



D.M. 3 agosto 2015

SEZIONE S

**STRATEGIE
ANTINCENDIO**

S1 – S2 – S3





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
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



Le strategie antincendio sono un insieme coordinato di misure tecniche e gestionali volte a prevenire, controllare e limitare gli effetti di un incendio, salvaguardando persone, beni e ambiente. Sono parte essenziale della progettazione antincendio secondo il Codice di Prevenzione Incendi (D.M. 3 agosto 2015 e s.m.i.).

LE 8 STRATEGIE ANTINCENDIO DEL CODICE DI PREVENZIONE

Il Codice individua otto strategie fisiche principali, identificate con le sigle S.1-S.8

S.1 Reazione al fuoco:

- Riguarda i materiali utilizzati in ambienti soggetti a rischio di incendio.
- Classificazione europea (Euroclassi) per materiali da costruzione.
- Obiettivo: ridurre la probabilità di innesco e propagazione del fuoco.

S.2 Resistenza al fuoco:

- Attitudine delle strutture a conservare stabilità e tenuta durante un incendio.
- Parametri REI: R (resistenza), E (tenuta), I (isolamento termico).

S.3 Compartimentazione:

- Suddivisione degli edifici in compartimenti resistenti al fuoco.
- Impedisce la propagazione del fuoco e dei fumi.
- Include porte tagliafuoco, sigillature e barriere.

S.4 Esodo:

- Garanzia di un esodo sicuro per gli occupanti.
- Studio delle vie di fuga, larghezza, illuminazione di emergenza.
- Segnaletica e dispositivi di apertura.

S.5 Gestione della sicurezza antincendio (GSA):

- Procedure gestionali per garantire l'efficacia continua della sicurezza.
- Include piani di emergenza, formazione, prove di evacuazione.

S.6 Controllo fumi e calore:

- Riduce il rischio da inalazione e favorisce l'evacuazione.
- Sistemi di evacuazione forzata o naturale dei fumi.

S.7 Operatività antincendio:

- Misure per agevolare l'intervento dei soccorsi.
- Accessi, vie di manovra, idranti esterni, planimetrie.

S.8 Sicurezza degli impianti:

- Progettazione e manutenzione degli impianti (elettrici, gas, ecc.).
- Evita inneschi e favorisce il contenimento del rischio.

S. 1 REAZIONE AL FUOCO



✓ Definizione

La *reazione al fuoco* è la **capacità di un materiale** (generalmente non strutturale) di contribuire o meno all'incendio **in fase di innesco e propagazione**. Non riguarda la capacità portante (come la resistenza al fuoco), ma **il comportamento del materiale all'attacco delle fiamme**.

🎯 Obiettivo della strategia

Ridurre al minimo il contributo dei materiali alla nascita e allo sviluppo dell'incendio, in particolare:

- **velocità di propagazione delle fiamme,**
- **produzione di calore,**
- **emissione di fumo e gas tossici.**

🔑 Classificazione europea (Euroclassi)

Regolata dalla **norma UNI EN 13501-1**, questa classificazione vale per i materiali da costruzione (esclusi pavimenti e cavi elettrici, che seguono norme specifiche).

Classe	Comportamento
A1	Non combustibile, nessun contributo al fuoco
A2	Praticamente non combustibile
B	Combustibile, ma con bassa propagazione
C	Propagazione moderata
D	Combustibile con propagazione significativa
E	Reazione minima richiesta (ritiro alla fiamma)
F	Nessuna prestazione determinata

Classi principali
(reazione al fuoco):

🧪 Prove di laboratorio

I materiali sono sottoposti a:

- **test di ignitabilità** (piccola fiamma),
- **calorimetria con cono** (rilascio di energia),
- **prova di fumo e gocciolamento** (camera di combustione verticale).

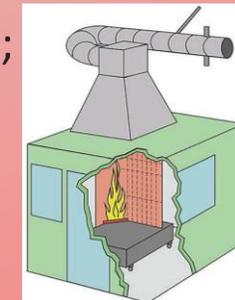
📦 Applicazioni pratiche

La scelta dei materiali in funzione della reazione al fuoco è fondamentale in:

- **rivestimenti di pareti e soffitti** (es. cartongesso ignifugo classe A2),
- **materiali isolanti** (es. lana di roccia A1, EPS D o E),
- **arredi e tendaggi** (classificazione diversa, secondo norme specifiche),
- **pavimentazioni** (EN 13501-1 con classificazioni FL).

Sottoclassi aggiuntive:

- **s1, s2, s3:** Produzione di fumo (da bassa ad alta)
- **d0, d1, d2:** Caduta di gocce incandescenti



La norma UNI EN 13501-1 disciplina la classificazione di reazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione; classificazione europea prevede:

- lettere maiuscole **A, B, C, ...**, che indicano la partecipazione all'incendio del materiale;
- lettere minuscole **s1, s2, s3** valori che indicano, in aumento, la densità ottica dei fumi;
- lettere minuscole **d0, d1, d2** valori che indicano, in aumento, la pericolosità del gocciolamento.

Pur in presenza di una classificazione europea, in Italia è ancora necessaria l'omologazione nazionale, eccetto per quei prodotti per i quali esiste una norma di prodotto europea, quindi con l'obbligo di marcatura CPR.

In caso di marcatura CPR i materiali vengono classificati secondo le Euroclassi A1, A2, B, ..., F; i materiali classificati A1 sono incombustibili e quelli certificati A2, B, C, D, E, F bruciano in ordine crescente di partecipazione alla combustione.

Una comparazione tra le classi italiane ed europee non è possibile, in quanto i metodi e i criteri di valutazione sono diversi e tra loro incomparabili.

Tuttavia, il d.m. 15 marzo 2005 (come modificato dal d.m. 16 febbraio 2009) riporta alcune tabelle che comparano le classi italiane con quelle europee, al fine di poter applicare le regole tecniche "tradizionali" di prevenzione incendi che richiedono una determinata reazione al fuoco, ad esempio:

Tabella Prodotti installati in altri ambienti (impiego a soffitto)

	Classe italiana	Classe europea
I	Classe 1	(A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s3,d0), (A2-s1,d1), (A2-s2,d1), (A2-s3,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0), (B-s3,d0)
II	Classe 2	(B-s1,d1), (B-s2,d1), (B-s3,d1), (C-s1,d0), (C-s2,d0), (C-s3,d0)
III	Classe 3	(C-s1,d1), (C-s2,d1), (C-s3,d1), (D-s1,d0), (D-s2,d0)



La **reazione al fuoco** misura il **comportamento di un materiale se sottoposto a incendio**, in termini di:

- accensione,
- propagazione della fiamma,
- sviluppo di calore e fumo,
- gocciolamento di particelle incandescenti.



Riferimenti normativi principali

- 1.D.M. 3 agosto 2015 (Codice di prevenzione incendi) – Strategia S.1
- 2.Regolamento (UE) 305/2011 (CPR - Prodotti da costruzione)
- 3.Norme EN 13501-1 e UNI EN ISO 11925-2 – Classificazione europea



È diversa dalla **resistenza al fuoco**, che riguarda elementi strutturali e la loro capacità di mantenere le funzioni portanti.



Classificazione europea dei materiali (EN 13501-1)

Tutti i materiali sono classificati con lettere e indici in base a **prove normalizzate di laboratorio**:

◆ **Classi di reazione al fuoco (comportamento alla fiamma):**

Classe	Significato	Esempio materiale
A1	Incombustibile totale	Calcestruzzo, lana di roccia senza leganti
A2	Quasi incombustibile	Pannelli in gesso con fibra minerale
B	Combustibile con reazione limitata	Legno trattato ignifugo
C	Reazione accettabile	Legno trattato, alcuni tessuti ignifughi
D	Propagazione significativa	Legno grezzo, moquette normale
E	Propagazione elevata	Polistirolo espanso, plastica rigida
F	Non classificabile	PVC, materiali plastici non testati

◆ **Indici accessori:**

- **s** = produzione di **fumi** (smoke):
 - s1 = fumo scarso
 - s2 = fumo medio
 - s3 = fumo intenso
- **d** = **gocciolamento** di particelle incandescenti:
 - d0 = nessun gocciolamento
 - d1 = gocciolamento limitato
 - d2 = gocciolamento abbondante



Esempio di classe completa:

B-s1,d0 = materiale con buona reazione, fumo scarso, nessun gocciolamento



Regole progettuali secondo il Codice di Prevenzione (D.M. 3 agosto 2015)

Obiettivo della strategia S.1: Limitare la probabilità che un incendio si sviluppi e si propaghi, riducendo l'infiammabilità dei materiali.



Scelte progettuali: livelli di prestazione (livelli di sicurezza)

Il Codice prevede **4 livelli di prestazione**, da **I (minimo)** a **IV (massimo)**, da scegliere in base al rischio, affollamento, funzione, ecc.

Livello	Obiettivo	Applicazione tipica
I	Comportamento minimo richiesto	Attività a basso rischio e carico d'incendio
II	Controllo della propagazione	Uffici, scuole, aree civili
III	Materiali non infiammabili in aree critiche	Aree ad alto affollamento o compartimentate
IV	Tutti i materiali incombustibili	Ospedali, gallerie, vie di fuga protette

Dove si applica la strategia S.1?

- **Rivestimenti interni ed esterni** (pareti, soffitti, pavimenti)
- **Tessuti** (tendaggi, moquette, sedili)
- **Materiali isolanti** (pannelli, contropareti)
- **Impianti tecnici e canalizzazioni** (isolanti di condotte, materiali plastici)
- **Arredi fissi rilevanti ai fini della sicurezza**

In particolare:

- **Vie di esodo** devono avere materiali **classe A2 o B** con s1,d0
- **Spazi affollati** → limitazione di materiali in classe C o peggio



Come si certifica la reazione al fuoco?

Attraverso:

- **Marcatura CE** ai sensi del Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR)
- **Etichetta con classe di reazione al fuoco** secondo EN 13501-1
- **Certificato di prova** rilasciato da laboratorio notificato



Il progettista antincendio deve **verificare e allegare i certificati** nel progetto.



Esempio pratico

Supponiamo una **scuola con aule e corridoi di esodo**:

- Pavimenti → minimo classe **Bfl-s1** (B, fumo scarso, uso a pavimento)
- Rivestimenti pareti → **B-s1,d0** nei corridoi; **C-s2,d1** tollerabile in aule
- Tende → certificate **classe 1 italiana** o **C-s1,d0** europea
- Controsoffitti → **A2-s1,d0** se presenti nelle vie di esodo

Classificazione italiana vs europea

Fino a pochi anni fa si usava la **classificazione italiana** (D.M. 26/06/1984):

- Classe 0 → incombustibile (equiv. A1)
- Classe 1 → ottima reazione
- Classe 2-5 → reazione decrescente

Oggi si usa **solo la classificazione europea**.

Le vecchie classi valgono **solo in transizione**.

CLASSI ITALIANE:

- 0 (materiale incombustibile);
- 1-2-3-4-5 (materiali combustibili);
- 1.IM-2.IM-3.IM (mobili imbottiti).



CLASSI EUROPEE:

- A1 (materiale incombustibile);
 - A2-C-D-E-F (materiali combustibili);
- Particolari:
- FL: pavimento
 - L: isolamento termico di condutture
- Parametri accessori:
- s: produzione di fumo (s1, s2, s3);
 - d: produzione di gocce aderenti (d0, d1, d2).

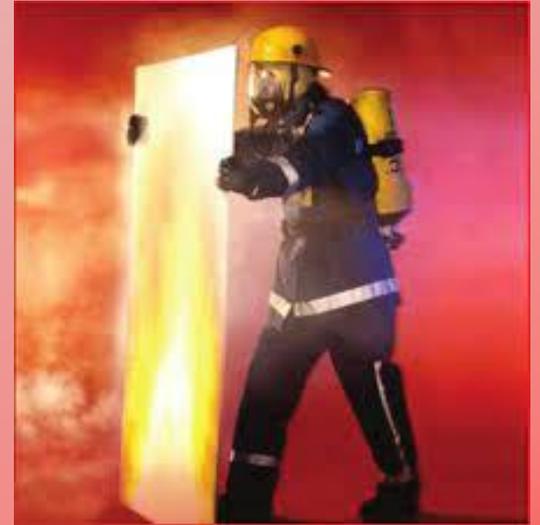


CONCLUSIONI

La reazione al fuoco è un pilastro della prevenzione incendi:

- Aiuta a **evitare l'innescò e la propagazione** del fuoco
- Impatta su **materiali edilizi, arredi, impianti, finiture**
- Va gestita con **certificazione e progettazione coerente**
- È **obbligatoria in tutte le attività soggette a prevenzione incendi**

S.2 RESISTENZA AL FUOCO



Finalità della S.2 – Resistenza al fuoco

L'obiettivo è garantire:

- **Stabilità strutturale** durante l'incendio (cioè evitare il collasso).
- **Compartimentazione** (contenimento dell'incendio in un'area specifica).
- **Incolunità delle persone**, facilitando l'evacuazione.
- **Protezione dei beni** e della continuità operativa.

Definizione di Resistenza al Fuoco

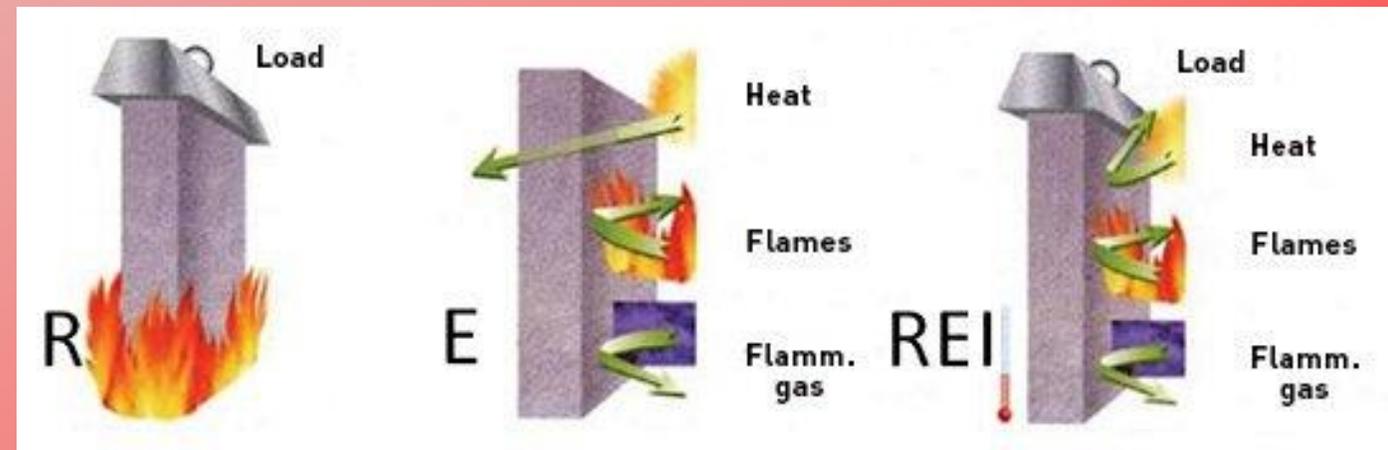
La **resistenza al fuoco (REI)** di un elemento strutturale o di compartimentazione è il **tempo, in minuti**, durante il quale esso mantiene:

- **R**: *resistenza meccanica* (portanza)
- **E**: *tenuta ai fumi e alle fiamme* (ermeticità)
- **I**: *isolamento termico*

Ad esempio, un muro **REI 120** mantiene per **120 minuti**:

- la stabilità meccanica (R),
- la tenuta ai fumi e gas caldi (E),
- e la capacità di non trasmettere calore oltre un certo limite (I).

Carico di incendio specifico di progetto	Classe minima di resistenza al fuoco
$q_{t,d} \leq 200 \text{ MJ/m}^2$	Nessun requisito
$q_{t,d} \leq 300 \text{ MJ/m}^2$	15
$q_{t,d} \leq 450 \text{ MJ/m}^2$	30
$q_{t,d} \leq 600 \text{ MJ/m}^2$	45
$q_{t,d} \leq 900 \text{ MJ/m}^2$	60
$q_{t,d} \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$	90
$q_{t,d} \leq 1800 \text{ MJ/m}^2$	120
$q_{t,d} \leq 2400 \text{ MJ/m}^2$	180
$q_{t,d} > 2400 \text{ MJ/m}^2$	240



PROTEZIONE PASSIVA

- Distanze di sicurezza
- Resistenza al fuoco e compartimentazione
- Sistema vie di uscita
- Reazione al fuoco dei materiali

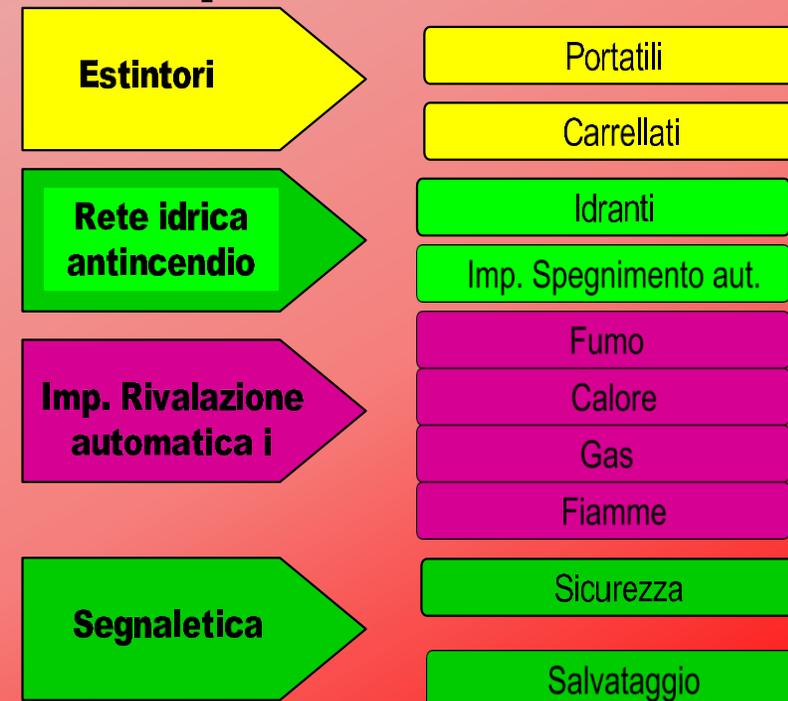
La protezione passiva

- Distanze di sicurezza: sono determinate in funzione dell'energia termica irraggiata dalle fiamme dell'incendio
- Resistenza al fuoco: rappresenta il comportamento al fuoco degli elementi strutturali di un edificio. Può definirsi come la capacità di un elemento di costruzione a conservare: la stabilità (R), la tenuta (E), l'isolamento termico (I). I materiali da costruzione sono classificati da una o più lettere a seconda dell'attitudine (es. R, RE, REI) e da un numero che esprime i minuti primi per il quali conservano le caratteristiche suindicate
- Barriere antincendio: sono finalizzate ad impedire la propagazione di incendi (es. muri tagliafuoco)

PROTEZIONE ATTIVA

- Attrezzature ed impianti di estinzione
- Sistemi di allarme
- Segnaletica di sicurezza
- Illuminazione di sicurezza
- Evacuatori di fumo e calore

La protezione attiva



MISURE DI PROTEZIONE PER LA RESISTENZA AL FUOCO (S.2)

Le misure si distinguono in **passive**, **attive** e **organizzative/gestionali**, ma nel contesto della **resistenza al fuoco** si parla principalmente di **protezione passiva**, intesa come:

Interventi edilizi e materiali che permettono agli elementi costruttivi di mantenere le prestazioni richieste (R, RE, REI) per il tempo necessario.

Protezione passiva degli elementi strutturali

Misura	Descrizione	Applicazioni
Rivestimenti protettivi	Intonaci, pannelli o vernici che isolano l'elemento strutturale dal calore	Pilastri, travi, solai, strutture in acciaio
Intonaci speciali	A base di vermiculite, perlite, gesso o cemento alleggerito	Ottimi per cemento armato e muratura
Pannelli antincendio (tipo PROMAT, etc.)	Pannelli prefabbricati in calcio silicato, gesso, fibre minerali	Acciaio, vani scala, cavedi impianti
Vernici intumescenti	Vernici che si espandono col calore, creando uno strato isolante	Molto usate per acciaio a vista e elementi architettonici
Protezione con materiali isolanti	Lamine o guaine protettive (lana di roccia, calcestruzzo refrattario)	Per condotte, attraversamenti e impianti

Progettazione resistente al fuoco "intrinseca"

Alcuni materiali e scelte progettuali **non necessitano di protezione aggiuntiva**, perché **naturalmente resistenti al fuoco**:

Materiale / tecnica	Caratteristiche	RE/R prestazione tipica
Calcestruzzo armato	Ottima resistenza intrinseca	RE 120 o superiore senza rivestimenti
Muratura piena tradizionale	Buona resistenza, spesso EI 90-120	Separazioni e compartimentazioni
Solai in laterocemento con spessore adeguato	Resistenza elevata senza protezioni	R 60–120
Strutture in acciaio	Sensibile al calore → richiede protezione	R 15 senza protezione, RE 60+ con intonaco o vernice



Elementi di compartimentazione e chiusure REI

Per separare compartimenti antincendio e proteggere le vie d'esodo, si usano:

Elemento	Misura protettiva
Porte tagliafuoco REI	Certificate secondo UNI EN 1634-1, autochiudenti
Serrande tagliafuoco	Per condotte e impianti di ventilazione
Vetrate tagliafuoco	Con vetri stratificati EI, struttura in acciaio protetto
Pareti prefabbricate EI	In cartongesso con intercapedine in lana minerale

Protezione degli attraversamenti impiantistici

Essenziali per **garantire la continuità del compartimento:**

Tipo di attraversamento	Misura
Tubazioni, cavi, canaline	Collari intumescenti , manicotti, guarnizioni EI
Cavedi impianti	Pareti e sportelli EI 60 o EI 120
Condotte HVAC	Serrande tagliafuoco automatiche EI 60–120

Verifica e manutenzione delle protezioni

- Le protezioni devono essere **certificate** e posate **a regola d'arte**.
- Obbligo di **manutenzione periodica** e conservazione delle **dichiarazioni di conformità**.
- In sede di progettazione si indicano **tempi di resistenza al fuoco** richiesti, modalità di verifica e documentazione allegata.

Ambiti di applicazione della S.2

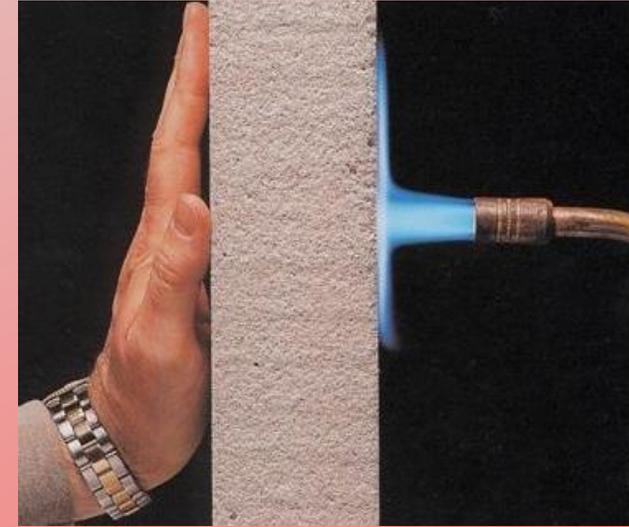
La strategia si applica a **tutti gli edifici soggetti a prevenzione incendi**, in particolare per:

- Strutture portanti principali (pilastri, travi, solai)
- Elementi di compartimentazione (pareti, porte, serrande, soffitti)
- Percorsi protetti (es. vani scala)
- Rivestimenti e protezioni passive (intonaci, vernici intumescenti)

Modalità di determinazione della resistenza al fuoco

Secondo il Codice si può ricorrere a quattro modalità, non mutuamente esclusive:

Modalità	Descrizione
Tabellare (S.2.4.1)	Si usano le tabelle del D.M. 3 agosto 2015 (es. Appendice A) o altri decreti verticali
Analitica (S.2.4.2)	Si calcolano le prestazioni secondo la norma UNI EN 199x (Eurocodici strutturali) in condizioni d'incendio
Sperimentale (S.2.4.3)	Si eseguono prove di laboratorio secondo UNI EN 1363, 1364, 1365
Ingegneria della sicurezza antincendio (S.2.4.4)	Approccio prestazionale avanzato (FSE - Fire Safety Engineering), con modellazione termica/strutturale



Classi di resistenza richieste (S.2.5)

Dipendono da:

- Livello di prestazione antincendio scelto per la strategia S.2 (da I a IV)
- Carico d'incendio specifico q_s , expressed in MJ/m²
- Durata dell'incendio (analisi convenzionale o naturale)

Ad esempio:

Livello prestazione	Resistenza al fuoco minima richiesta
I	R 30 o REI 30
II	REI 60
III	REI 90
IV	REI 120 o più

Integrazione con altre strategie del Codice

La S.2 è **strettamente connessa** con:

- **S.1 – Reazione al fuoco** (materiali superficiali e arredi)
- **S.3 – Compartimentazione antincendio** (che si basa proprio sulle caratteristiche REI)
- **S.5 – Gestione della sicurezza antincendio** (che può richiedere protezione strutturale aggiuntiva)
- **S.7 – Rivelazione e allarme** e **S.9 – Controllo fumi**, per garantire l'efficacia dell'esodo

Livelli di prestazione (S.2.3)

Il Codice identifica **quattro livelli di prestazione**, crescenti in severità e protezione, in funzione di:

- Tipo di attività (ad es. pubblico spettacolo vs. deposito)
- Presenza e caratteristiche dell'affollamento
- Carico d'incendio e valore dei beni esposti

Livelli di prestazione (o prestazionali) associati agli **obiettivi di sicurezza**:

- **I – minimo**: garantisce la sola evacuazione delle persone.
- **II – medio**: garantisce anche la protezione dei soccorritori.
- **III – elevato**: protegge persone, beni e contenimento dell'incendio.
- **IV – massimo**: include anche la continuità operativa.



Documentazione e verifiche

Il progettista antincendio deve produrre:

- Relazione tecnica con specifica modalità scelta (tabellare, analitica, ecc.)
- Certificati di prova o marcatura CE (per prodotti testati)
- Relazioni strutturali in condizioni di incendio (se calcolo analitico)
- Risultati di simulazioni (se FSE)



Prodotti e soluzioni costruttive

Molti elementi costruttivi possono essere resi REI mediante:

- **Vernici intumescenti** (si espandono col calore creando una barriera isolante)
- **Rivestimenti in cartongesso antincendio**
- **Intonaci speciali** a base di gesso o vermiculite
- **Pannelli REI prefabbricati**
- **Protezione passiva di cavi e impianti**



10. Considerazioni progettuali

- La **continuità** dell'elemento REI è essenziale (giunti, attraversamenti, impianti devono essere anch'essi protetti).
- Le **porte tagliafuoco** devono mantenere la stessa classe REI del compartimento.
- È importante prevedere **manutenzione periodica** dei rivestimenti protettivi.
- In caso di FSE, è necessario **dimostrare** che il collasso strutturale non avviene prima del completamento dell'esodo sicuro.



Nei contesti strutturali recenti si parla quasi esclusivamente di "RE" e non più di "REI", ma è importante chiarire quando, dove e perché avviene questo cambiamento.

Transizione da REI a RE nel Codice e nella normativa tecnica

1. Distinzione tra elementi strutturali e non strutturali

- **Elementi strutturali** (pilastri, travi, solai, ecc.):

- devono **garantire stabilità e tenuta** durante un incendio

- quindi si richiede la **prestazione "RE"**:

- **R** (stabilità meccanica)
- **E** (ermeticità / tenuta ai fumi)

! L'isolamento termico (**I**) non è sempre richiesto, **se l'elemento non confina con un compartimento diverso o via d'esodo.**

- **Elementi di compartimentazione** (pareti tra compartimenti, porte, serrande, ecc.):

- devono **impedire la trasmissione di calore e fumi**

- quindi si richiede la **prestazione "REI"**.

Codice di Prevenzione Incendi – Capitolo S.2

Nel **D.M. 3 agosto 2015** (Codice), la norma:

- **per le strutture portanti** richiede una **classe R o RE**, a seconda della situazione.
- **per le chiusure di compartimento** (es. porte, serrande, vetrate) resta la **REI** (o **EI** per elementi non portanti).

🔥 Eurocodici strutturali e approccio prestazionale

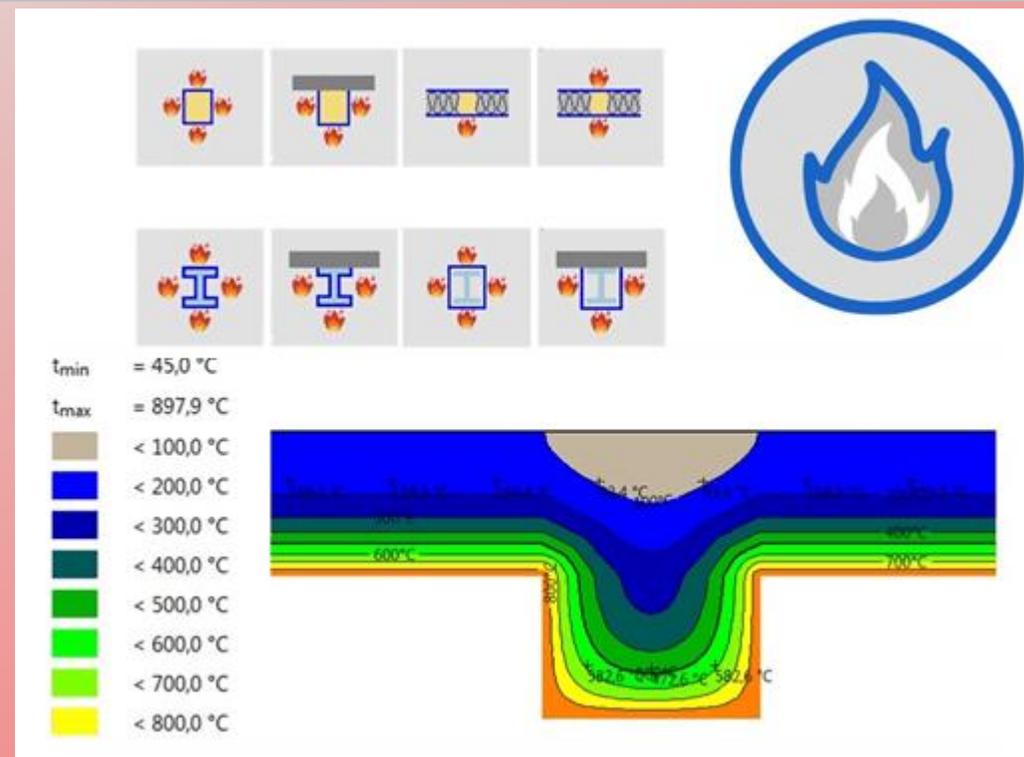
Negli Eurocodici (es. UNI EN 1992-1-2 per il cemento armato), il focus è sulla **prestazione R**, con verifica analitica della **stabilità al fuoco**. L'E e l'I vengono considerati **solo se l'elemento ha funzione di separazione**.

📌 Terminologia aggiornata nei prodotti e marcature CE

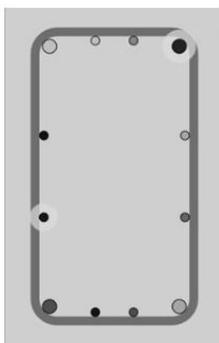
- **Strutture portanti:** classificate R xx o RE xx
- **Chiusure e partizioni:** classificate EI xx o REI xx
- **Cavi, condotte, attraversamenti:** EI xx

✅ Conclusione

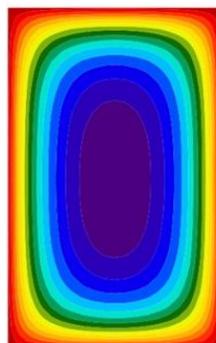
Oggi per gli elementi strutturali la **prestazione più comune è "RE"**, non più "REI", tranne nei casi in cui quell'elemento ha anche funzione **di separazione tra compartimenti** (es. solaio tra due unità antincendio).



Sezione in calcestruzzo armato



Distribuzione di temperatura nella sezione



🔍 Esempio pratico:

Tipo elemento	Classe richiesta
Pilastro portante in acciaio	R 60 o RE 60
Parete tra compartimenti	REI 60
Porta tagliafuoco	REI 120
Cavo attraversamento	EI 30 (protezione passiva)



La temperatura critica degli elementi di acciaio

In caso di incendio, le strutture in acciaio subiscono una repentina diminuzione di rigidità e resistenza. In caso di incendio, i materiali strutturali subiscono un degrado delle proprietà meccaniche (resistenza e rigidità) per effetto delle alte temperature, con conseguente diminuzione di capacità portante rispetto alle condizioni ordinarie. In particolare, per le strutture in acciaio, tale diminuzione di rigidità e resistenza è particolarmente repentina e può causare notevoli deformazioni, a seconda anche dei carichi applicati e delle condizioni di vincolo. L'aumento delle temperature nell'elemento di acciaio dipende dall'intensità e dalla tipologia di incendio, nonché dall'area di acciaio direttamente esposta al fuoco.

Nell'ambito della valutazione della resistenza al fuoco di soluzioni conformi, la temperatura critica di un singolo elemento rappresenta la massima temperatura raggiunta dall'elemento prima della perdita della capacità portante quando esso, in presenza delle azioni meccaniche previste per la condizione di incendio, è esposto all'incendio nominale di progetto. Una procedura generale per la valutazione della capacità portante di singoli elementi di strutture di acciaio in condizioni di incendio può essere così delineata:

- determinazione delle azioni meccaniche in condizioni di incendio;
- applicazione di uno dei metodi di calcolo disponibili per il singolo elemento, schematizzato con i vincoli corrispondenti allo schema strutturale e soggetto alle sollecitazioni in caso di incendio, tenendo presente il pertinente campo di applicazione;
- analisi di aspetti specifici del caso trattato, come ad esempio la verifica dei collegamenti tra differenti elementi strutturali o l'analisi di particolari dettagli costruttivi che non sono compresi nei metodi di calcolo generali applicati.

Le azioni meccaniche in caso di incendio

In situazione di incendio, i carichi meccanici applicati alle strutture sono determinati facendo riferimento alla combinazione eccezionale dei carichi prevista nel D.M. 17/01/2018.

Essi sono determinati mediante la seguente formula:

$$G1 + G2 + P + Ad + \psi_{22} \cdot Qk1 + \dots$$

dove:

$G1$ e $G2$ P valore caratteristico delle azioni permanenti;

Ad presollecitazione;

ψ_{22} $Qk1$ azioni eccezionali;

ψ_{2i} coefficiente di combinazione per i valori quasi permanenti delle azioni variabili;

Qki valore caratteristico dell'azione principale variabile;

Valori dei coefficienti di combinazione:

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0



Le strutture non protette tendono ad avere scarso rendimento negli incendi, anche perché gli elementi in acciaio sono solitamente molto sottili e l'acciaio ha una conducibilità termica elevata rispetto alla maggior parte degli altri materiali strutturali.

Questo fenomeno è influenzato principalmente da due fattori:

- la rapidità del riscaldamento dell'acciaio esposto all'incendio, dovuta all'elevata conducibilità termica del materiale;
- la riduzione delle caratteristiche meccaniche dell'acciaio in funzione dell'aumento della temperatura.

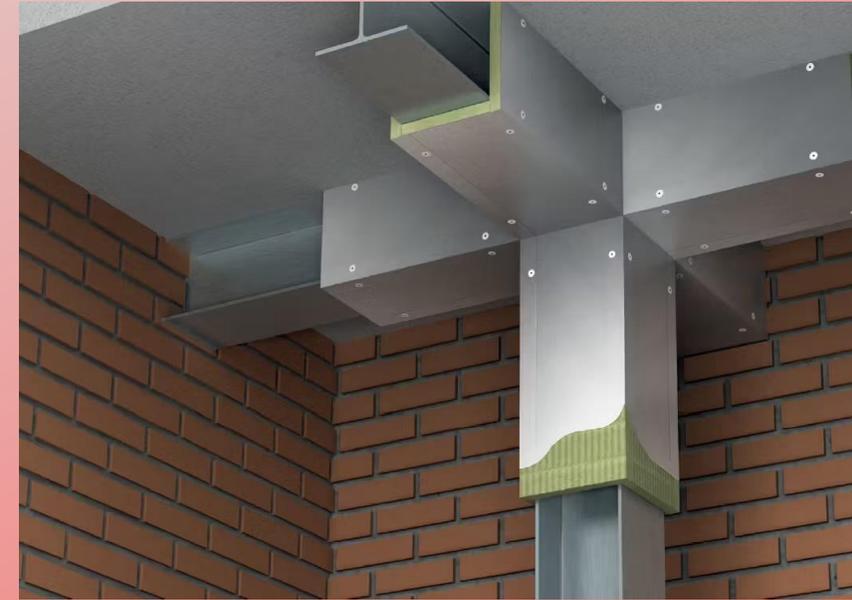
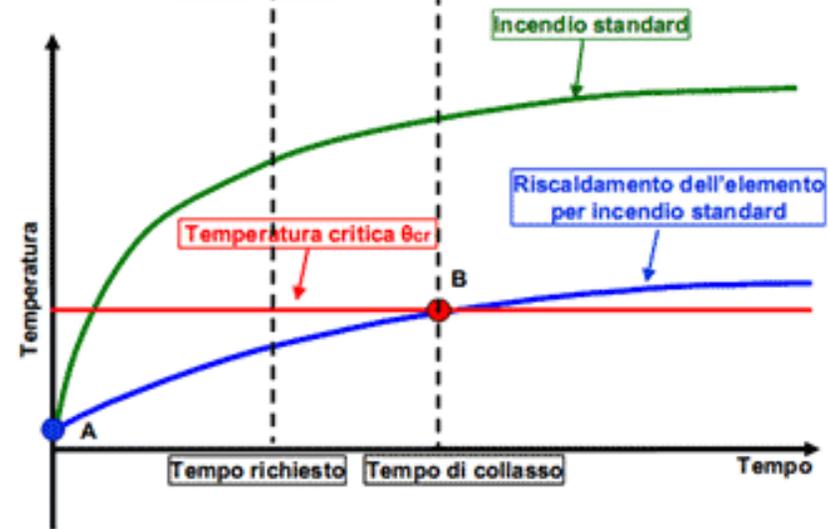
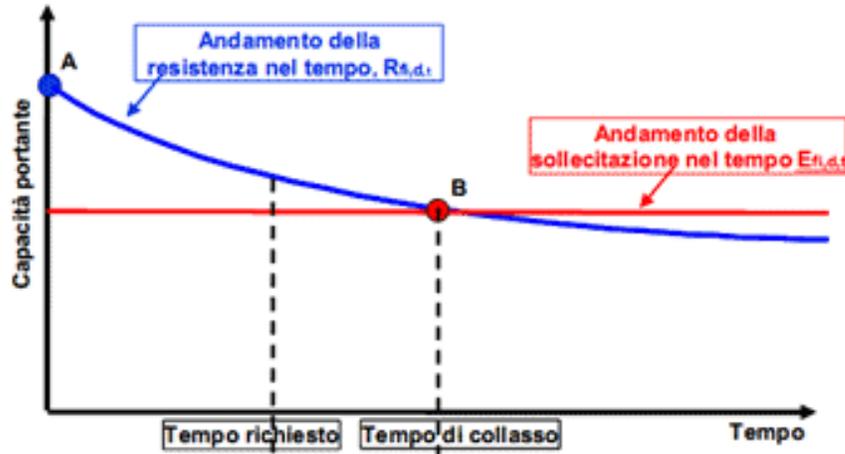
Tuttavia, per limitare l'innalzamento della temperatura della struttura di acciaio, si può intervenire isolando gli elementi dall'incendio mediante l'applicazione di sistemi protettivi, aventi caratteristiche termiche tali da limitare il riscaldamento e, di conseguenza, la riduzione delle caratteristiche di resistenza dei materiali strutturali. In tal caso le soluzioni progettuali nell'ambito della sicurezza antincendio sono denominate strutture di acciaio protette. Così come numerose prove sperimentali dimostrano, le strutture in acciaio, se ben progettate, possono resistere ad incendi anche di notevole intensità termica senza collassare, tramite l'utilizzo di sistemi di protezione passiva per proteggere la struttura dalle alte temperature.

Determinazione dello spessore minimo del sistema protettivo

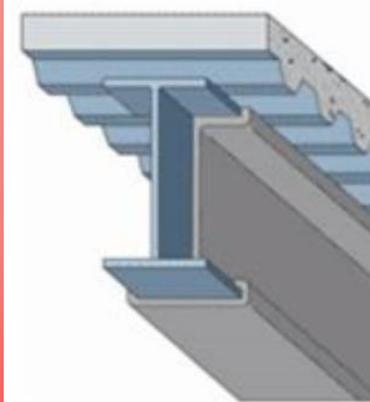
La determinazione dello spessore minimo del sistema protettivo, per verificare la classe di resistenza al fuoco richiesta in fase di progetto, avviene quindi sulla base dei seguenti parametri:

- fattore di sezione dell'elemento di acciaio;
- classe di duttilità dell'elemento di acciaio nella condizione di incendio (se classe 4, il successivo punto è già determinato, pari a 350°C);
- temperatura critica dell'elemento di acciaio.

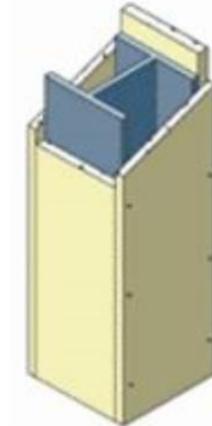
Tale determinazione si effettua sulla base del rapporto di valutazione del sistema di protezione selezionato, per la classe di resistenza al fuoco richiesta individuata in fase di progetto.



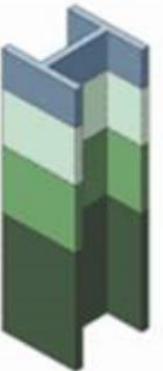
Intonaco a spruzzo



Lastre in calcio-silicati



Vernici intumescenti



S.3 COMPARTIMENTAZIONE



1. Definizione di Compartimentazione Antincendio

La **compartimentazione** è una misura antincendio di **protezione passiva** che consiste nella **suddivisione di un edificio o di un'attività in comparti antincendio**, delimitati da elementi costruttivi aventi una **determinata resistenza al fuoco (REI)**, al fine di:

- **limitare la propagazione dell'incendio** all'interno della struttura,
- **ritardare** il collasso strutturale,
- **agevolare l'esodo degli occupanti** e l'intervento dei soccorsi,
- **limitare i danni** a persone, beni e strutture.



2. Elementi costruttivi dei compartimenti antincendio

I compartimenti sono delimitati da:

- **pareti e solai resistenti al fuoco**, con classificazione **REI** (Resistenza, Ermeticità, Isolamento);
- **porte tagliafuoco** certificate e dotate di **autochiusura**;
- **sigillature antincendio** per varchi tecnici (passaggio di cavi, tubazioni);
- **vetrate antincendio**, se presenti;
- **sistemi di ventilazione e condizionamento con serrande tagliafuoco**, che si chiudono automaticamente in caso di incendio.

La resistenza al fuoco è espressa in minuti: **REI 30, REI 60, REI 90, REI 120**, ecc.

Finalità operative della compartimentazione

Confinare l'incendio in una zona limitata.

Garantire vie di esodo protette per persone e squadre di soccorso.

Prevenire il flash-over e la propagazione ai piani superiori o ad ambienti contigui.

Proteggere aree critiche (es. quadri elettrici, centrali termiche, archivi documentali).

3. Normativa di riferimento In Italia:

D.M. 3 agosto 2015 – Codice di Prevenzione Incendi (con aggiornamenti);

D.M. 10 marzo 1998 (parzialmente superato);

Norme tecniche verticali (es. attività scolastiche, alberghi, industrie...);

Regole tecniche di prevenzione incendi specifiche (es. DPR 151/2011).

Norme europee:

UNI EN 13501 (classificazione della resistenza al fuoco);

UNI EN 1363 (metodi di prova);

UNI 9723 (porte resistenti al fuoco).

Criteri progettuali

- Dimensionare i compartimenti in base al **carico d'incendio specifico** (es. MJ/m²);
- Limitare la superficie massima del compartimento (es. **1.200 m² in ambito civile**, valori diversi per l'industriale);
- Assicurare la **continuità delle barriere** (nessuna discontinuità di pareti, porte, soffitti);
- Valutare le **interferenze impiantistiche** (ventilazione, illuminazione, canalizzazioni...);
- Integrare la compartimentazione con le **altre misure di protezione**: rivelatori, evacuatori di fumo e calore, impianti sprinkler.

Tipologie di compartimentazione

Orizzontale (solai resistenti al fuoco tra i piani);

Verticale (pareti divisorie a tutta altezza, fino alla copertura);

Comparti speciali:

- locali quadri elettrici (REI 120),
- centrali termiche,
- magazzini sostanze pericolose,
- server farm o CED.

7. Verifica e manutenzione

Verifica periodica dei **manufatti e delle chiusure tagliafuoco**;

Ispezione delle **sigillature antincendio**;

Controllo della **funzionalità delle porte** (autochiusura, integrità guarnizioni);

Obbligo di **documentazione tecnica** dei materiali e delle certificazioni

(Dichiarazioni di Prestazione - DoP).

Collegamento con la valutazione del rischio incendio

La compartimentazione è **una delle misure di protezione passiva** da includere nella **Valutazione del Rischio Incendio** e nel **piano di emergenza**.

Rientra tra le azioni correttive richieste dal **DVR** e dalla **norma ISO 45001** nei luoghi di lavoro.

Finalità della compartimentazione

La compartimentazione mira dunque a **limitare la propagazione dell'incendio** nello spazio e nel tempo, creando **barriere fisiche** che suddividono un edificio in **compartimenti antincendio** autonomi.

Obiettivi principali:

- Ritardare o impedire la diffusione di **fuoco, fumi e calore**.
- Proteggere le **vie di esodo** e le **aree sicure**.
- Favorire il **confinamento dell'incendio** al compartimento di origine.
- **Garantire la stabilità** delle strutture e la funzionalità delle compartimentazioni per un tempo definito (es. 60, 90, 120 min.).

Cos'è un compartimento antincendio

È una porzione di edificio delimitata da **elementi costruttivi con prestazioni di resistenza al fuoco definite** (REI o EI), che:

- **contiene l'incendio per un tempo determinato** (30-120 minuti o più),
- può comprendere **uno o più locali**,
- è delimitata da **pareti, solai, porte e serrande tagliafuoco**.

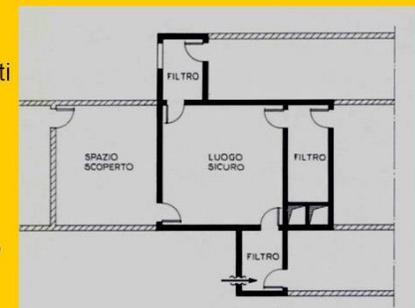
Dimensionamento del compartimento

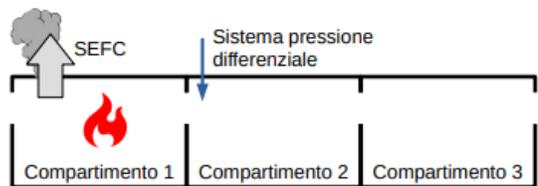
Secondo il Codice, il compartimento deve essere dimensionato in base a:

- **Tipo compartimento** (locale tecdi attività (uffici, magazzini, attività industriali...))
- **Carico d'incendio specifico** (q_s), espresso in MJ/m²
- **Densità di affollamento** (presenza umana)
- **Funzione del nico**, vano scala, deposito, area esodo, ecc.)

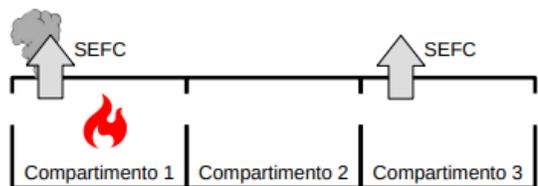
- Spazio scoperto ovvero compartimento antincendio - separato da altri compartimenti mediante spazio scoperto o filtri a prova di fumo - avente caratteristiche idonee a ricevere e contenere un predeterminato numero di persone (luogo sicuro statico), ovvero a consentirne il movimento ordinato (luogo sicuro dinamico).

Luogo sicuro

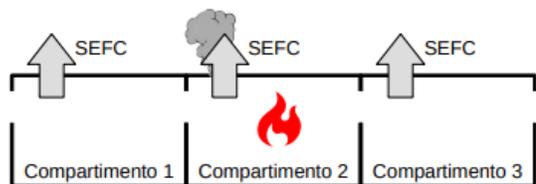




Il compartimento 2 è a *prova di fumo* proveniente dai compartimenti 1 e 3.
I compartimenti 1 e 3 non sono a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 2.
Il compartimento 1 è a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 3 e viceversa.



Il compartimento 2 è a *prova di fumo* proveniente dai compartimenti 1 e 3.
I compartimenti 1 e 3 non sono a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 2.
Il compartimento 1 è a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 3 e viceversa.

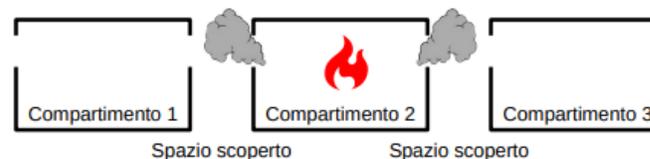


Tutti i compartimenti sono a *prova di fumo* proveniente dagli altri compartimenti.

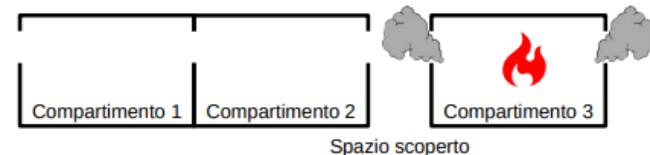
Manutenzione e controlli

I SEFC devono essere sottoposti a regolare manutenzione (generalmente annuale o semestrale):

- Verifica apertura automatica e manuale.
- Controllo funzionalità ventilatori, aperture, attuatori e centraline.
- Registrazione periodica delle verifiche e manutenzioni.



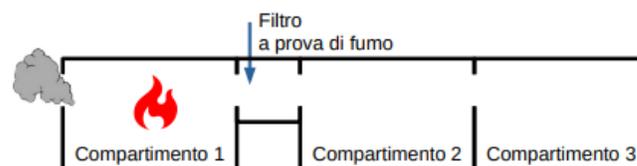
Tutti i compartimenti sono a *prova di fumo* proveniente dagli altri compartimenti.



I compartimenti 1 e 2 sono a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 3 e viceversa.
Il compartimento 1 non è a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 2 e viceversa.



Tutti i compartimenti sono a *prova di fumo* proveniente dagli altri compartimenti.



I compartimenti 2 e 3 sono a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 1 e viceversa.
Il compartimento 2 non è a *prova di fumo* proveniente dal compartimento 3 e viceversa.

I **SEFC** sono sistemi di sicurezza antincendio progettati per garantire la rapida estrazione di fumi caldi e gas prodotti da un incendio all'interno di edifici, al fine di:

- Facilitare la **visibilità** e quindi l'**evacuazione** in sicurezza delle persone.
- Ridurre il rischio di **intossicazione** da fumi tossici.
- Rallentare la propagazione dell'incendio, limitando l'accumulo di gas combustibili.
- Agevolare l'intervento delle squadre di emergenza (Vigili del Fuoco).

Requisiti tecnici degli elementi di compartimentazione

Gli elementi devono avere:

- **classe di resistenza al fuoco certificata** (EI o REI)
- **continuità geometrica e funzionale**
- **sigillature certificate** (per cavi, tubazioni, condotte)
- **porte/serrande tagliafuoco automatiche**
- **assenza di varchi non protetti**
- **protezione dei giunti e dei punti critici**

Elementi tipici di compartimentazione

Elemento	Requisito minimo
Pareti divisorie	EI 60–120
Solai tra piani	REI 60–120
Porte tagliafuoco	REI 60–120
Vetrature antincendio	EI 30–120
Cavedi impianti	EI 60–120
Serrande tagliafuoco	EI 120
Filtri a prova di fumo	EI 60–REI 120

Attraversamenti e varchi: protezioni obbligatorie

Qualsiasi attraversamento in una parete/solaio di compartimento **interrompe la barriera** e deve essere protetto con:

- **Collari intumescenti** su tubazioni in plastica
- **Manicotti antifluoco** per impianti elettrici
- **Sigillature certificate EI** per cavi multipli
- **Serrande tagliafuoco** su condotte di ventilazione
- **Portoni REI automatici** per grandi aperture
- **Barriere mobili** nei sistemi avanzati di FSE

Compartimentazione delle vie d'esodo

Le **vie d'esodo protette** (es. vani scala, corridoi protetti) devono:

- essere **compartimentate rispetto agli ambienti circostanti**,
- garantire una **classe EI 60 o EI 120** (pareti, porte),
- essere mantenute libere da ostacoli, fumo, materiali combustibili.

Nei casi più critici si usano:

- **Filtri a prova di fumo** (con sovrappressione)
- **Pressurizzazione attiva dei vani scala** (S.9 del Codice)
- **Doppia compartimentazione** (porta + anticamera REI)

Integrazione con le altre strategie del Codice

Strategia	Integrazione con la compartimentazione
S.1 Reazione al fuoco	I materiali di compartimentazione devono avere comportamento conforme
S.2 Resistenza al fuoco	Gli elementi devono garantire REI/EI specificati
S.4 Esodo	I compartimenti separano vie di esodo da aree pericolose
S.5 Gestione della sicurezza	Devono essere mantenuti in efficienza (es. porte autochiudenti)
S.9 Controllo fumi e calore	I compartimenti limitano la diffusione dei fumi tra aree

Documentazione tecnica obbligatoria

Il progettista antincendio deve:

- Specificare in relazione tecnica:
 - Superficie e destinazione dei compartimenti
 - Classe REI/EI degli elementi separatori
 - Posizione e tipo degli attraversamenti
- Allegare:
 - Certificazioni dei materiali
 - Planimetrie con compartimentazioni evidenziate
 - Schede tecniche dei prodotti installati

10. Errori comuni da evitare

-  Usare porte senza autochiusura o bloccate aperte
-  Lasciare passaggi impiantistici non protetti
-  Mancata sigillatura dei giunti tra parete e solaio
-  Infiltrazioni d'aria nei filtri a prova di fumo
-  Mancato aggiornamento della documentazione tecnica

Le **sigillature antincendio** (in inglese, **firestopping**) sono tecniche e sistemi utilizzati per chiudere in modo efficace e certificato aperture e attraversamenti negli elementi compartimentali (pareti, solai, coperture), evitando la propagazione di fiamme, gas caldi, calore e fumo attraverso passaggi impiantistici e strutturali.

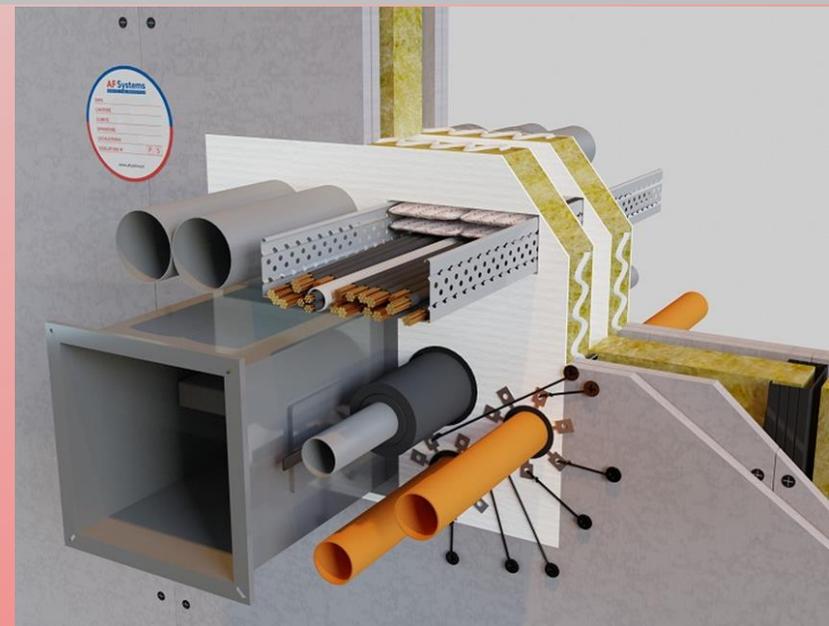
Scopo e importanza delle sigillature antincendio

Le sigillature hanno la funzione di:

- **Mantenere l'integrità delle barriere tagliafuoco** in presenza di attraversamenti (cavi, tubazioni, canalizzazioni);
- Limitare drasticamente la **propagazione verticale e orizzontale** di incendi e fumi tossici;
- Assicurare la **continuità della resistenza al fuoco** degli elementi REI/EI;
- Garantire la sicurezza delle vie di fuga e la facilità di evacuazione.

Normativa di riferimento principale (Italia ed Europa):

- **D.M. 18 ottobre 2019** - Codice di prevenzione incendi.
- **UNI EN 1366-3** - Prove di resistenza al fuoco per attraversamenti.
- **UNI EN 13501-2** - Classificazione della resistenza al fuoco.
- **UNI EN ISO 13943** - Vocabolario della sicurezza antincendio.



1. Collari intumescenti

Uso: Tubazioni plastiche combustibili (PVC, PP, PE).

Funzionamento:

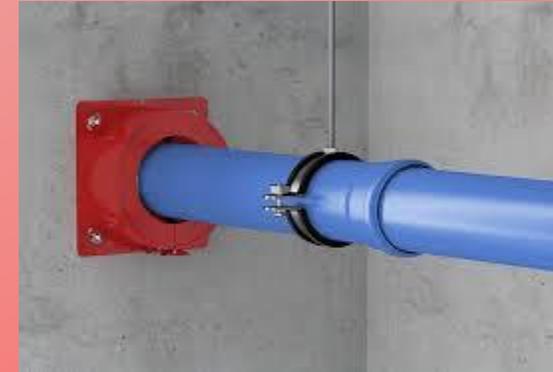
A contatto con alte temperature (circa 150-200 °C), il materiale intumescente all'interno si espande, comprimendo e sigillando la tubazione collassata o fusa.

Applicazione tipica:

- Scarichi idraulici e sanitari.
- Attraversamenti di tubazioni plastiche in pareti e solai.

Certificazione:

Generalmente classificati EI 60, 90, 120 secondo EN 1366-3.



2. Mastici e schiume antincendio

Uso: Sigillature di piccole aperture e attraversamenti irregolari, cavi elettrici e piccoli condotti.

Tipologie:

- **Mastici acrilici o siliconici** intumescenti (per piccoli attraversamenti e fessure).
- **Schiume poliuretatiche** espandenti ignifughe (per aperture medio-piccole).

Vantaggi:

- Facilità di applicazione anche in spazi difficili.
- Ottima adesione a materiali diversi (cartongesso, cemento, mattoni).

Limiti:

Richiedono spesso applicazione su supporto asciutto e pulito.



3. Cuscini e sacchetti intumescenti

Uso: Aperture medio-grandi con frequenti modifiche di attraversamenti (cavi elettrici, cablaggi strutturati).

Funzionamento:

Riempimento con elementi flessibili contenenti materiale intumescente granulare, che si espande col calore.

Vantaggi:

- Facilmente rimovibili e riposizionabili.
- Ideali in data-center, centrali elettriche, locali tecnici soggetti a frequenti modifiche.

4. Pannelli antincendio preformati

Uso: Aperture grandi e regolari; possono essere combinati con mastici o schiume.

Materiale:

- Solitamente pannelli rigidi di lana minerale ad alta densità rivestiti con materiale intumescente o vernici speciali.

Applicazioni tipiche:

- Sigillature di grossi attraversamenti impiantistici.
- Canalizzazioni e condotti.

5. Sigillanti per giunti di dilatazione

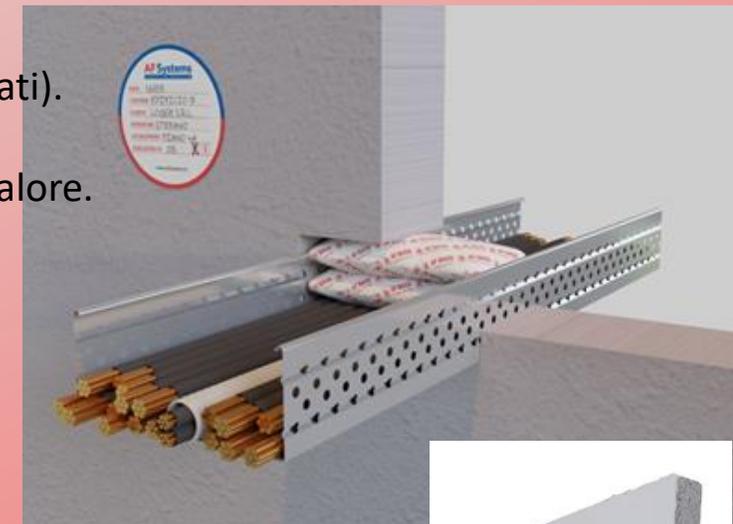
Uso: Movimenti strutturali tra elementi REI (pareti, solai, pilastri).

Materiali:

- Nastri e profili intumescenti.
- Sigillanti siliconici speciali (elastici e ignifughi).

Obiettivo:

Mantenere la tenuta al fuoco pur permettendo movimenti strutturali o dilatazioni termiche.



Pannello FPMF 2-SI pannelli FPMF 2-S sono pannelli in lana di roccia ad alta densità, rivestiti con una vernice antifuoco su entrambi i lati.

Per sigillatura antifuoco di attraversamenti di tubi e cavi in pareti rigide e solai rigidi.

- Materiale: Fibra minerale
- Lunghezza x altezza x spessore: 1200 x 600 x 60 mm
- Spessore: 60 mm
- Altezza: 600 mm
- Lunghezza: 1200 mm
- Condizioni per classe prodotti per l'edilizia: conforme a DIN EN 13501-1
- Classe materiali edili: D, s1 d0 - Normalmente infiammabile
- Classe di resistenza al fuoco: EI240
- Condizioni per classe prodotti per l'edilizia: D, s1 d0 - Normalmente infiammabile / conforme a DIN EN 13501-1

Indicazione: tutte le fessure restanti e le fughe dei bordi dell'apertura devono essere accuratamente sigillate con sigillante acrilico antifuoco ACR 240. Ulteriore componente del sistema è il nastro antifuoco FP.

Come fa questo pannello a essere resistente al fuoco se dice che normalmente è combustibile ?

In effetti può sembrare un controsenso che un pannello classificato come "**D, s1 d0 - Normalmente infiammabile**" abbia una resistenza al fuoco classificata **EI240**. Approfondiamo chiaramente questa questione.

1. Chiarimento sulla terminologia usata:

Le norme europee prevedono due classificazioni diverse:

- **Reazione al fuoco (EN 13501-1)**
- **Resistenza al fuoco (EN 13501-2)**

Sono due aspetti distinti:

Tipo classificazione	Significato
Reazione al fuoco (EN 13501-1)	Come il materiale reagisce in presenza di fiamme, quindi se è combustibile o meno.
Resistenza al fuoco (EN 13501-2)	Capacità di un elemento (parete, solaio, pannello) di mantenere la propria funzione strutturale e di compartimentazione nel tempo, in condizioni di incendio.

2. Classificazione "D, s1 d0" (Reazione al fuoco):

La classe indicata dal tuo pannello:

- **D:** Normalmente infiammabile.
Significa che in presenza diretta di fiamma, il materiale può prendere fuoco, anche se non immediatamente, ma presenta comunque un rischio di combustione.
- **s1:** Emissione minima di fumo in caso di combustione.
Bassa produzione di fumi, quindi limitato rischio tossico.
- **d0:** Nessun gocciolamento di particelle incendiate.
Non crea pericolose gocce incandescenti che propagano rapidamente l'incendio.

3. Classificazione EI240 (Resistenza al fuoco):

Questa classificazione è molto diversa dalla reazione al fuoco, perché misura il comportamento dell'intero sistema quando sottoposto al fuoco in condizioni di test specifici (UNI EN 1366-3 per attraversamenti):

- **E (Integrità):** nessuna fessurazione o apertura durante 240 minuti di esposizione.
- **I (Isolamento termico):** non supera il limite di temperatura sul lato opposto per 240 minuti.

Quindi un pannello EI240 impedisce, per almeno 240 minuti (4 ore), il passaggio del fuoco e del calore attraverso di esso.

4. Chiarimento Apparente contraddizione:

In realtà non c'è una vera contraddizione, poiché:

- Il pannello, da solo (per esempio, se esposto superficialmente e direttamente alla fiamma), potrebbe incendiarsi (infatti è classificato "D").
- Ma quando utilizzato come **sigillatura antifluoco** (come in questo caso specifico, attraversamenti di tubi e cavi), il pannello funziona in combinazione con:
 - **La lana di roccia interna** (che è incombustibile).
 - **Le vernici antifluoco superficiali** (materiali intumescenti o ignifughi), che si espandono o reagiscono al calore formando uno strato protettivo e isolante, impedendo che il calore raggiunga rapidamente il nucleo del pannello.

Quindi la classe **EI240** riguarda l'elemento costruttivo completo (pannello sigillante applicato correttamente), testato nelle sue condizioni d'uso specifiche e certificate (con attraversamenti impiantistici e sigillature intumescenti ausiliarie).

5. Meccanismo di funzionamento reale:

Il funzionamento di questo pannello si basa su due fattori principali:

- **Effetto isolante della lana di roccia:**
 - La lana di roccia, di per sé, è incombustibile. Sopporta temperature altissime (oltre 1000 °C) senza fondersi o incendiarsi.
 - Garantisce il fondamentale isolamento termico (la "I" della classificazione EI).
- **Effetto protettivo della vernice intumescente superficiale:**
 - Se sottoposta al calore intenso, la vernice intumescente si gonfia rapidamente, creando una barriera protettiva di schiuma rigida che impedisce al fuoco di penetrare all'interno del pannello.
 - Questo strato evita che il calore raggiunga rapidamente il nucleo in lana di roccia, garantendo la tenuta integrale del sistema.

Dunque, la superficie esterna potrebbe anche infiammarsi brevemente in condizioni critiche, ma rapidamente la vernice intumescente forma uno scudo protettivo che garantisce la tenuta per molte ore.

6. Perché si utilizza materiale "normalmente infiammabile"?

Il motivo principale è economico e funzionale:

- Un pannello totalmente incombustibile (classe A1 o A2) ha costi decisamente più elevati.
- Il compromesso è dunque avere un nucleo incombustibile (lana di roccia) rivestito da strati sottili (vernice intumescente) che garantiscono comunque una prestazione elevata a costi sostenibili.
- La combinazione dei materiali (nucleo isolante e rivestimento superficiale intumescente) permette così di raggiungere elevate performance di resistenza al fuoco, a fronte di una reazione al fuoco di base (superficiale) inferiore.

7. Aspetti tecnici pratici e di verifica:

Perché la resistenza EI240 sia valida, devono essere rispettate condizioni rigorose di installazione:

- Giunti e bordi sigillati con mastici intumescenti.
- Tutti gli attraversamenti trattati con materiali specifici (collari, mastici, sigillanti) certificati.
- Pannelli fissati secondo schede tecniche del produttore.

Conclusione chiarificatrice:

Non c'è quindi nessuna vera contraddizione:

- **Reazione al fuoco (D)** riguarda il materiale superficiale da solo.
- **Resistenza al fuoco (EI240)** riguarda il pannello completo in condizioni operative reali (vernice intumescente + lana di roccia ad alta densità).

In altre parole, un pannello singolarmente "normalmente infiammabile" può garantire elevata resistenza al fuoco se opportunamente combinato con materiali isolanti e protettivi certificati-

PORTE TAGLIAFUOCO

Funzione delle porte tagliafuoco

Le porte tagliafuoco sono dispositivi di **protezione passiva** che:

- **limitano la propagazione di fumo e calore tra compartimenti antincendio;**
- **proteggono le vie di esodo;**
- **mantengono la compartimentazione per un tempo prefissato (REI o EI);**
- **garantiscono l'evacuazione sicura** e l'accesso ai soccorsi.

Classificazione di resistenza al fuoco

Le porte sono classificate secondo:

- **Norma UNI EN 13501-2** (prestazioni)
- **Norme di prova UNI EN 1634-1** (resistenza al fuoco) e **1634-3** (tenuta ai fumi)

Sigla	Significato
E	Tenuta ai fumi e fiamme (ermeticità)
I	Isolamento termico
W	Limitazione irraggiamento (meno frequente)
S	Tenuta ai fumi freddi e caldi (es. Sa / S200)
C	Cicli di apertura/chiusura automatica

Esempio: una porta EI₂ 120-C5-Sa → resiste 120 minuti, isola termicamente, tiene i fumi, ha dispositivo di chiusura automatica e durata ciclica di classe 5.

Tipologie di porte tagliafuoco

◆ Per tipo di apertura:

- **A battente (1 o 2 ante)** – le più comuni
- **Scorrevoli orizzontali o verticali** – per grandi aperture
- **A ghigliottina / avvolgibili** – uso industriale
- **A libro** – per magazzini con spazio ridotto

◆ Per prestazioni:

- **REI 60, 90, 120, 180** – uso standard
- **EI 30 o 60 vetrate** – per ambienti pubblici e visibilità
- **Porta multifunzione antincendio e acustica** – per scuole, ospedali



4. Requisiti tecnici di installazione

Secondo **UNI 11473-1** e indicazioni del Codice, una porta tagliafuoco **perde validità se installata impropriamente.**

Requisiti chiave:

- Dev'essere **certificata CE** secondo EN 16034
- Deve avere **dispositivo di autochiusura** (molla, chiudiporta, barra)
- Deve essere **sigillata in opera con schiume intumescenti o guarnizioni certificate**
- **Non deve essere bloccata aperta**, salvo con **fermo elettromagnetico** collegato all'impianto di allarme

Importante:

- Le **guarnizioni termoespandenti** sul telaio devono essere integre
- Il **gioco tra anta e telaio** deve rispettare le tolleranze (tipicamente ≤ 4 mm)
- **Eventuali vetrate** devono essere **omologate e marchiate EI**



PORTONI REI SCORREVOLI ORIZZONTALI

I Portoni REI chiudono generalmente grandi fori di muri di compartimentazione al fuoco in magazzini industriali, fabbriche, parcheggi pubblici, centri commerciali, padiglioni di fiere dai quali devono passare attrezzature, muletti o mezzi di trasporto ingombranti.

Sono anche usati in formati più piccoli e al posto di normali porte REI incernierate perché l'ingombro delle ante con apertura a scorrere è inferiore.

Va detto che i portoni scorrevoli REI sono pesanti e poco adatti ad essere aperti più volte al giorno. In caso di frequente traffico è senz'altro consigliabile di tenerli normalmente aperti, richiusura a mezzo di "fusibile termico" sensibile al calore o meglio se trattenuti aperti da "elettromagneti" che possono essere controllati per la richiusura dei portoni in caso di rilevamento sia di calore che di fumo.

Certificazione e marcatura CE

Le porte devono riportare:

- Marcatura **CE** (per uso su via d'esodo o resistenza al fuoco)
- Etichetta con **nome produttore, classi EI, normativa di riferimento, n. certificato**
- Documentazione tecnica: **DOP, rapporto di prova, manuale di installazione**



Scelta in base all'ambiente

6. Manutenzione e controlli periodici

Obbligatoria secondo:

- **D.M. 3 settembre 2021 – “Decreto Controlli”**
- **D.Lgs. 81/08**
- **Codice di Prevenzione Incendi – Capitolo S.5**

Verifiche previste:

- Funzionamento del chiudiporta
- Integrità della guarnizione intumescente
- Pulizia del battente e dei cardini
- Chiusura completa senza attriti
- Tenuta all'aria (in caso di porte Sa/S200)

Frequenza consigliata:

- **Ogni 6 mesi** (in ambienti pubblici o ad alto rischio)
- Annotazione su **registro di sicurezza antincendio**

Ambiente / funzione	Porta consigliata
Corridoio pubblico	REI 120 con maniglione antipanico
Locale tecnico	REI 90 battente
Archivio o deposito	REI 120 con autochiusura
Zona visiva (es. scuole, ospedali)	EI 60 vetrata
Industriale	Scorrevole EI 120 a ghigliottina o avvolgibile
Cucina in ristorante	REI 60 con guarnizione fumi e autochiusura

Conclusioni operative

La porta tagliafuoco non è un semplice serramento, ma un **dispositivo di sicurezza passiva** con impatti fondamentali su:

- compartimentazione (S.3),
- esodo (S.4),
- gestione antincendio (S.5),
- controllo fumo (S.9),
- strategia complessiva antincendio.



◆ 1. Spazio a cielo libero

Definizione: luogo esterno alle opere da costruzione non delimitato superiormente.

È uno spazio completamente aperto verso l'alto (senza tettoie, coperture, solai o sporgenze significative). In termini antincendio, offre un'ottima via di fuga e di smaltimento dei fumi e calore, ed è utile per isolare zone a rischio. È il contesto più favorevole per evitare propagazioni del fuoco per via aerea.

◆ 2. Spazio scoperto

Definizione: spazio avente caratteristiche tali da contrastare temporaneamente la propagazione dell'incendio tra le eventuali opere da costruzione che lo delimitano.

Lo spazio scoperto è simile allo spazio a cielo libero, ma può essere parzialmente definito (ad es. cortili, aree tra edifici). Serve come "barriera passiva" tra strutture, ritardando o impedendo la propagazione dell'incendio. Per essere efficace, deve rispettare requisiti dimensionali minimi (es. larghezza) indicati nel **capitolo S.3** del Codice.

◆ 3. Compartimento antincendio

Definizione: parte dell'opera da costruzione organizzata per rispondere alle esigenze della sicurezza in caso di incendio, delimitata da elementi resistenti al fuoco.

È il cuore della strategia di compartimentazione. Serve a confinare l'incendio in un'area limitata per un certo tempo (30, 60, 120 minuti...), consentendo evacuazione, intervento e contenimento. Se non è prevista compartimentazione, tutto l'edificio viene considerato un unico compartimento, il che aumenta i requisiti prestazionali complessivi. È fondamentale per il dimensionamento delle vie di esodo e la progettazione dell'impiantistica.

◆ 4. Filtro

Definizione: compartimento antincendio con bassa probabilità di innesco, assenza di sorgenti efficaci di incendio e basso carico di incendio specifico.

Il filtro è una zona "neutra" e protetta, ad esempio tra una scala di sicurezza e un locale a rischio. Deve avere **ridotto carico d'incendio (qf)** e assenza di impianti o materiali combustibili. La sua funzione è **interrompere la propagazione di fumo e calore**, fungendo da "camera di compensazione" sicura. Viene spesso realizzato con **pressione differenziale** o **porte tagliafuoco**.

◆ 5. Di tipo protetto (o protetto)

Definizione: qualificazione di un volume dell'attività costituente compartimento antincendio.

Significa che un ambiente è interamente contenuto in un compartimento antincendio conforme, con adeguata resistenza al fuoco. Le vie di esodo "protette", ad esempio, devono garantire sicurezza al passaggio degli occupanti, anche in caso di incendio in aree adiacenti. È un concetto chiave per la progettazione delle **scale antincendio** e dei **corridoi di fuga**.

Secondo il Codice un filtro è un compartimento antincendio avente:

- **classe di resistenza al fuoco** non inferiore a 30 minuti;
- due o più **porte tagliafuoco** almeno E 30-S_a munite di congegni di auto chiusura;
- **carico di incendio specifico (q_f)** non superiore a 50 MJ/m².

Arriviamo così ai **filtri a prova di fumo**, o **filtri fumo**, che sempre secondo il Codice sono filtri che presentano tre caratteristiche aggiuntive:

- **camino di ventilazione;**
- **apertura laterale;**
- sovrappressione per mezzo di **un sistema di pressurizzazione.**

CAMINO DI VENTILAZIONE

Un **camino di ventilazione** è un filtro fumo che ha come fine lo **smaltimento dei fumi d'incendio**, deve essere *adeguatamente progettato* e avere una dimensione interna non inferiore a 0,10 m² sfociante al di sopra della copertura dell'opera da costruzione.

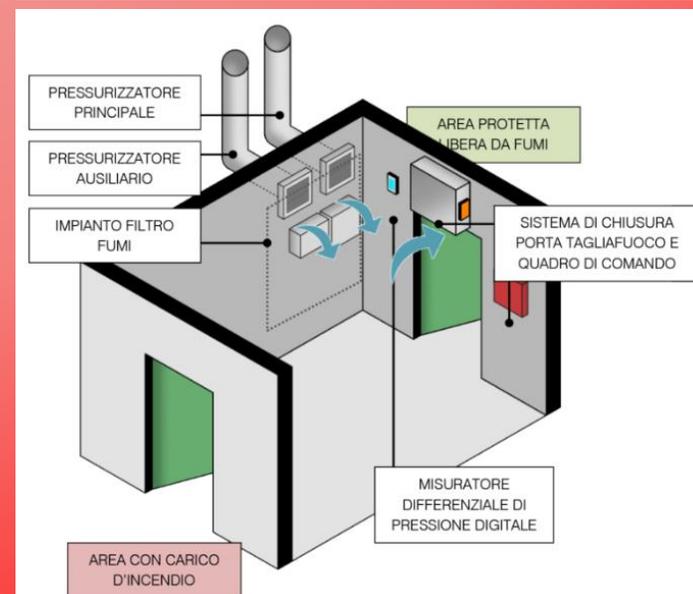
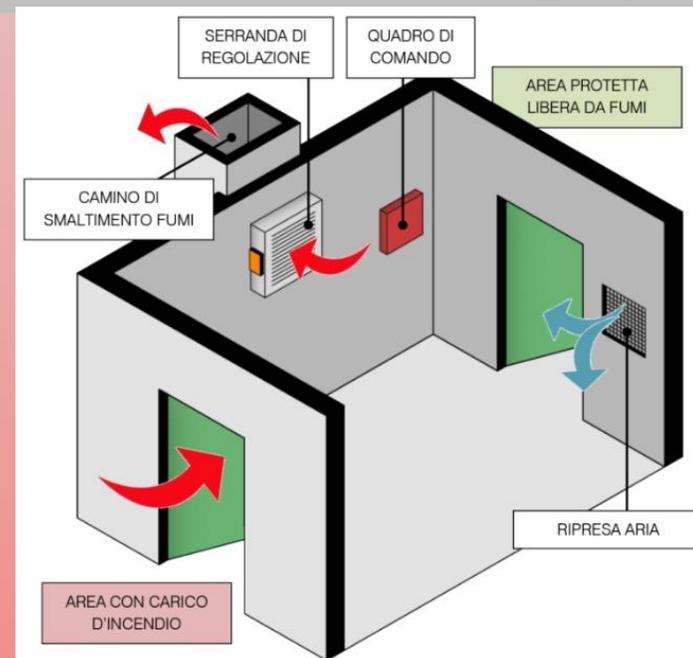
APERTURA LATERALE

Un'apertura laterale è una superficie utile complessiva non inferiore a 1 m² che permette uno scambio d'aria **direttamente con l'esterno**. Tali aperture dovranno essere **sempre aperte** oppure munite di chiusura apribile; essere **sempre funzionanti** escludendo l'impiego di condotti.

SISTEMA DI PRESSURIZZAZIONE

I pressurizzatori sono dispositivi progettati, realizzati e gestiti secondo la *regola dell'arte* (la somma delle tecniche ritenute corrette per l'esecuzione di determinate lavorazioni) e che permettono di mantenere, in condizioni di emergenza, **una sovrappressione di almeno 30 Pa**.

Tale sistema deve necessariamente garantire la facile apertura delle porte per la finalità di esodo oltre alla completa auto chiusura delle stesse in fase di attivazione dell'impianto.



1. Sistemi di Evacuazione Naturale (SEFC)

Basati sul principio della naturale stratificazione del fumo caldo verso l'alto:

- Aperture automatiche in copertura (lucernari, finestre apribili con attuatori pneumatici o elettrici).
- Aperture laterali per ingresso aria fresca.
- Funzionamento basato su differenze di temperatura e pressione naturale (effetto camino).

2. Sistemi di Evacuazione Forzata (SEFFC)

Utilizzano mezzi meccanici (ventilatori assiali o radiali):

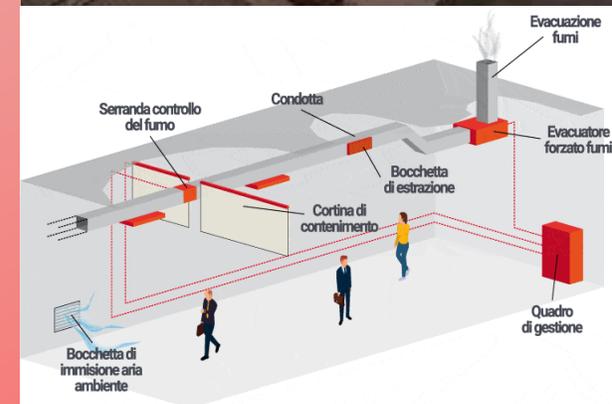
- Ventilatori resistenti al calore (fino a 400 °C per almeno 120 minuti).
- Canalizzazioni di estrazione dedicate con serrande resistenti al fuoco.
- Sistema di comando automatico (centralina antincendio) o manuale.

Obiettivi e benefici

- Mantenere libere da fumo le **vie di fuga** per garantire evacuazioni sicure.
- Ridurre il **danno strutturale** limitando la temperatura dell'ambiente e della struttura.
- Agevolare l'accesso e l'intervento dei **Vigili del Fuoco** e soccorritori.
- Contenere e rallentare la propagazione delle fiamme e dei gas combustibili.

Requisiti principali di progettazione

- Calcolo delle superfici di evacuazione in funzione del carico di incendio e delle dimensioni dell'edificio.
- Definizione di compartimenti e zone di controllo fumo.
- Selezione componenti certificati secondo le norme europee (UNI EN 12101).
- Sistemi di comando automatici/manuali affidabili e certificati.



Il **calcolo della compartimentazione antincendio** non si riduce a una singola formula matematica, ma consiste in una **valutazione tecnico-prestazionale** basata su:

◆ 1. Tipologia dell'attività

Va identificata se l'attività è:

- soggetta o meno al controllo dei VVF (ai sensi del DPR 151/2011);
- riconducibile a una delle **Regole Tecniche Verticali (RTV)** del Codice;
- soggetta al criterio di **Prevenzione semplificata (RTV)** o **Prevenzione prestazionale (RTO)**.

◆ 2. Determinazione della necessità di compartimentazione

Secondo il **Capitolo S.3** del D.M. 3 agosto 2015 (Codice di Prevenzione Incendi), si compartimenta per:

Caso	Motivo	Obiettivo
a)	Superamento di determinati limiti dimensionali	Limitare propagazione incendio
b)	Separazione tra diverse aree a rischio	Evitare l'estensione tra aree critiche
c)	Protezione delle vie di esodo	Garantire evacuazione sicura
d)	Installazione di impianti a rischio (es. gruppi elettrogeni)	Confinamento locale del rischio

◆ 3. Determinazione della superficie massima del compartimento

Secondo la RTO (Cap. S.3.5), **non esiste un valore fisso** per la superficie massima del compartimento:

Il progettista valuta i seguenti **criteri prestazionali**:

- Carico di incendio specifico q_n (in MJ/m²)
- Livello di prestazione antincendio richiesto (I, II, III, IV)
- Destinazione d'uso
- Altezza antincendio ($h > 12$ m, > 24 m...)
- Distanza da altri compartimenti
- Livello di resistenza al fuoco richiesto (REI 30, 60, 90, 120...)

→ Ad esempio:

Se si ha un edificio industriale con un carico di incendio medio e altezza ≤ 12 m, si può prevedere compartimenti fino a 4.000 m², se adeguatamente protetti e con resistenza al fuoco REI

◆ 4. Verifica della resistenza al fuoco

Ogni elemento di compartimentazione (pareti, solai, porte) deve essere certificato **REI** per un determinato numero di minuti (es. REI 60 = 60 minuti).

Devi quindi:

- Verificare i **rapporti di prova** dei materiali
- Calcolare la **classe di resistenza al fuoco** tramite:
 - Metodo tabellare (UNI 9490, DM 16/02/2007)
 - Metodo analitico (curve di incendio naturale/nominale, analisi FEM)
 - Metodo sperimentale (prove in laboratorio)

◆ 5. Esempio applicativo

Immagina un magazzino di 5.000 m² con carico di incendio > 600 MJ/m²:

- È opportuno **dividerlo in due compartimenti da 2.500 m²** ciascuno
- Le pareti divisorie devono essere in **REI 120**
- Le porte tagliafuoco REI 120 devono avere chiusura automatica
- Deve essere presente uno **spazio scoperto o filtro** se comunicano con altri ambienti

◆ 6. Documentazione e relazione tecnica

Il progettista antincendio inserisce tutti questi dati nella **relazione tecnica antincendio**, allegata alla SCIA, dove si dichiara:

- Logica di compartimentazione adottata
- Verifica di conformità REI
- Rispetto dei livelli prestazionali richiesti
- Eventuali deroghe o alternative accettate

CONCLUSIONI

Il “calcolo” della compartimentazione è una progettazione prestazionale, che integra:

- **Analisi del rischio incendio**
- **Dimensionamento compartimenti in funzione dell'uso e del carico d'incendio**
- **Scelta di materiali certificati**
- **Documentazione progettuale coerente col Codice di Prevenzione Incendi**

Ecco un esempio dettagliato di calcolo della compartimentazione antincendio per un edificio industriale, seguendo le indicazioni del Codice di Prevenzione Incendi (D.M. 3 agosto 2015).

Scenario: Edificio Industriale

Descrizione dell'attività:

- **Tipologia:** Stabilimento di produzione con annesso magazzino.
- **Superficie totale:** 5.000 m² su un unico piano.
- **Altezza antincendio:** 6 m.
- **Occupanti:** 60 persone.
- **Materiali presenti:** Materie plastiche, solventi, imballaggi in cartone.
- **Carico di incendio specifico qf:** 1.200 MJ/m².

1. Calcolo del Carico di Incendio Specifico di Progetto (qf,d)

Il carico di incendio specifico di progetto si calcola considerando i materiali combustibili presenti:

- **Materie plastiche:** 600 MJ/m²
- **Solventi:** 300 MJ/m²
- **Imballaggi in cartone:** 300 MJ/m²
- **Totale qf:** 600 + 300 + 300 = 1.200 MJ/m²

Questo valore rappresenta il carico di incendio specifico di progetto qf,d.

2. Determinazione della Classe di Resistenza al Fuoco

Secondo il Capitolo S.2 del Codice di Prevenzione Incendi, la classe di resistenza al fuoco degli elementi di compartimentazione dipende dal carico di incendio specifico di progetto.

Per un qf,d di 1.200 MJ/m², la classe minima richiesta è:

- **Pareti e solai:** REI 120
- **Porte:** EI₂ 120

3. Suddivisione in Compartimenti

Per limitare la propagazione dell'incendio e facilitare l'evacuazione, si suddivide l'edificio in due compartimenti:

- **Compartimento A:** Produzione – 2.500 m²
- **Compartimento B:** Magazzino – 2.500 m²

La separazione tra i compartimenti è realizzata con una parete REI 120.

4. Elementi di Compartimentazione

Pareti divisorie:

- Realizzate in muratura o pannelli certificati REI 120.

Porte di comunicazione:

- Porte tagliafuoco certificate EI₂ 120, dotate di dispositivi di autochiusura.

Attraversamenti impiantistici:

- Sigillati con materiali certificati per garantire la continuità della compartimentazione.

5. Documentazione Tecnica

Nella relazione tecnica antincendio, si includono:

- **Planimetrie:** Indicanti la suddivisione in compartimenti e le vie di esodo.
- **Schede tecniche:** Dei materiali utilizzati per la compartimentazione.
- **Calcoli:** Del carico di incendio specifico di progetto.
- **Certificazioni:** Dei prodotti utilizzati (REI, EI).

L'adozione esclusiva delle distanze di separazione come misura di protezione passiva comporta l'impiego di superfici libere di notevole estensione, risultando, nella maggior parte dei casi, una soluzione tecnicamente meno vantaggiosa e poco sostenibile sotto il profilo economico.

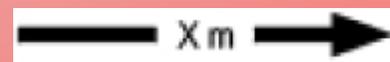
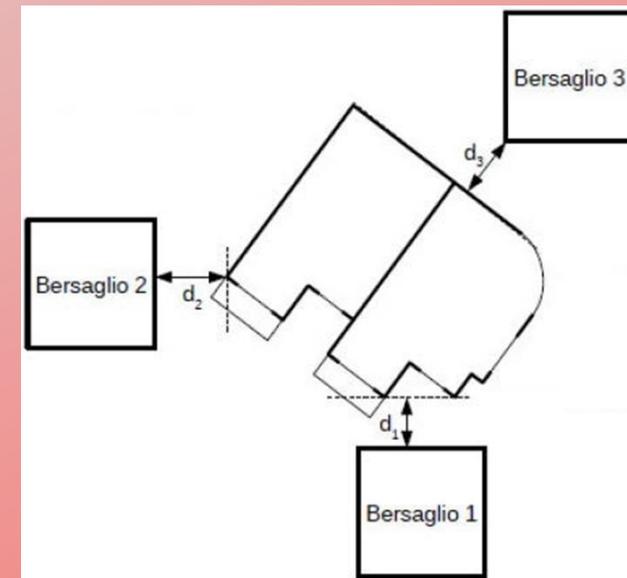
In conformità ai criteri di progettazione della sicurezza antincendio, i medesimi obiettivi di compartimentazione e limitazione della propagazione dell'incendio possono essere raggiunti mediante l'impiego di separazioni interne realizzate con elementi aventi idonea resistenza al fuoco, secondo quanto previsto dalle pertinenti Regole Tecniche Verticali o, in loro assenza, dai criteri generali del Codice.

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

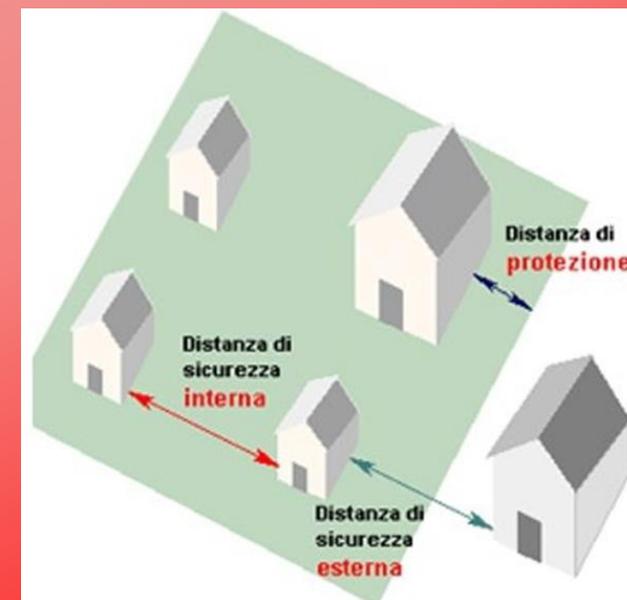
Distanza di sicurezza esterna: distanza tra perimetro di un elemento pericoloso e il perimetro del più vicino fabbricato o opera esterna.

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

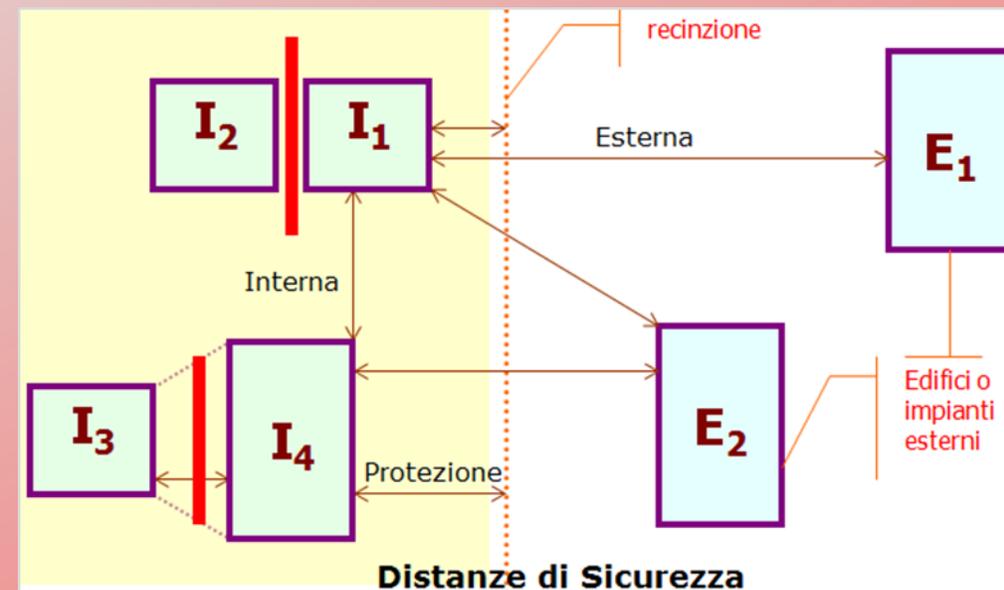


La definizione delle distanze di separazione si fonda sulla **valutazione dell'energia termica irradiata** in caso di incendio, mediante l'applicazione di modelli teorici che restituiscono risultati di carattere prevalentemente orientativo.

Le **Regole Tecniche Verticali**, in coerenza con l'approccio prestazionale del Codice di prevenzione incendi, **introducono valori di riferimento predefiniti**, derivanti da elaborazioni empiriche basate su dati ottenuti tramite misurazioni dell'irraggiamento termico rilevato in scenari d'incendio reali e in prove sperimentali controllate.

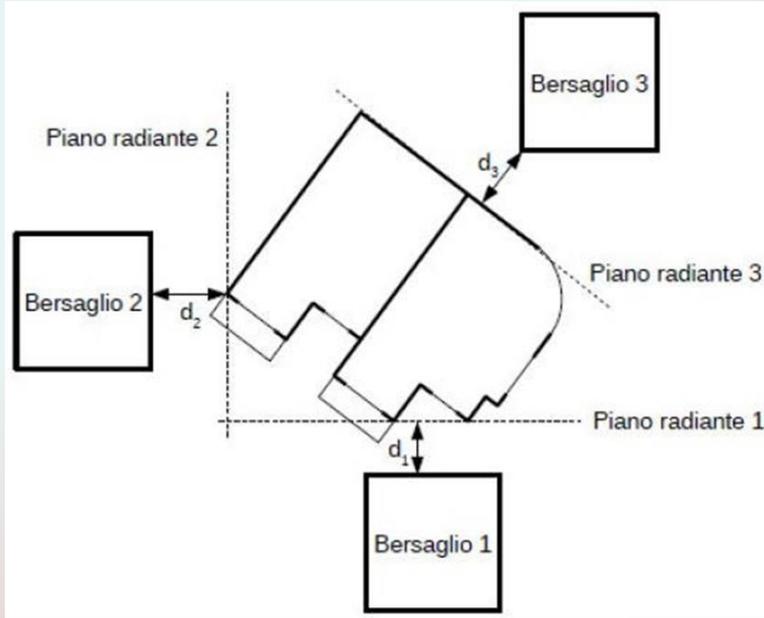
La **distanza di separazione** tra edifici o compartimenti antincendio è una misura di protezione passiva finalizzata a limitare la propagazione dell'incendio tra attività o unità edilizie contigue. Ai sensi del Codice di prevenzione incendi (DM 3/8/2015), essa può essere determinata secondo due approcci alternativi:

- **Procedura tabellare**, applicabile in presenza di carichi d'incendio specifici q_{f} inferiori a 600 MJ/m^2 , utilizzando valori predefiniti riportati nelle Regole Tecniche Verticali (RTV), derivati da evidenze sperimentali e osservazioni su incendi reali;
- **Procedura analitica**, basata su un modello di calcolo ingegneristico che stima l'irraggiamento termico prodotto da un incendio, al fine di garantire che i valori di flusso termico incidenti su edifici adiacenti non superino soglie critiche di sicurezza.



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

Nel caso in cui la distanza minima prevista non possa essere rispettata, è possibile ricorrere a misure alternative come la realizzazione di **compartimenti antincendio** mediante strutture con adeguata **resistenza al fuoco**, oppure garantire che tra le strutture sia interposto uno **spazio scoperto** non suscettibile di propagazione.



Il **Codice di prevenzione incendi** (DM 3 agosto 2015 e s.m.i.) definisce i criteri per la determinazione della **distanza di separazione "d"** in spazi a cielo libero, applicabile sia tra compartimenti appartenenti alla stessa attività, sia tra attività differenti. Tale distanza è finalizzata a garantire che il flusso termico irradiato da un incendio non superi una soglia prefissata (**Esoglia**) sul **bersaglio esposto**, riducendo così il rischio di propagazione per irraggiamento.

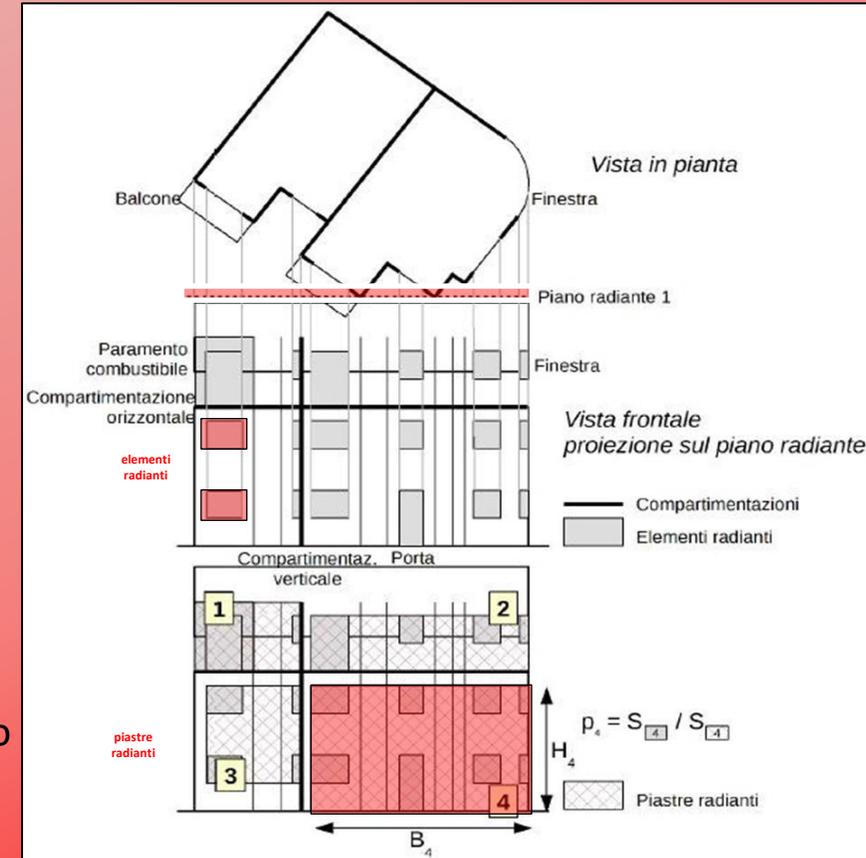
Sul piano radiante si proiettano ortogonalmente:

- la **geometria** degli elementi radianti;
- **confini di compartimentazione** (es. solai REI, pareti REI, ...).

Elementi radianti e piano radiante

Sono definiti come **elementi radianti** tutte le aperture e i rivestimenti presenti sulla facciata dell'edificio che costituiscono vie preferenziali di emissione verso l'esterno del flusso termico generato dall'incendio. Tra questi rientrano, a titolo esemplificativo, **finestre, rivestimenti combustibili, pannellature metalliche, vetrate** e altre **aperture**.

Il **piano radiante** rappresenta la superficie convenzionale dell'edificio dalla quale si effettua la valutazione delle **distanze di separazione**. Ai fini del calcolo, le superfici di chiusura vengono **semplificate come piani verticali tangenti alle strutture**, non intersecanti tra loro, escludendo eventuali **aggetti incombustibili** (ad esempio **balconi**, pensiline in materiali non combustibili, ecc.).

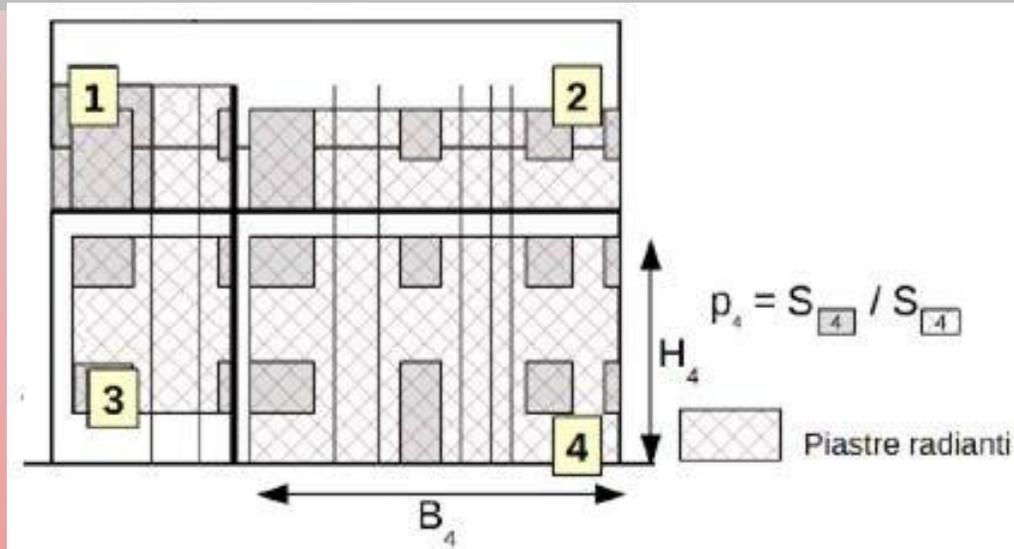


Piastra radiante: porzione del piano radiante impiegata per il calcolo semplificato dell'irraggiamento termico sul bersaglio.

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 $p_i \geq 0,2$.

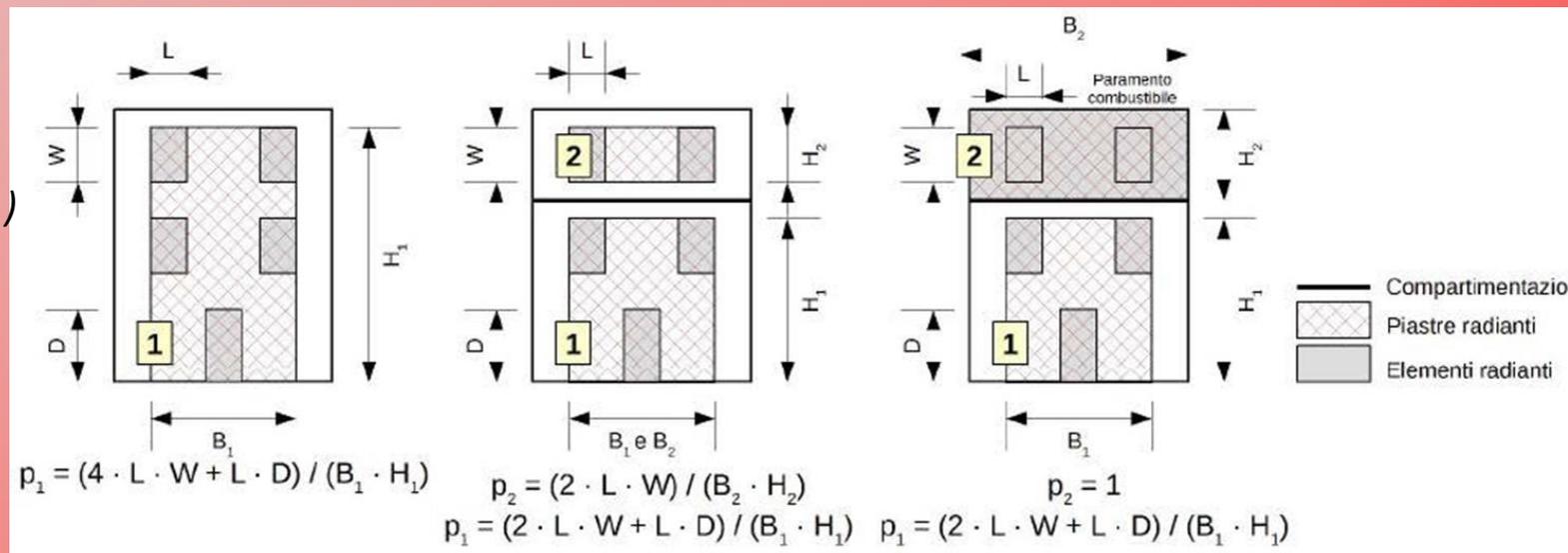
Quindi si calcola «d» con la **Procedura tabellare o analitica**.



Percentuale di foratura p_i per ciascuna piastra radiante

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

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



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	7,6	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.

Tabella S.3-10: Coefficienti α e β per attività con carico di incendio specifico $q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$

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

La distanza d_i tra i-esima piastra radiante e bersaglio

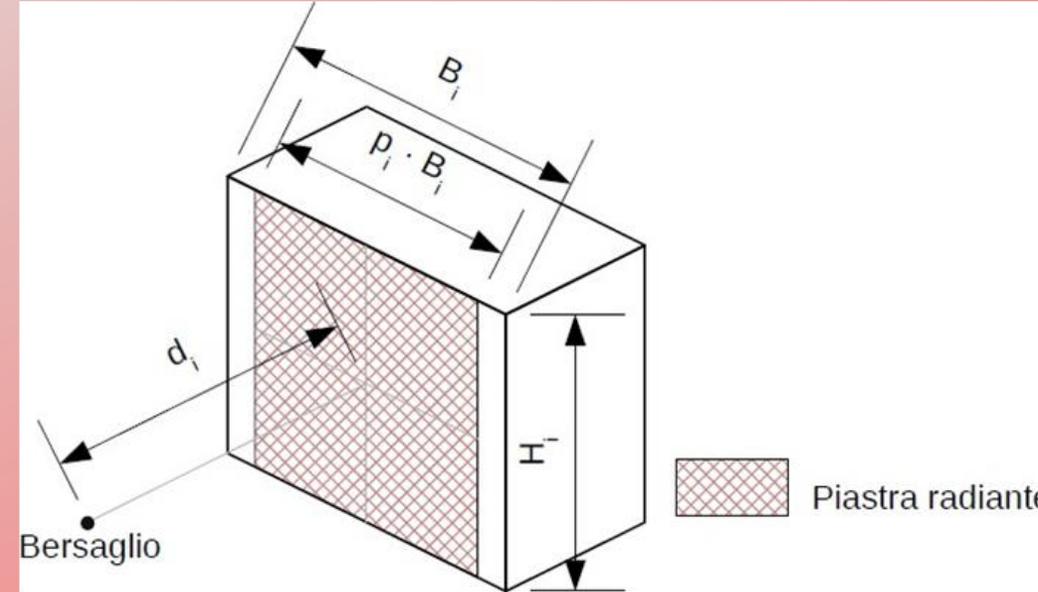
garantisce adeguata separazione se è verificata la seguente relazione:

F_{2-1} fattore di vista

E_1 potenza termica radiante incendio convenz. [kW/m^2]

ϵ_f emissività della fiamma

E_{soglia} soglia irraggiamento incendio sul bersaglio [kW/m^2]



Schematizzazione i-esima piastra radiante

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

$$E_1 = \sigma \cdot T^4 \quad \text{Legge di Stefan-Boltzmann}$$

$$\epsilon_f = 1 - e^{-0,3 \cdot d_F} \quad \text{Emissività della fiamma}$$



'Mio generale, morte ai cretini'.

"Caro amico, il suo programma è troppo ambizioso".

Charles De Gaulle