



Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
**CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO**  
Direzione Centrale per la Prevenzione e Sicurezza Tecnica  
Direzione Centrale per la Formazione

# DM 18/10/2019: Codice di Prevenzione Incendi

## Capitolo S.2

# RESISTENZA AL FUOCO DELLE STRUTTURE





## Parleremo di...

**Premessa:** differenze con la previgente normativa, definizioni e finalità resistenza al fuoco

**Livelli di prestazione:** Definizioni, criteri di attribuzione, soluzioni progettuali e verifica

**Criteri di progettazione strutturale in caso d'incendio:** criteri generali, elementi secondari e strutture vulnerabili

**Carico d'incendio specifico di progetto:** procedure di calcolo

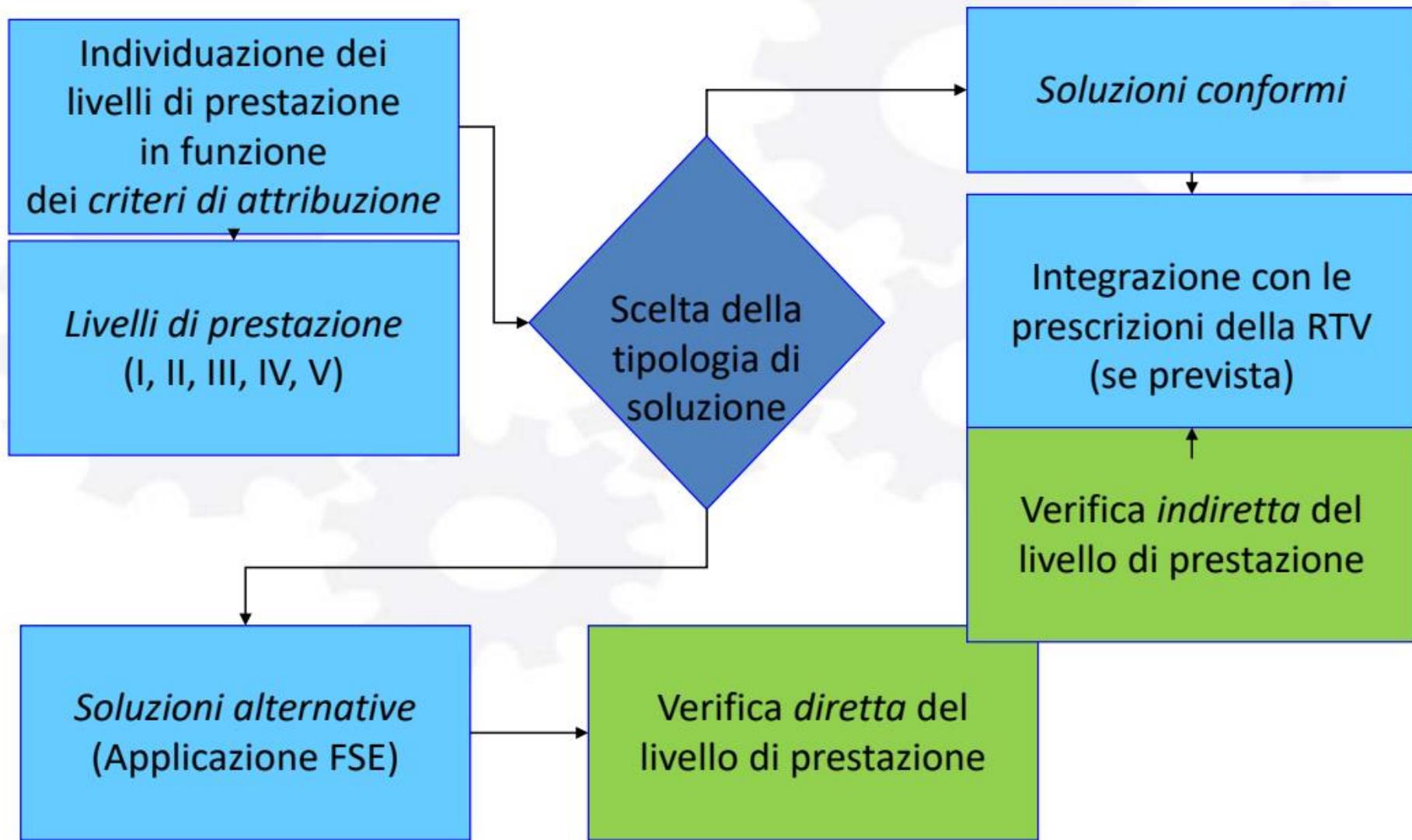
**Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione:** simboli e classi

**Modalità per la classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione:** metodi sperimentale, analitico e tabellare





## QUADRO D'ASSIEME S.2





# PROGETTAZIONE E VERIFICA





## PREMESSA

### RESISTENZA AL FUOCO – DEFINIZIONI E FINALITÀ

**Resistenza al fuoco:** una delle misure antincendio di protezione da perseguire per garantire un adeguato livello di sicurezza di un'opera da costruzione in condizioni di incendio. Essa riguarda la capacità portante in caso di incendio, per una struttura, per una parte della struttura o per un elemento strutturale nonché la capacità di compartimentazione in caso di incendio per gli elementi di separazione strutturali (es. muri, solai, ...) e non strutturali (es. porte, divisori, ...).

**Capacità portante in caso di incendio:** attitudine della struttura, di una parte della struttura o di un elemento strutturale, a conservare una sufficiente resistenza meccanica sotto l'azione del fuoco, tenendo conto delle altre azioni agenti.

**Capacità di compartimentazione in caso d'incendio:** attitudine di un elemento costruttivo a conservare, sotto l'azione del fuoco, un sufficiente isolamento termico ed una sufficiente tenuta ai fumi e ai gas caldi della combustione, nonché tutte le altre prestazioni se richieste.

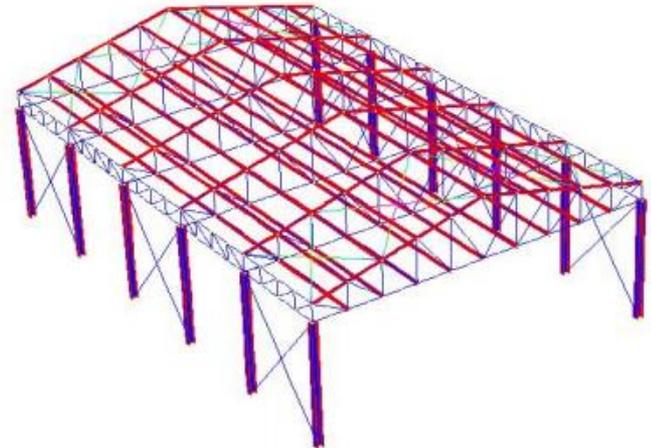
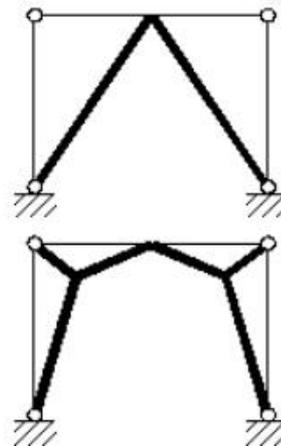
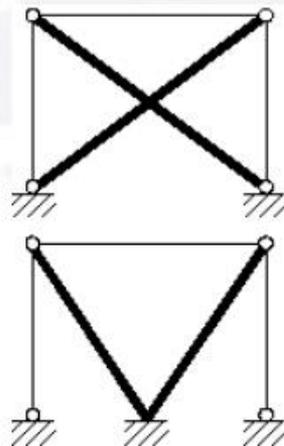


## PREMESSA

### RESISTENZA AL FUOCO – DEFINIZIONI E FINALITÀ

**Classe di resistenza al fuoco:** intervallo di tempo espresso in minuti, definito in base al carico di incendio specifico di progetto, durante il quale il compartimento antincendio garantisce la resistenza al fuoco. È riferita ad una curva di incendio nominale.

**Elementi non portanti di opere da costruzione:** elementi strutturali che, nella combinazione di carico eccezionale per le verifiche strutturali antincendio, così come da NTC, sono sottoposti al solo peso proprio ed all'azione termica dovuta all'esposizione al fuoco. Fanno eccezione quegli elementi che concorrono alla definizione del metodo di analisi strutturale (es. controventi verticali nei telai a nodi fissi).





## LIVELLI DI PRESTAZIONE

### DEFINIZIONI

L.d.P.	Descrizione
I	Assenza di conseguenze esterne per collasso strutturale
II	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione.
III	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la durata dell'incendio.
IV	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento della costruzione.
V	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il mantenimento della totale funzionalità della costruzione stessa.

**Es. Deposito intensivo meccanizzato**



**Es. fabbricato autonomo e scarsamente affollato**



**Il livello I è ammesso per le attività soggette al controllo del CNVVF (a differenza del D.M. 09/03/2007). Per i livelli I e II si ammette il collasso delle strutture.**



## LIVELLI DI PRESTAZIONE

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione (generalmente accettati)
I	<p>Opere da costruzione, comprensive di eventuali manufatti di servizio adiacenti nonché dei relativi impianti tecnologici di servizio, <u>dove sono verificate tutte le seguenti condizioni</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione eventualmente adiacenti e strutturalmente separate da esse e tali che l'eventuale cedimento strutturale non arrechi danni ad altre opere da costruzione o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima;</li><li>● adibite ad attività afferenti ad un solo <i>responsabile dell'attività</i> e con profilo di rischio Rbeni pari ad 1:</li><li>● non adibite ad attività che comportino presenza di occupanti, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale addetto.</li></ul>

**Occupate occasionalmente Separate Assenza di effetti domino**



## LIVELLI DI PRESTAZIONE

L.d.P.	Criteri di attribuzione generalmente accettati
II Scarsamente occupate - Assenza di effetti domino - Altezza ridotta	<p>Opere da costruzione o porzioni di opere da costruzione, comprensive di eventuali manufatti di servizio adiacenti nonché dei relativi impianti tecnologici di servizio, <u>dove sono verificate tutte le seguenti condizioni</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione eventualmente adiacenti;</li><li>● <u>strutturalmente separate da altre opere da costruzione</u> e tali che l'eventuale cedimento strutturale non arrechi danni alle stesse o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima; ovvero, <u>in caso di assenza di separazione strutturale</u>, tali che l'eventuale cedimento della porzione non arrechi danni al resto dell'opera da costruzione o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima;</li><li>● adibite ad attività afferenti ad un solo <i>responsabile dell'attività</i> e con i seguenti profili di rischio:<ul style="list-style-type: none"><li>○ <math>R_{vita}</math> compresi in A1, A2, A3, A4;</li><li>○ <math>R_{beni}</math> pari ad 1;</li></ul></li><li>● densità di affollamento non superiore a 0,2 persone/m<sup>2</sup>;</li><li>● non prevalentemente destinate ad occupanti con disabilità;</li><li>● aventi piani situati a quota compresa tra -5 m e 12 m.</li></ul>



## LIVELLI DI PRESTAZIONE

### CRITERI DI ATTRIBUZIONE

L.d.P.	Criteri di attribuzione
III	Opere da costruzione non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
IV, V	Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per opere da costruzione destinate ad attività di particolare importanza.

**Casi residuali (la maggioranza)**

**A richiesta**



# LIVELLI DI PRESTAZIONE

## SOLUZIONI PROGETTUALI CONFORMI

### Per il livello di prestazione I

- *distanza di separazione  $\geq H_{costruzione}$ .*
- **SOLUZIONI CONFORMI LIVELLO II COMPARTIMENTAZIONE**
- No capacità portante in condizioni di incendio o di compartimentazione interna.



## LIVELLI DI PRESTAZIONE

### SOLUZIONI PROGETTUALI CONFORMI

#### Per il livello di prestazione II

- distanza di separazione come per il livello di prestazione I.
- Uso di incendi convenzionali di progetto.
- classe minima di resistenza al fuoco = 30 (minore se  $q_{f,d}$  lo consente).



Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
**CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO**  
Direzione Centrale per la Prevenzione e Sicurezza Tecnica  
Direzione Centrale per la Formazione

## LIVELLI DI PRESTAZIONE

### SOLUZIONI PROGETTUALI CONFORMI

#### Soluzioni conformi per il livello di prestazione III

- Uso incendi convenzionali di progetto.
- classe minima di resistenza al fuoco in funzione di  $q_{f,d}$  come indicato in tabella.

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



## LIVELLI DI PRESTAZIONE

### SOLUZIONI PROGETTUALI CONFORMI

#### Per il livello di prestazione IV

- **capacità portante** -> soluzioni livello di prestazione III.
- **danneggiamento elementi di compartimentazione** -> verifica limiti di deformabilità
- **giunti tra gli elementi di compartimentazione** -> assecondare i movimenti
- **capacità di compartimentazione** -> comunicazioni con elementi a tenuta di fumo (EI S<sub>200</sub>) e pareti con *resistenza meccanica* (M) aggiuntiva

#### Per il livello di prestazione V

- **verifica della capacità portante, deformabilità e compartimentazione** -> prescrizioni livello di prestazione IV.
- **verifica impianti significativi** -> No soluzioni conformi
- **controllo del danneggiamento di tutti gli elementi strutturali** -> limiti di deformabilità imposti dalle NTC per le verifiche agli SLE.



## SIMBOLI

Simbolo	Prestazione	Descrizione
R	Capacità portante	Capacità di un elemento strutturale di portare i carichi presenti in condizioni di incendio normalizzato, per un certo periodo di tempo
E	Tenuta	Capacità di un elemento costruttivo o strutturale di impedire il passaggio di fumi e gas caldi per un certo periodo di tempo, in condizioni di incendio normalizzate
I	Isolamento	Capacità di un elemento costruttivo o strutturale di impedire il passaggio calore di un incendio normalizzato per un certo periodo di tempo. A seconda dei limiti più o meno severi al trasferimento di calore, il requisito si specializza in I1 o I2. L'assenza di indicazione al pedice sottintende il requisito I2.
W	Irraggiamento	Capacità di un elemento costruttivo o strutturale di limitare, per un certo periodo di tempo, l'irraggiamento termico da parte della superficie non esposta in condizioni di incendio normalizzate.
M	Azione meccanica	Capacità di un elemento costruttivo o strutturale di resistere all'impatto da parte di altri elementi senza perdere i requisiti di resistenza al fuoco.
C	Dispositivo automatico di chiusura	Capacità di chiusura di un varco da parte di un elemento costruttivo in condizioni normalizzate di incendio e di sollecitazione meccanica.
S	Tenuta di fumo	Capacità di un elemento di chiusura di limitare o ridurre il passaggio di gas o fumi freddi in condizioni di prova normalizzate. Il requisito si specializza in: <ul style="list-style-type: none"><li>• S<sub>a</sub>: se la tenuta al passaggio dei gas o fumi è garantita a temperatura ambiente;</li><li>• S<sub>m</sub> (o S200): se la tenuta al passaggio dei gas o fumi è garantita sia a temperatura ambiente che a 200°C.</li></ul>



## LIVELLI DI PRESTAZIONE

### SOLUZIONI PROGETTUALI ALTERNATIVE

#### Per il livello di prestazione I

- **compartimentazione rispetto ad altre costruzioni** -> soluzioni conformi o alternative livello di prestazione II della misura antincendio compartimentazione (Capitolo S.3);
- **verifica dell'assenza di danneggiamento ad altre costruzioni** -> dimostrare analiticamente che il meccanismo di collasso strutturale in condizioni di incendio non arrechi danni ad altre costruzioni o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività.



# LIVELLI DI PRESTAZIONE

## SOLUZIONI PROGETTUALI ALTERNATIVE

### Per il livello di prestazione I

Oggetto della soluzione	Modalità progettuale (generalmente accettate)
Verifica dell'assenza di danneggiamento ad altre costruzioni	<p><u>Si dimostri analiticamente che il meccanismo di collasso dell'opera da costruzione sia di tipo implosivo</u> utilizzando, ad esempio, uno o più degli accorgimenti tecnici di seguito elencati che consentano di guidare la modalità di collasso:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• adozione di <u>criteri di gerarchia di resistenza al fuoco</u> (es. assegnazione di sovrarresistenza al fuoco alle strutture perimetrali dell'opera da costruzione rispetto a quelle interne, ...);</li><li>• distribuzione spaziale dei carichi di incendio verso zone interne;</li><li>• adozione di <u>forme strutturali convenienti</u> (es. con inclinazione verso l'interno, ...);</li><li>• adozione di <u>elementi chiave</u> in posizione opportuna;</li><li>• impiego di sistemi automatici per il controllo dell'incendio a disponibilità superiore;</li><li>• impilaggio piramidale dei materiali combustibili stoccati;</li><li>• adozione di <u>vincoli che agevolino il collasso implosivo</u>.</li></ul>



## LIVELLI DI PRESTAZIONE

### SOLUZIONI PROGETTUALI ALTERNATIVE

#### Soluzioni alternative per il livello di prestazione II

- Uso di curve naturali di incendio
- compartimentazione rispetto ad altre costruzioni -> soluzioni alternative previste per il livello di prestazione I;
- assenza di danneggiamento ad altre costruzioni o all'esterno del confine dell'area su cui si svolge l'attività per effetto di collasso strutturale;
- mantenimento della capacità portante -> collasso in  $t_{coll} = \max\{t_{marg} = RSET + 100\% \cdot RSET, 15 \text{ minuti}\}$



## LIVELLI DI PRESTAZIONE

### SOLUZIONI PROGETTUALI ALTERNATIVE

#### Soluzioni alternative per il livello di prestazione III

1. scenari di incendio di progetto cui sono associate curve naturali di incendio.
2. *capacità di compartimentazione* -> sono possibili soluzioni alternative.

Oggetto della soluzione	Modalità progettuale generalmente accettata
Verifica della capacità di compartimentazione all'interno dell'attività	Il progettista valuta l'impiego di <u>sistemi di controllo dell'incendio a disponibilità superiore al fine di dimostrare la capacità di compartimentazione interna</u> (es. sistemi a lame d'acqua, sistemi di controllo del fumo e calore, ...)



## LIVELLI DI PRESTAZIONE

### SOLUZIONI PROGETTUALI ALTERNATIVE

#### Soluzioni alternative per il livello di prestazione IV e V

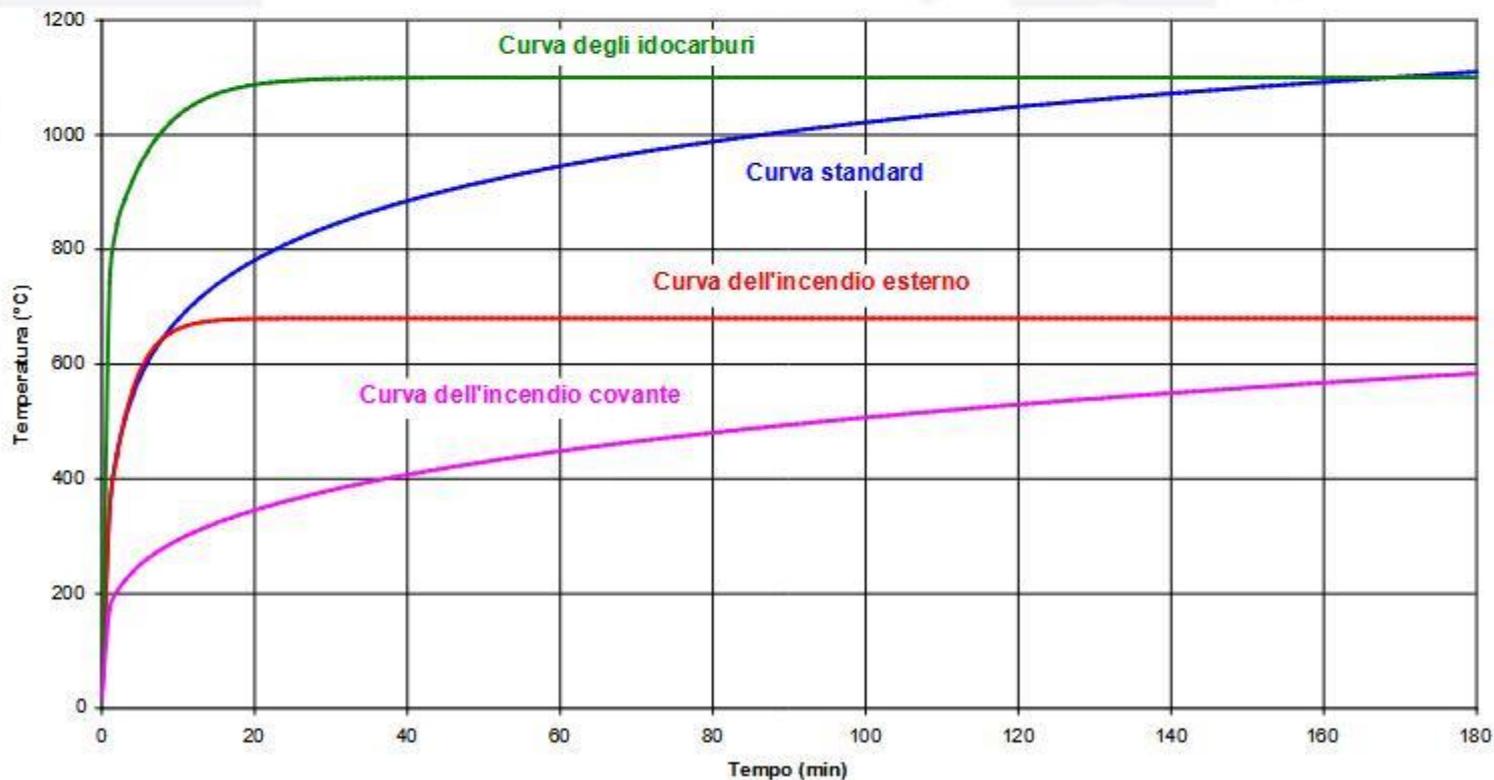
- verifica parametri di danneggiamento e di funzionalità previsti dal progettista e dalla committenza, oltre alle verifiche di cui al paragrafo S.2.4.8 (nel rispetto delle NTC).



## LIVELLI DI PRESTAZIONE

### SOLUZIONI PROGETTUALI CONFORMI – VERIFICA (con incendi convenzionali)

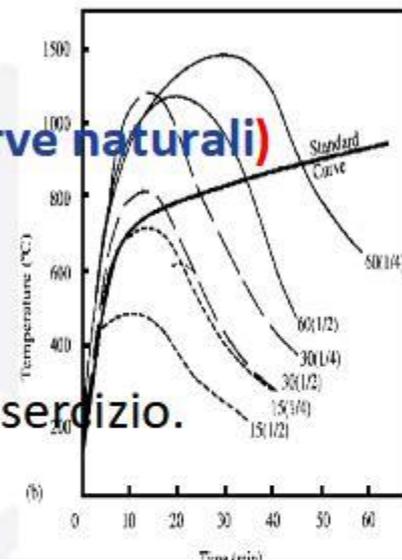
- *Durata* = classe minima -> per ciascun livello di prestazione.
- $q_{f,d}$  e delle caratteristiche del compartimento in progetto -> vincolo d'esercizio.





## LIVELLI DI PRESTAZIONE

### SOLUZIONI PROGETTUALI ALTERNATIVE – VERIFICA (curve naturali)



- durata dello scenario di incendio.
- $q_{f,d}$  -> porre pari ad 1 i coefficienti  $\delta_{ni}$ .
- $q_{f,d}$  e caratteristiche compartimento in progetto -> vincolo d'esercizio.
- Assenza doppia verifica D.M. 09/03/2007

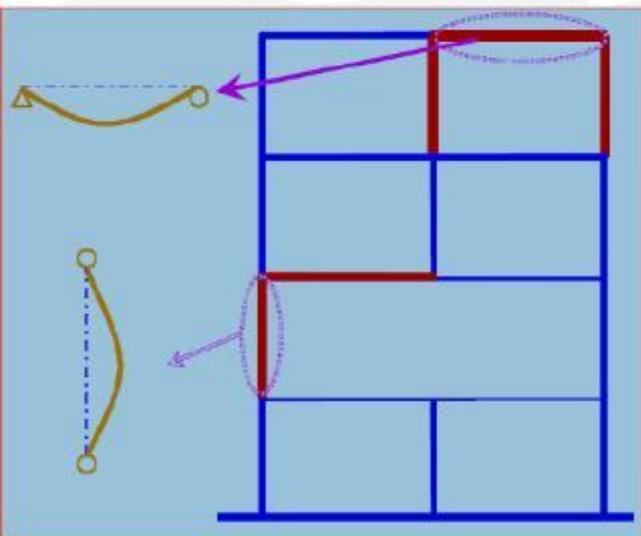
Obiettivo S.A.	Durata minima degli scenari di incendio di progetto
Salvaguardia della vita degli occupanti (per brevità omissa Salvaguardia della vita dei soccorritori)	Dall'evento iniziatore fino al momento in cui tutti gli occupanti dell'attività raggiungono o permangono in un luogo sicuro. Se il luogo sicuro è prossimo o interno all'opera da costruzione, devono essere valutate eventuali interazioni tra il mantenimento della capacità portante dell'opera da costruzione ed il luogo sicuro.
Mantenimento della capacità portante in caso d'incendio	Dall'evento iniziatore fino all'arresto dell'analisi strutturale, in fase di raffreddamento, al momento in cui gli effetti dell'incendio sono ritenuti non significativi in termini di variazione temporale delle caratteristiche della sollecitazione e degli spostamenti.



# CRITERI DI PROGETTAZIONE

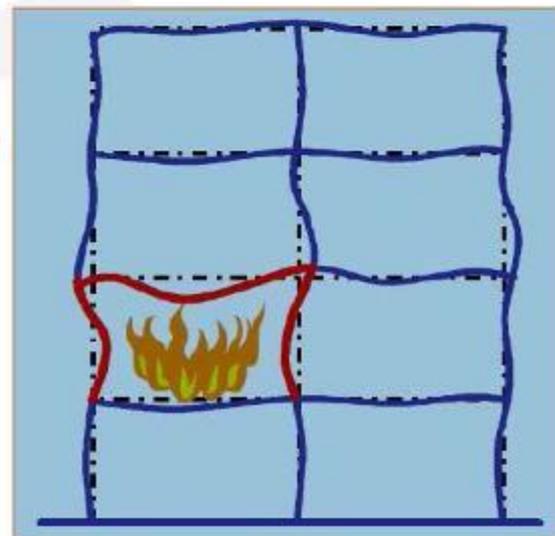
## CRITERI DI PROGETTAZIONE STRUTTURALE IN CASO DI INCENDIO

- capacità del sistema strutturale in caso di incendio
  - elementi strutturali singoli (di norma soluzioni conformi)
  - porzioni di struttura (di norma soluzioni alternative)
  - intero sistema costruttivo (di norma soluzioni alternative)
- Si tiene conto della eventuale presenza di materiali protettivi.



**SOLUZ. ALTERNATIVE**  
**Verifica di porzioni di struttura**  
**(significative)**

**SOLUZ. CONFORMI**  
**Verifica di elementi singoli**





## CRITERI DI PROGETTAZIONE

### CRITERI DI PROGETTAZIONE STRUTTURALE IN CASO DI INCENDIO

- Le deformazioni ed espansioni imposte o impedita dovute ai cambiamenti di temperatura per effetto dell'esposizione al fuoco producono sollecitazioni indirette, forze e momenti nei singoli elementi strutturali, che devono essere tenuti in considerazione, ad eccezione dei seguenti casi:
  - è riconoscibile a priori che esse sono trascurabili o favorevoli;
  - i requisiti di sicurezza all'incendio sono valutati in riferimento ad una curva nominale d'incendio di cui al paragrafo S.2.7.
- Use della combinazione dei carichi per azioni eccezionali prevista dalle vigenti NTC.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k(t) + \sum_{j \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} + A_d(t)$$



# CRITERI DI PROGETTAZIONE

## CRITERI DI PROGETTAZIONE STRUTTURALE IN CASO DI INCENDIO

### Elementi strutturali secondari

Verificare che il cedimento di tali elementi non comprometta:

- a. capacità portante altri elementi strutturali;
- b. efficacia di elementi costruttivi di compartimentazione;
- c. funzionamento dei sistemi di protezione attiva;
- d. esodo in sicurezza degli occupanti (soluz. Livello II);
- e. sicurezza dei soccorritori (soluz. Livello II) **di complemento**





Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
**CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO**  
Direzione Centrale per la Prevenzione e Sicurezza Tecnica  
Direzione Centrale per la Formazione

## CRITERI DI PROGETTAZIONE

### STRUTTURE VULNERABILI IN CONDIZIONI D'INCENDIO

- Strutture particolarmente sensibili all'azione del fuoco.
- Difficili da proteggere
- idonee per costruzioni con livelli di prestazione I o II, senza escludere gli altri a priori.
- produzioni strutturali in serie -> sono ammesse valutazioni di resistenza al fuoco basate su costruzioni tipologiche o per prototipi.





# CARICO D'INCENDIO

## CARICO D'INCENDIO SPECIFICO DI PROGETTO

### Procedura per il calcolo del carico di incendio specifico di progetto

Il valore del carico d'incendio specifico di progetto  $q_{f,d}$  è determinato secondo la seguente relazione:

$$q_{f,d} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$$

Superficie lorda del compartimento (m <sup>2</sup> )	$\delta_{q1}$	Superficie lorda del compartimento (m <sup>2</sup> )	$\delta_{q1}$
$A < 500$	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



# CARICO D'INCENDIO

## CARICO D'INCENDIO SPECIFICO DI PROGETTO

Classi di rischio	Descrizione	$\delta_{q2}$
I	Aree che presentano un basso rischio di incendio in termini di probabilità di innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	0,80
II	Aree che presentano un moderato rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione di un incendio e possibilità di controllo dell'incendio stesso da parte delle squadre di emergenza	1,00
III	Aree che presentano un alto rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	1,20



## CARICO D'INCENDIO

$$\delta_n = \underset{i}{\diamond} \delta_{ni}$$

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

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



## **CARICO D'INCENDIO**

### **CARICO D'INCENDIO SPECIFICO DI PROGETTO**

$q_f$  è il valore nominale del carico d'incendio specifico da determinarsi secondo la formula: [MJ/m<sup>2</sup>]

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



## CARICO D'INCENDIO

### Indicazioni aggiuntive sulla determinazione statistica del carico di incendio

Frattile 80% del carico di incendio -> coefficiente amplificativo dei valori medi in funzione della **variabilità di mobilio o merci in deposito.**

#### Molto limitata

1,20 ÷ 1,50 (es. abitazioni, alberghi, ospedali, uffici e scuole)

#### Significativa

1,20 ÷ 1,75 (es. centri commerciali, grandi magazzini attività industriali)

Attività	Valore medio (MJ/m <sup>2</sup> )	Frattile 80% (MJ/m <sup>2</sup> )
Civili abitazioni	780	948
Ospedali (stanza)	230	280
Alberghi (stanza)	310	377
Biblioteche	1500	1824
Uffici	420	511
Scuole	285	347
Centri commerciali	600	730
Teatri (cinema)	300	365
Trasporti (spazio pubblico)	100	122



## CARICO D'INCENDIO

### Procedura per il calcolo del contributo al carico di incendio di strutture in legno

- Si trascurano inizialmente gli elementi strutturali lignei, ma classe  $\geq 15$  minuti;
- calcolo spessore carbonizzazione
- classe del compartimento -> si aggiunge il  $q_f$  relativo alle parti di elementi strutturali di legno in funzione dello spessore di carbonizzazione calcolato al pt.b

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



# CLASSIFICAZIONE

## CLASSIFICAZIONE DI RESISTENZA AL FUOCO

### Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione

Le prestazioni di resistenza al fuoco dei prodotti e degli elementi costruttivi possono essere determinate in base ai risultati di:

- a. prove,**
- b. calcoli,**
- c. confronti con tabelle.**



# CLASSIFICAZIONE

## SIMBOLI PRINCIPALI

Simbolo	Prestazione	Descrizione
R	Capacità portante	Capacità di un elemento strutturale di portare i carichi presenti <u>in condizioni di incendio normalizzato</u> , per un certo periodo di tempo
E	Tenuta	Capacità di un elemento costruttivo o strutturale di impedire il passaggio di fumi e gas caldi per un certo periodo di tempo, <u>in condizioni di incendio normalizzate</u> .
I	Isolamento	Capacità di un elemento costruttivo o strutturale di impedire il passaggio calore di <u>un incendio normalizzato</u> per un certo periodo di tempo. A seconda dei limiti più o meno severi al trasferimento di calore, il requisito si specializza in I1 o I2 (I2 in assenza di pedice).
S	Tenuta di fumo	Capacità di un elemento di chiusura di limitare o ridurre il passaggio di gas o fumi freddi <u>in condizioni di prova normalizzate</u> . Il requisito si specializza in: <ul style="list-style-type: none"><li>● Sa: se la tenuta al passaggio dei gas o fumi è garantita a temperatura ambiente;</li><li>● Sm (o S<sub>200</sub>): se la tenuta al passaggio dei gas o fumi è garantita sia a temperatura ambiente che a 200°C.</li></ul>



# CLASSIFICAZIONE

## CLASSI

- classi -> comprese tra 15 e 360 minuti (15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 360).
- La classificazione di resistenza al fuoco di un prodotto per un dato intervallo di tempo è estendibile a tutte le classi inferiori.

**Per ogni elemento costruttivo -> tabelle sintetiche nelle quali viene specificato:**

- denominazione elemento costruttivo cui si riferisce la tabella
- norme applicabili
- classificazione (in termini di attribuzione di prestazione di resistenza al fuoco con riferimento all'incendio convenzionale)
- annotazioni (eventuali)



# CLASSIFICAZIONE

## CLASSI

Si elencano di seguito gli elementi costruttivi considerati:

- 1. Elementi portanti privi di funzione di compartimento antincendio** (Muri, solai, tetti, travi, colonne, balconi, scale, passerelle)
- 2. Elementi portanti con funzione di compartimento antincendio** (Muri, Solai e tetti)
- 3. Prodotti e sistemi per la protezione di parti o elementi portanti delle opere di costruzione** (Controsoffitti privi di intrinseca resistenza al fuoco (membrane protettive), **Rivestimenti**, pannelli, **intonaci**, vernici e **schermi protettivi dal fuoco**)



## CLASSIFICAZIONE

### CLASSI

- 4. Parti o elementi non portanti di opere di costruzioni e prodotti afferenti** (Pareti divisorie (comprese quelle che presentano parti non isolate e barriere tagliafiamma interne), **Controsoffitti dotati di intrinseca resistenza al fuoco**, Facciate (curtain walls) e muri esterni (che includono parti vetrate), **Pavimenti sopraelevati**, Sistemi di sigillatura di fori passanti e di giunti lineari, **Porte e chiusure resistenti al fuoco** (comprese quelle che includono parti vetrate e accessori) e rispettivi sistemi di chiusura, Porte a tenuta di fumo, **Chiusure dei passaggi destinati ai nastri trasportatori e ai sistemi di trasporto su rotaia**, Canalizzazioni di servizio e cavedi, **Camini** e Rivestimenti per pareti e soffitti)



# CLASSIFICAZIONE

## CLASSI

- 5. Prodotti destinati ai sistemi di ventilazione, esclusi i sistemi di estrazione del fumo e del calore** (Condotte di ventilazione, Serrande tagliafuoco)
- 6. Prodotti destinati all'uso nelle installazioni tecniche** (Cavi elettrici e in fibre ottiche e accessori; **Condotte e sistemi di protezione dal fuoco per cavi elettrici**, Cavi e sistemi di cavi elettrici o per la trasmissione di segnali di diametro ridotto (diametro inferiore a 20 mm e muniti di conduttori inferiori a 2,5 mm<sup>2</sup>))
- 7. Prodotti da utilizzare nei sistemi di controllo del fumo e del calore** (Condotti di estrazione del fumo per comparto singolo, **Condotti di estrazione del fumo resistenti al fuoco per comparti multipli**, Serrande per il controllo del fumo di un comparto singolo, **Serrande per il controllo del fumo di comparti multipli**, Barriere al fumo, **SEMFC (ventilatori)**, giunti di connessione e **SENF**)



# CLASSIFICAZIONE

## METODO SPERIMENTALE

- condizioni di esposizione, i criteri prestazionali e le procedure di classificazione -  
> parti 2, 3 e 4 della norma EN 13501.
- rapporto di classificazione -> classifica un prodotto CON caratteristiche proprie di resistenza al fuoco sulla base di uno o più rapporti di prova
  - Contiene limitazioni e campo di applicazione diretta del risultato di prova
- Fascicolo tecnico -> lo redige il produttore per ampliare il campo di applicazione diretta del risultato di prova.
- rapporto di valutazione -> classifica un protettivo (prodotto SENZA caratteristiche proprie di resistenza al fuoco) sulla base di uno o più rapporti di prova (serie EN 13381).



## CLASSIFICAZIONE

### METODO SPERIMENTALE – CONFRONTO CON IL D.M. 16.02.2007

**Novità significative:** esclusivamente nell'ambito del nuovo approccio progettuale, che prevede una valutazione dei profili di rischio dell'attività, fondamentali per l'attribuzione dei livelli di prestazione alle diverse strategie antincendio, tra cui la resistenza al fuoco, si rilevano alcune novità significative, pur non variando l'impostazione del metodo sperimentale, tra cui:

- migliorate le definizioni di rapporto di classificazione e rapporto di prova;
- introdotta esplicitamente la definizione del rapporto di valutazione;
- aggiornata la documentazione costituente il fascicolo tecnico.



# CLASSIFICAZIONE

## METODO ANALITICO

- Calcolo R ed EI.
- Utilizzo Eurocodici strutturali parti fuoco, completi delle appendici contenenti i parametri definiti a livello nazionale (NDPs).
- sistemi protettivi -> valori parametri termofisici determinati esclusivamente attraverso le prove (metodo sperimentale).



## CLASSIFICAZIONE

### METODO ANALITICO – CONFRONTO CON IL D.M. 16.02.2007

**Novità significative:** esclusivamente nell'ambito del nuovo approccio progettuale, che prevede una valutazione dei profili di rischio dell'attività, fondamentali per l'attribuzione dei livelli di prestazione alle diverse strategie antincendio, tra cui la resistenza al fuoco, si rilevano alcune novità significative, pur non variando l'impostazione del metodo analitico, tra cui:

- sono stati portati in conto gli aggiornamenti normativi intervenuti nel frattempo (NPD, eliminazioni UNI 9502, 9503 e 9504);
- **verifiche con curve naturali:** durata minima degli scenari d'incendio finalmente più realistica e dipendente dall'obiettivo di sicurezza antincendio (salvaguardia della vita o mantenimento della capacità portante in caso d'incendio), con eliminazione della verifica aggiuntiva in base al metodo delle classi.



# CLASSIFICAZIONE

## METODO TABELLARE

- Derivano da campagne sperimentali e da elaborazioni numeriche e si riferiscono alle tipologie costruttive e ai materiali di maggior impiego
- non consentite estrapolazioni o interpolazioni tra gli stessi oppure modifiche delle condizioni di utilizzo.
- Sono riferite alla curva temperatura-tempo standard
- **presenza di elementi di impianti a sviluppo lineare sotto traccia -> può limitare in modo imprevedibile la resistenza al fuoco della muratura.**
  - a. **murature non portanti** -> impianti lineari sotto traccia con profondità massima di incasso compresa tra  $1/5$  e  $1/3$  dello spessore -> adozione spessore muro corrispondente alla classe superiore a quella richiesta
  - b. **murature portanti** -> impianti lineari sotto traccia con profondità massima di incasso inferiore a  $1/10$  dello spessore -> adozione spessore muro corrispondente alla classe superiore a quella richiesta



# CLASSIFICAZIONE

## METODO TABELLARE

Tabelle, tutte con limitazioni per la loro applicazione, per la classificazione dei seguenti elementi costruttivi portanti e NON portanti:

- Classificazione **EI** e **EI-M** di **Murature non portanti di blocchi** (laterizio, cls normale, cls leggero o aerato autoclavato, di pietra squadrata), con limitazioni su altezza, presenza di intonaco su una o entrambe le facce
- Classificazione **REI** e **REI-M** di **Murature portanti di blocchi** (laterizio, cls normale, cls leggero o aerato autoclavato, di pietra squadrata), con limitazioni su altezza, su snellezza (rapporto altezza spessore), spessore presenza di intonaco su entrambe le facce



Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
**CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO**  
Direzione Centrale per la Prevenzione e Sicurezza Tecnica  
Direzione Centrale per la Formazione

## CLASSIFICAZIONE

### METODO TABELLARE

- Classificazione **R** e **EI** di **Solette piene e solai alleggeriti** (Solette piene con armatura monodirezionale o bidirezionale, Solai misti di lamiera di acciaio con riempimento di calcestruzzo, Solai a travetti con alleggerimento, Solai a lastra con alleggerimento), con limitazioni in caso di armature pretese, presenza di intonaco per quelli a travetti e di opportuni sfoghi delle sovrappressioni in caso di alleggerimento in polistirene o materiali affini. **La tabella per il requisito EI viene estesa anche ad altre tipologie di solai.**
- Classificazione **R** e **REI-M/EI-M** di **Travi, pilastri e pareti in calcestruzzo armato ordinario e precompresso** (R per travi e pilastri, REI e REI-M per pareti portanti, EI e EI-M per pareti NON portanti), con limitazioni per pilastri e pareti portanti di altezza, area complessiva di armatura, in caso di presenza di armature pretese.



Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
**CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO**  
Direzione Centrale per la Prevenzione e Sicurezza Tecnica  
Direzione Centrale per la Formazione

## CLASSIFICAZIONE

### METODO TABELLARE – CONFRONTO CON IL D.M. 16.02.2007

**Novità significative:** esclusivamente nell'ambito del nuovo approccio progettuale, che prevede una valutazione dei profili di rischio dell'attività, fondamentali per l'attribuzione dei livelli di prestazione alle diverse strategie antincendio, tra cui la resistenza al fuoco, si rilevano alcune novità significative, pur non variando l'impostazione del metodo tabellare, tra cui:

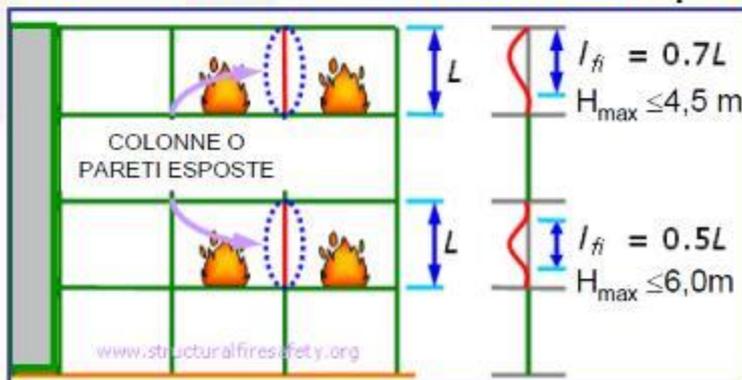
- presenti tabelle sia per pareti portanti che non portanti in muratura e c.a.;
- requisito REI-M e EI-M valutabile rispettivamente sulle pareti portanti e NON sia in muratura che in c.a.;
- si tiene conto della presenza di elementi di impianti a sviluppo lineare (cavi, condutture, tubazioni e canali in genere) per le murature portanti e non, che riducono lo spessore del muro, imponendo l'adozione cautelativa di spessori corrispondenti alla classe superiore a quella richiesta;



## CLASSIFICAZIONE

### METODO TABELLARE – CONFRONTO CON IL D.M. 16.02.2007

- i valori degli spessori  $h$  e  $d$  per garantire i requisiti  $EI$  dei solai di cui alla tabella S.2-42 possono essere utilizzati anche per altre tipologie per le stesse finalità;
- nelle tabelle degli elementi in c.a. e c.a.p. (solai, travi, pilastri, pareti) si chiarisce che la distanza “ $a$ ” è valutata tra l’asse delle armature “longitudinali” e la superficie esposta;
- viene chiarito che l’altezza da considerare per pilastri e pareti di edifici monopiano è quella dell’ultimo piano di edifici multipiano;
- non ci sono tabelle per aste e colonne in acciaio con protettivi.





Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile  
**CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO**  
Direzione Centrale per la Prevenzione e Sicurezza Tecnica  
Direzione Centrale per la Formazione

# Grazie per l'attenzione

