

Resistenza al fuoco delle strutture - un caso reale: verifica di una trave prefabbricata

La resistenza al fuoco è una delle fondamentali strategie di protezione da perseguire per garantire una adeguata robustezza del sistema strutturale in condizioni di incendio. Già secondo la CPD 89/106/CEE, poi sostituita dalla CPR – “Construction Products Regulation”, le costruzioni devono essere progettate, realizzate e gestite in modo da garantire la stabilità degli elementi portanti per un tempo utile ad assicurare il soccorso agli occupanti, la limitata propagazione del fuoco e dei fumi, la possibilità che gli occupanti lascino l’opera indenni e che le squadre di soccorso operino in condizioni di sicurezza.

Le nuove NTC 2018, mantenendo le indicazioni già previste nelle NTC 2008, richiedono, nei requisiti generali di progettazione, la sicurezza antincendio, ossia la “capacità di garantire le prestazioni strutturali previste in caso d’incendio, per un periodo richiesto”, e di eseguire verifiche “quando necessario, nei confronti degli effetti derivanti dalle azioni termiche connesse con lo sviluppo di un incendio”. Le nuove Normative ribadiscono quindi l’importanza del calcolo “a caldo”, considerando il fuoco come condizione eccezionale e proponendo una specifica combinazione di carico.

In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici, le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- *sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU)*: capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l’incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l’opera;
- *sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE)*: capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- ***sicurezza antincendio*: capacità di garantire le prestazioni strutturali previste in caso d’incendio, per un periodo richiesto;**
- *durabilità*: capacità della costruzione di mantenere, nell’arco della vita nominale di progetto, i livelli prestazionali per i quali è stata progettata, tenuto conto delle caratteristiche ambientali in cui si trova e del livello previsto di manutenzione;
- *robustezza*: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all’entità di possibili cause innescanti eccezionali quali esplosioni e urti.

Anche per i fabbricati esistenti, soggetti o meno al controllo dei Vigili del Fuoco (ex DPR 151/11), gli obiettivi sopra citati rimangono un obbligo normativo, richiesto in particolare dalle RTV - Regole Tecniche Verticali in vigore, ma anche dal D.Lgs 81/08 e dal DM 10.03.98.

La resistenza al fuoco degli elementi portanti e di elementi separanti è di fondamentale importanza nelle valutazioni dei rischi; come “misurare” e definire la resistenza al fuoco ci viene indicato nel D.M. 16.02.2007 “Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione” applicabile “ai prodotti e agli elementi costruttivi per i quali è prescritto il requisito di resistenza al fuoco ai fini della sicurezza in caso d’incendio delle opere in cui sono inseriti”. Il Decreto risulta il riferimento indispensabile per raggiungere l’obiettivo di rilasciare il CERT.REI e illustra tre metodologie possibili:

- sperimentale (Allegato B);
- tabellare (Allegato D);
- analitico (Allegato C)

Quando la resistenza al fuoco non è garantita con la metodologia tabellare oppure la tipologia strutturale non è standard o ancora richiede l’impiego di materiali protettivi, la metodologia analitica può essere la soluzione ottimale consentendo di analizzare sezioni di forma qualsiasi, anche composte da diverse parti o con vuoti interni.



Di seguito si descrive un esempio di verifica di resistenza al fuoco eseguita con procedimento analitico a seguito di una Valutazione Progetto approvata dal Comando dei VV.F. competente, che prevedeva una specifica richiesta di resistenza “R” degli elementi portanti in molte aree del complesso immobiliare.

Si tratta di un capannone prefabbricato risalente agli anni ‘80 situato nel torinese, per il quale lo Studio Alvigini Mendolicchio di Torino è stato incaricato di effettuare le verifiche di resistenza al fuoco di alcuni elementi strutturali principali.

La verifica descritta nel presente articolo è stata effettuata con elaborazione software tramite l’ausilio di IS Fuoco, prodotto e distribuito da CDM DOLMEN srl di Torino.

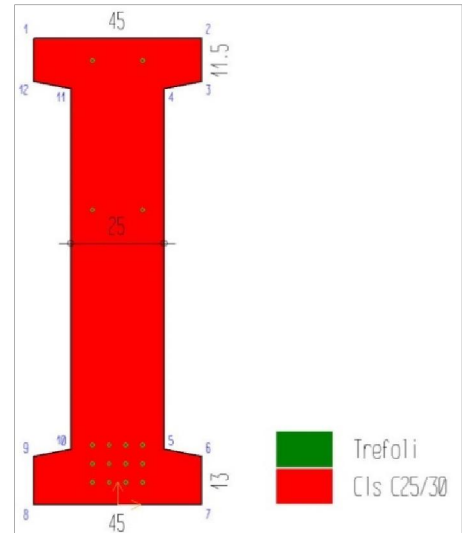
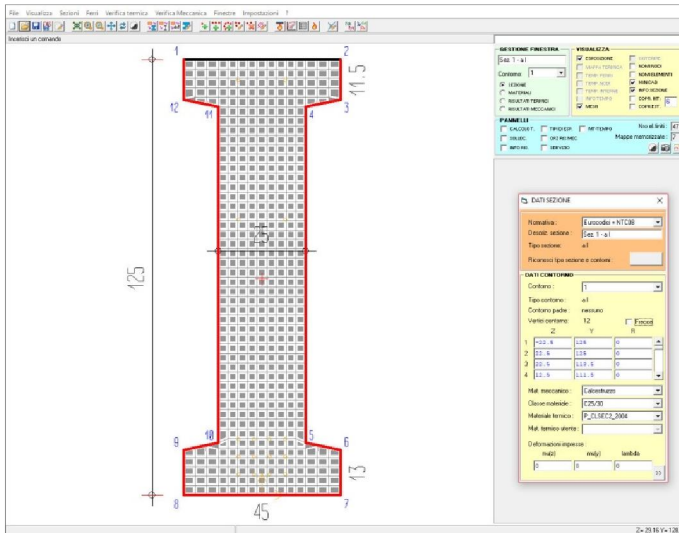
L’elemento strutturale riportato come esempio è una trave del capannone industriale con armatura costituita da trefoli pretesi.

La prima fase della verifica dell’esistente riguarda il reperimento di disegni strutturali, ove esistenti, e l’esecuzione di saggi per la misura e la verifica di dimensioni, armature e copriferri. Nel caso in cui venga rintracciato il disegno strutturale, deve esserne verificata la corrispondenza reale; nel caso in cui non sia disponibile il disegno strutturale, a maggior ragione, il saggio diventa l’unico possibile riferimento.

Occorre anche valutare la qualità dei materiali, a vista sulla base dell’esperienza, o meglio tramite analisi di laboratorio; successivamente, si procede all’impostazione del modello sul software e all’esecuzione dei calcoli. Il programma IS Fuoco consente di inserire anche materiali che hanno caratteristiche diverse rispetto a quelle previste dalle attuali normative; in questo modo la verifica è eseguita con le reali proprietà sia strutturali che geometriche.



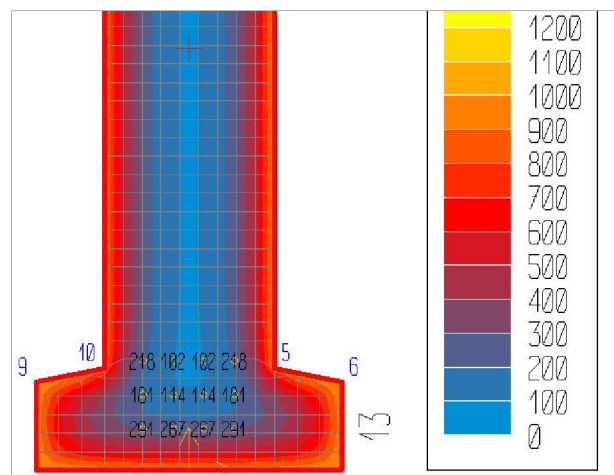
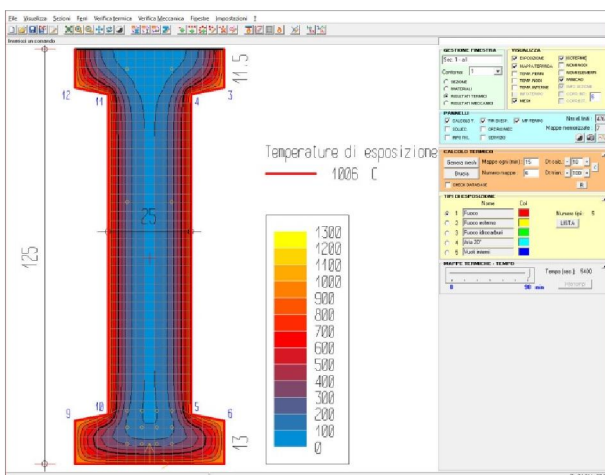
La rappresentazione grafica di seguito riportata riguarda la sezione della trave oggetto di verifica schematizzata con l’ausilio dell’input grafico del software IS Fuoco; si tratta di una sezione a “I” alta 125 cm e larga 45 cm, avente un’anima larga 25 cm, in sono presenti 16 trefoli, di cui 14 nella parte inferiore.



Il presupposto del calcolo della resistenza al fuoco con metodo analitico è la determinazione della distribuzione delle temperature all'interno dell'elemento per il tempo di esposizione al fuoco richiesto.

Il perimetro riportato in rosso rappresenta la parte dell'elemento strutturale che potrebbe essere direttamente sottoposta all'azione dell'incendio (fuoco standard o "Curva ISO 834").

Definiti i materiali e i tipi di esposizione viene creata automaticamente la "mesh", ed è quindi possibile effettuare il calcolo termico sull'intera sezione che consente di leggere il valore della temperatura in qualsiasi punto; l'analisi è stata effettuata simulando un tempo di esposizione al fuoco di 90 minuti.



IS Fuoco consente di verificare le sezioni a presso-flessione deviata o a presso-flessione retta calcolando le caratteristiche meccaniche sulla base delle mappe termiche memorizzate. Le verifiche meccaniche prevedono la ricerca della situazione deformativa e tensionale in funzione di una terna di sollecitazione data. Se non si conoscono le sollecitazioni, in quanto non si hanno a disposizione i calcoli originari, come nel caso in esame, si può chiedere al software di eseguire il calcolo dello sforzo resistente, il momento flettente, a temperatura ambiente, ottenendo così l'azione massima sopportabile dall'elemento nei limiti per cui è stato progettato.

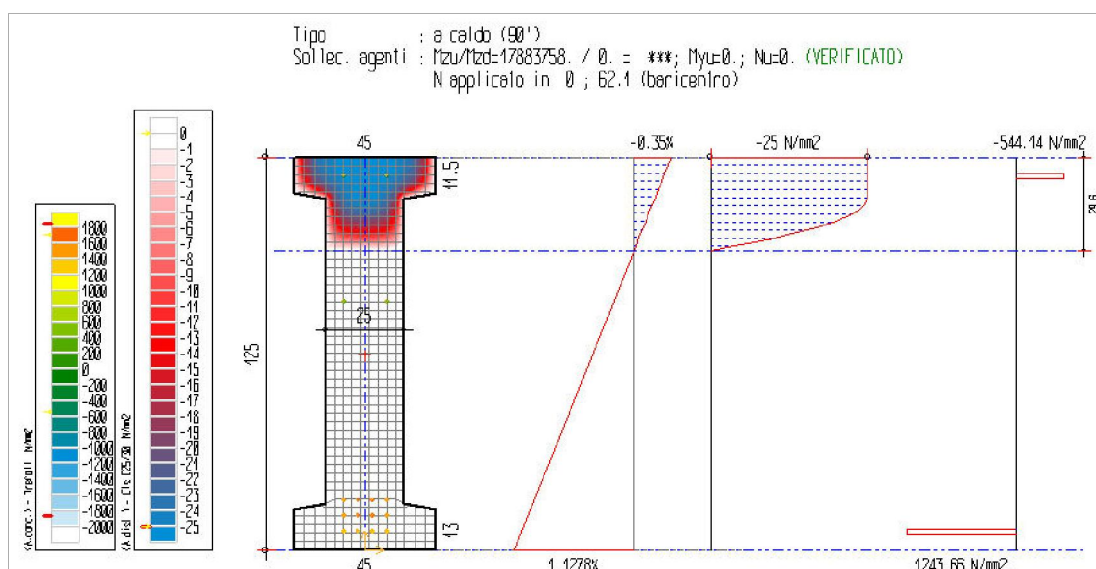
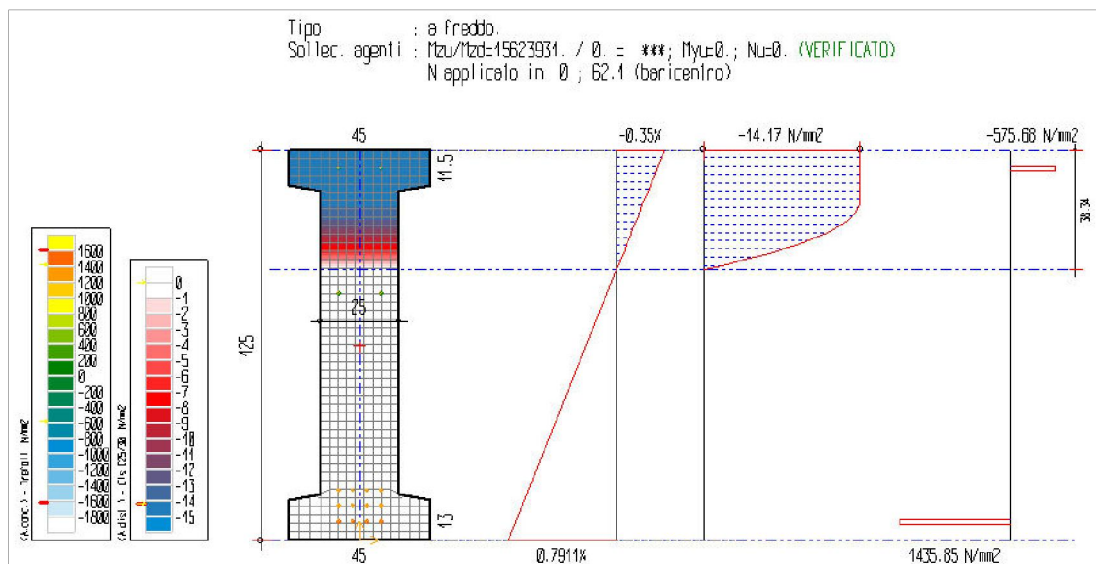
Successivamente si passa al calcolo della sollecitazione resistente in condizioni di incendio.

La Normativa vigente prevede due combinazioni di carico differenti: “a caldo” si applica la combinazione eccezionale, mentre “a freddo” si applica la combinazione fondamentale SLU.

La combinazione eccezionale ha il coefficiente moltiplicatore dei carichi permanenti che è pari all’unità, mentre i coefficienti per le azioni permanenti nella combinazione fondamentale SLU sono pari a 1.3 e a 1.5. Si ha quindi che la combinazione in caso di incendio, ossia quella eccezionale, è del 30% inferiore a quella a Stato Limite Ultimo.

In relazione ai requisiti dimostrati gli elementi strutturali vengono classificati da un numero che esprime i minuti primi: 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180. Agli elementi costruttivi viene attribuita la classe immediatamente inferiore al tempo per il quale è rispettato il criterio di resistenza al fuoco.

Nelle immagini che seguono, si riportano i risultati delle sollecitazioni resistenti “a freddo” e “a caldo”.



La sollecitazione resistente in condizioni di incendio risulta essere superiore a quella valutata in condizioni ordinarie, per cui si ha che a 90 minuti lo scenario in condizioni di incendio è migliore dello scenario a temperatura ordinaria.

L'esito del calcolo effettuato permette di affermare che la trave resiste per almeno 90 min all'azione dell'incendio; il tecnico, iscritto agli elenchi ministeriali di cui all'art. 16 D.Lgs 139/06 e DM 05.08.11, può rilasciare il CERT.REI indicando di aver applicato il metodo analitico, facendo riferimento alla Relazione di calcolo effettuata.