



Oggetto: Verifiche di massima per proteggere in classe R60 le strutture portanti di un capannone in c.a. prefabbricato.

Si ipotizzi di voler adeguare in classe R60 le seguenti strutture in cemento armato costituenti lo scheletro di un capannone prefabbricato

- *Pilastrini aventi lato minimo di 50 centimetri, altezza di 6 m e copriferro antincendio pari a 3 centimetri;*
- *Travi a doppia pendenza in c.a.p., aventi base di 30 centimetri, altezza del bulbo di 15+10 centimetri e spessore d'anima di 8 centimetri e copriferro antincendio di 3 centimetri;*
- *Tegoli a "T" in c.a.p., aventi base di 6 cm e copriferro antincendio di 3 centimetri.*

Per comprendere il significato e determinare il copriferro antincendio si rimanda all'apposita guida pubblicata sul sito www.aithon.it

L'analisi delle strutture sopra descritte viene effettuata per confronto con le tabelle fornite dalla EN 1992-1-2, e grazie all'ausilio del software di mappature termiche IS Fuoco della Dolmen.

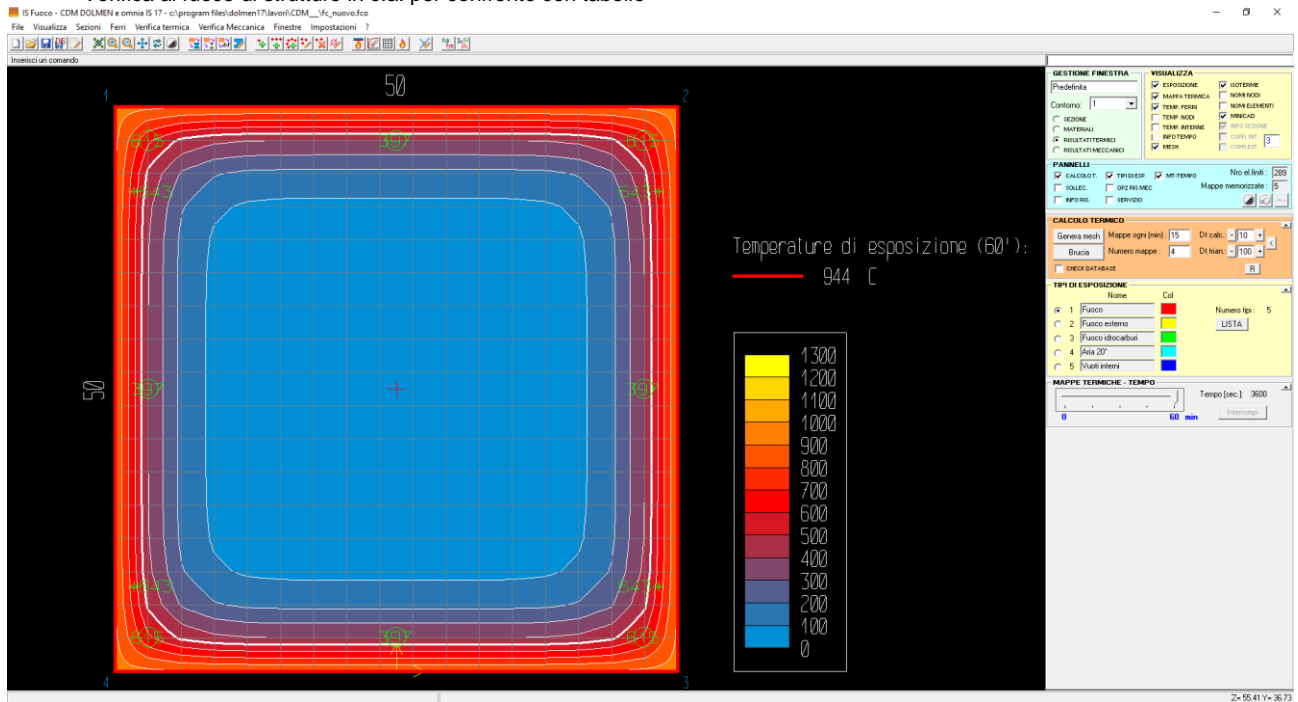
- **Adeguamento pilastri.**

Considerando i pilastri incastrati alla base e liberi all'estremo opposto, come spesso accade per i capannoni prefabbricati, possiamo dire che una valutazione di resistenza al fuoco per confronto con tabelle non risulta possibile. Difatti nella EN 1992-1-2, è richiesto il rispetto di specifici parametri di lunghezza di libera inflessione che questi pilastri non rispettano.

In via preliminare, senza conoscere dati relativi ai carichi etc... è possibile effettuare una mappatura termica basata sul principio del metodo dell'isoterma 500°C. Secondo questo metodo è possibile inalterate e completamente reagenti le porzioni di calcestruzzo che non abbiano raggiunto i 500 °C. La portanza dei ferri di armatura dovrà invece essere parzializzata secondo la tabella di decadenza riportata nella norma stessa. In prima battuta possiamo affermare che, su un pilastro di queste dimensioni, garantendo una temperatura pari o inferiore a 500°C, in corrispondenza dei ferri di armatura longitudinale, manteniamo le proprietà meccaniche della sezione in calcestruzzo e almeno il 70% delle capacità meccaniche dei ferri di armatura. Considerando che la norma stabilisce che in combinazione eccezionale dei carichi è possibile assumere un carico agente pari a non oltre il 70% di quello presente a freddo, possiamo con buona approssimazione verificare la resistenza al fuoco del pilastro.

Riporto la mappatura termica del pilastro descritto ad inizio relazione, ipotizzando un'esposizione al fuoco di 60 minuti secondo incendio convenzionale ISO 834.

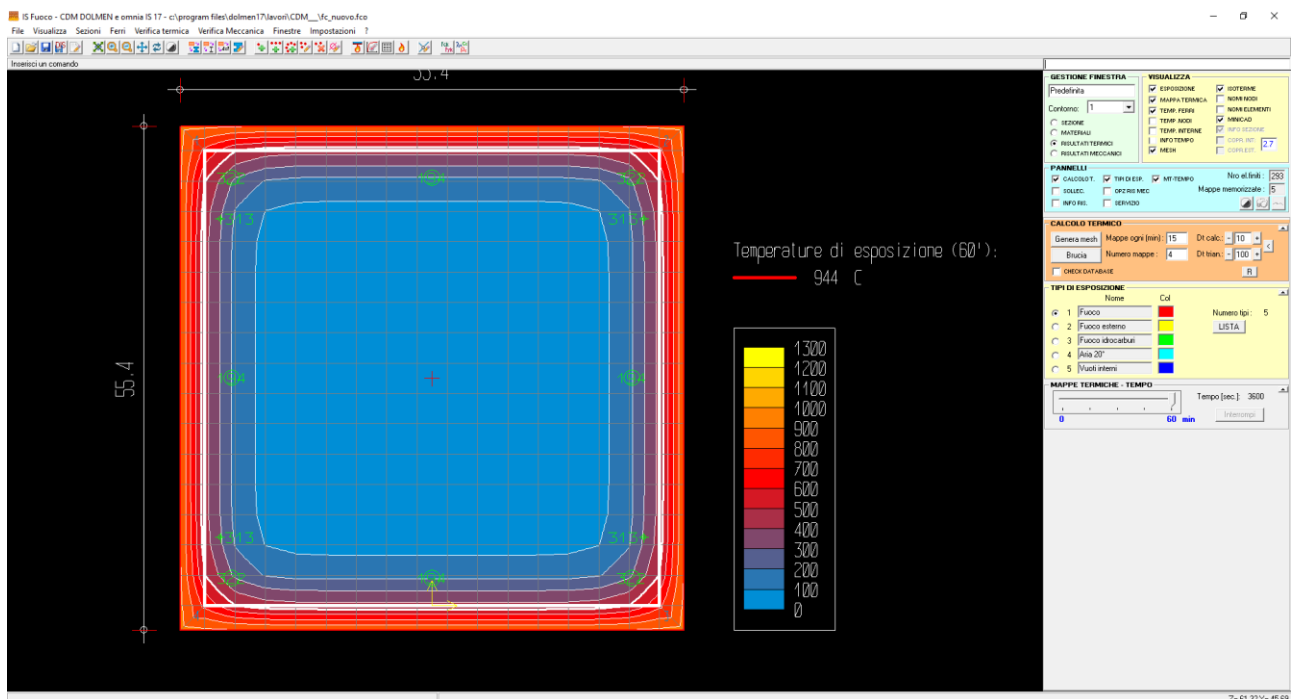
Verifica al fuoco di strutture in c.a. per confronto con tabelle



Dopo 60 minuti di esposizione al fuoco si riscontrano temperature sui ferri d'angolo pari a oltre 600°C. In queste condizioni non risulta possibile certificare la resistenza al fuoco del pilastro a meno di avere dati certi circa le condizioni di carico, che permettano di eseguire una vera verifica analitica.

Applicando 150 g/mq di primer EV2 e 500 g/mq di Aithon A90H è possibile simulare su travi e pilastri 26,5 mm di calcestruzzo equivalente ai fini dell'isolamento termico, per esposizioni di 60 minuti all'incendio convenzionale.

Contornando il pilastro con 26,5 mm di calcestruzzo equivalente otteniamo dopo 60 minuti di esposizione al fuoco la seguente mappa termica.

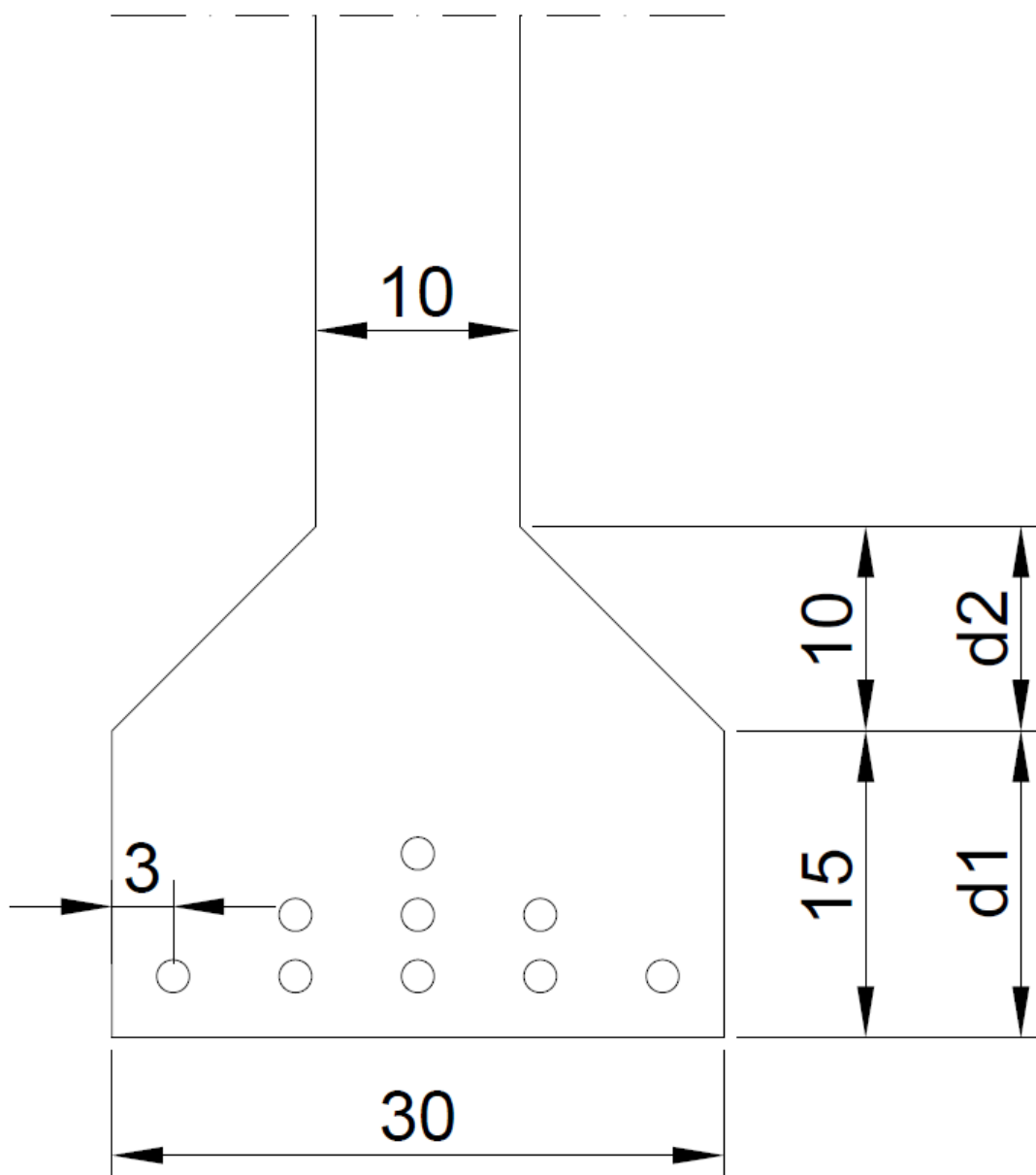


Verifica al fuoco di strutture in c.a. per confronto con tabelle

Dopo 60 minuti di esposizione al fuoco si riscontrano temperature sui ferri d'angolo di circa 320°C, e un'isoterma 500°C che contiene la totalità della sezione di calcestruzzo. In queste condizioni risulta possibile certificare la classe R60 anche senza conoscere i carichi realmente agenti sul pilastro.

- **Adeguamento travi a doppia pendenza**

Si supponga di dover certificare la classe R60 di resistenza al fuoco della seguente trave in c.a.p.



La trave ha le seguenti caratteristiche geometriche:

- Base di 30 cm;
- Spessore anima di 10 cm
- $D_{eff} = d1 + \frac{1}{2} d2 = 20$ cm

Verifichiamo le disequazioni proposte dalla EN 1992-1-2 al punto 5.6.1.(5)

$D_{eff} \geq b_{min}$ (tab. 5.5 di seguito riportata) ovvero $20 \text{ cm} \geq 12 \text{ cm}$ vero.

Verifica al fuoco di strutture in c.a. per confronto con tabelle

$B > 1,4 \times \text{spessore anima}$ $30 \text{ cm} > 14 \text{ cm}$ vero.

$B \times d_{\text{eff}} < 2 \times b \text{ min}^2$ ovvero $30 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} < 2 \times 12^2 \text{ cm}$ ovvero $600 \text{ cm}^2 < 288 \text{ cm}^2$ falso

La prima disequaglianza è vera e ci consente di predisporre il confronto della trave con la tabella 5.5 della norma.

Delle altre due disequaglianze una è vera e l'altra è falsa, dunque possiamo assumere i valori riportati nella tabella come sufficienti a certificare la resistenza al fuoco, senza doverci preoccupare di garantire un'eventuale copriferro maggiorato.

RESISTENZA AL FUOCO	possibili combinazioni di base minima e copriferro medio per valutare la resistenza al fuoco di travi				spessore minimo anima
1	2	3	4	5	6
R 30	bmin = 8 cm a = 25 mm	b = 12 cm a = 20 mm	b = 16 cm a = 15 mm	b = 20 cm a = 15 mm	8 cm
R 60	bmin = 12 cm a = 40 mm	b = 16 cm a = 35 mm	b = 20 cm a = 30 mm	b = 30 cm a = 25 mm	10 cm
R 90	bmin = 15 cm a = 55 mm	b = 20 cm a = 45 mm	b = 30 cm a = 40 mm	b = 40 cm a = 35 mm	11 cm
R 120	bmin = 20 cm a = 65 mm	b = 24 cm a = 60 mm	b = 30 cm a = 55 mm	b = 50 cm a = 50 mm	13 cm

Asd = a 10 mm per travi ordite con una sola linea di ferri e base inferiore a quanto riportato nella colonna 4

Per travi in c.a.p. incrementare il copriferro di 15 mm

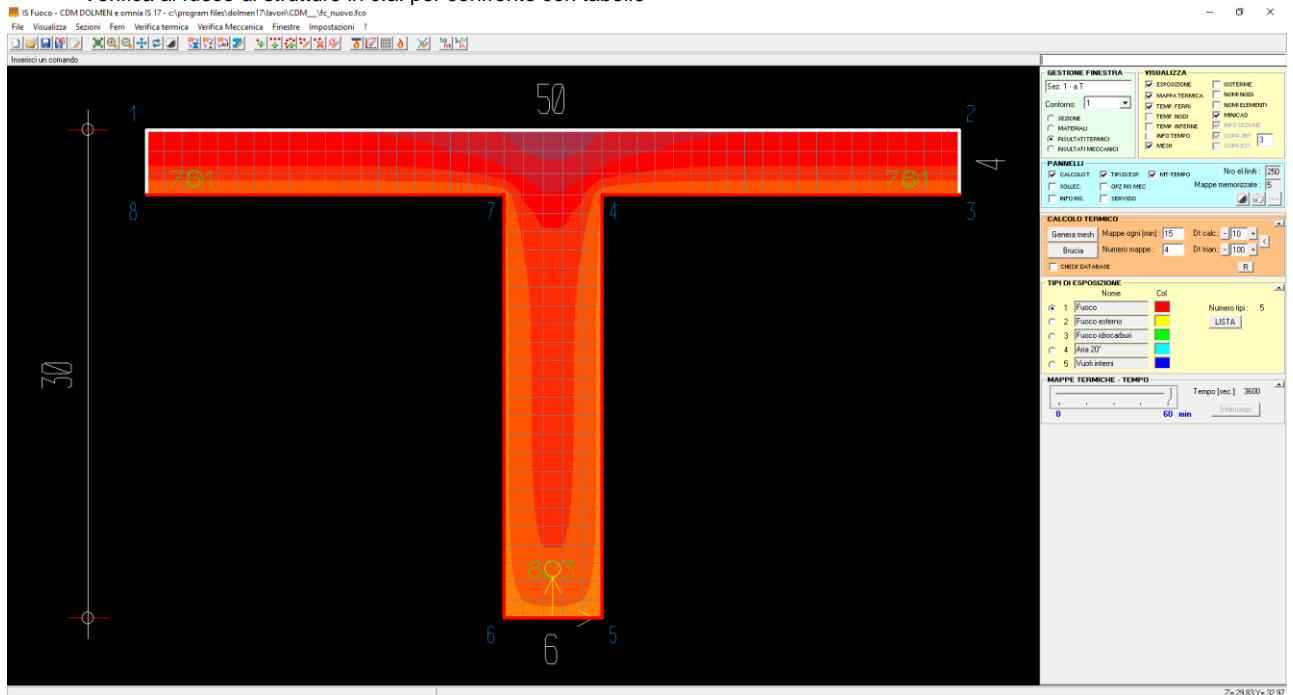
La nostra trave ha una base di 30 cm ed è precompressa, inoltre rispetta lo spessore minimo dell'anima (10 cm), richiesto dalla tabella. Per certificare la classe R60 dobbiamo garantire la presenza di 4 cm di copriferro antincendio. Il copriferro mancante, pari a 1,5 cm, può essere integrato mediante applicazione di 150 g/mq di primer EV2 e 500 g/mq di Aithon A90H.

- **Adeguamento tegoli a "T"**

Vista la geometria del tegolo, e una base di soli 6 cm, non risulta possibile effettuare un'analisi dello stesso per confronto con tabelle. Per verificare la resistenza al fuoco, a prescindere dai carichi agenti, si seguono i dettami della EN 13381-3, la quale stabilisce che a 300°C i trefoli mantengono almeno il 70 % delle proprie caratteristiche meccaniche. Secondo i principi della combinazione eccezionale dei carichi, dettata dalla norma e di qui ho accennato nel capitoletto del pilastro, mantenendo questa temperatura così cautelativa risulterebbe possibile certificare la resistenza al fuoco dell'elemento. Al fine di valutare le temperature in corrispondenza dei ferri ci si avvale del software di mappature termiche IS Fuoco della Dolmen.

Riporto la mappa termica del tegolo "nudo" per verificare le temperature dei trefoli in assenza di protettivi.

Verifica al fuoco di strutture in c.a. per confronto con tabelle



Dopo 60 minuti si registrano:

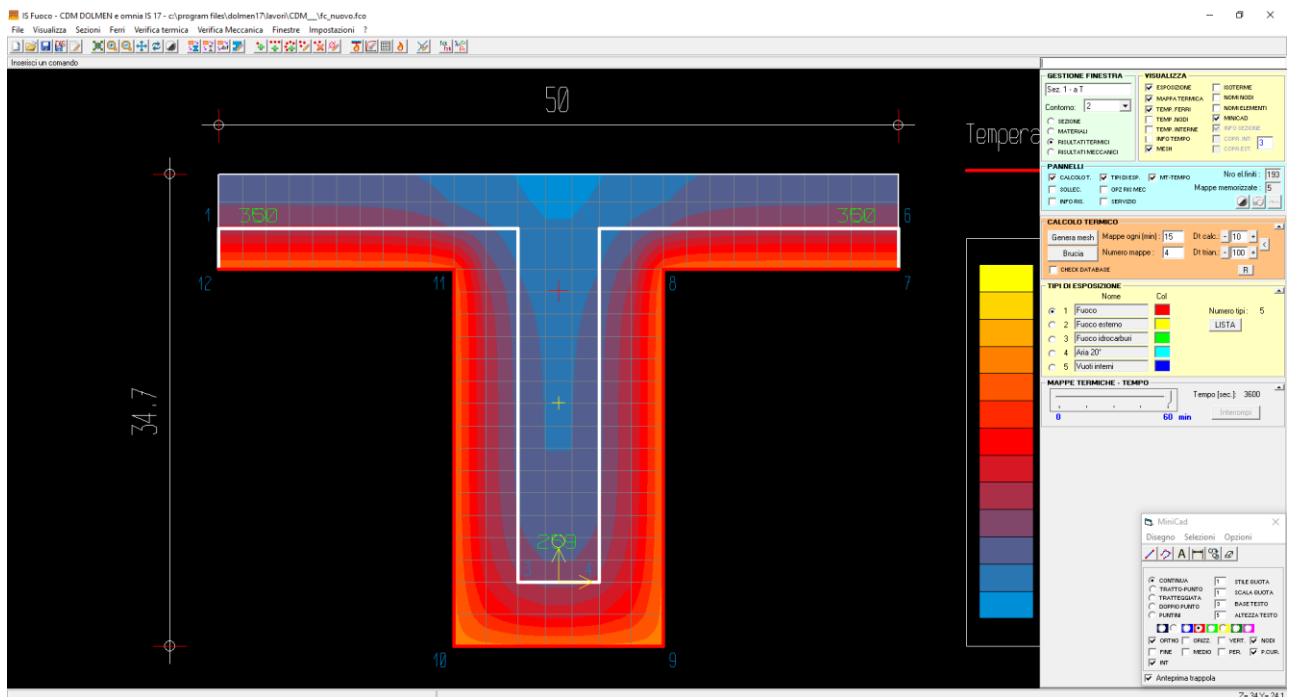
800 °C di temperature sul trefolo presente nell'anima;

780 °C di temperatura sui ferri di armatura lenta presenti nelle ali.

Riporto la mappatura dello stesso tegolo protetto con 150 g/mq di primer EV2 e 2,1 kg/mq di Aithon A90H, capace di simulare:

46,8 mm di calcestruzzo equivalente sull'anima;

30,4 mm di calcestruzzo equivalente sulle ali;



Dopo 60 minuti si registrano:

270° °C di temperature sul trefolo presente nell'anima;

350 °C di temperatura sui ferri di armatura lenta presenti nelle ali.

In queste condizioni risulta possibile certificare la classe R60 di resistenza al fuoco.