

Resistenza al fuoco

Ci occupiamo della resistenza delle strutture, quindi parliamo di 2 decreti del 2007 che permettono di calcolare il ^{DM 09/03/07} cimento tecnico e quindi di determinare le dimensioni delle strutture ^{DM 16/02/07} esattamente come si fa per i cimenti di tipo statico.

La resistenza al fuoco è la parte più ingegneristica della protezione incendi, in una 1^a cosa è la salvaguardia dell'incolumità delle persone. Gli obiettivi sono: riduzione al minimo dell'eventualità di incendio, stabilità della struttura portante in maniera tale da avere il tempo di evacuare i locali e di assicurare il soccorso agli occupanti senza pericolo per i soccorritori, limitata produzione di fumo e fumi all'interno delle opere e limitata propagazione del fuoco alle opere vicine (disposizioni sui materiali che devono non emettere fumo e non avere "tesurificazioni") possibilità di ^{occupanti} gli operanti lasciare l'opera e i soccorritori operare in sicurezza. Il rischio è dato da un prodotto: $R = F \times M$

La frequenza è la probabilità di occorrenza, la magnitudine i danni che si producono ad evento occorso

rischio
tende asintoticamente a zero, ma non si può annullare (è una iperbole s'quadrata)

frequenza (si riduce con la prevenzione) magnitudine (si riduce con la protezione)

(l'opera ha scarsa frequenza di evento di collasso, tuttavia la magnitudine è molto alta).

Probabilità					
Elevata		[Protezione]			Area di rischio inaccettabile
Medio-alta					
" - medio"					
Bassissima				[Prevenzione]	
Magnitudine	Tollerabile	Modesta	Notevole	Leggera	

Per la frequenza ci sono le banche dati, oppure è già implicitamente contenuta nella normativa.

Frequenza: Probabilità che un evento si verifichi in un fissato lasso di tempo (si calcolano con la serie storica delle banche dati)

Magnitudo: Entità di perdita e danni ad evento occorso

L'attivazione di tutte le misure per ridurre il rischio mediante la riduzione della sola frequenza si chiama "prevenzione". Invece tutte le attività che limitano la magnitudo si chiamano "protezione", quest'ultima può essere sia attiva che passiva. La prima entra in funzione automaticamente all'occorrenza dell'evento, e l'altra invece sono i provvedimenti che si prendono in fase di progetto prima dell'evento (come sporgere gli ambienti, che tipo di materiale utilizzare...) (??? secondo me non è così... la differenza è la presenza di un operatore, se serve allora è passiva, se non serve è attiva...). Anche nella normativa tecnica DPOB ci sono delle disposizioni che regolano il dimensionamento nel caso di incendi o di esplosioni.

Protezione passiva: isolamento edificio, muri tagliafuoco, distanze di sicurezza, sistemi di ventilazione, vie di fuga, resistenza costrutta al carico d'incendio

Protezione attiva: estintori, rete idraulica antincendio, impianti di rilevazione automatica, impianti di spegnimento automatici, dispositivi di regolazione e di allarme, evacuatori di fumo e calore.

Muri tagliafuoco: è parte di prot. passiva, sono elementi di separazione capaci di impedire la propagazione tra un'area e quella circostante (pareti, ma anche solai). In altre parole servono per compartimentare un'area.

Nel calcolo del carico d'incendio la domanda è: quante energie si può scaturire in un incendio? Dipende da quello che c'è dentro, che

quindi vanno studiati e considerati.

La resistenza al fuoco rappresenta il comportamento al fuoco degli elementi che hanno sia funzione portante che separante. I parametri da ricordare sono 3: Stabilità, tenuta ^{E (autonomia dell'elemento)} ed isolamento (REI), una parete può avere delle richieste di sola R (resistenza strutturale), RE (resistenza e tenuta), REI (stabilità, tenuta ed isolamento)

NB.: Il REI max è 360, in genere però è 60 o 90

si intende al fuoco, al fumo e alle fiamme che non devono passare, non basta che la parete non colli

Isolamento, sta per isolamento termico, ovvero non deve passare nemmeno il calore, questo perché l'irraggiamento potrebbe causare danni agli occupanti o alle cose nei locali confinanti. Alla fine la richiesta sul REI si riporta sugli spessori minimi diversi a seconda dei materiali, però il cls le richieste riguardano il copriferro. Chiusamente il REI fa riferimento ad un unico incendio, detto "standard" che ha certe caratteristiche di temperatura max e di gradiente di temperatura nel tempo. Il valore del REI è fornito per le diverse attività direttamente dalle norme (autorimessa REI 90 minimo, scuole REI 60 minimo)

Ovviamente le proprietà REI non sono assolute, ma fanno riferimento sempre ad un finito intervallo di tempo, l'isolamento termico non può essere in assoluto.

Si chiamano compartimenti le sezioni di un edificio separate da muri e solai tagliafuoco della resistenza al fuoco pari a quella della classe di resistenza al fuoco dell'edificio stesso. (l'incendio resta confinato all'interno del compartimento).

Le classi di resistenza sono: REI 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180

→ + frequenti
↳ i prodotti si stanno standardizzando su questo valore

Paradossalmente porte tagliafuoco REI 30 costano di più di una REI 120

perché sono praticamente fuori produzione.

La richiesta di resistenza al fuoco non deve essere letta come una limitazione alla progettualità architettonica, tutti i materiali vanno bene, bisogna solo dimensionarlo bene e/o proteggerlo.

Attenzione particolare va fatta alle controsoffittature, che possono avere funzione tagliafuoco, però esse vanno rese esattamente come da brevetto incluse i fili di sospensione ^(in acciaio e non nylon) e i collapanenti (con i tiranti metallici e non di plastica).

La definizione di resistenza al fuoco è data dal DM 30/11/83: "attitudine di un elemento da costruzione a conservare secondo un prefissato tenore prestabilito e per un tempo determinato espresso in minuti in tutto o in parte: la stabilità, la tenuta e l'isolamento (REI)"

La resistenza al fuoco per un prodotto o per un intero elemento costruttivo può essere determinata in base a 3 metodi: prove in laboratorio, calcoli (eq. Fourier di trasmissione del calore e metodo degli elementi finiti) e confronti con tabelle (contenute all'interno della norma, e che sono basate su ricerche fatte nelle situazioni e materiali più comuni) che evitano al progettista di fare prove e/o calcoli onerosi.

Quando parliamo di prove, esse vanno fatte secondo standard ben precisi, quindi essa viene eseguita con elemento in un forno in cui si riproducono le condizioni di un incendio standard (anche l'elemento deve avere dimensioni e forma ben precise), i forni vanno quindi omologati per fare in modo che le prove siano "ripetibili". Attenzione se si testa di elementi portanti, il carico di esercizio va applicato all'elemento (come fanno per i pilastri di piano terra di un edificio alto?), il che è importante per l'industria della prefabbricazione.

Si capisce come la prova sia qualcosa di elite: la fa una industria prefabbricatrice, certamente non il committente privato, per certificare, omologare i propri prodotti.

Curva nominale d'incendio (figura 33 delle slides), si arriva a 1400°C in 180 minuti, la curva reale è un po' diversa: nei primi 20 minuti c'è poco materiale da bruciare e quindi la T è più bassa, dopo tale tempo c'è l'incendio generalizzato (flash-over) la T sale rapidamente, poi finisce il materiale da bruciare e quindi la T scende. Megliore è l'infiammabilità del materiale, più ripido è il tratto di curva quando l'incendio diventa generalizzato.

Si possono infine utilizzare le tabelle D.M. 16/02/07 e osservando le prescrizioni in esse contenute. Si intende per carico d'incendio "il potenziale termico della totalità di materiali combustibili contenuti in uno spazio, ivi compresi rivestimenti e moie, delle pareti perimetrali, dei pavimenti e dei soffitti. Convenzionalmente è espresso in Kg di legna equivalente (potere calorifico inferiore a 4400 Kcal/h "). Il carico d'incendio si calcola per compartimento, e lo si riporta all'unità di superficie m^2 , però il legislatore distingue a seconda delle attività.

Fino a settembre 2007 si usava per il calcolo la Circolare 92/61, essa diceva che il carico d'incendio riferito all'unità di superficie lorda è

pari a:

$$q = \sum_i g_i \cdot H_i$$

carico d'incendio
in $\text{Kg legna}/\text{m}^2$

peso del fuenico
di Kg gli "n" combustibili
che si prevedono nel locale
o nel piano nelle condizioni
più favorevoli

potere calorifico superiore
del fuenico di Kg "n"
combustibili

area della superficie
del locale o del piano

potere calorifico
superiore del legna
 4400 Kcal/Kg

Vediamo questa formulazione anche se non è più in vigore, perché è più semplice concettualmente e anche perché ci può capitare di visionare calcoli fatti con questa formulazione. Nella nuova norma ci siamo dei coefficienti che vedremo riducono "q", quindi questa è sempre una stima a svantaggio di sicurezza.

Si usa la legna standard perché nel '61 si usava una formula per legna i q_f di legna standard alla durata dell'incendio, inoltre le prove sugli estintori venivano fatti proprio bruciando legna. Il D.M. 09/03/07 dice che fino al 30/09/07 il carico d'incendio si calcolava come indicato nella Circolare 92/61, dopo tale data il carico di incendio deve essere calcolato, tenendo presente che

$Q_{f,d} = 238 \text{ Kcal}$, → le norme sono armonizzate con gli Eurocodici come segue: → valore nominale carico d'incendio (*)

(il carico d'incendio è anche importante perché in base al suo valore il legislatore impone o meno delle prescrizioni)

attenzione il calcolo del carico d'incendio va solo fatto per le tipologie che non sono normate.

carico di progetto $Q_{f,d} = Q_{f,e} \cdot Q_{f,r} \cdot Q_{f,i} \cdot Q_{f,p}$

- fattore che tiene conto del rischio d'incendio in relazione alla dimensione del compartimento (valori tabellati)
- fattore che tiene conto del rischio d'incendio in relazione al tipo di attività (valori tabellati)
- fattore che tiene conto delle differenti misure protettive $Q_{f,i} = \prod_i S_{ni}$ (prodotta da di tennici tabellati)

Il proporzionamento si fa, invece, con il DM 16/02/07

Vediamo il DM 09/03/07, l'art. 1 comma 1 ci dice che il calcolo se fatto solo per le sole attività per le quali le prestazioni di resistenza al fuoco sono espressamente stabilite da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi. L'art. 2 ci dà gli obiettivi, le strategie e le responsabilità, ciò che è importante fare il tecnico è farsi controfirmare i progetti dalla committenza. Importante è il comma 3 che dice che l'individuazione dei valori che annunciano i parametri posti a base della determinazione delle azioni di progetto è a carico dei soggetti responsabili della progettazione. Per il mantenimento di tali valori è responsabile il

I livelli IV e V sono quelli che si adeguano a strutture strategiche. È ovvio che le classi di resistenza al fuoco sono distese a seconda dei livelli di prestazione.

Nella normativa ci sono poi indicazioni su come abbinare i diversi livelli di prestazione al tipo di attività richiamate. (paragrafo 3.4 e s.s.) e per ogni livello di prestazione il legislatore specifica la classe di resistenza che è possibile abbinare.

È interessante la tabella 4 relativa al livello di prestazione 3, per il quale si abbina al carico d'incendio, la classe di resistenza al fuoco opportuna.

I livelli IV e V possono essere oggetto di specifiche richieste del committente o che fanno parte del capitolato d'appalto.

Formula della curva nominale d'incendio

$$T_g = 20 + 345 \log_{10} (8t + 1) \text{ [}^\circ\text{C]}$$

temperatura
media dei
gas di combustione

tempo

La formula si corregge con una più complessa per l'incendio di idrocarburi.

Se il progetto viene fatto con analisi prestazionale (quindi con le eq. di Fourier) allora si può modellare l'incendio reale. Per esso c'è una nuova tabella, tipo la 4, che associa il carico d'incendio alla resistenza al fuoco (rispetto al caso dell'incendio standard si sceglie di una classe, ovvero la classe ^{di resistenza} è minore o parità di carico d'incendio) (in altre parole il legislatore fa uno sconto).

Pensiamo ora al DM 46/02/07, o meglio la prossima volta, per passare dal carico d'incendio allo spessore degli elementi resistenti.