

Premessa generale

Le note riportate di seguito sono state scritte con lo scopo di trasmettere alcune osservazioni circa la trattazione dell'analisi strutturale in caso di incendio riportata nelle Norme Tecniche per le Costruzioni, bozza di revisione datata 24 aprile 2007.

Questa trattazione introduce in ambito nazionale concetti già introdotti nella corrispondente analisi strutturale definita dagli eurocodici, ma con un approccio poco congruente. Si è voluto segnalare non tutto ciò che risulta diversamente trattato, ma, in particolare, quelle metodologie che riteniamo possano indurre a un'errata interpretazione di criteri introdotti dagli eurocodici e la cui applicazione condurrebbe a soluzioni poco sicure (ciò è riferito in particolare all'Osservazione n. 4).

Osservazione n. 1

Nel paragrafo **3.6.1.1 Definizioni**, si propone di aggiungere la seguente definizione (tratta dalle definizioni di EN1991-1-2):

- A_d Azioni indirette dell'incendio: Forze e momenti interni causati dall'espansione termica.

Osservazione n. 2

Nel penultimo periodo del **paragrafo 3.6.1.1** viene introdotto il caso di incendio localizzato.

L'uso del verbo potere ("si può") non rende chiaro il compito del progettista.

Se la distribuzione del carico di incendio è localizzata, il conseguente riscaldamento localizzato delle strutture può essere maggiore di quello derivante da una valutazione di incendio generalizzato.

In tal caso è compito del progettista valutare i due effetti, incendio generalizzato ed incendio localizzato, e considerare il più gravoso come azione sulla struttura.

Pertanto, al posto del penultimo periodo del paragrafo 3.6.1.1 (*Per distribuzioni molto concentrate del materiale combustibile ...*), sembra più appropriato:

"Per distribuzioni molto concentrate del materiale combustibile si deve fare riferimento anche all'incendio localizzato, individuando le condizioni di riscaldamento più gravose per gli elementi strutturali".

Osservazione n. 3

Nel primo periodo del **paragrafo 3.6.1.2**, sono definiti i requisiti delle costruzioni in caso di incendio:

- *garantire la stabilità degli elementi portanti;*
- *impedire la propagazione del fuoco e dei fumi.*

Si noti come, nella classificazione delle costruzioni in cinque livelli riportata nel seguito del paragrafo, il primo requisito citato può non essere rispettato almeno dalle costruzioni rientranti nei Livelli I e II.

In ambito europeo le prestazioni delle costruzioni in caso di incendio sono definite dalla Direttiva sui Prodotti da Costruzione (89/106/CEE):

- la capacità portante delle strutture sia garantita per un determinato periodo di tempo;
- la produzione e la propagazione di fiamme e di fumi all'interno delle costruzioni sia limitata;
- la propagazione dell'incendio alle costruzioni vicine sia limitata;
- gli occupanti possano abbandonare la costruzione o essere messi in salvo;
- la sicurezza delle squadre di soccorso sia presa in adeguata considerazione.

Questi 5 requisiti sono anche quelli citati nel paragrafo "Requisiti di sicurezza" riportato nelle premesse di EN 1991-1-2 (pagina 7 della versione inglese).

Inoltre essi sono stati definiti nel D.M.Int. 9 marzo 2007 (art. 2) "Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco".

Riteniamo che questi 5 requisiti (o i 4 equivalenti fissati dal D.M.Int. 9 marzo 2007) rappresentino più compiutamente anche in ambito nazionale i requisiti delle costruzioni in caso di incendio.

Premessa all'Osservazione n. 4

Il concetto di incendio naturale e la corrispondente analisi strutturale

La trattazione dell'analisi strutturale in caso di incendio degli eurocodici è molto ampia: essa prevede modelli di calcolo di complessità molto diversa tra loro, ognuno dei quali valido in un campo di applicazione ben definito. In generale, questa analisi si compone di due fasi:

- individuazione dell'azione termica (curva temperatura-tempo, rappresentante la temperatura dei gas in condizione di incendio), attraverso i modelli descritti in EN1991-1-2;
- analisi strutturale, mediante i criteri di calcolo riportati nella parte 1-2 dell'eurocodice corrispondente al materiale da costruzione utilizzato.

E' importante sottolineare come la scelta del modello di incendio, fatta nell'ambito di EN1991-1-2, non è indipendente dalle fasi successive, ma spesso richiede l'adozione di opportuni e corrispondenti metodi di analisi strutturale.

Tutti i modelli previsti per schematizzare l'azione dell'incendio introdotti da EN1991-1-2, oggi sono già presenti nell'ambito delle norme nazionali.

I modelli di incendio naturale, come alternativa possibile ai modelli di incendio nominali, sono già presenti:

- nelle "Istruzioni per la progettazione di costruzioni resistenti al fuoco" pubblicate dal CNR nel 1999;
- nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" pubblicate nel 2005;
- nel D.M.Int. 09/03/07 "Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco"

In nessuno di questi documenti viene messo nella giusta evidenza il legame che, ai sensi di EN1991-1-2, deve esserci tra la scelta del modello che viene effettuata per la definizione dell'azione incendio e la corretta conseguente analisi strutturale.

Non interpretare in maniera corretta questo legame conduce spesso a progettare soluzioni strutturali aventi inferiori livelli di sicurezza rispetto a quelle progettate ai sensi degli eurocodici.

Con questo scopo, ossia al fine di evidenziare il corretto legame che deve esserci tra la scelta del modello che viene utilizzato per la definizione dell'azione incendio e la conseguente analisi strutturale, viene proposta la seguente Osservazione n. 4.

Osservazione n. 4

L'ultimo periodo del **Paragrafo 3.6.1.5.3** ha un campo di applicazione poco chiaro.

Nell'ambito degli eurocodici questo aspetto viene trattato distinguendo tra:

- analisi strutturale conseguente all'adozione di una curva di incendio nominale (tipico di un approccio prescrittivo)
- analisi strutturale conseguente all'adozione di una curva di incendio naturale (tipico di un approccio prestazionale).

Citiamo quanto riportato in 4.1 di EN 1991-1-2:

Section 4 Mechanical actions for structural analysis

4.1 General

(1)P Imposed and constrained expansions and deformations caused by temperature changes due to fire exposure result in effects of actions, e.g. forces and moments, which shall be considered with the exception of those cases where they:

- may be recognized a priori to be either negligible or favourable;
- are accounted for by conservatively chosen support models and boundary conditions, and/or implicitly considered by conservatively specified fire safety requirements.

(2) For an assessment of indirect actions the following should be considered:

- constrained thermal expansion of the members themselves, e.g. columns in multi-storey frame structures with stiff walls;
- differing thermal expansion within statically indeterminate members, e.g. continuous floor slabs;
- thermal gradients within cross-sections giving internal stresses;
- thermal expansion of adjacent members, e.g. displacement of a column head due to the expanding floor slab, or expansion of suspended cables;
- thermal expansion of members affecting other members outside the fire compartment.

(3) Design values of indirect actions due to fire $A_{ind,d}$ should be determined on the basis of the design values of the thermal and mechanical material properties given in the fire design Parts of prEN 1992 to prEN 1996 and prEN 1999 and the relevant fire exposure.

(4) Indirect actions from adjacent members need not be considered when fire safety requirements refer to members under standard fire conditions.

In maniera congruente a questa impostazione, proponiamo di sostituire l'ultimo periodo del **Paragrafo 3.6.1.5.3**, con il seguente testo:

Forze e momenti interni causati dall'espansione termica dovuta alla variazione di temperatura devono essere considerati con l'esclusione di quei casi in cui le azioni:

- possono essere riconosciute a priori trascurabili o a favore di sicurezza;
- sono introdotte per mezzo di modelli e condizioni di vincolo scelte a favore di sicurezza e/o sono implicitamente comprese nel calcolo per effetto di requisiti di sicurezza in caso di incendio definiti in modo conservativo.

Non occorre considerare le azioni indirette degli elementi adiacenti quando i requisiti di sicurezza in caso di incendio si riferiscono ad elementi in condizioni di incendio nominale.

Se necessario, per maggiore completezza nella definizione delle azioni A_d , si può aggiungere anche la nota 2) (che in questa osservazione, per motivi di sintesi, è stata trascurata).

Nella sostanza gli eurocodici prescrivono:

- se viene condotta un'analisi dell'azione incendio sulle strutture di tipo prescrittivo (basata sulla tradizione dei Vigili del Fuoco del paese membro e spesso conservativa), definita da una curva di incendio standard, è possibile proseguire con un'analisi strutturale per elementi (estraendo opportunamente le singole travi, colonne, ecc.) e trascurando le azioni indirette degli elementi adiacenti;
- se viene condotta un'analisi dell'azione incendio sulle strutture di tipo prestazionale, basata su una curva di incendio naturale, si deve proseguire con un'analisi strutturale della struttura opportunamente assemblata, considerando gli effetti delle azioni indirette dell'incendio, a meno di casi particolari in cui queste ultime sono ritenute a priori a favore di sicurezza.