
COMPORTAMENTO AL FUOCO

NORME TECNICHE

I riferimenti normativi più significativi per la gestione di tutta l'attuale problematica antincendio sono contenuti nel D.M.8/03/85 "Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione degli incendi ai fini del rilascio del nulla-osta provvisorio di cui alla legge 7/12/84 n.818". Nel decreto 8/03/85, ad ogni "attività" di cui alla tabella annessa all'allegato B dello stesso (quest'ultima derivante dal D.M.16/02/1982), sono associate le misure più urgenti da seguire per gli edifici esistenti nonché le indicazioni dei rispettivi valori della "resistenza al fuoco" delle strutture di separazione. Tali misure si applicano soltanto ai fabbricati già esistenti alla data di entrata in vigore del decreto. Norme specifiche, poi, sono operanti in Italia per ciascuna attività il cui fabbricato deve essere realizzato a nuovo. In particolare si ricorderanno tra le più importanti:

Circ. 91 del 14/09/1961 "Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati in acciaio destinati ad uso civile".

Legge 18/07/1980 n.406 "Norme sulle attività alberghiere esistenti".

D.M. 30/11/1983 "Termini, definizioni generali e simboli grafici prevenzione incendi".

Circ. 27030 del 21/10/1984 "Classificazione di alberghi e pensioni al n.94 dell'elenco allegato al D.M. n. 1973 del 27/09/1975".

D.M. 1/02/1986 "Norme di sicurezza antincendio per la costruzione e l'esecuzione di autorimesse e simili".

D.M. 16/05/1987 n. 246 "Norme di sicurezza antincendio per gli edifici di civile abitazione".

D.M. 26/08/1992 "Norme di prevenzione incendio per l'edilizia scolastica".

Quasi tutti i decreti fanno riferimento, come definizioni generali e terminologia, al D.M. 30/11/1983.

Definizioni:

Si riportano, per comodità, alcune definizioni di cui si farà uso in seguito.

RESISTENZA AL FUOCO

Si intende l'attitudine di un elemento da costruzione (componente o struttura) a conservare sotto l'azione del fuoco, agente secondo un programma termico prestabilito e per un tempo determinato, tutto o in parte:

la stabilità (o resistenza) **R**

la tenuta (o ermeticità) **E**

l'isolamento termico **I**

La resistenza al fuoco viene espressa in termini di tempo (minuti).

LA STABILITA' (R)

E' l'attitudine di un elemento da costruzione a conservare per un determinato tempo la resistenza meccanica sotto l'azione del fuoco.

LA TENUTA (E)

E' l'attitudine di un elemento da costruzione a non lasciare passare ed a non produrre, se sottoposto su un lato all'azione del fuoco, fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto.

L'ISOLAMENTO (I)

E' l'attitudine di un elemento da costruzione a contenere la trasmissione di calore entro un dato limite.

Pertanto, con il simbolo "REI" si classifica un elemento da costruzione che deve conservare, per un tempo determinato, la stabilità, la tenuta e l'isolamento termico.

Con il simbolo "RE" si classifica, invece, un elemento costruttivo che deve conservare, per un tempo determinato, la stabilità e la tenuta.

Con il simbolo "R", infine, si classifica un elemento costruttivo che deve conservare, per un tempo determinato, la stabilità.

In relazione ai requisiti dimostrati, quindi, gli elementi strutturali vengono classificati da un numero che esprime i minuti primi: 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180.

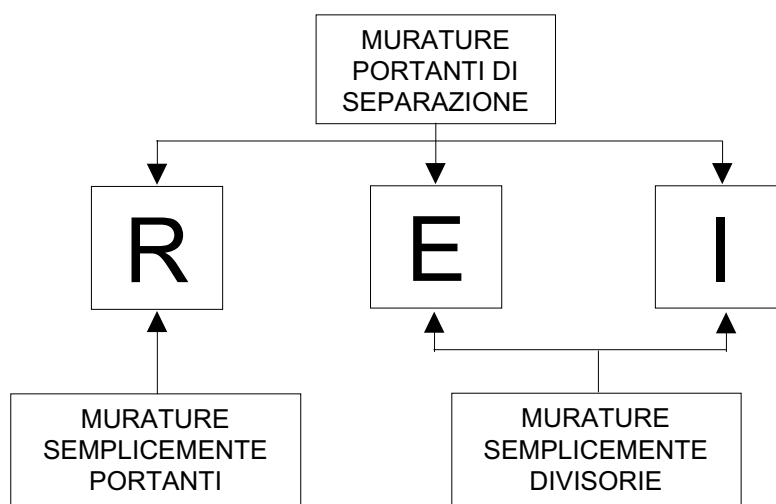
Ad esempio, un materiale definito REI 180 conserva almeno 180 minuti primi tutte e tre le caratteristiche, cioè la stabilità R, la tenuta E e l'isolamento termico I.

È importante sottolineare che la caratteristica con la definizione di "tenuta" deve essere considerata nella maniera più ampia possibile. Nel senso cioè, che oltre a non lasciare passare né produrre "...fiamme, vapori o gas caldi..." deve anche garantire l'assenza di fumi densi e tossici.

Questo aspetto riveste molta importanza nei confronti dei materiali usati come elementi componenti nelle strutture, nonché come rivestimenti, esigendo da essi che nel tempo definito non creino in nessun modo condizioni di rischio. Si è appurato, infatti, che un numero molto alto di incidenti alle persone, in caso di incendio, è dovuto non alle fiamme o alla esposizione alle alte temperature, bensì ad asfissia dovuta ai gas tossici sviluppatasi e/o al panico dovuto al disorientamento causato dall'avvolgimento delle persone da parte dei fumi.

È possibile riferirsi all'ideogramma di fig.1 nella descrizione della relazione che intercorre tra il manufatto ed il criterio di valutazione. Un elemento che sia portante e divisorio, allo stesso tempo, dovrà garantire il contemporaneo soddisfacimento dei requisiti di stabilità, tenuta ed isolamento (REI). Un elemento semplicemente divisorio avrà contemporaneamente la tenuta e l'isolamento (EI). Una struttura semplicemente portante garantirà soltanto la stabilità (R).

Figura 1: l'ideogramma indica la relazione che intercorre tra il manufatto e il relativo criterio di valutazione



Continuando nelle definizioni:

ALTEZZA AI FINI ANTINCENDIO (edifici civili)

E' l'altezza massima misurata dal livello inferiore dell'apertura più alta dell'ultimo piano abitabile e/o agibile (escluse quelle dei vani tecnici) al livello del piano esterno più basso.

ALTEZZA DEI PIANI

Altezza massima tra pavimenti ed intradosso del soffitto.

CARICO DI INCENDIO

Potenziale termico della totalità dei materiali combustibili contenuti in un spazio, ivi compresi i rivestimenti dei muri, delle pareti provvisorie e dei soffitti.

Convenzionalmente è espresso in chilogrammi di legno equivalente (potere calorico inferiore 4.400 kcal/kg).

CARICO DI INCENDIO SPECIFICO

Parte di un edificio delimitato da elementi costruttivi di resistenza al fuoco predeterminata ed organizzata per rispondere alle esigenze della prevenzione incendi.

LUOGO SICURO

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

COMPORAMENTO AL FUOCO

Insieme di trasformazioni fisiche e chimiche di un materiale o di un elemento da costruzione sottoposto all'azione del fuoco.

Comprende la resistenza al fuoco delle strutture e la reazione al fuoco dei materiali.

REAZIONE AL FUOCO

Grado di partecipazione di un materiale combustibile al fuoco al quale è sottoposto.

In relazione a ciò i materiali sono assegnati alle classi 0, 1, 2, 3, 4, 5 (Circolare n.12 del 17/05/1980) con l'aumentare della loro partecipazione alla combustione. Quelli della classe 0 non sono combustibili (tra questi il laterizio).

La Circolare n.12, poi, è stata sostituita col D.M.26/06/84 che stabilisce i criteri e le procedure per la classificazione delle reazioni al fuoco.

Secondo quanto è stato fin qui detto, si ha la seguente classificazione per la:

RESISTENZA AL FUOCO DELLE MURATURE E DEI SOLAI

- 1) MURATURA PORTANTE: assume le caratteristiche strutturali e di separazione; pertanto la resistenza al fuoco deve essere individuata da REI.
- 2) MURATURA DI TRAMEZZATURA O DIVISORIA: ha solo caratteristiche di separazione per cui può identificarsi con EI.
- 3) SOLAIO: è una struttura "portante-divisoria", e pertanto la resistenza al fuoco deve essere necessariamente individuata in base al criterio REI. Le normative specifiche, riguardanti ciascuna le attività di cui al D.M.8/03/1985, dettano il valore del REI per i solai e le strutture portanti in genere che separano la particolare attività dalle altre o che comunque devono limitare una determinata compartimentazione (vedere definizione).
Si riporta, come esempio, la tabella allegata al D.M.16/05/1987, n.246, dove, in funzione dell'altezza antincendio dell'altezza degli edifici di civile abitazione, sono riportati i REI richiesti per alcuni elementi tra cui le strutture portanti divisorie (tab. 2).

Tabella 2: valori REI per elementi di separazione

Tipo di edificio	Altezza antincendi	Max superficie del compartimento (m ²)	Max superficie (m ²) di competenza di ogni scala per piano	Tipo dei vani scala e di almeno un vano ascensore	Caratteristiche "REI" dei vani scala e ascensore, filtri, porte, elementi di suddivisione tra i compartimenti
a	da 12 m a 24 m	8000	500	Nessuna prescrizione	60 (**)
			500	Almeno protetto se non sono osservati i requisiti del punto 2.2.1	60
			550	Almeno a prova di fumo interno	60
			600	A prova di fumo	60
					Segue

Tipo di edificio	Altezza antincendi	Max superficie del compartimento (m ²)	Max superficie (m ²) di competenza di ogni scala per piano	Tipo dei vani scala e di almeno un vano ascensore	Caratteristiche "REI" dei vani scala e ascensore, filtri, porte, elementi di suddivisione tra i compartimenti
b	da oltre 24 m a 32 m	6000	500	Nessuna prescrizione	60 (**)
			500	Almeno a prova di fumo interno se non sono osservati i requisiti del punto 2.2.1	60
			550	Almeno a prova di fumo interno	60
			600	A prova di fumo	60
c	da oltre 32 m a 54 m	5000	500	Almeno a prova di fumo interno	60
d	da oltre 54 m a 80 m	4000	500	Almeno a prova di fumo interno con filtro avente camino di ventilazione di sezione non inferiore a 0,36 m ²	90
e	oltre 80 m	2000	350 (*)	Almeno a prova di fumo interno con filtro avente camino di ventilazione di sezione non inferiore a 0,36 m ²	120
(*) Con un minimo di 2 scale per ogni edificio. Sulla copertura dell'edificio deve essere prevista un'area per l'atterraggio ed il decollo degli elicotteri di soccorso raggiungibili da ogni scala. (**) Solo per gli elementi di suddivisione fra i compartimenti					

Esistono dunque delle specifiche esigenze a cui devono sottostare le scelte progettuali e costruttive della struttura portante "solai". Tutte queste esigenze sono indirizzate verso la prevenzione.

Questa filosofia, che è la più corretta da seguire, è anche quella verso cui è orientata la normativa nazionale, che tende ad assicurare livelli di sicurezza accettabili anche per situazioni che già di per se comportano un elevato rischio.

CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA AL FUOCO E DELLA REAZIONE AL FUOCO

Per individuare le classi a cui appartengono i materiali edilizi in genere, o le strutture, in riferimento alle resistenze al fuoco (REI 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180) e inoltre per determinare la reazione al fuoco (classe 0, 1, 2, 3, 4, 5) si eseguono delle prove secondo le procedure rese ufficiali dalla normativa.

Non è superfluo ribadire che la resistenza al fuoco delle strutture portanti o degli elementi strutturali deve essere valutata mediante il criterio della capacità portante; quella di un divisorio deve essere valutata mediante i criteri dell'isolamento e della tenuta; la resistenza al fuoco di un elemento divisorio-portante (solaio o muratura) dovrà essere definita mediante i criteri della capacità portante, dell'isolamento termico e della tenuta.

CRITERIO DELLA CAPACITA' PORTANTE E DEFORMAZIONE

Per l'elemento costruttivo in prova bisogna rilevare:

- l'istante in cui l'elemento testato non sopporta più il carico in prova;
- le deformazioni necessarie per effettuare l'analisi strutturale;
- i gradi di libertà dell'elemento;
- forze e momenti trasmessi dall'elemento ai vincoli (quindi l'elemento sarà sottoposto al carico che gli compete).

CRITERIO DELL'ISOLAMENTO TERMICO

In questo caso bisogna rilevare:

- le temperature della faccia non esposta misurate in non meno di cinque punti;
- la temperatura media (escludendo la massima);
- la temperatura massima.

Per gli elementi strutturali (muri, solai) dovrà risultare:

Temperatura media $T_m \leq T_{\text{iniziale}} + 140^\circ\text{C}$

Temperatura massima $T_{\text{max}} \leq T_{\text{iniziale}} + 180^\circ\text{C}$

$T_{\text{max}} \leq 220^\circ\text{C}$

CRITERIO DELLA TENUTA

Viene determinato il tempo fino all'istante in cui sulla faccia non esposta si osservano "fiamme persistenti" (della durata superiore a 10 secondi), oppure fino all'istante in cui un batuffolo di cotone, tenuto a due/tre centimetri dalla faccia non esposta, si accende (a causa dei gas caldi). E' questo il momento in cui si assume che si abbia la perdita di tenuta iniziale. La prova va poi continuata sino a quando non si verifichi la formazione di fessurazioni o di fori (in tal caso si ha la perdita di tenuta finale), o fino al "cedimento". Per muri portanti o divisori e per i solai non è assolutamente ammessa la perdita di tenuta finale.

LA PROVA

La prova è svolta con forni a camera d'incendio alla cui bocca viene posto l'elemento da provare. Tale elemento deve essere possibilmente di grandezza naturale, caricato come normalmente dovrebbe esserlo in esercizio. Se tale condizione non può essere rispettata, le dimensioni minime sono le seguenti:

per muri dimensioni m.2,30 x m.2,30

per solai appoggiati

su due lati: luce = 4 m larghezza = 2 m

per solai appoggiati

su quattro lati luce = 4 m larghezza = 3 m

Il campione deve essere rappresentativo dell'elemento costruttivo completo; temperature, umidità, resistenze meccaniche, devono corrispondere a quelle previste in servizio. L'esposizione al fuoco deve essere totale su una sola faccia.

La temperatura all'interno del forno o della camera di incendio viene fatta aumentare, nel tempo, con un andamento standardizzato definito "curva temperatura/tempo" secondo la relazione (fig.3):

$$T = T_0 + 345 \log (480t + 1)$$

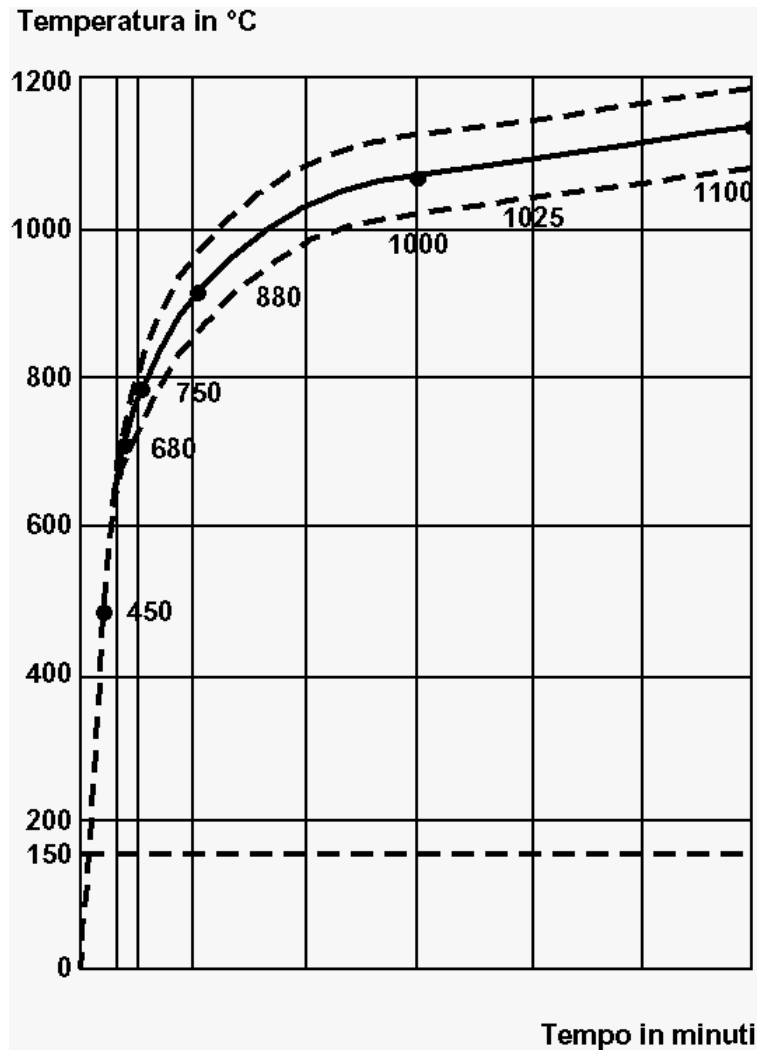
essendo:

$T(^{\circ}\text{C})$ = temperatura al tempo t

$t(\text{min})$ = il tempo considerato

con uno scostamento massimo ammissibile ben definito della curva reale dalla "curva standard" secondo il grafico di fig.3

Figura 3: digramma rappresentativo della curva temperatura/tempo



La prova dura finché risulti non più soddisfatta una delle tre caratteristiche prestazionali (capacità portante, tenuta, isolamento termico). Qualora per una determinata struttura si vogliano valutare tutte le caratteristiche citate, si può continuare la prova fino a quando non vengano superati i rispettivi limiti.

La resistenza al fuoco deriva da una prova convenzionale unificata e, pertanto, teorica.

D'altra parte l'incendio reale è variabile e dipende da molti fattori.

La durata di resistenza al fuoco effettiva di un locale o di una struttura, sottoposti ad un incendio reale, è in relazione diretta con la quantità di materiale combustibile presente, espressa dal carico di incendio, ed è in ogni caso maggiore della durata di resistenza determinata seguendo una prova al forno con curva unificata di temperatura e con lo stesso carico di incendio. Essa dipende anche da ulteriori condizioni inerenti la destinazione, la geometria dei locali, la loro collocazione, i mezzi antincendio disponibili, ecc.

Tabella 4: spessore minimo in funzione del valore REI richiesto per diverse tipologie di solaio (tabella 3 della Circolare 91 del 1961)

SPESORE MINIMO DEI SOLAI							
Tipo di solaio	Spessore minimo comprensivo della cappa del pavimento non combustibile e del soffitto quando questo è applicato alla soletta, espresso in cm per le seguenti classi di edifici						
	15	30	45	60	90	120	150
Soletta in c.a.							
- con intonaco normale (1,5 cm)	10	10	12	14	16	20	20
- idem con intonaco isolante (1,5 cm)	10	10	12	14	14	16	16
- idem con soffitto sospeso (1,5 cm)	8	8	10	12	12	14	14
Solaio in laterizio armato con intonaco normale (1,5 cm)							
- idem con intonaco isolante (1,5 cm)	14	14	18	18	20	24	24
- idem con soffitto sospeso (1,5 cm)	12	12	16	16	18	22	22
(*) Elementi in c.a. precompresso con intonaco normale (1,5 cm)							
- idem con intonaco isolante (1,5 cm)	14	14	18	20	24	24	24
- idem con soffitto sospeso	12	12	16	16	18	22	22
(*) Lo spessore del ricoprimento dell'armatura in acciaio preteso non deve essere inferiore né al minimo prescritto dal Regolamento per le opere in c.a. (3 cm), né allo spessore specifico per le singole classi della Tabella 5 per l'intonaco di cemento.							