

# Protezione al fuoco di aste in acciaio con ThermoCAD

Da molti anni le normative incoraggiano l'uso di software per calcoli strutturali complessi. Anche nel caso dell'analisi strutturale al fuoco, la verifica analitica attraverso l'uso del software adatto, al posto della soluzione tabellare, consente di sfruttare meglio la sezione.

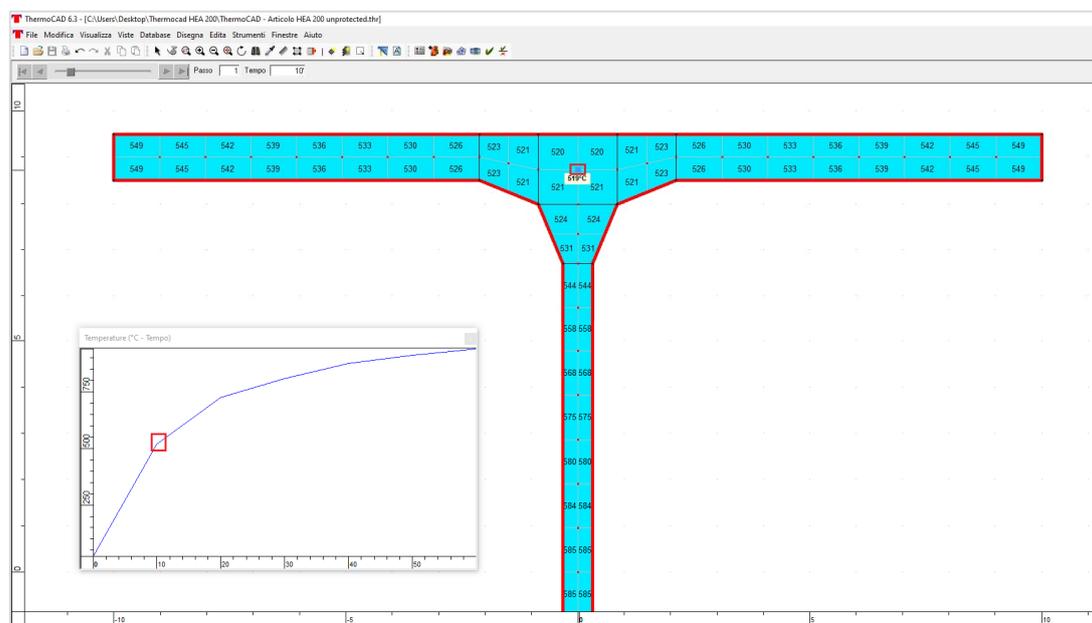
Gli elementi strutturali di edifici o impianti devono poter mantenere sufficienti caratteristiche di resistenza anche in caso di incendio. La norma di riferimento per analisi di resistenza in quest'ambito, è l'Eurocodice, che prevede valutazioni di diverso tipo tra cui una verifica analitica basata sull'uso di appositi software.

ThermoCAD, prodotto da Concrete, è un software in grado di valutare la diffusione delle temperature al variare del tempo con un proprio solutore ad elementi finiti per qualsiasi materiale e determinare il criterio di resistenza "R" di sezioni in calcestruzzo armato, acciaio, legno o muratura.

In questo esempio lo utilizziamo per la verifica di una colonna in acciaio di tipo HEA 200 esposta all'incendio sull'intero contorno, in varie ipotesi di protezione.

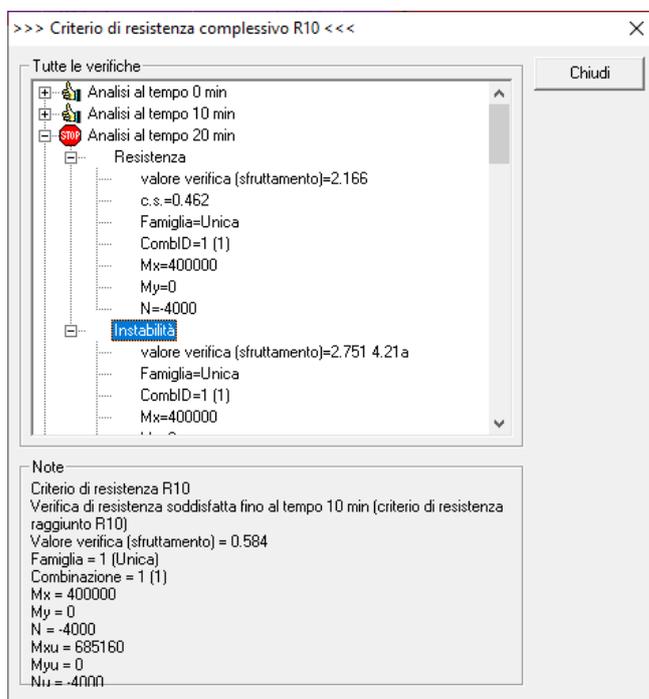
## Sezione in acciaio senza protezione

L'analisi termica FEM è stata condotta applicando la curva d'incendio normalizzato standard per 60 minuti. Essa ci evidenzia, come era immaginabile vista la conducibilità elevata dell'acciaio, che la sezione aumenta rapidamente la sua temperatura in pressoché tutti i punti, anche interni. Già dopo 10 minuti, nel nodo più interno alla congiunzione ala-anima, si possono superare i 500°C, come si può notare nella figura seguente.



*Valutazione dell'andamento della temperatura di un nodo interno dopo analisi*

Si conducono le verifiche di resistenza, a passi di 10 min fino alla durata prevista di 60 minuti. Tali verifiche dell'acciaio per sezioni di classe 1 o 2 vengono condotte individuando il dominio di resistenza, definito plasticizzando tutte le fibre della sezione, e calcolando il coefficiente di sfruttamento. Le verifiche di instabilità vengono condotte secondo le prescrizioni della UNI EN 1993-1-2.



#### Verifica di resistenza a 20 minuti

La sollecitazione di progetto applicata è  $M_x=400000$  daNcm,  $N=-4000$  daN; a temperatura ambiente lo sfruttamento maggiore risulta per instabilità, con valore  $sf=0.448$  [formula 4.21 a] e corrispondente c.s. pari a 2.2. Al tempo 10' lo sfruttamento sale a 0.9; al tempo 20' risulta ben superiore all'unità.

La sezione non protetta resiste quindi solo fino al primo step di verifica, e può essere classificata come **R10**.

### Sezione in acciaio protetta con vernice intumescente

Un metodo di protezione dell'elemento strutturale veloce ed economico è costituito dall'applicazione di **vernici intumescenti**, cioè sottili strati di appositi prodotti che, in caso di incendio, si espandono formando micro-cavità spugnose atte a rallentare l'effetto della

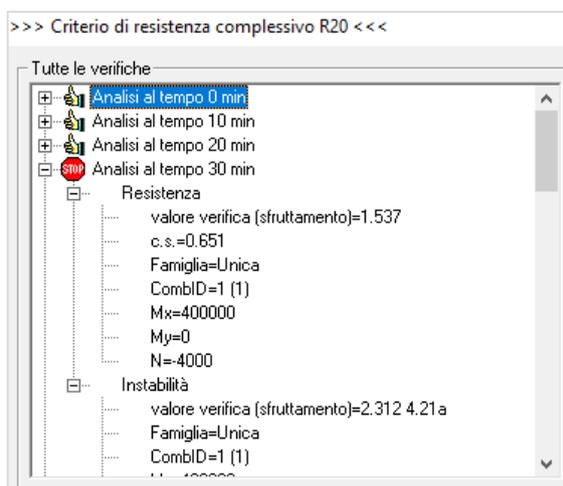
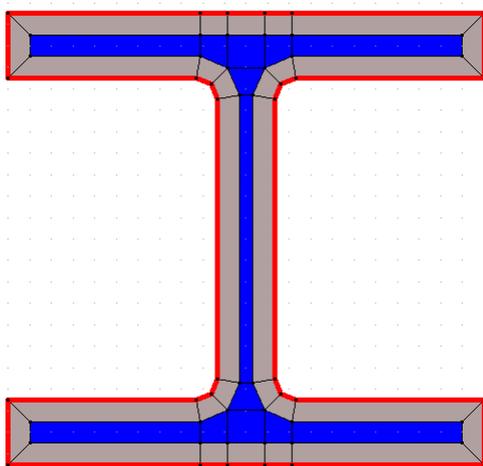
fiamma sulle superfici sottostanti; l'effetto di protezione è quindi di tipo misto chimico-fisico, più che di pura propagazione termica.

La sua efficacia varia da prodotto a prodotto, in funzione anche dello spessore di applicazione e dalla forma della sezione esposta, valutata, usualmente, dal **Fattore di massività**. Il Fattore di massività (chiamato anche massività, o fattore di sezione) è dato dal rapporto tra l'area esposta al fuoco e il volume della sezione. Maggiore è la massività, più velocemente si riscalda la sezione e maggiore è lo spessore del materiale antincendio richiesto. I produttori forniscono generalmente delle tabelle o degli abachi per determinare lo spessore di prodotto per il grado di protezione richiesto (ad esempio R30), in funzione anche della massività. Tali tabelle derivano da relazioni empiriche o prove sperimentali, perciò non utilizzabili in modo analitico; per poter fare questo occorre introdurre il concetto di **Spessore equivalente**, cioè, equiparare la protezione di una vernice ricavata da una prova sperimentale, ad esempio R30, con quella offerta da uno spessore di un rivestimento convenzionale, in genere malte cementizie.

A seconda della densità di applicazione e della massività della sezione una vernice intumescente può offrire una protezione equivalente ad uno spessore di calcestruzzo da 10 a 30 mm, ed oltre.

Nel nostro caso applichiamo alla sezione, mediante l'apposito comando **Disegna > Circonda con blocchi...** uno spessore di 1 cm di blocchi in cls siliceo, definenti il nostro spessore equivalente di vernice; infine applichiamo l'esposizione al fuoco sull'intero perimetro con l'apposito comando **Disegna > Circonda con condizione...**

Lanciando il solutore termico e chiedendo la verifica in tutti gli step, otteniamo una resistenza **R20**. Abbiamo dunque raddoppiato la durata rispetto al caso non protetto.

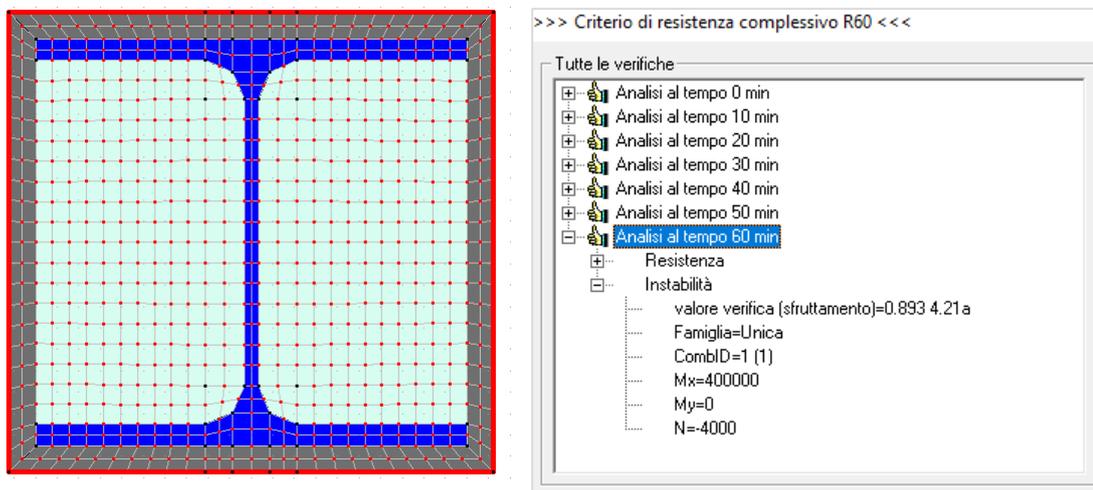


*Sezione in acciaio con spessore equivalente di materiale. Resistenza verificata a 20 minuti.*

## Sezione in acciaio protetta con rivestimento in gessofibra

Un altro metodo di protezione ricorrente è ottenuto mediante boxing della sezione con lastre di apposito materiale. Come fatto in precedenza circondiamo la sezione con blocchi di spessore (commerciale) di 12.5 mm, del materiale predefinito “Knauf firebord”.

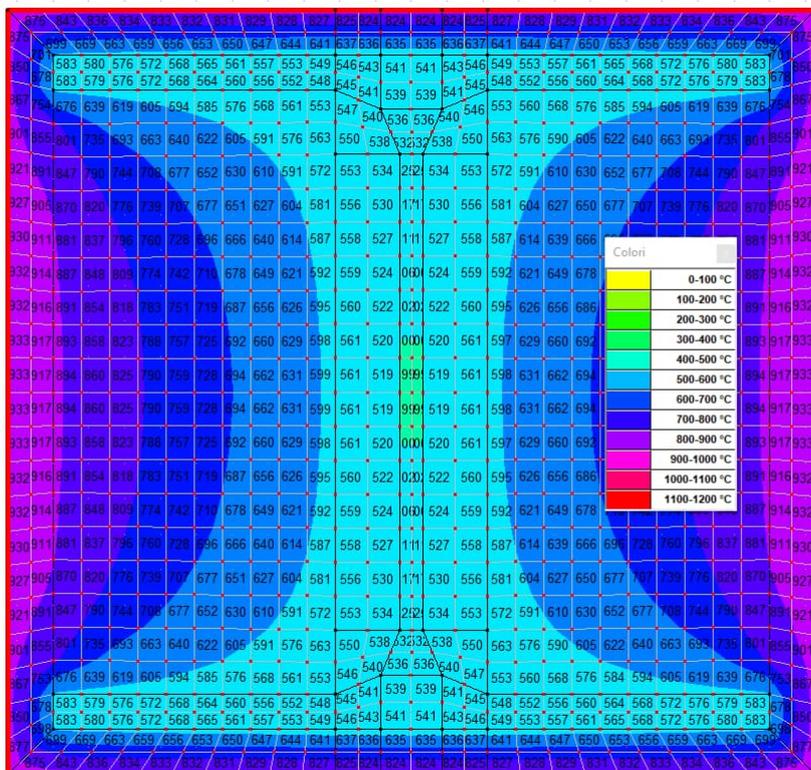
Completiamo con blocchi interni del materiale predefinito “aria secca”; infine applichiamo l’esposizione al fuoco sull’intero perimetro con l’apposito comando **Disegna > Circonda con condizione....**



*Sezione in acciaio con intercapedine d'aria e lastre perimetrali in cartongesso. Resistenza verificata a 60 minuti*

Lanciando solutore termico e verifica in tutti gli step otteniamo una resistenza **R60**.

La mappatura termica a 60 minuti ci mostra come la temperatura della sezione in acciaio resti in questo caso sempre al di sotto dei 600°C, consentendo il raggiungimento della verifica.



Mappatura di colore delle temperature ad un determinato step temporale

## Conclusioni

I metodi tabellari proposti dalla norma hanno validità limitata a geometrie e condizioni specifiche, senza estrapolazioni e solo per curva di incendio standard.

Attraverso l'uso di un software è possibile, invece, valutare la variazione di temperatura al variare del tempo in una sezione multimateriale di forma generica. È possibile prevedere poi la verifica analitica con la determinazione di "R", normalmente valutata nella combinazione di carico eccezionale, anche passando i dati da Sismicad, sia per curve di riscaldamento da normativa che personalizzabili, con una migliore flessibilità.



Concrete srl  
Ing. Daniele Brusarosco

AREE TEMATICHE: #Digitale #Sicuro  
TOPIC: CAD, INGEGNERIA STRUTTURALE, INTERVENTI STRUTTURALI, MIGLIORAMENTO  
SISMICO, RINFORZI STRUTTURALI, SOFTWARE STRUTTURALI

Concrete srl  
Via della Pieve, 19 - 35121 Padova - Tel. 049 8754720  
CF/PI: 02268670284 - [www.concrete.it](http://www.concrete.it) [info@concrete.it](mailto:info@concrete.it)