio o un locale di raggiungere un luogo sicuro. La lunghezza massima del sistema di vie di uscita è stabilita dalle norme.



CRITERI GENERALI DI SICUREZZA PER LE VIE DI USCITA

- Ogni luogo di lavoro deve disporre di vie di uscite **alternative**, ad eccezione dei piccoli locali, o a rischio di incendio medio o basso.
- Ciascuna via di uscita deve essere **indipendente dalle altre** e **distribuite** in modo che le persone possano allontanarsi ordinatamente.
- Le vie di uscita devono **condurre sempre in un luogo sicuro.**



LUNGHEZZE MASSIME PER RAGGIUNGERE LE USCITE DI PIANO

Più di una via d'uscita:

15 ÷ 30 m per aree a rischio elevato

30 ÷ 45 m per aree a rischio medio

45 ÷ 60 m per aree a rischio basso

Quando una via di uscita comprende una porzione di percorso unidirezionale, la lunghezza totale del percorso non potrà in ogni caso superare tali lunghezze massime.

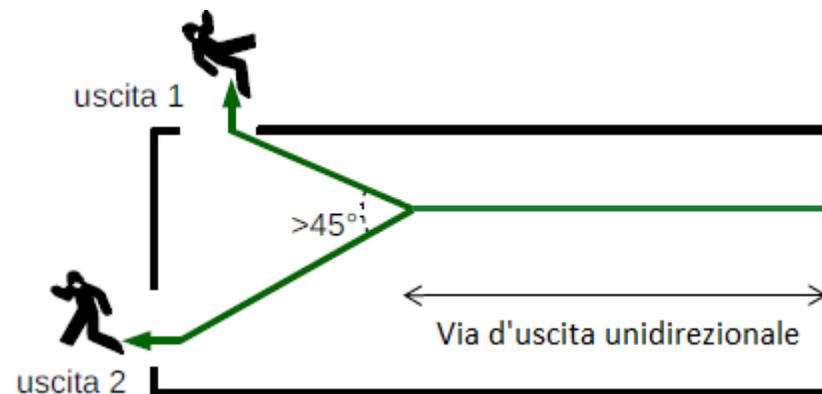
Vie di uscita in un'unica direzione:

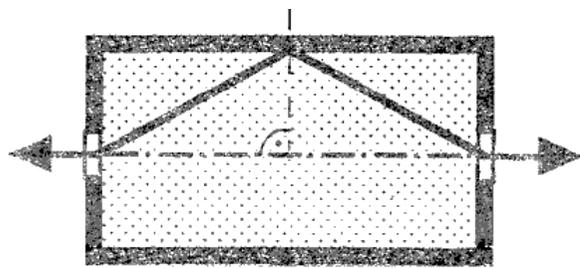
In caso di vie d'uscita unidirezionali, la distanza fino a un'uscita di piano o dove inizia la disponibilità di 2 o più vie d'uscita:

6 ÷ 15 m per aree a **rischio elevato**

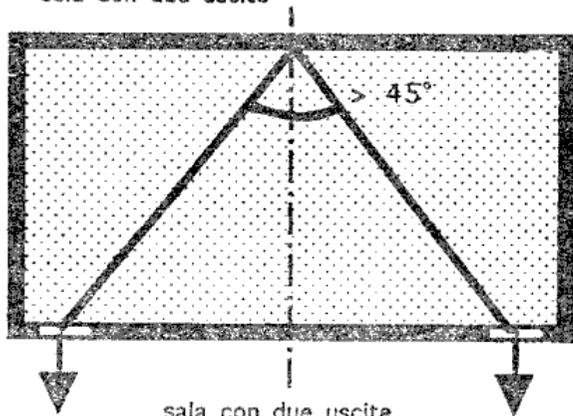
9 ÷ 30 m per aree a **rischio medio**

12 ÷ 45 m per aree a **rischio basso**

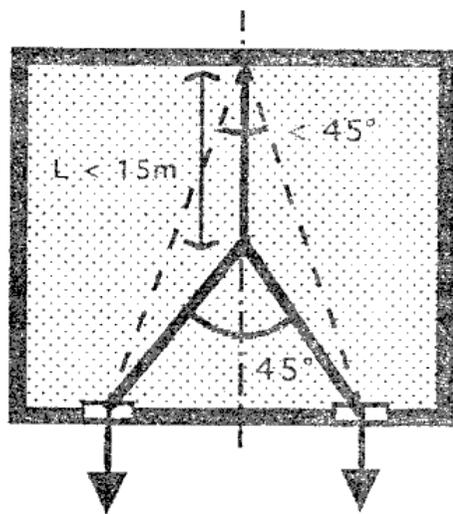




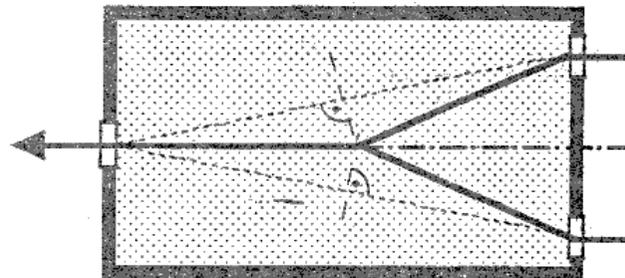
sala con due uscite



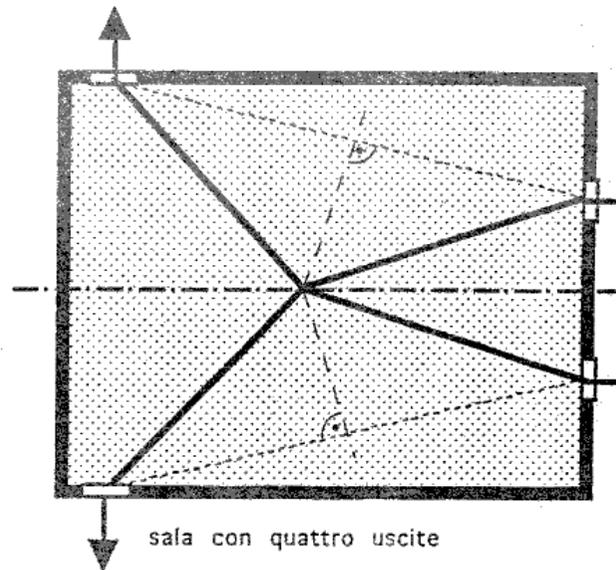
sala con due uscite



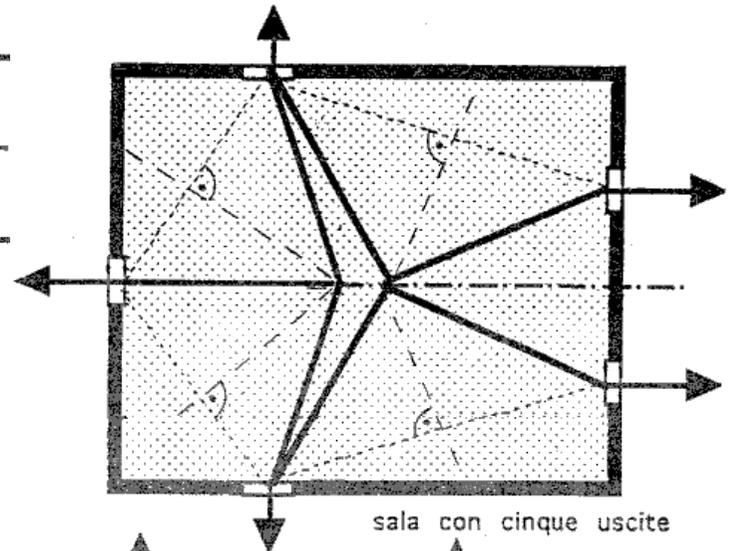
sala con due uscite



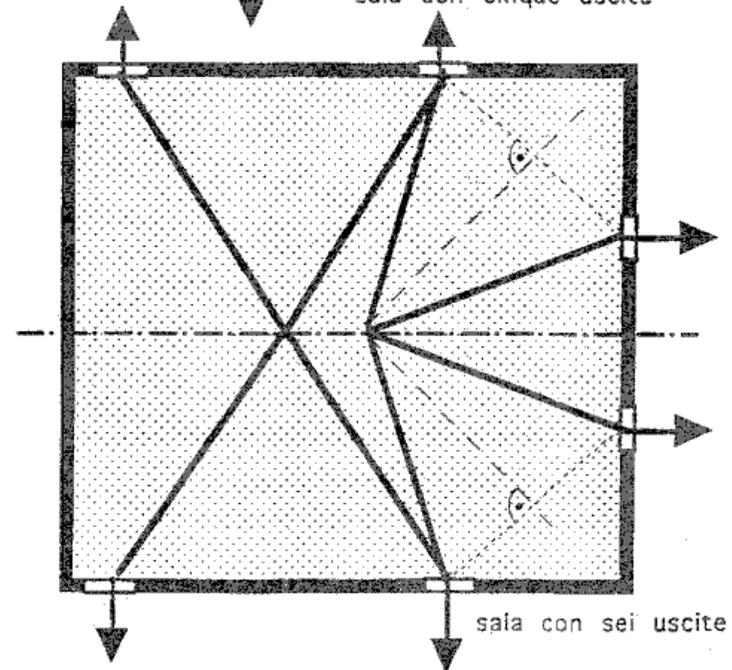
sala con tre uscite



sala con quattro uscite



sala con cinque uscite

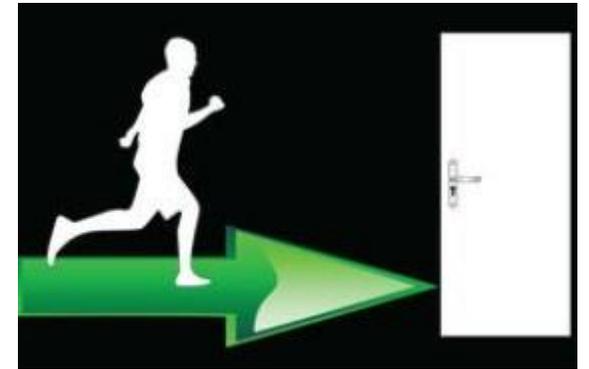


sala con sei uscite

*Tavole allegate al DM 19/8/96
(distribuzione delle uscite con
criteri di uniformità e simmetria)*

VIE DI USCITA – ALCUNE CARATTERISTICHE

- **larghezza** correlata al **numero occupanti**.
- **Misura nel punto più stretto** del percorso.
- Vie di uscita da tenere sempre **sgombre**.
- Ogni **porta** sul percorso deve poter essere **aperta con estrema facilità** da chiunque.
- Le **scale** (*di norma protette con strutture REI con autochiusura*) **possono non essere protette** nei luoghi a rischio medio o basso con **distanza per raggiungere l'uscita** su luogo sicuro:
 - $D \leq 45$ m** (30 m in caso di una sola uscita) - **rischio medio**
 - $D \leq 60$ m** (45 m in caso di una sola uscita) - **rischio basso**



SCelta DELLA LUNGHEZZA DEI PERCORSI DI ESODO

Nella scelta della lunghezza dei percorsi occorre **attestarsi verso i livelli più bassi** nei casi in cui il luogo di lavoro sia:

- frequentato da **pubblico**;
- utilizzato da **persone che necessitano di particolare assistenza**;
- utilizzato quale **area di riposo**;
- utilizzato quale area dove sono **depositati e/o manipolati materiali infiammabili**.

15 ÷ 30 m (*rischio elevato*)

30 ÷ 45 m (*rischio medio*)

45 ÷ 60 m (*rischio basso*)

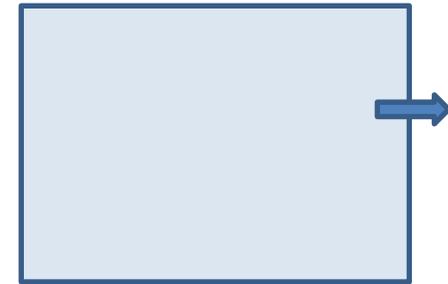


Se il luogo di lavoro è utilizzato principalmente da lavoratori e non vi sono depositati e/o manipolati materiali infiammabili possono essere adottate le distanze maggiori.

NUMERO E LARGHEZZA DELLE USCITE DI PIANO

Una sola uscita

- Affollamento ≤ 50 persone;
- **Non sussistono** pericoli di **esplosione** o **specifici rischi** di incendio;
- La **lunghezza** del percorso d'uscita per raggiungere l'uscita di piano non deve superare i valori per **vie d'uscita unidirezionali**:
 - ≤ 15 m per aree a **rischio elevato**
 - ≤ 30 m per aree a **rischio medio**
 - ≤ 45 m per aree a **rischio basso**



Due o più uscite

Il numero **dipende dall'affollamento** e dalla lunghezza dei percorsi di fuga.

In genere **una uscita ogni 50 persone**.

La larghezza si calcola, per i luoghi a rischio di incendio **medio** o **basso**:

$$L \text{ (metri)} = \frac{A}{50} \cdot 0,60$$

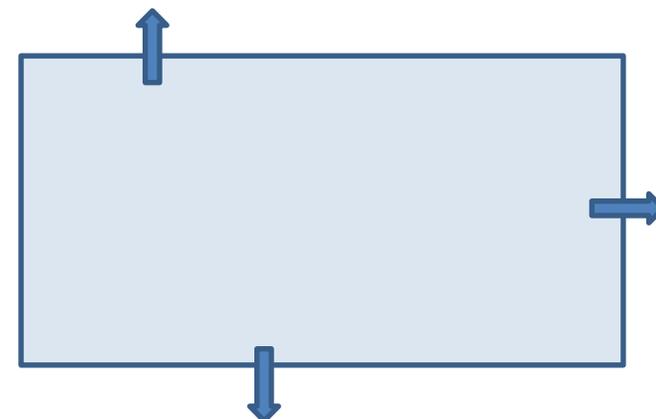
A : Numero delle persone presenti al piano (affollamento);

0,60 : Modulo unitario di passaggio;

50 : Numero di persone che possono defluire attraverso un modulo;

A/50 arrotondato al valore intero superiore.

La **larghezza minima di una uscita è 0,80 m, conteggiata un modulo**.



D.LGS 9/4/2008, N. 81 - ALL. IV - ART. 1.6 PORTE E PORTONI

Locali con pericolo d'esplosione o specifici rischi d'incendio > 5 lavoratori

1 porta da 1,20 mt ogni 5 lavoratori *che si apra nel verso dell'esodo*

Locali in genere

< 25 lavoratori 1 porta da 0,80 mt

26 ÷ 50 lavoratori 1 porta da 1,20 mt *apertura nel verso dell'esodo*

51 ÷ 100 lavoratori 1 porta da 0,80 mt *apertura entrambe nel*
 1 porta da 1,20 mt *verso dell'esodo*

> 100 lavoratori in aggiunta alle porte previste, **una porta** che si apra nel verso dell'esodo **da 1,20 mt ogni 50 lavoratori** o fraz. compresa tra 10 e 50 da calcolarsi limitatamente all'eccedenza rispetto a 100.

In tal caso il numero complessivo delle porte può anche essere minore, purché la loro larghezza complessiva non risulti inferiore.

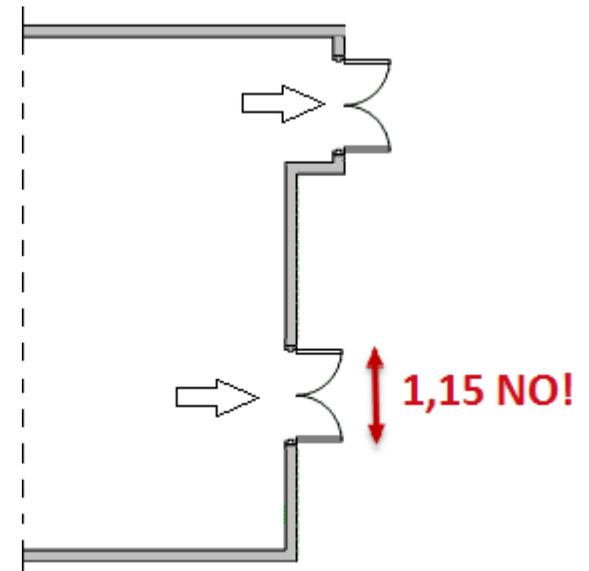
Tolleranze sulla larghezza delle porte

La **tolleranza** ammessa è:

- ✓ **5%** in meno per le porte per le quali è prevista una larghezza minima di **1,20 m** (*in fase di misura ammesso fino a 1,14 m*);
- ✓ **2%** in meno per le porte per le quali è prevista una larghezza minima di **0,80 m** (*in fase di misura ammesso fino a 0,78 m*).

Errore ricorrente in fase di esame progetto:

La tolleranza non deve essere confusa con la precisione dello strumento impiegato per la misura. La tolleranza **non può essere già impiegata in fase progettuale.**



Problema della tolleranza sulle altezze

L'**altezza** delle uscite di emergenza deve essere $\geq 2,00$ m.

Non è consentita alcuna tolleranza su altezze uscite d'emergenza.

Si cita un quesito che può consentire, in alcuni casi, di risolvere il problema:

*Il DM 30/11/1983 ammette che sull'**altezza dell'uscita** (2,00 m) possa applicarsi una **tolleranza del 5%**, mentre il D.Lgs 626/94, che ha recepito la direttiva 89/654/CE, non consente altezze inferiori a 2,00 m.*

*Poiché tale direttiva è divenuta cogente dal 10/1/1993, si ritiene che la **tolleranza del 5%** dell'altezza minima di 2,00 m possa **applicarsi a uscite di emergenza preesistenti al 11/1/1993.***

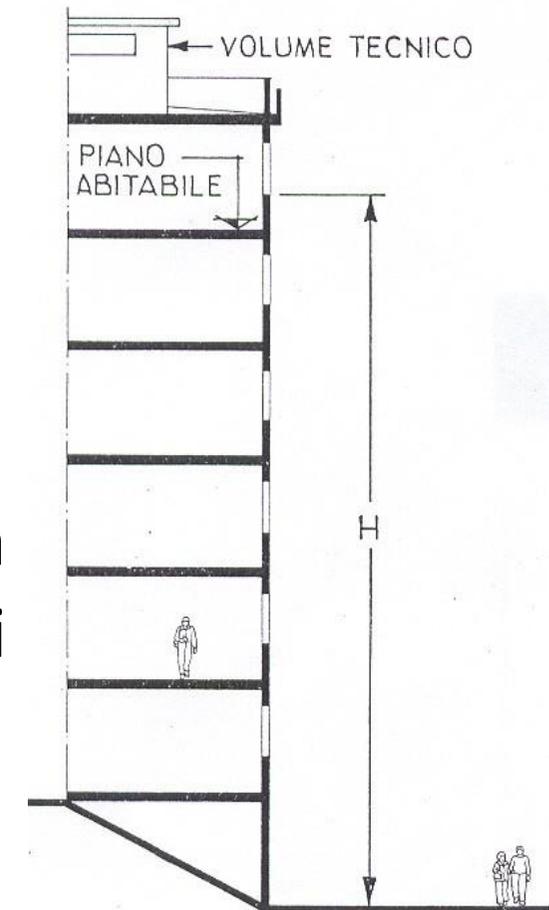
SCALE

In genere **occorrono 2 o più scale**.

Possono essere serviti da **una sola scala**:

- **edifici** con **altezza antincendio^(**) ≤ 24 m**
- **luoghi** di lavoro con **rischio medio** o **basso**.

dove ogni singolo piano può essere servito da una sola uscita, secondo i principi generali di disposizione delle vie di uscita.



^{**} DM 30/11/1983 - Altezza ai fini antincendi degli edifici civili: Altezza massima misurata dal livello inferiore dell'apertura più alta dell'ultimo piano abitabile e/o agibile, escluse quelle dei vani tecnici, al livello del piano esterno più basso.

Larghezza delle scale

- se servono **un solo piano**, la larghezza non deve essere inferiore alle uscite del piano servito.
- se servono **più di un piano**, la larghezza della singola scala non deve essere inferiore a quelle delle uscite di piano, mentre la **larghezza complessiva** è calcolata in relazione all'**affollamento di 2 piani contigui maggiormente affollati**.

per edifici con luoghi di lavoro a rischio medio o basso, la larghezza complessiva delle scale è calcolata:

$$L(\text{metri}) = \frac{A^*}{50} \cdot 0,60$$

A^* = affollamento massimo in 2 piani contigui, a partire dal 1° f.t.

MISURE DI SICUREZZA ALTERNATIVE

In caso di **impedimenti architettonici o urbanistici** che non permettono di attuare quanto previsto, si può adottare uno o più accorgimenti **alternativi**:



- **riduzione percorso totale** delle vie di uscita;
- far lavorare le **persone più vicino possibile alle uscite**;
- realizzazione di **ulteriori uscite** di piano;
- realizzazione di **percorsi protetti addizionali o estensione** dei percorsi protetti esistenti;
- installazione **sistema automatico di rilevazione e allarme incendi**.

MISURE PER LIMITARE LA PROPAGAZIONE DELL'INCENDIO NELLE VIE DI USCITA

- Accorgimenti per la presenza di aperture su pareti e/o solai.
 - Accorgimenti per i rivestimenti di pareti e/o solai
 - Segnaletica a pavimento
 - Accorgimenti per le scale a servizio di piani interrati
 - Accorgimenti per le scale esterne
-

PORTE INSTALLATE LUNGO LE VIE DI USCITA

Le **porte lungo le vie di uscita** e sulle uscite di piano devono **aprirsi nel verso dell'esodo**.



L'apertura nel verso dell'esodo **non è richiesta** se può determinare pericoli per passaggio di mezzi o altre cause, con l'adozione di **accorgimenti di sicurezza equivalente**.

In ogni caso l'**apertura nel verso dell'esodo è obbligatoria** se:

- *l'area servita ha un **affollamento > 50 persone**;*
- *la **porta** è situata al piede o vicino **al piede di una scala**;*
- *la porta serve un'area ad **elevato rischio di incendio**.*



Apertura nel verso dell'esodo non richiesta - Chiarimenti

Il D.Lgs. n. 626/94 (e successivamente il p.to 1.5.6 dell'all. IV del D.Lgs n. 81/2008) prevede: «L'apertura delle porte delle uscite di emergenza nel verso dell'esodo non è richiesta quando possa determinare pericolo per il passaggio di mezzi o per altre cause fatta salva l'adozione di altri accorgimenti adeguati specificatamente autorizzati dal Comando VVF ...»»,

Il DM 10/3/1998 al p.to 3.9 dell'all. III, ha fornito precisazioni sull'argomento che di fatto hanno sostanzialmente limitato la necessità dell'autorizzazione del Comando VV.F.

Le **porte REI** devono essere munite di **dispositivo di autochiusura**.

Le porte di locali **depositi** possono essere **non dotate di autochiusura**, se tenute **chiuse a chiave**.

Le porte **possono essere tenute in posizione aperta** con **dispositivi elettromagnetici** che ne consentano il rilascio a seguito di:

- *attivazione di rivelatori di fumo posti in vicinanza delle porte;*
- *attivazione di un sistema di allarme incendio;*
- *manca alimentazione elettrica del sistema allarme incendio;*
- *comando manuale.*



Porte in posizione aperta - Chiarimenti

La realizzazione di filtri a prova di fumo con entrambe le porte tenute in posizione aperta può essere approvata, con le necessarie cautele e limitazioni sulla base di valide motivazioni, analisi e valutazioni.

Infatti il punto 1.7 del D.M. 30/11/1983 non esclude espressamente la possibilità che il congegno di autochiusura delle porte sia asservito ad idonei dispositivi elettromagnetici di sgancio, e tale soluzione è ammessa dal DM 10/3/1998 (p.to 3.9).

SISTEMI DI APERTURA DELLE PORTE

A inizio giornata **assicurarsi** che le porte di uscite di piano e lungo le vie di esodo **non siano chiuse a chiave** o, in caso di accorgimenti **antintrusione**, si possano aprire facilmente dall'interno senza chiavi.

Tutte le porte delle uscite che devono essere tenute chiuse durante l'orario di lavoro, e per le quali è obbligatoria l'apertura nel verso dell'esodo, devono aprirsi a semplice spinta dall'interno.

Se sono adottati **accorgimenti antintrusione**, si possono prevedere idonei sistemi di apertura **alternativi**. Tutti i lavoratori devono essere a conoscenza del particolare sistema di apertura e capaci di utilizzarlo.

PORTE SCORREVOLI E PORTE GIREVOLI

Una **porta scorrevole** può essere utilizzata come uscita di piano se a azionamento automatico e **può essere aperta nel verso dell'esodo a spinta** con dispositivo opportunamente segnalato e restare in posizione di apertura in mancanza di alimentazione.



Una **porta girevole** su asse verticale **non può essere utilizzata** in corrispondenza di una **uscita di piano**.

Porte scorrevoli orizzontalmente - Chiarimenti

Le porte scorrevoli orizzontalmente, munite di dispositivi automatici di apertura a sicurezza «ridondante», pur se muniti di certificati di prova, sono validi dove le normative non impongano espressamente l'obbligo di apertura nel verso dell'esodo.

La conformità a specifiche tecniche, come per le porte automatiche «a sicura apertura ridondante», può consentire che il sistema di chiusura garantisca condizioni di sicurezza equivalente, conformi al p.to 3.9 co. 2, dell'all. III al DM 10/3/1998.

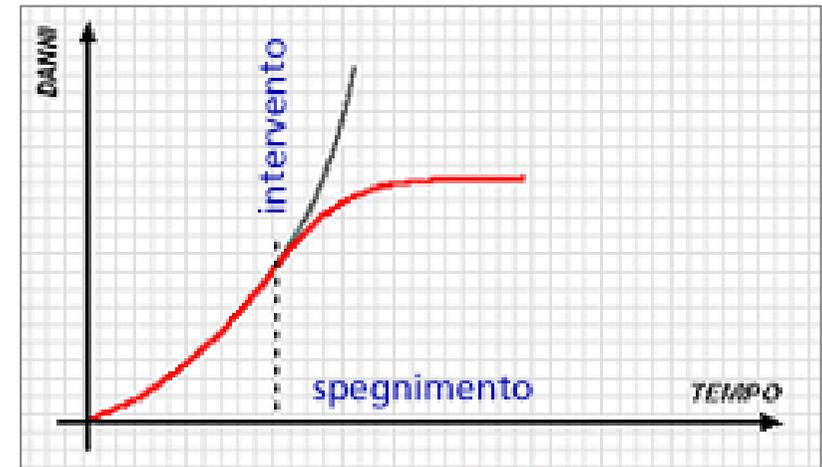
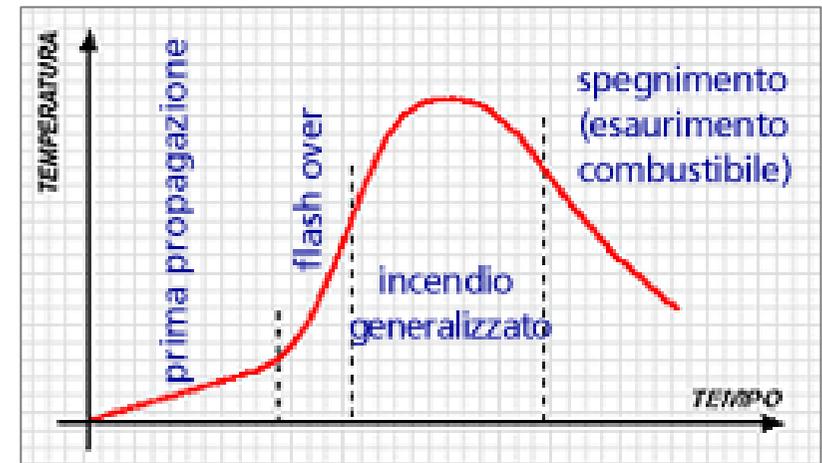
Se è richiesta esplicitamente l'apertura a spinta nel verso dell'esodo, le porte scorrevoli orizzontalmente, pur con dispositivi «ridondanti», non è consentita se non apribili anche «a spinta».

SISTEMI DI RIVELAZIONE E ALLARME INCENDIO

Tali impianti sono **finalizzati alla rivelazione tempestiva** del processo di combustione **prima** che degeneri nella fase di **incendio generalizzato**.

È fondamentale avere un **tempo d'intervento** possibilmente basso, e intervenire prima del «**flash over**».

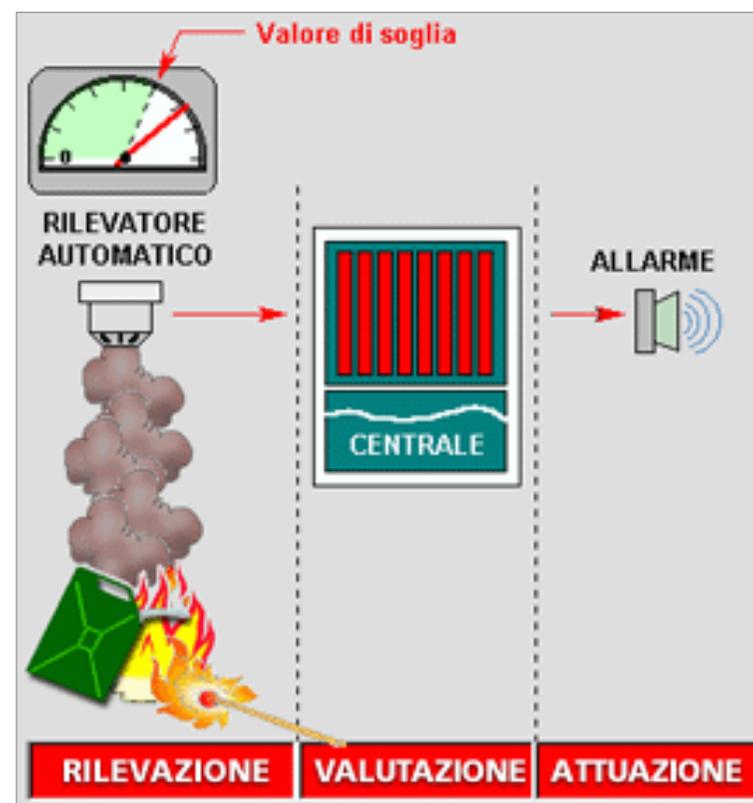
Nelle prime fasi le temperature sono relativamente basse, l'incendio non esteso, danni contenuti e è più facile lo spegnimento.



«**L'impianto di rivelazione**» è un insieme di apparecchiature fisse per rilevare e segnalare un principio d'incendio.

Tali impianti consentono:

- di favorire un **tempestivo esodo delle persone**, degli animali, sgombero dei beni;
- di attivare i **piani di emergenza**;
- di attivare i **sistemi di protezione contro l'incendio** (manuali e/o automatici di spegnimento).



Differenza tra Rilevazione e Rivelazione

Rilevazione: è la misura di una grandezza tipica legata ad un fenomeno fisico provocato da un incendio.

Rivelazione: Avvenuta la rilevazione «la notizia» che si sta sviluppando l'incendio viene comunicata (rivelata) al «sistema» (uomo o dispositivo automatico) demandato ad intervenire.

Si tratta tuttavia di definizioni non ufficiali, in quanto i due vocaboli sono spesso utilizzati in vari testi come sinonimi.

In diverse R.T. sono utilizzati i due termini indifferentemente (es. nei DM 20/5/1992: musei, DM 26/8/1992: scuole, DM 18/03/1996: impianti sportivi, DM 22/2/2006: uffici).

Nelle norme tecniche si fa riferimento al termine «rivelazione», ove riportato il termine «rilevazione» si intenda «rivelazione».

IRAI: Impianto di rivelazione e segnalazione allarme incendi.

Obiettivo: **rivelare** un incendio **prima possibile** e lanciare l'allarme al fine di attivare le misure:

- **protettive** (*impianti automatici di controllo o estinzione, compartimentazione, evacuazione fumi e calore, ...*)
- **gestionali** (*piano e procedure di emergenza e d'esodo, ...*).



Gli impianti devono essere progettati, realizzati e mantenuti **a regola d'arte** (*UNI 9795, UNI EN 54-1*).

PRINCIPALI NORME

Serie delle norme **UNI EN 54** «*Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio*» (*Fire detection and fire alarm systems*);



- [UNI EN 54-1:2021](#) *Sistemi di **rivelazione e di segnalazione d'incendio** - Parte 1: Introduzione;*
- [UNI 9795:2021](#) *Sistemi fissi automatici di **rivelazione e di segnalazione allarme** d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio;*

FUNZIONI PRINCIPALI E SECONDARIE DEGLI IRAI

Funzioni principali

A: rivelazione automatica dell'incendio

B: controllo e segnalazione

C: allarme incendio

D: segnalazione manuale

E: trasmissione dell'allarme incendio

L: alimentazione

F: ricezione dell'allarme incendio

G: comando del sistema o attrezzatura di protezione contro l'incendio

H: sistema o impianto automatico di protezione contro l'incendio

J: trasmissione dei segnali di guasto

K: ricezione dei segnali di guasto

M: controllo e segnalazione degli allarmi vocali

N: ingresso e uscita ausiliaria

O: gestione ausiliaria (*building management*)

Funzioni secondarie

NORMA UNI EN 54-1 E UNI 9795

La **norma UNI EN 54-1** fissa la configurazione base di un IRAI, stabilendo che sia sempre costituita dagli elementi che assolvono alle **4 funzioni principali**:

A: Rivelazione automatica dell'incendio.

B: Centrale di controllo e segnalazione.

D: Rivelazione manuale dell'incendio.

L: Alimentazione di sicurezza.

La **norma italiana UNI 9795** considera tra le funzioni principali anche:

C: Allarme incendio.

Attività semplici

La rivelazione e l'allarme è **demandata agli occupanti**.

Attualmente, in alcune regole tecniche ove non è prescritto un IRAI, sono previsti «**Sistemi di allarme**» con cui si demanda la rivelazione dell'incendio agli occupanti e si prescrive che siano diffusi gli allarmi attraverso segnali codificati.

Es., la regola tecnica di cui al DM 26/8/1992 (*Scuole*) prevede al p.to 8.1 che «*Il sistema di allarme può essere costituito, per le scuole di tipo 0-1-2, dallo stesso impianto a campanelli usato normalmente per la scuola, purché venga convenuto un particolare suono. Per le scuole degli altri tipi deve essere invece previsto anche un impianto di altoparlanti*».

Attività non troppo complesse

Solo **segnalazione manuale** e **sistema d'allarme**.

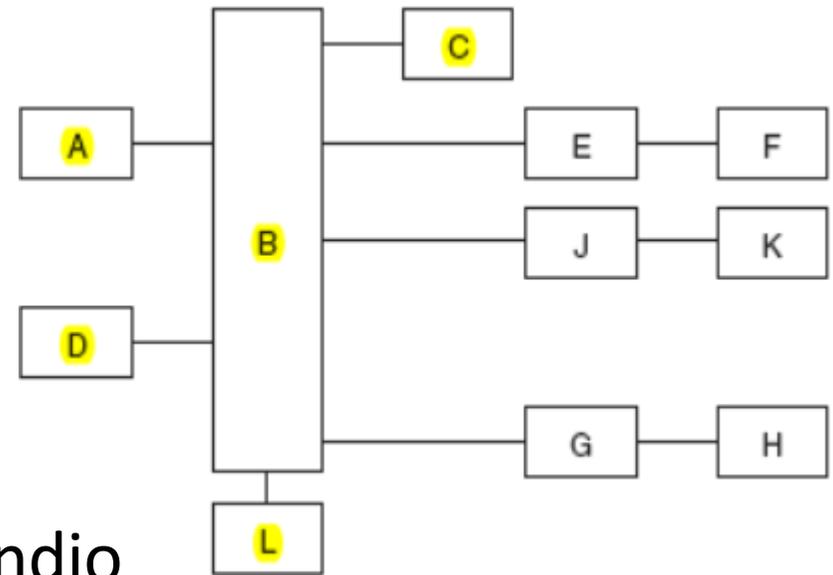
Occupanti in stato di **veglia** e che **conoscono** l'edificio. Attività **non aperta al pubblico, non molto affollata, non troppo «profonda» né «alta»**, con **poco materiale combustibile** e **senza lavorazioni pericolose**. **Compartimenti limitati** e **carico d'incendio non troppo elevato**.

Attività più complesse

Rivelazione automatica per **porzioni di attività** o **estesa a tutta l'attività** ed è possibile avviare automaticamente i sistemi di protezione attiva.

COMPOSIZIONE DI UN IRAI (norma UNI 9795)

- A. Rivelatore d'incendio
- B. Centrale controllo e segnalazione
- C. Dispositivi allarme incendio
- D. Segnalazione manuale
- E. Trasmissione allarme incendio
- F. Stazione ricevimento allarme incendio
- G. Comando del sistema automatico antincendio
- H. Sistema automatico antincendio
- J. Dispositivo di trasmissione dei segnali di guasto
- K. Stazione di ricevimento dei segnali di guasto
- L. Apparecchiatura di alimentazione



A - RIVELATORE D'INCENDIO

Contiene un sensore che costantemente o a intervalli frequenti sorveglia un fenomeno fisico/chimico associato all'incendio e fornendo un corrispondente segnale alla centrale di controllo e segnalazione.



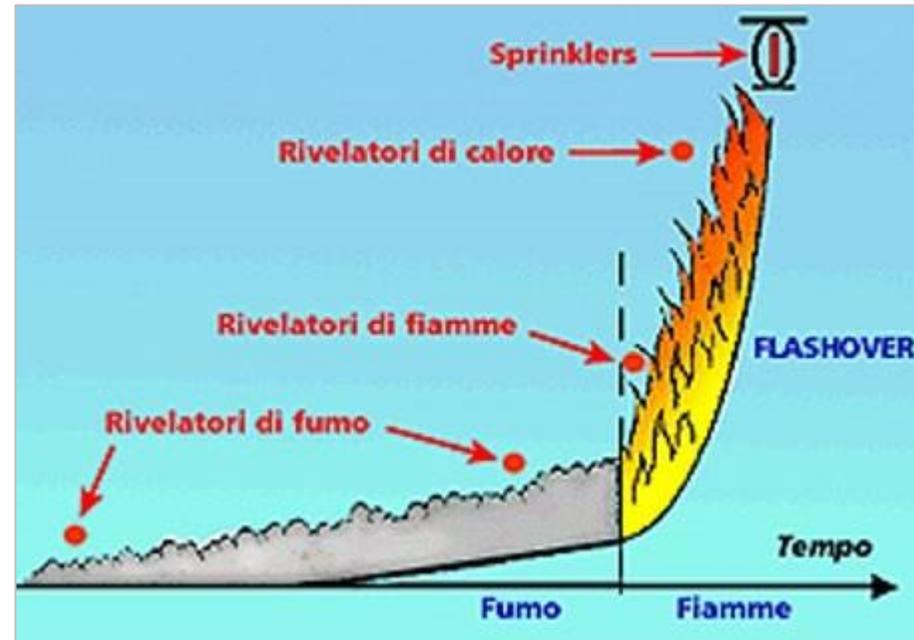
Classificazione dei rivelatori d'incendio

Classificati in base a:

- ✓ **Fenomeno** chimico-fisico sorvegliato,
- ✓ **Modo** in cui il rivelatore risponde al fenomeno sorvegliato,
- ✓ **Configurazione** del rivelatore,
- ✓ **Possibilità di ripristino** del rivelatore,
- ✓ **Possibilità di rimozione** del rivelatore,
- ✓ **Tipo di segnale** trasmesso.

Fenomeno chimico-fisico sorvegliato

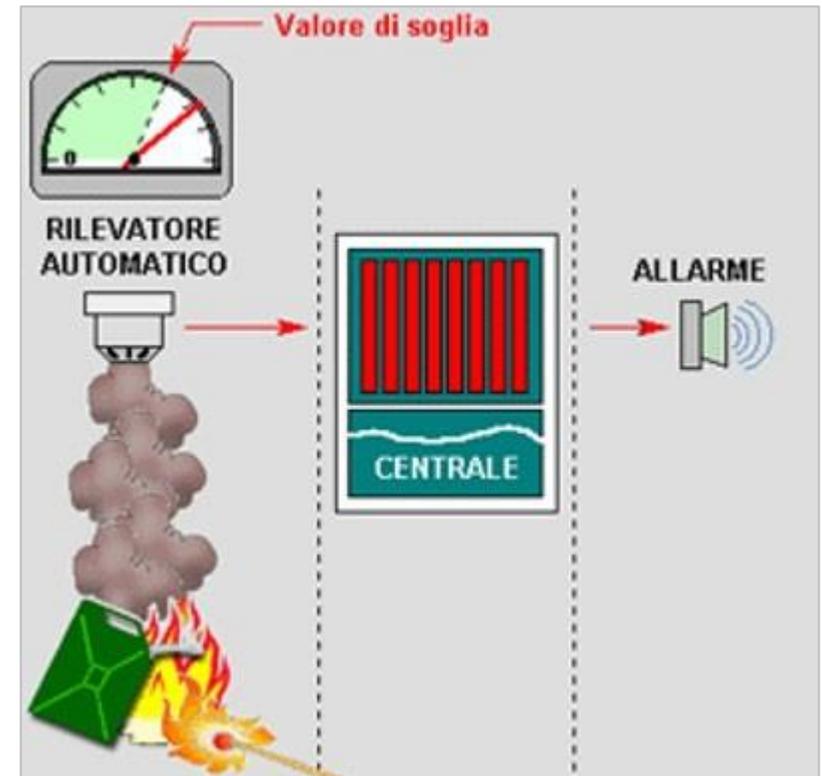
- Rivelatore di **calore**
- Rivelatore di **fumo**
(a ionizzazione o ottici)
- Rivelatore di **gas**
- Rivelatore di **fiamme**
- Rivelatore **multi-criterio** *(sensibile a più fenomeni)*



Metodo di rivelazione

Genera l'allarme quando, per un periodo di tempo determinato, supera un certo valore ...

- **Statico:** ... *l'entità del fenomeno misurato.*
- **Differenziale:** ... *la differenza tra i livelli del fenomeno misurato in 2 o più ambiti spaziali.*
- **Velocimetrico:** ... *la velocità di variazione nel tempo del fenomeno misurato.*



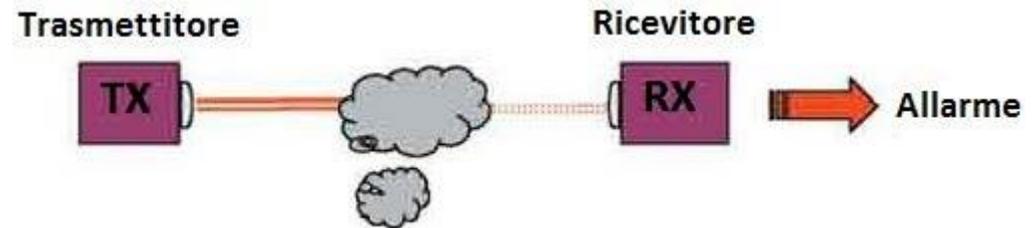
Tipo di configurazione

Rivelatore che risponde al fenomeno sorvegliato in prossimità...

- **Puntiforme**: *di un punto fisso*
- **Lineare**: *di una linea continua*
- **Rivelatore multi-punto**: *di un certo numero di punti fissi*



Puntiforme



Lineare

D - PUNTO DI SEGNALAZIONE MANUALE

L'azionamento del punto di segnalazione richiede la rottura o lo spostamento di un elemento frangibile, facente parte della superficie frontale.



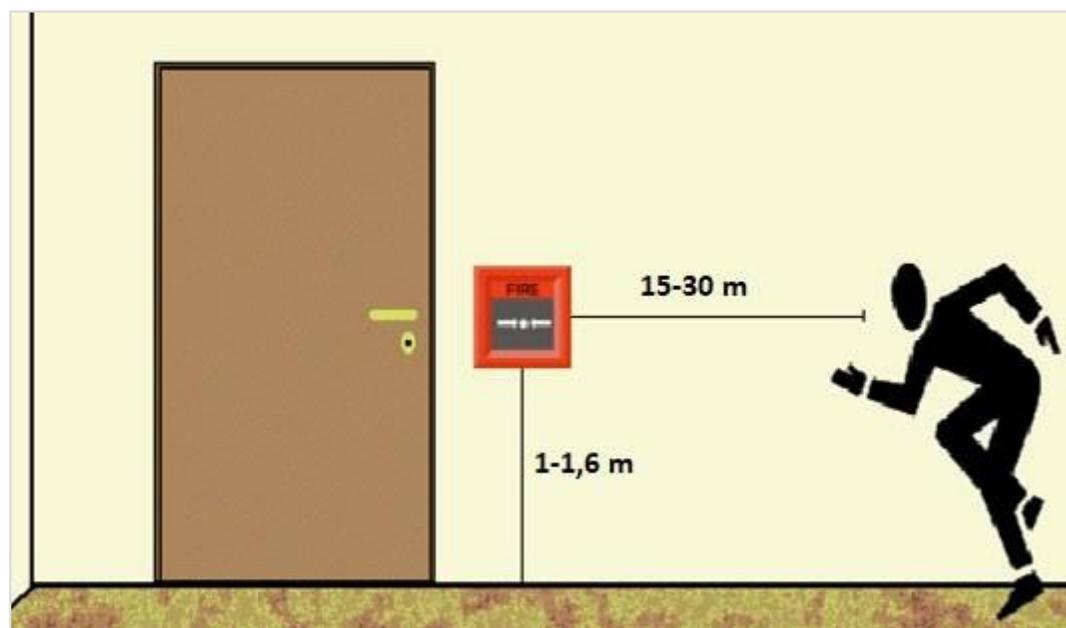
I punti di segnalazione manuale possono essere:

- di **tipo A** ad azionamento diretto (*l'allarme è automatico quando si rompe o si sposta l'elemento frangibile*)
- di **tipo B** ad azionamento indiretto (*l'allarme richiede un azionamento manuale dopo aver rotto o spostato l'elemento frangibile*).



Installazione dei sistemi fissi (UNI 9795)

Un sistema fisso di segnalazione manuale d'incendio prevede una suddivisione in zone dell'ambiente da sorvegliare, di superficie $\leq 1600 \text{ m}^2$.



In ciascuna zona i **punti di segnalazione manuale** devono essere raggiungibili con **percorsi ≤ 30** (rischio basso o medio) o **15 m** (rischio alto).

Devono essere almeno **2 per zona**, installati in posizione ben visibile e facilmente accessibile, a un'**altezza tra 1 m e 1,6 m**.

L - APPARECCHIATURA DI ALIMENTAZIONE

Fornisce l'alimentazione per la centrale di controllo e segnalazione e i componenti alimentati.

*L'impianto di rivelazione deve essere dotato di una doppia alimentazione (norma UNI EN 54-4): **principale** e di **riserva**.*

Alimentazione primaria: *derivata da rete pubblica tramite linea riservata, dotata di organi di sezionamento, manovra e protezione.*

Alimentazione di riserva: *può essere costituita da batteria di accumulatori o derivata da rete elettrica di sicurezza indipendente dalla principale.*



COMPONENTI AGGIUNTIVI DI UN IRAI

E - Dispositivo di trasmissione dell'allarme incendio:

Apparecchiatura intermedia (*ad esempio combinatore telefonico o modem*) che trasmette il segnale di allarme dalla centrale di controllo e segnalazione ad una stazione di ricevimento dell'allarme stesso.



F - STAZIONE DI RICEVIMENTO DELL'ALLARME INCENDIO

Centro dal quale possono essere avviate in qualsiasi momento le necessarie misure di protezione o di lotta all'incendio.



G - COMANDO DEL SISTEMA AUTOMATICO ANTINCENDIO

Dispositivo automatico utilizzato per attivare il sistema automatico di lotta contro l'incendio, dopo il ricevimento di un segnale emesso dalla centrale di controllo e segnalazione.



H - SISTEMA AUTOMATICO ANTINCENDIO

Apparecchiature di lotta contro l'incendio, es.:

- **impianto fisso** di spegnimento,
- **fermi elettromagnetici** di porte e **serrande tagliafuoco**,
- attivazione sistemi **EFC**,
- **disattivazione impianti** tecnici,
- azionamento **illuminazione di emergenza**,
- ecc.



J - DISPOSITIVO DI TRASMISSIONE DEL SEGNALE DI GUASTO

Apparecchiatura intermedia che trasmette un segnale di guasto dalla centrale di controllo e segnalazione ad una stazione di ricevimento del segnale di guasto.

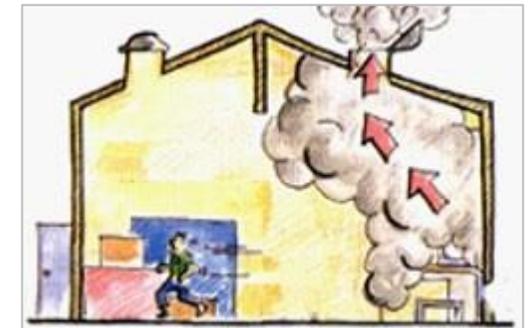
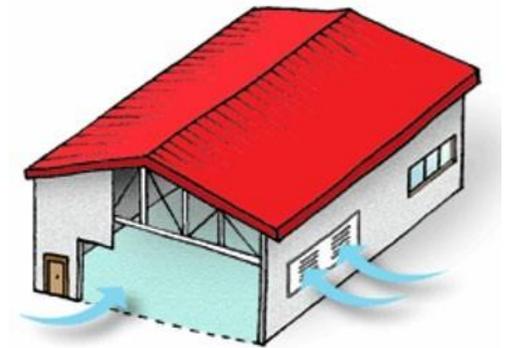
K - STAZIONE DI RICEVIMENTO DEL SEGNALE DI GUASTO

Stazione dalla quale possono essere prese le necessarie misure correttive.

CONTROLLO DI FUMO E DI CALORE

Scopo: individuazione dei presidi antincendio per controllo, evacuazione o smaltimento dei prodotti della combustione con:

- **Smaltimento fumo e calore d'emergenza (SFC):** Non ha funzione di creare strato libero di fumi, ma solo di **facilitare l'opera dei soccorritori** (es. finestre, lucernari, porte, ...).
- **Sistemi per l'evacuazione di fumo e calore (SEFC):** Mantengono **strato d'aria nella parte bassa**. Vie d'esodo libere da fumo, agevolano operazioni, ritardano/prevengono flashover, limitano danni, riducono effetti termici.



FUMI E GAS DI COMBUSTIONE

In caso di incendio, i prodotti della combustione costituiti da **fumi** e **gas** rappresentano il **pericolo maggiore** per gli occupanti.

I fumi sono formati da piccolissime **particelle solide** (*sostanze incombuste e ceneri*), **liquide** (*vapori condensati*) e **gas tossici** che possono comportare l'**incapacitazione** degli occupanti che possono arrivare allo stato di incoscienza e successivamente alla morte.

Rendono più **complicato l'esodo**, con maggiori difficoltà per l'identificazione di vie e percorsi d'esodo.



ATTIVITÀ OVE NON È RICHiesto NESSUN REQUISITO

Non è richiesto **nessun requisito**, In base alla valutazione del rischio, in **attività** più **semplici** con le seguenti caratteristiche:

Assenza di occupanti, o con presenza occasionale e di breve durata di addetti.

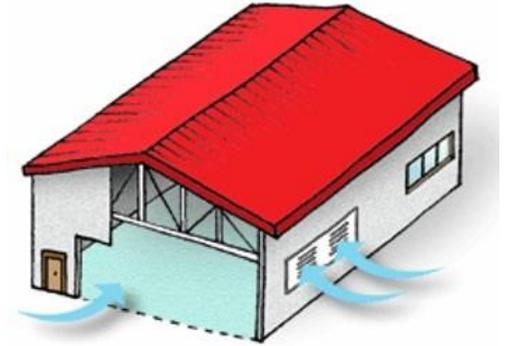
Poco materiale combustibile e **senza lavorazioni pericolose**.

Compartimenti molto piccoli e **carico d'incendio** non troppo elevato.



ATTIVITÀ CON SMALTIMENTO FUMO E CALORE D'EMERGENZA

Per ogni piano/locale deve essere possibile effettuare **smaltimento fumo e calore d'emergenza**.



Non è un sistema progettato secondo una **norma** specifica, **non** assicura la formazione di un adeguato **strato libero dai fumi**, serve solamente all'allontanamento dei fumi con l'obiettivo di **facilitare le operazioni** dei soccorritori, utilizzando **aperture ordinarie**.

Si può **attribuire per esclusione**, per le attività non ricomprese negli altri criteri.

Classificazione delle aperture *(dal codice di p.i.)*

- ✓ **SEa**: Permanentemente aperte.
- ✓ **SEb**: Apribili automaticamente in quanto comandate da IRAI.
- ✓ **SEc**: Apribili manualmente da posizione segnalata e protetta.
- ✓ **SEd**: Apribili manualmente da posizione non protetta.
- ✓ **SEe**: Provviste di elementi di chiusura per i quali sia dimostrata l'apertura per effetti dell'incendio o la possibilità di immediata demolizione da parte delle squadre di soccorso.

*Una porzione della superficie utile delle aperture dovrebbe essere di tipo **SEa, SEb, SEc (più affidabili)**.*

Dimensionamento

La superficie richiesta è una **porzione della superficie** in pianta del **compartimento** (*varia da **1/40** a **1/25**, in funzione di q_f*).

q_f è legato al **calore** che si produrrà (*non ai fumi*).

Per $q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$ almeno il **10%** delle aperture devono essere molto **affidabili** (*di tipo SEa, SEb o SEc*).

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

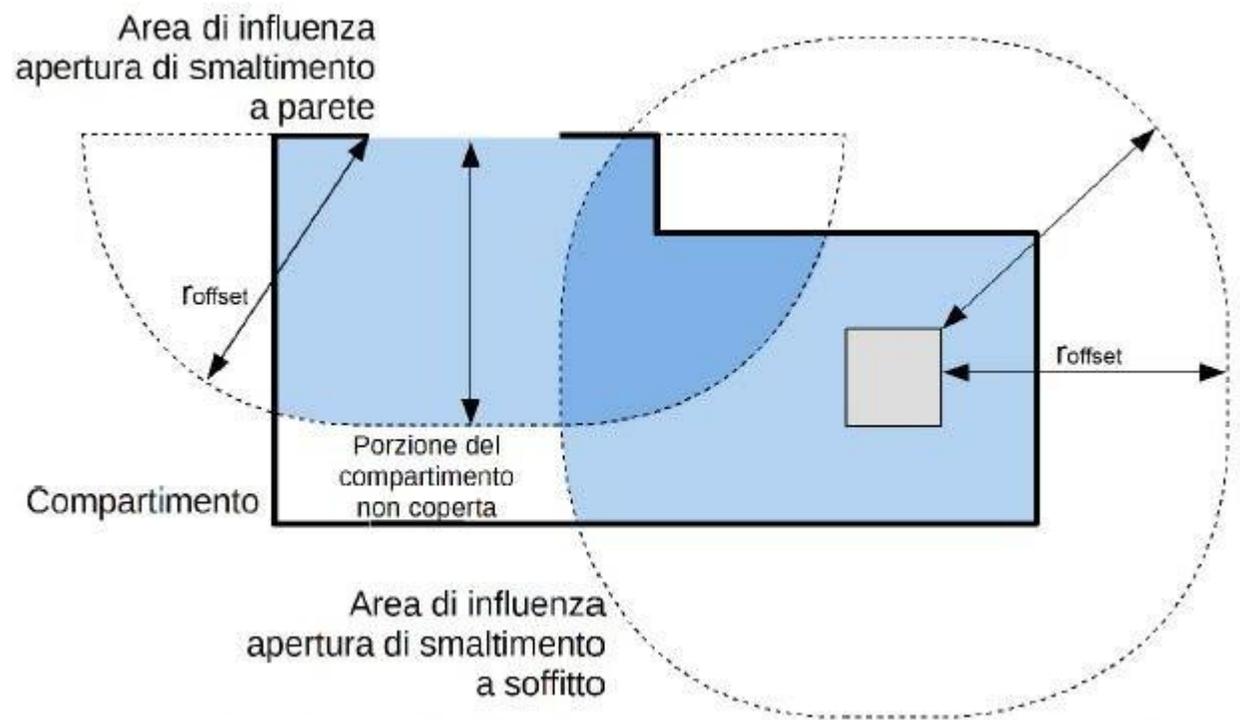
1 Con SE superficie utile delle aperture di smaltimento in m^2
2 Con A superficie lorda di ciascun piano del compartimento in m^2

Distribuzione uniforme delle aperture di smaltimento

Si può verificare che ogni locale sia interamente coperto da **aree d'influenza** delle aperture di smaltimento, con un raggio d'influenza $r_{\text{offset}} = 20 \text{ m}$ o secondo le risultanze dell'analisi del rischio.

In pianta un lucernario è rappresentato come un poligono, mentre una finestra come una linea.

Da ciascuna proiezione in pianta si traccia un'area di offset.



ATTIVITÀ CON SISTEMA DI EVACUAZIONE DI FUMI E CALORE

Sistema di evacuazione di fumi e calore (SEFC), naturale (**SENF**) o forzato (**SEFF**), conforme alle norme (es. UNI 9494).



Determinato con la valutazione del rischio in base a:

- **elevato affollamento;**
- **tipologia occupanti** (es. presenza disabili, cure mediche, ecc.);
- **geometria complessa** (piani molto interrati o a quote elevate);
- **carico d'incendio** elevato;
- **sostanze pericolose** in quantità significative;
- **lavorazioni pericolose.**



Funzioni degli EFC

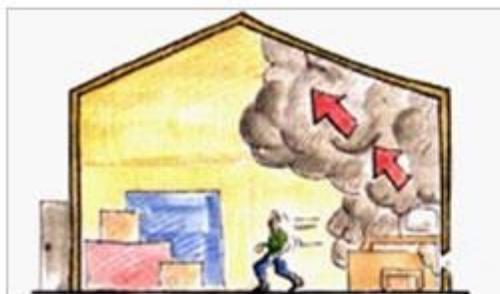
Agevola lo sfollamento mantenendo i locali liberi da fumo per un'altezza.

Agevola l'intervento dei soccorritori.

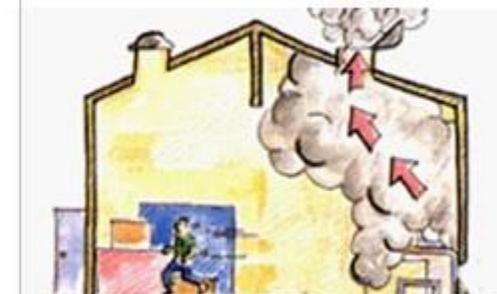
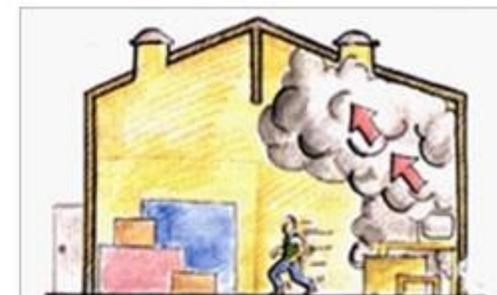
Riduce il rischio di **collasso strutture** per fumo/gas caldi.

Ritarda o evita il **flash over**.

Riduce i **danni** dei gas di combustione.



Senza EFC



con EFC