




REV.	DATA	MOTIVAZIONE	redatto	controllato

COMMITTENTE  <p>Ministero dell'Economia e delle Finanze <i>Amministrazione autonoma dei monopoli di Stato</i></p> <p>Ufficio Regionale del Veneto e Trentino - Alto Adige Deposito reperti di contrabbando di Adria</p>		COMMESSA <p>10-050</p> <p>FILE <small>\\server\corrente\commesse_alq\2010\10-050_monopoli stato - deposito reperti adria\tecnico\copertine documenti_copertine documenti_def-esec_2a consegna.dwg</small></p>
OGGETTO <p>OPERE PER IL RECUPERO FUNZIONALE DEL DEPOSITO REPERTI DI CONTRABBANDO DI ADRIA</p>		ELABORATO <p>A1</p>
FASE PROGETTAZIONE <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>		DATA <p>OTTOBRE 2010</p>
TIPOLOGIA OPERE <p>OPERE EDILI</p>		SCALA
ELABORATO <p>RELAZIONE SPECIALISTICA OPERE EDILI DI ADEGUAMENTO ALLA NORMATIVA DI PREVENZIONE INCENDI</p>		
PROGETTISTI INCARICATI <p>MANDATARIO Ing. Francesco ZIGIOTTO</p> <p>MANDANTE Ing. Zefferino TOMMASIN</p>		GRUPPO DI PROGETTAZIONE <p>Arch. Angela Mira BARBIERO Ing. Michele PIETRANGELI Ing. Andrea Rocco Ing. Antonio BISAGLIA P.I. Pierluigi FASAN</p>
ASSOCIAZIONE TEMPORANEA DI PROFESSIONISTI		
 <p>Architettura e Ingegneria di Qualità di Ziglotto & Associati</p> <ul style="list-style-type: none"> * Sede di Milano: Via Tommaseo, 31/a - 30030 Mirano - Ve Tel. 041.5770608 - fax 041.5778231 @mail: studioaiq@gmail.com * Sede di Mestre: Via Fagarè, 21 - 30171 Venezia - Ve Tel./fax 041.930561 		
 <p>TFE ingegneria s.r.l.</p> <ul style="list-style-type: none"> * Sede legale: via Frlull Venezia Giulla n. 8 - 30030 Pianiga - VE tel. 041 510.15.42 - fax 041.510.14.87 @mail: info@tfeingegneria.it 		

Sommario

1	RELAZIONE DI CALCOLO DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE PASSIVA DALL'INCENDIO	1
1.1	PREMESSA.	1
1.2	NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO.	1
1.3	VITA NOMINALE, CLASSE D'USO, PERIODO DI RIFERIMENTO.	1
1.4	METODO DI VERIFICA.	2
1.5	AZIONI SULLE COSTRUZIONI.	2
1.5.1	Azione Vento (v. allegato).....	2
1.5.2	Azione neve (v. Allegato).....	2
1.5.3	Azione dovuta ai carichi di esercizio.....	2
1.6	VERIFICA DELLA PARETE DI COMPARTIMENTAZIONE IN CARTONGESSO.	3
1.6.1	Verifica in condizioni normali.....	3
1.6.2	Verifica a caldo.....	5
1.7	VERIFICA DEL CONTROSOFFITTO DI PROTEZIONE DELLA COPERTURA.	10
1.7.1	Verifica a caldo.....	10

Allegato:

1. Calcolo azione del vento
2. Calcolo azione della neve

1 RELAZIONE DI CALCOLO DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE PASSIVA DALL'INCENDIO

1.1 PREMESSA.

Oggetto della presente relazione tecnico-specialistica sono le verifiche strutturali delle seguenti strutture:

- a) parete di compartimentazione;
- b) controsoffitto di protezione delle strutture;

1.2 NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO.

D.M. 14 Gennaio 2008	Norme Tecniche per le Costruzioni 2008
Circolare applicativa delle NTC2008 D.M. 14.01.2008	CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009-Suppl.Ordinarion.27)
DECRETO 16 febbraio 2007	Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione.
UNI EN 1993-1-2:2005 Parte 1-2	Eurocodice per l'acciaio strutturale: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio

1.3 VITA NOMINALE, CLASSE D'USO, PERIODO DI RIFERIMENTO.

Vita nominale: 50 anni

Classe d'uso II

Periodo di rif. Azione sismica: 50 anni

1.4 METODO DI VERIFICA.

Metodo di verifica agli SS.LL.

1.5 AZIONI SULLE COSTRUZIONI.

1.5.1 Azione Vento (v. allegato).

regione:	VENETO	
comune:	Adria	
località:	Adria	
quota del sito sul livello del mare:	0	m
altezza della costruzione dal suolo:	0	m
zona vento:	1	
tempo di ritorno dell'azione:	50	anni
classe di rugosità del terreno:	B	
Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive		
categoria di esposizione:	III	
pressione cinetica di riferimento q_b (Tr)	39,1	daN/m ²

La pressione del vento al netto del coefficiente di forma e dinamico è $p=80$ daN/m²

1.5.2 Azione neve (v. Allegato).

$$q_{sk} = 100 \text{ daN/m}^2$$

$$\mu_i = 0,80$$

$$q_s = \mu_i \times q_{sk} = 0,80 \times 100 = 80 \text{ daN/m}^2$$

1.5.3 Azione dovuta ai carichi di esercizio

Si assume per la categoria E la forza linearmente distribuita ad azione orizzontale pari a $H_k= 1,0$ kN/m applicata alla quota di 1,30 m dal p.f.

1.6 VERIFICA DELLA PARETE DI COMPARTIMENTAZIONE IN CARTONGESSO.

La verifica viene condotta su una parete tipo con altezza $H=700$ cm.

Vengono considerate azioni in condizioni normali e in condizioni di incendio.

Le prestazioni di resistenza al fuoco richieste sono EI 120.

La parete viene realizzata mediante doppia lastra in cartongesso da 12,5 mm per parte per un complessivo di quattro lastre.

I montanti sono del tipo a C 47x100x47x0,58 mm accoppiati sovrapposti a formare uno scatolare e posti ad interasse di 600 mm.

Il peso complessivo della parete è di circa 50 daN/m²

La caratteristiche geometrico inerziali della sezione del singolo montante sono

Momento d'inerzia: $J_1 = 181.396 \text{ mm}^4$

Modulo di resistenza: $W_1 = J_1/50 = 181.396/50 = 3.628 \text{ mm}^3$

Si tralascia la verifica in condizioni sismiche in quanto, nell'ipotesi, molto cautelativa, di un'azione statica equivalente caratterizzata da un coefficiente di intensità sismica pari a $C=0,10$, l'azione sismica risulterebbe essere equivalente ad una pressione $p=0,1 \times M = 0,10 \times 50 = 5 \text{ daN/m}^2$ ($M=50 \text{ kg/m}^2$, massa della parete), azione inferiore all'azione del vento.

1.6.1 Verifica in condizioni normali.

Valutazione dei carichi

- Azione variabile (categ. E): $H_k = 1,0 \text{ kN/m}$ applicata alla quota di 1,30 m dal p.f.
- Vento: coefficiente di forma pressione: $c_{pi}=0,20$
Pressione del vento : $q_{\text{vento}} = c_{pi} q_b = 0,20 \times 80 = 16 \text{ daN/m}^2 = 0,16 \text{ kN/m}^2$

Schema statico

Trave semplicemente appoggiata alle estremità soggetta al carico uniformemente ripartito dovuta al vento e carico concentrato dovuto all'azione variabile di cat. E

Calcolo degli effetti delle azioni

Lo stato di sollecitazione preponderante è flessionale e la verifica verrà condotta con riferimento alla sezione maggiormente sollecitata a momento flettente.

momento flettente dovuto al vento:

$$M_{\text{vento}} = 1/8 \times q_{\text{vento}} \times L^2 = 1/8 \times 0,16 \times 7,0^2 = 0,90 \text{ kN m/m}$$

momento flettente dovuto al carico di esercizio:

$$M_H = H_K \times (L-1,2) \times 1,2/L = 1,0 \times (7,0-1,2) \times 1,2/7,0 = 0,99 \text{ kN m/m}$$

Azioni allo SLU

Si considera la combinazione che vede il carico dovuto al vento come azione principale:

$$M_{\text{Ed SLU}} = \gamma_{q1} M_{\text{vento}} + \gamma_{q2} \times \psi_0 \times M_H = 1,5 \times 0,90 + 1,5 \times 1,0 \times 0,90 = 2,84 \text{ kNm/m}$$

Si ipotizza un montante costituito dall'accoppiamento di due profilati 47x100x47x0,58 avente le seguenti caratteristiche meccaniche:

$$\text{momento d'inerzia: } J = 2 \times J_1 = 2 \times 181.396 = 362.792 \text{ mm}^4$$

$$\text{momento resistente: } W = 2 \times W_1 = 2 \times 3.628 = 7.256 \text{ mm}^3$$

L'acciaio è S235 $\rightarrow f_{yk} = 235 \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 235/1,05 = 224 \text{ MPa}$$

L'interasse è pari a $i = 45 \text{ cm}$, il momento resistente è pari a:

$$M_{Rd} = f_{yd} W/i = 224 \times 7.256/0,45 = 3.611.876 \text{ Nmm/m} = 3,6 \text{ kN m /m} > M_{\text{Ed SLU}} = 2,84 \text{ kNm/m}$$

Il profilo risulta verificato

1.6.2 Verifica a caldo.

Nella verifica a caldo si procede mediante analisi termica nel transitorio della struttura della parete, schematizzata con apposito programma FEM dalla sua sezione orizzontale, come di seguito illustrato.

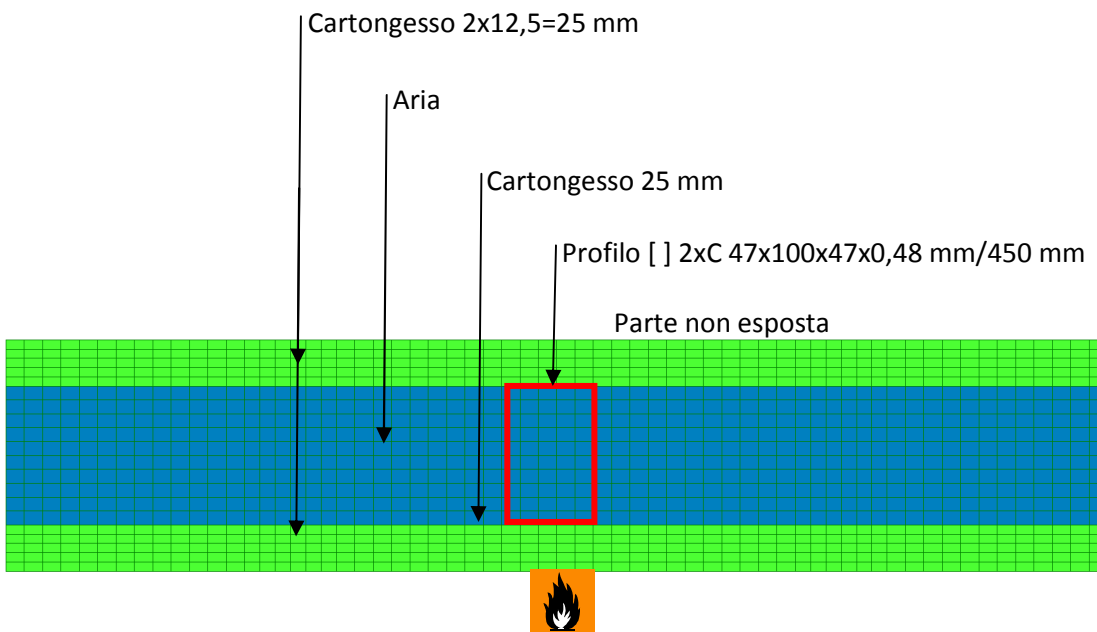


Figura 1 - modellazione FEM

Per la valutazione delle temperature all'interno della sezione con cui è stata schematizzata la parete, si ipotizzano le seguenti caratteristiche fisiche dei materiali:

- lastra in cartongesso:
 - densità: $\rho = 880 \text{ kg/m}^3$
 - conduttività termica: $\lambda = 0,21 \text{ W/m}^\circ\text{k}$
 - calore specifico: $c_a(\theta_a) = 1.700 \text{ J/kg } ^\circ\text{k}$
- Acciaio:
 - densità: $\rho = 7.850 \text{ kg/m}^3$
 - conduttività termica: $\lambda = 54-3,33 \cdot 10^{-2} \text{ W/m}^\circ\text{K}$

calore specifico: $c_a(\theta_a) = 470 + 2 \times 10^{-1} \theta_a + 38,1 \times 10^{-5} \theta_a^2$ J/kg °C

- aria:

densità $\rho = 1,17$ kg/m³

calore specifico: $c_a(\theta_a) = 1$ J/kg °k

conduttività: $\lambda = 0,026$ W/m°k

Dall'analisi termica si ricava la temperatura media sulla faccia non esposta all'incendio standard, dopo 120 minuti. Se la temperatura viene mantenuta al di sotto dei 150 °C si considera raggiunto il parametro "T" di isolamento termico.

L'analisi è in grado di valutare anche la temperatura sul montante portante della parete. Se la temperatura viene mantenuta sotto il valore di 350 °C, le caratteristiche meccaniche dell'acciaio possono essere considerate non eccessivamente modificate dall'incendio standard (in particolare il parametro del modulo elastico) e quindi si possono considerare trascurabili fenomeni deformativi; in questo caso si assume raggiunto anche il parametro E di tenuta ai fumi caldi.

Si sottolinea, tuttavia, che la prestazione della parete in opera dovrà essere certificata da professionista in conformità al decreto del Ministro dell'interno 4 maggio 1998 con relativa certificazione ai sensi del Decreto 16 febbraio 2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione" - (GU n. 74 del 29-3-2007- Suppl. Ordinario n. 87).

Nella presente relazione non si faranno richiami a rapporto di prova di pareti similari a quella in oggetto per non orientare la scelta dell'impresa offerente verso prodotti predeterminati.

Analisi termica nel transitorio.

Per la valutazione dell'andamento delle temperature all'interno dell'elemento e della protezione adottata, viene utilizzato un apposito programma di calcolo automatico in grado di discretizzare il sistema elemento-protezione in elementi finiti di adeguate proprietà termiche.

Il programma, all'interno della sezione che schematizza il sistema "elemento-protezione", integra la funzione di Fourier relativa alla trasmissione del calore nel transitorio:

$$\rho \cdot c \cdot \frac{\partial T}{\partial t} = \text{div}(\lambda \cdot \text{grad } T)$$

dove: ρ = densità del materiale
 c = calore specifico a pressione costante
 λ = conduttività
 T = variabile temperatura
 t = variabile tempo

Sul perimetro della sezione vengono impostate le condizioni al contorno relative al metodo di trasmissione del calore tra l'ambiente e il sistema elemento-protezione.

Per le superfici esposte all'incendio, il tipo di trasmissione ipotizzato è quello di convezione e irraggiamento tramite il quale, il gas, che subisce un incremento di temperatura definito dalla curva ISO 834, trasmette il flusso di calore al sistema.

La temperatura del gas che caratterizza "l'ambiente" in corrispondenza delle superfici esposte all'incendio si suppone abbia una variazione temporale conforma alla curva d'incendio ISO 834:

$$\theta_g = 293 + 345 \log_{10}(8t + 1)$$

con t espresso in minuti e θ_g in °K

Per la convezione la trasmissione del flusso di calore viene tradotta nella formula:

$$q_c = \alpha_c (T_a - T)$$

dove: q_c = densità di flusso di calore per convezione
 α_c = coefficiente di trasmissione di calore per convezione
 T = temperatura dell'elemento
 T_a = temperatura dell'ambiente

Per l'irraggiamento la trasmissione del flusso di calore viene tradotta nella formula:

$$q_r = \phi \varepsilon \sigma (T_a^4 - T^4)$$

dove: q_r = densità di flusso di calore per irraggiamento
 ϕ = fattore di configurazione o di forma, generalmente assunto pari a 1
 ε = emissività
 σ = la costante di Stefan Boltzman ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$)
 T = temperatura dell'elemento in gradi K
 T_a = temperatura dell'ambiente in gradi K

Nella presente relazione, salvo quanto diversamente specificato, verranno utilizzati i seguenti valori:

$\alpha_c = 25 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$ per la faccia esposta al fuoco

emissività $\epsilon=0,7$ per la faccia esposta al fuoco

Principali risultati dell'analisi termica.

Di seguito viene illustrata la mappatura delle temperature, all'interno della sezione orizzontale di parete, dopo 120 minuti di esposizione al fuoco.

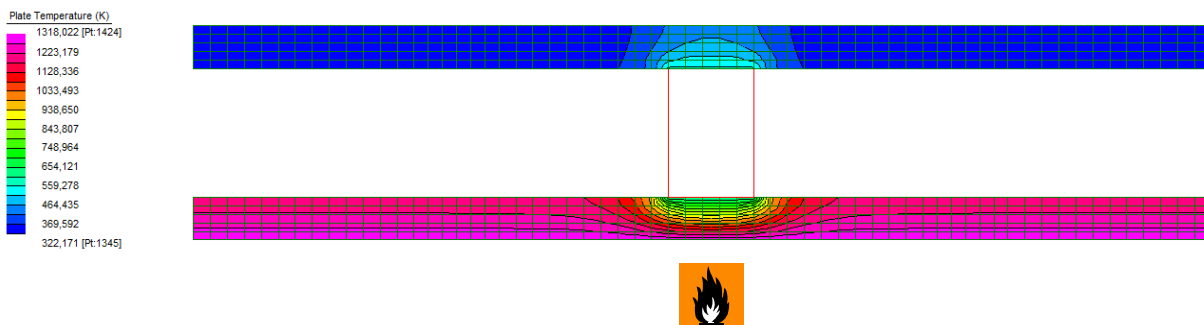


Figura 2 - andamento temperature a 120 min.

Di seguito viene illustrato l'andamento delle temperature sulla faccia non esposta all'incendio standard, al tempo $t=120$ minuti.

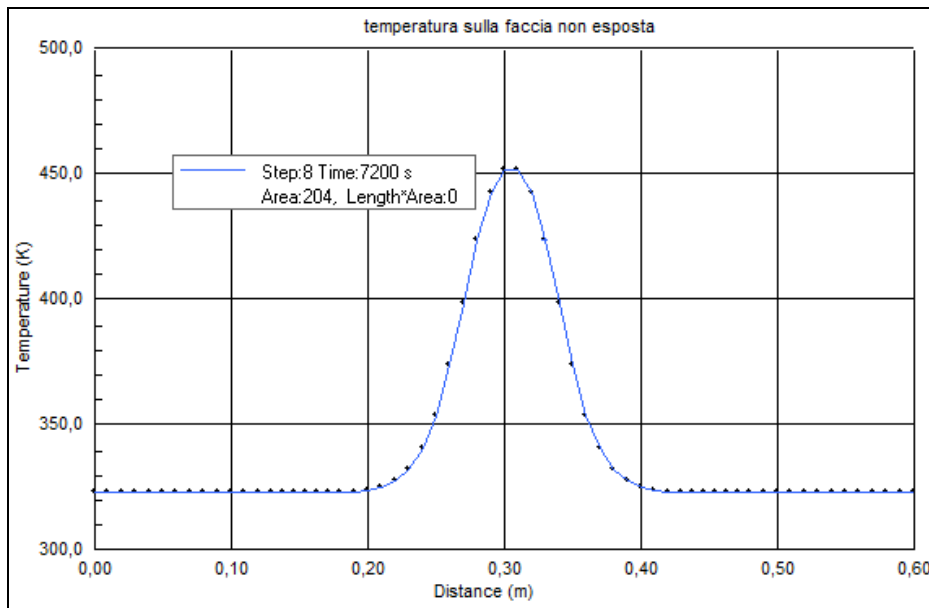


Figura 3 - diagramma temperatura faccia non esposta

La temperatura media sulla faccia non esposta della parete risulta essere pari a:

$$t_{\text{media}} = \int t \, dx / \Delta x = 204 / 0,6 = 340 \text{ °K} = 67 \text{ °C} < 150 \text{ °C}$$

dove: $\int t \, dx$ è l'integrale delle temperature valutate sulla faccia non esposta
 Δx è il dominio di integrazione (campitura dei montanti)

La temperatura massima del montante dopo 120 minuti di esposizione alla curva d'incendio standard risulta essere pari a $T = 614 \text{ °K} = 341 \text{ °C} < 350 \text{ °C}$.

Per quanto sopra riportato si assume la parete **EI 120**

Si sottolinea, tuttavia, che la prestazione dell'elemento costruttivo in opera dovrà essere certificata da professionista in conformità al decreto del Ministro dell'interno 4 maggio 1998 con relativa certificazione ai sensi del Decreto 16 febbraio 2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione" - (GU n. 74 del 29-3-2007- Suppl. Ordinario n. 87).

Nella presente relazione non si faranno richiami a rapporto di prova di pareti similari a quella in oggetto per non orientare la scelta dell'impresa offerente verso prodotti predeterminati.

1.7 VERIFICA DEL CONTROSOFFITTO DI PROTEZIONE DELLA COPERTURA.

La distanza tra i solai di falda e la protezione al fuoco è tale da rendere superflua la verifica di resistenza al fuoco.

Tuttavia, avendo il controsoffitto funzione protettiva anche e soprattutto nei confronti delle strutture principali (travi reticolari), viene svolta di seguito la verifica delle strutture principali.

La verifica viene condotta con riferimento ad un controsoffitto tipo realizzato con struttura a vista con profili 24x38 mm sospesa con pendinatura a doppia treccia. La lastra utilizzata per la formazione del controsoffitto è in calcio-silicato da 6 mm e lana minerale dello spessore di 50 mm e densità 50 kg/m³.

Il peso complessivo del controsoffitto è stimato in circa 12 daN/m²

Le prestazioni di resistenza al fuoco richieste sono R 120.

La verifica verrà svolta controllando che la temperatura sull'elemento protetto rimanga al di sotto di 500°C.

1.7.1 Verifica a caldo.

Nella verifica a caldo si procede mediante analisi termica nel transitorio della struttura della parete, schematizzata con apposito programma FEM dalla sua sezione verticale, come di seguito illustrato.

La modellazione adottata per la valutazione delle temperature è di seguito illustrata

Elemento in c.a. da proteggere (catena della reticolare o trave)

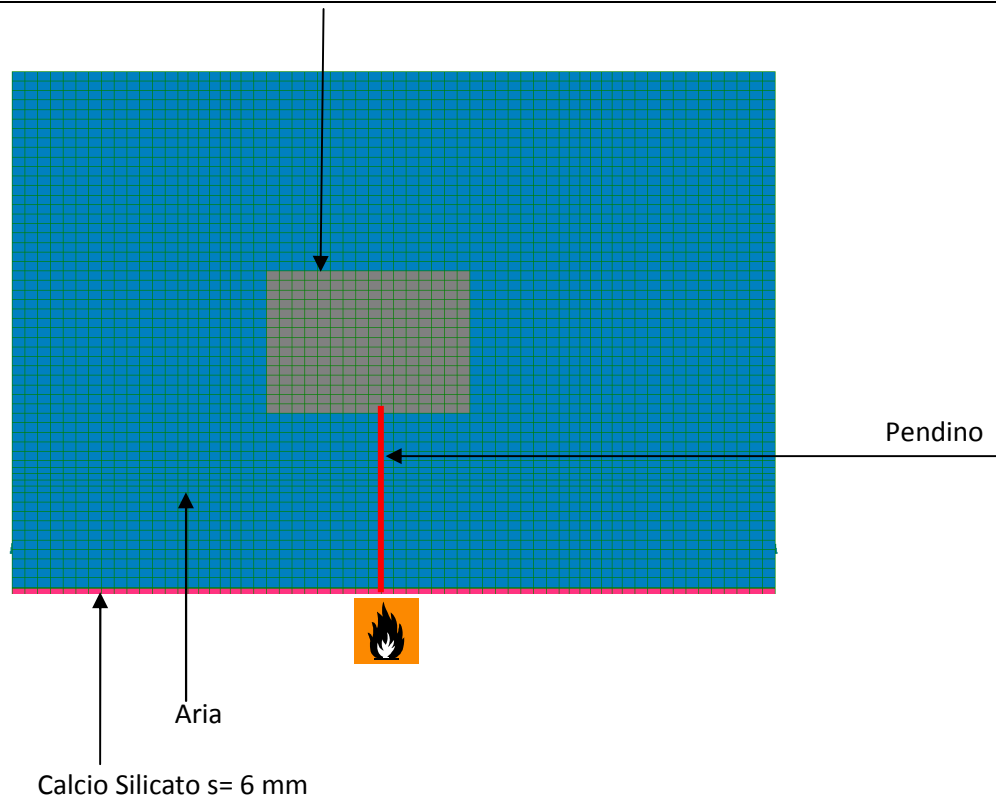


Figura 4 - modellazione FEM

Per la valutazione delle temperature all'interno della sezione con cui è stata schematizzata la parete, si ipotizzano le seguenti caratteristiche fisiche dei materiali:

- lastra in calcio silicato idrato:
 - densità: $\rho = 875 \text{ kg/m}^3$
 - conduttività termica: $\lambda = 0,17 \text{ W/m}^\circ\text{k}$
 - calore specifico: $c_a(\theta_a) = 1.550 \text{ J/kg } ^\circ\text{k}$
- Acciaio:
 - densità: $\rho = 7.850 \text{ kg/m}^3$
 - conduttività termica: $\lambda = 54-3,33 \cdot 10^{-2} \text{ W/m}^\circ\text{K}$
 - calore specifico: $c_a(\theta_a) = 470+2 \cdot 10^{-1} \theta_a + 38,1 \cdot 10^{-5} \theta_a^2 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$
- aria:

densità $\rho = 1,17 \text{ kg/m}^3$
calore specifico: $c_a(\theta_a) = 1 \text{ J/kg } ^\circ\text{k}$
conduttività: $\lambda = 0,026 \text{ W/m}^\circ\text{k}$

Il risultato dell'analisi termica dopo 120 minuti di esposizione al fuoco (curva ISO834) e sotto riportato.

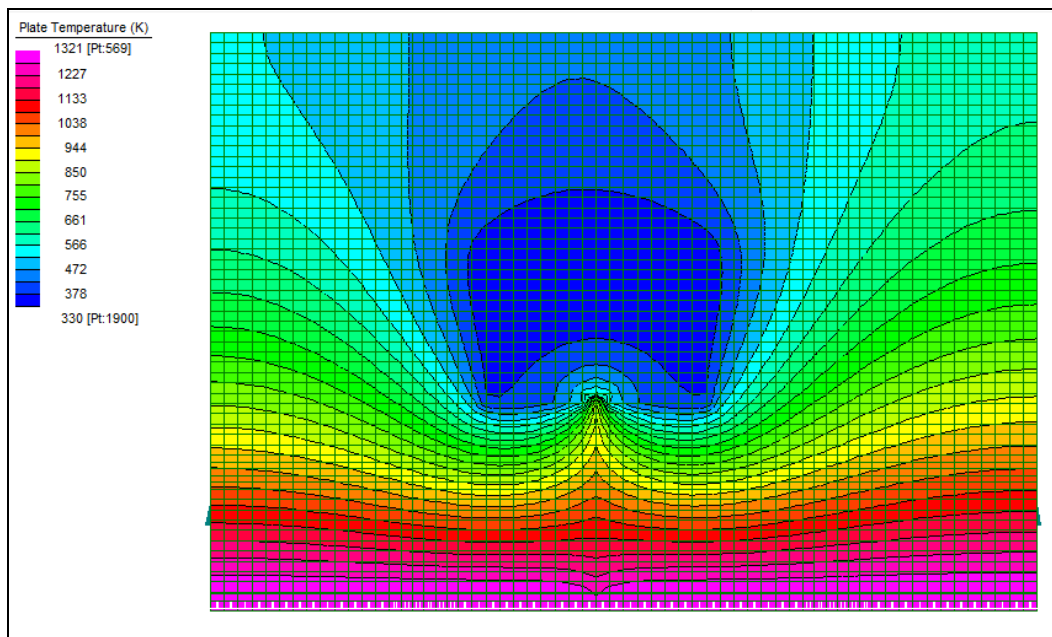


Figura 5 - andamento delle temperatura dopo 120 minuti sul modello

Dall'analisi termica, si ricava che la temperatura nel calcestruzzo rimane abbondantemente al di sotto dei 500°C , ad eccezione di una piccola porzione in corrispondenza di eventuali collegamenti metallici (pendino) con la struttura da proteggere.

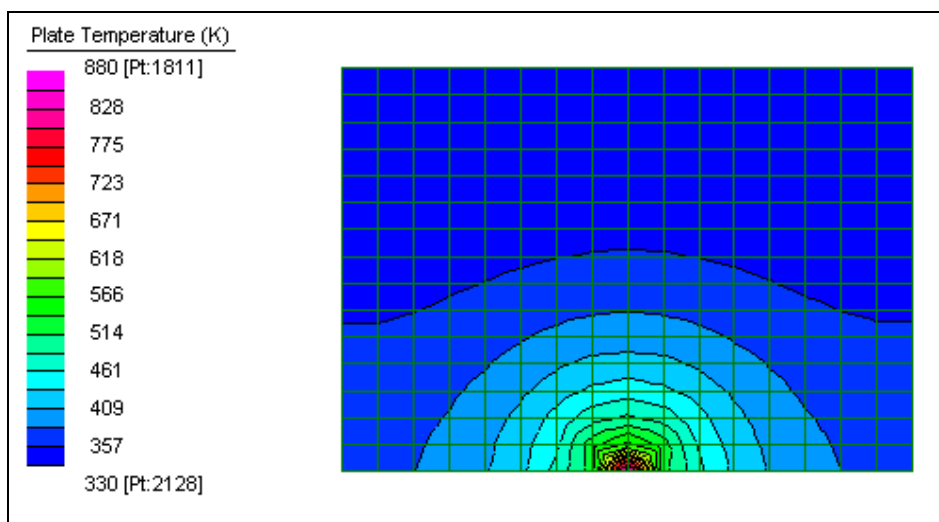


Figura 6 - temperatura su elemento protetto dal controsoffitto posto a distanza di 14 cm dalla struttura

L'eventualità di un collegamento del controsoffitto alle strutture principali è da considerarsi remota, essendo al pendinatura effettuata sui solai di falda.

Per quanto sopradetto, la struttura di copertura risulta protetta al fuoco dal controsoffitto con raggiungimento di prestazione R120.

Si sottolinea, tuttavia, che la prestazione dell'elemento costruttivo in opera dovrà essere certificata da professionista in conformità al decreto del Ministro dell'interno 4 maggio 1998 con relativa certificazione ai sensi del Decreto 16 febbraio 2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione" - (GU n. 74 del 29-3-2007- Suppl. Ordinario n. 87).

Nella presente relazione non si faranno richiami a rapporto di prova di pareti similari a quella in oggetto per non orientare la scelta dell'impresa offerente verso prodotti predeterminati.