



con il contributo incondizionato di

AMONN[®]
Amotherm

Seminario formativo

La protezione dal fuoco delle strutture e la reazione al fuoco dei materiali

Martedì 2 Aprile 2019 alle ore 15.00
Sala Conferenze dell'Ordine degli Ingegneri di Latina

RELATORE: Ing. Denise Fiorina

www.amonncolor.com

SOMMARIO

- Soluzioni tecniche proponibili
- Prodotti
 - vernici intumescenti
 - intonaci antincendio
- Riferimenti normativi:
 - resistenza al fuoco
 - eurocodici strutturali
 - norme di qualificazione dei prodotti
- Esempio di calcolo su elemento strutturale in:
 - acciaio
 - c.a./ c.a.p.
 - legno
 - pareti
- Reazione al fuoco:
 - classificazione italiana
 - classificazione europea

Sistemi di protezione passiva

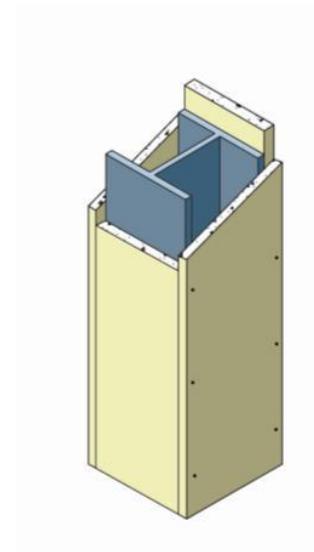
❖ non necessitano di interventi da parte di persone o di dispositivi automatici al momento dell'incendio.



vernice



intonaco



lastra

Sistemi di protezione passiva

Rivestimenti protettivi PASSIVI

*Non mutano lo stato fisico
durante il riscaldamento
(INTONACI, LASTRE)*

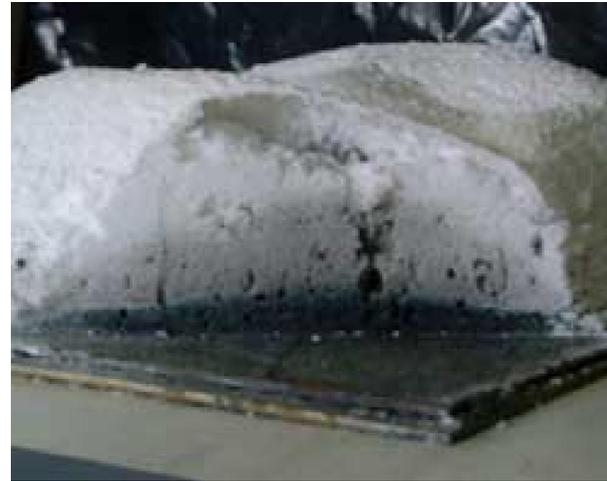
Rivestimenti protettivi REATTIVI

*Mutano lo stato fisico durante il
riscaldamento
(VERNICI INTUMESCENTI
reactive coatings)*

Protettivi reattivi



Acciaio-rivestimento reattivo-
pre incendio



Acciaio-rivestimento reattivo-
post incendio

VERNICI

- Sono facili da applicare
- Hanno peso ridotto
- Non sono invasive
- **Mantengono inalterata l'estetica dell'elemento protetto**
- Mutano il loro stato fisico se sottoposte a calore, formando una schiuma carboniosa che isola il supporto sottostante;
- Possono essere sovra verniciate con finiture a basso spessore (conferisce resistenza agli agenti atmosferici e migliora l'aspetto estetico finale)
- Possiedono caratteristiche tali da ridurre il grado di combustione dell'elemento ligneo su cui sono applicate. Il loro impiego è nell'ambito della reazione al fuoco.

Protettivi passivi



Acciaio-rivestimento passivo con
intonaco antincendio

INTONACO ANTINCENDIO

- Alleggerito a base di gesso
- Spruzzato da imprese specializzate
- Impiegato a protezione di strutture in acciaio, c.a./c.a.p. solette miste acciaio + getto in c.a.
- Sistema economico
- Basso peso specifico
- Può garantire protezione per elevate classi di resistenza

MODALITA' DI APPLICAZIONE

VERNICE INTUMESCENTE:

- A pennello
- A rullo
- Ad airless



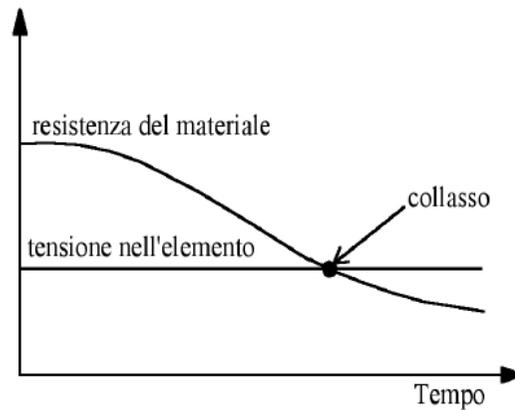
INTONACO ANTINCENDIO:

- A spruzzo con macchina intonacatrice

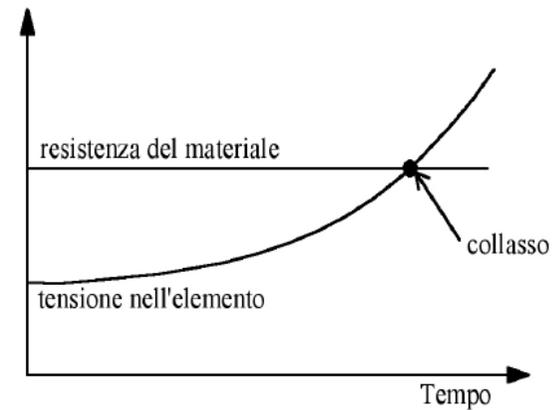


Comportamento al fuoco dei materiali

Comportamento di acciaio e cls armato



Comportamento del legno



La perdita di efficienza di una struttura in legno avviene per riduzione della sezione e non per decadimento delle proprietà meccaniche come per acciaio e calcestruzzo armato

Qualifica dei protettivi

UNI EN 13501-2 “Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi di costruzione”, nello specifico la Parte 2 relativa alla “Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco, esclusi i sistemi di ventilazione”.

Allegato A del DM 16/2/2007

A.3.2 - Si applica a Rivestimenti, pannelli, intonaci, vernici e schermi protettivi dal fuoco

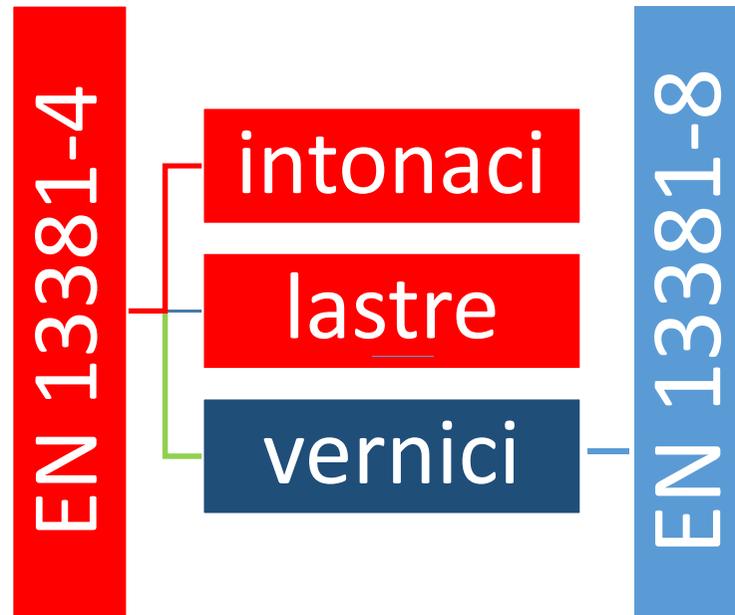
Norme EN 13501-2; EN 13381-1-2,3,4,5,6,7

Classificazione: espressa negli stessi termini previsti per gli elementi portanti protetti

EN 13381-3	EN 13381-4	EN 13381-7	EN 13381-8
Calcestruzzo armato	Acciaio-passivi/reattivi	Legno (resistenza)	Acciaio- reattivi

ACCIAIO

Qualifica dei protettivi



Qualifica dei protettivi

EN 13381-8-Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali - Parte 8: **Protettivi reattivi** applicati ad elementi di acciaio- **C.M. 17381 del 27/12/2013**

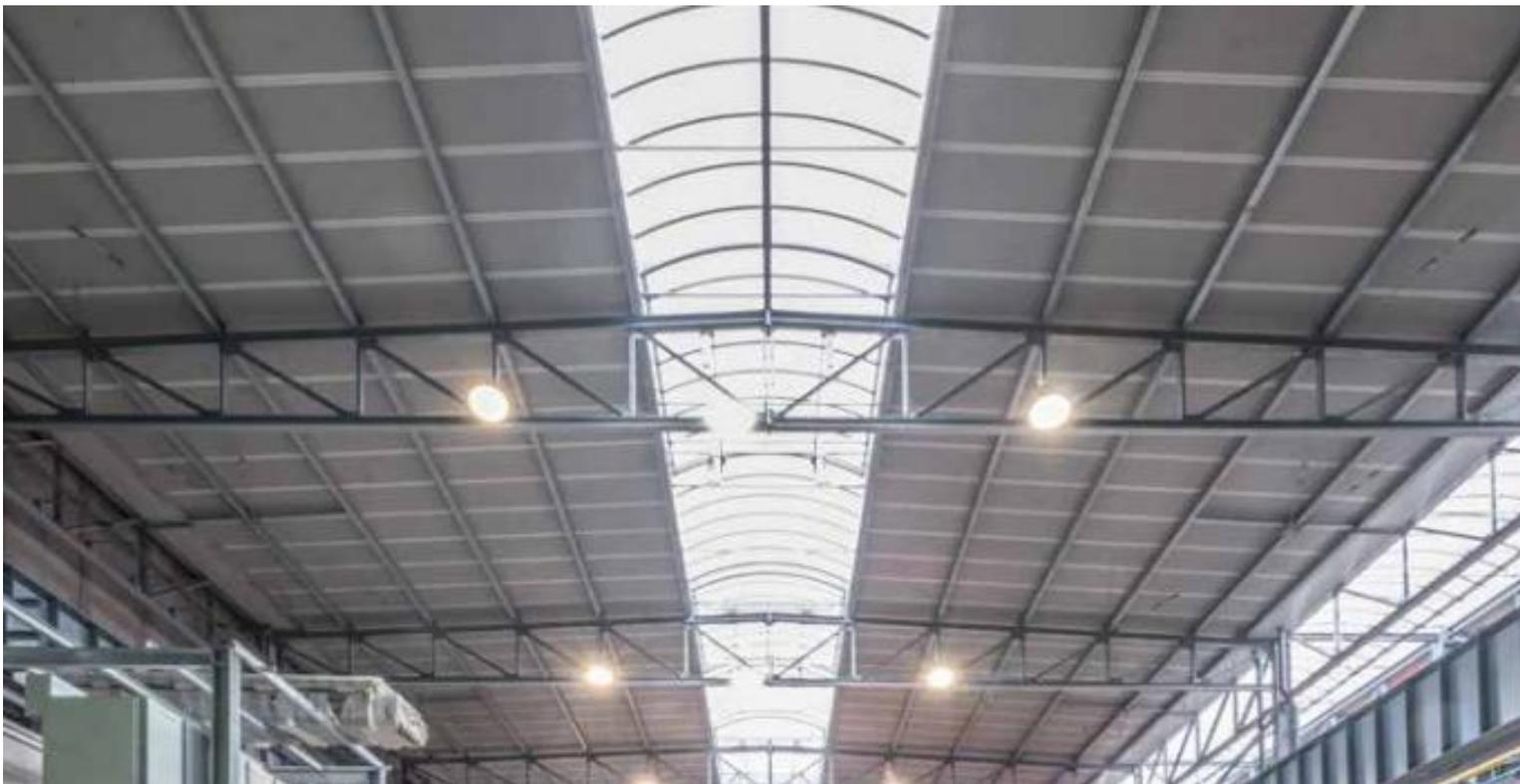
Lettera circolare 17381-2013

Con la presente lettera circolare si fa presente che dal 30 novembre 2013 entreranno in vigore, in forma esclusiva, le norme EN 13381-4:2013 e EN 13381-8:2013, rispettivamente per i protettivi passivi e reattivi. Premesso quanto sopra, si fornisce alle strutture in indirizzo il seguente prospetto riepilogativo, riportante le norme di prova che, ai fini delle certificazioni di resistenza al fuoco, sono da ritenere accettabili:

Norma di prova	Applicabile a prodotti reattivi	Applicabile a prodotti passivi	Condizione di accettabilità della certificazione di resistenza al fuoco
ENV 13381-4:2002	Sì	Sì	Se i rapporti di prova sono emessi prima del 30/11/2013
EN 13381-8:2010	Sì	NO	Se i rapporti di prova sono emessi prima del 30/11/2013
EN 13381-4:2013	NO	Sì	Se i rapporti di prova sono emessi dal 30/11/2013
EN 13381-8:2013	Sì	NO	Se i rapporti di prova sono emessi dal 30/11/2013

Si ricorda infine che i protettivi di elementi in acciaio possono essere marcati CE in base alla ETAG 018 e che la marcatura CE ne consente la libera commercializzazione nel mercato interno dell'Unione Europea.

Esempio di calcolo: struttura in ACCIAIO



RIFERIMENTI NORMATIVI

-D.M. 16/2/2007

-N.T.C.

- UNI EN 1991-1-2: Eurocodice 1- azioni sulle strutture-parte 1-2: azioni in generale-azioni sulle strutture esposte al fuoco

- UNI EN 1993-1-2: Eurocodice 3- progettazione delle strutture in acciaio-parte 1-2: regole generali-progettazione strutturale contro l'incendio

-norma di qualifica del prodotto: EN 13381-8; EN 13381-4

TIPI DI VERIFICHE

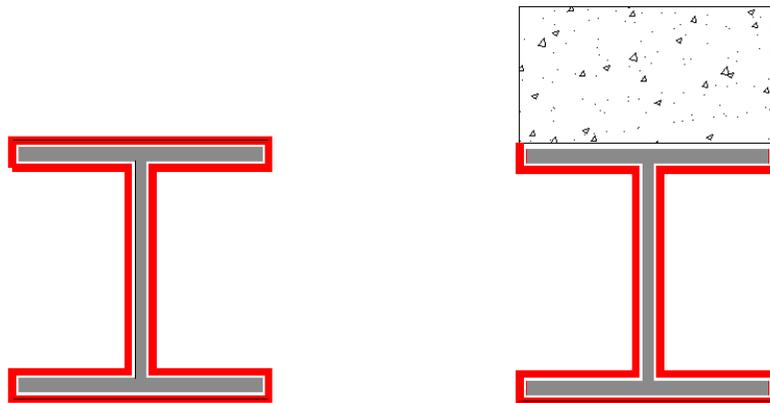
- ❖ Nel dominio della temperatura → si verifica nell'intervallo di tempo richiesto che la temperatura del materiale sia inferiore al valore critico che causa il collasso dell'elemento: $\Theta \leq \Theta_{cr}$
- ❖ Nel dominio del carico → si verifica nell'intervallo di tempo richiesto che la resistenza della struttura $R_{fi,d,t}$ sia superiore all'effetto delle azioni $E_{fi,d}$:

$$R_{fi,d,t} \geq E_{fi,d}$$

- ❖ Nel dominio del tempo → si deve verificare che il tempo necessario per raggiungere il collasso dell'elemento sia superiore al tempo di resistenza richiesto;

FATTORE DI SEZIONE

Fattore di sezione "A/V" = perimetro esposto al fuoco/ area della sezione trasversale



TEMPERATURA CRITICA

μ_0 = tasso di sollecitazione in condizioni di incendio

In condizioni d'incendio, le azioni di progetto vengono determinate con riferimento alla condizione eccezionale prevista nelle NTC 2008:

$$F_{fi,d} = \gamma_{GA} G_K + \sum \psi_{2,i} Q_{K,i}$$

La temperatura critica dipende dal tasso di sollecitazione, definito attraverso il “grado di utilizzo”- μ_0

$$\mu_0 = \frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d,0}}$$

$E_{fi,d}$ = sollecitazione in caso d'incendio;

$R_{fi,d,0}$ = resistenza di progetto della sezione al tempo $t=0$;

CLASSIFICAZIONE DELLE SEZIONI

Classe di duttilità delle sezioni

La classe di duttilità indica la capacità di rotazione plastica della sezione. Nelle EN 1993-1-2 sono stabiliti i rapporti dimensionali limite **per le parti delle sezioni sottoposte a compressione**. La classe della sezione corrisponde alla massima classe delle parti che la compongono. Un elemento che non soddisfa i limiti per la classe 3 è ritenuto di classe 4. Per la classificazione in caso di incendio è necessario adottare il valore di ε :

$$\varepsilon = 0,85 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

Tab. 4: Valore di ε e ε^2 in caso di incendio

f_y	S235	S275	S355	S460
ε	0,85	0,79	0,69	0,61
ε^2	0,72	0,62	0,48	0,37

Nomogramma

Metodo grafico di valutazione della resistenza al fuoco di strutture in acciaio (basato su EN 1993-1-2 Luglio 2005)



Commissione per la Sicurezza
delle Costruzioni in Acciaio
in caso d'Incendio

Premessa

Il 20 gennaio 2006, su iniziativa di Fondazione Promozione Acciaio e con la partecipazione del Ministero dell'Interno, è stata costituita la **Commissione per la Sicurezza delle Costruzioni in Acciaio in caso di Incendio**.

La Commissione Tecnica, che è composta da rappresentanti nazionali nel campo della ricerca europea, da esponenti del Ministero dell'Interno coinvolti nella definizione del quadro normativo nazionale, da docenti universitari e da liberi professionisti, si propone come un vero e proprio punto di riferimento a livello nazionale per professionisti e operatori di settore italiani sul tema del fuoco.

Il "Nomogramma", primo fra i diversi strumenti tecnici che la **Commissione per la Sicurezza delle Costruzioni in Acciaio in caso di Incendio** intende divulgare, è un semplice supporto operativo, basato sull'Eurocodice EN1993-1-2, a disposizione del professionista per la stima della resistenza al fuoco delle strutture di acciaio.

È sempre possibile un aggiornamento sui lavori della Commissione consultando il sito: www.promozioneacciaio.it

CLASSIFICAZIONE DELLE SEZIONI

Limiti dimensionali. La classificazione dipende dai rapporti dimensionali di ciascuno dei suoi elementi compressi.

Le sezioni in acciaio possono subire fenomeni di imbozzamento/ instabilità locale e vengono così suddivise in funzione della capacità di rotazione plastica:

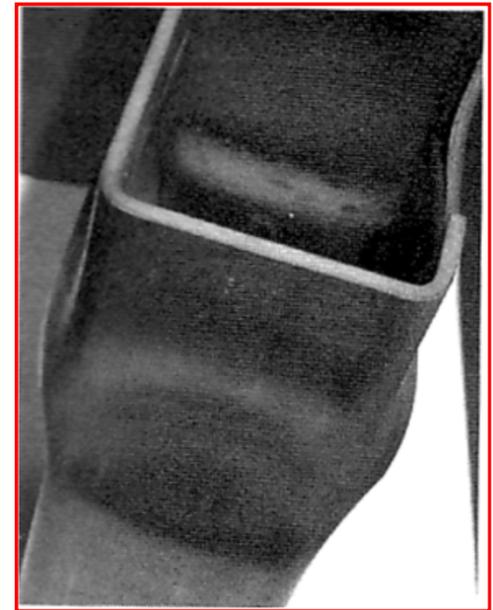
CLASSE 1- sezioni per le quali può aversi completa formazione di una cerniera plastica;

CLASSE 2- sezioni per le quali è prevista la completa formazione di una cerniera plastica, ma con limitata capacità di deformazione;

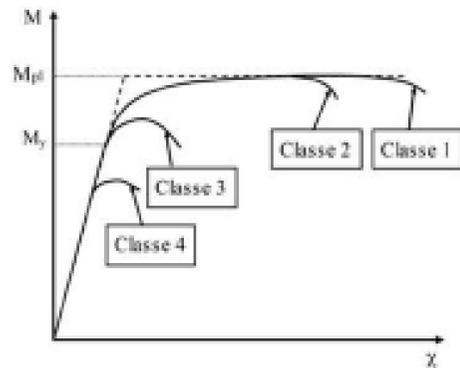
CLASSE 3- sezioni per le quali, a causa di fenomeni di instabilità locale, non è possibile la redistribuzione plastica delle tensioni nella sezione ed il momento ultimo coincide con quello elastico convenzionale;

CLASSE 4- sezioni per le quali a causa di importanti fenomeni d'instabilità locale, il momento ultimo è minore di quello al limite elastico convenzionale;

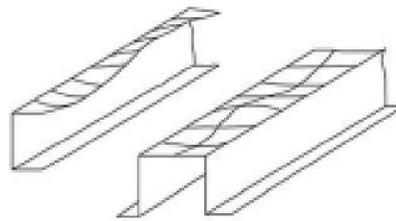
Per sezioni di classe 4 la temperatura è di 350°C



CLASSIFICAZIONE DELLE SEZIONI



Diagrammi momento-curvatura ($M-\chi$)
per le diverse classi di sezioni.



Instabilità locale di profili sottili



Per sezioni di classe 4 la temperatura è di 350°C

CLASSIFICAZIONE DELLE SEZIONI

Tab. 1: Classe di duttilità

	Asse di flessione	
	Asse di flessione	
Classe	Parti soggette a flessione	Parti soggette a compressione
Distribuzione delle tensioni (positivo se di compressione)		
1	$c/t \leq 72 \epsilon$	$c/t \leq 33 \epsilon$
2	$c/t \leq 83 \epsilon$	$c/t \leq 38 \epsilon$
Distribuzione delle tensioni (positivo se di compressione)		
3	$c/t \leq 124 \epsilon$	$c/t \leq 42 \epsilon$

VERIFICA DELL'ANIMA:

$$(h-2*t_f-2*r)/t_w = (300-2*10,7-2*15)/7,1 = 35$$

$$c/t \leq 124*\epsilon \text{ con } 124*0,69 = 85,6$$

35 < 85,6 → VERIFICATA

Tab. 2: Classe di duttilità

Sezioni laminata	Sezioni saldate
Classe	Parti soggette a compressione
Distribuzione delle tensioni (positivo se di compressione)	
1	$c/t \leq 9 \epsilon$
2	$c/t \leq 10 \epsilon$
3	$c/t \leq 14 \epsilon$

VERIFICA DELLA FLANGIA:

$$(b-t_w)/(2*t_f) = (150-7,1-2*15)/(2*10,7) = 5,27$$

$$c/t \leq 14*\epsilon \text{ con } 14*0,69 = 9,66$$

5,27 < 9,66 → VERIFICATA

Se elemento inflesso

PROFILO IPE 300

B= 150mm

H= 300mm

tw= 10,7mm

tf= 15mm

Acciaio S 275

Nel complesso la sezione è verificata,
CLASSE 1 di duttilità

TEMPERATURA CRITICA: elementi inflessi/tesi di classe 1/2/3

1. Secondo EC 3 (4.2.4)

$$\theta_{a,cr} = 39,19 \ln \left[\frac{1}{0,9674 \mu_0^{3.833}} - 1 \right] + 482$$

Esempio: calcolato $\mu_0 = 0,78$
Ricavo $\theta_{a,cr} = 502^\circ \text{C}$

μ_0	$\theta_{a,cr}$	μ_0	$\theta_{a,cr}$	μ_0	$\theta_{a,cr}$
0,22	711	0,42	612	0,62	549
0,24	698	0,44	605	0,64	543
0,26	685	0,46	598	0,66	537
0,28	674	0,48	591	0,68	531
0,30	664	0,50	585	0,70	526
0,32	654	0,52	578	0,72	520
0,34	645	0,54	572	0,74	514
0,36	636	0,56	566	0,76	508
0,38	628	0,58	560	0,78	502
0,40	620	0,60	554	0,80	496

TEMPERATURA CRITICA: elementi inflessi/tesi di classe 1/2/3

In assenza di specifiche in base alle condizioni di carico da adottare in caso di incendio, la normativa (EN 1993-1-2) permette di considerare:

$$\eta_{fi} = 0,7$$

$$\mu_0 = \frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d,0}} = \frac{\eta_{fi} E_d}{\gamma_s R_d}$$

**Nella condizione limite
Ed = Rd**

$$\mu_0 = 0,66$$

E_d = valore di progetto delle azioni sollecitanti in condizioni ordinarie (SLU);

η_{fi} = coefficiente di riduzione delle azioni in condizioni di incendio;

$E_{fi,d}$ = valore di progetto delle azioni sollecitanti in caso di incendio;

CLASSIFICAZIONE DELLE SEZIONI

Tab. 1: Classe di duttilità

Classe	Parti soggette a flessione	
	Parti soggette a flessione	Parti soggette a compressione
Distribuzione delle tensioni (positivo se di compressione)		
1	$c/t \leq 72 \epsilon$	$c/t \leq 33 \epsilon$
2	$c/t \leq 83 \epsilon$	$c/t \leq 38 \epsilon$
Distribuzione delle tensioni (positivo se di compressione)		
3	$c/t \leq 124 \epsilon$	$c/t \leq 42 \epsilon$

VERIFICA DELL'ANIMA:

$$(h-2*t_f-2*r)/t_w = (300-2*10,7-2*15)/7,1 = 35$$

$$c/t \leq 42*\epsilon \text{ con } 42*0,69 = 29$$

35 > 29 → NON VERIFICATA

Tab. 2: Classe di duttilità

Classe	Parti soggette a compressione	
	Distribuzione delle tensioni (positivo se di compressione)	
1	$c/t \leq 9 \epsilon$	
2	$c/t \leq 10 \epsilon$	
3	$c/t \leq 14 \epsilon$	

VERIFICA DELLA FLANGIA:

$$(b-t_w)/(2*t_f) = (150-7,1-2*15)/(2*10,7) = 5,27$$

$$c/t \leq 14*\epsilon \text{ con } 14*0,69 = 9,66$$

5,27 < 9,66 → VERIFICATA

Se elemento compresso

PROFILO IPE 300

B= 150mm

H= 300mm

tw= 10,7mm

tf= 15mm

Acciaio S 275

Nel complesso la sezione non è verificata, CLASSE 4 di duttilità

TEMPERATURA CRITICA: elementi compressi di classe 1/2/3

Nomogramma

Metodo grafico di valutazione della resistenza al fuoco di strutture in acciaio (basato su EN 1993-1-2 Luglio 2005)



Premessa

Il 20 gennaio 2006, su iniziativa di Fondazione Promozione Acciaio e con la partecipazione del Ministero dell'Interno, è stata costituita la **Commissione per la Sicurezza delle Costruzioni in Acciaio in caso di Incendio**.

La Commissione Tecnica, che è composta da rappresentanti nazionali nel campo della ricerca europea, da esponenti del Ministero dell'Interno coinvolti nella definizione del quadro normativo nazionale, da docenti universitari e da liberi professionisti, si propone come un vero e proprio punto di riferimento a livello nazionale per professionisti e operatori di settore italiani sul tema del fuoco.

Il "Nomogramma", primo fra i diversi strumenti tecnici che la **Commissione per la Sicurezza delle Costruzioni in Acciaio in caso di Incendio** intende divulgare, è un semplice supporto operativo, basato sull'Eurocodice EN1993-1-2, a disposizione del professionista per la stima della resistenza al fuoco delle strutture di acciaio. È sempre possibile un aggiornamento sui lavori della Commissione consultando il sito: www.promozioneacciaio.it

3.2.1 - Introduzione al metodo semplificato

La resistenza all'instabilità di progetto $N_{b,\theta,Rd}$ di elementi di classe 1, 2 o 3 con temperatura uniforme θ , può essere definita come segue:

$$N_{b,\theta,Rd} = \chi_{\theta} \cdot A \cdot k_{y,\theta} \cdot f_y = f_{y,\theta,\bar{\lambda}}^* \cdot A \quad [3.2]$$

dove

A area della sezione

$f_{y,\theta,\bar{\lambda}}^* = \chi_{\theta} \cdot k_{y,\theta} \cdot f_y$ tensione critica di compressione alla temperatura θ e per snellezza adimensionale $\bar{\lambda}$.

3.2.2 - Procedimento di calcolo

- Determinazione della snellezza adimensionale dell'elemento:

$$\bar{\lambda}_{(20^\circ C)} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{l_{fi}}{i \cdot \lambda_1} \quad [3.3]$$

dove:

l_{fi} lunghezza di libera inflessione

i raggio di inerzia della sezione

$$\lambda_1 = 93,9 \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad f_y \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad [3.4]$$

In caso di edifici controventati in cui ogni piano costituisce un compartimento separato, nei piani intermedi la lunghezza di libera inflessione l_{fi} di una colonna continua può essere assunta pari a $l_{fi}=0,5L$ (con L si intende l'altezza di interpiano), mentre all'ultimo piano può essere assunta $l_{fi}=0,7 L$.

- Calcolo della tensione critica di compressione, per la quale la resistenza diventa uguale al carico applicato:

$$f_{y,\theta,\bar{\lambda}}^* = \frac{N_{b,\theta,Rd}}{A} \quad [3.5]$$

dove

$N_{b,\theta,Rd}$ sollecitazione di progetto in caso di incendio

A area della sezione

- Determinazione della temperatura critica in accordo alla tabella Tab. 5 per S235, Tab. 6 per S275, Tab. 7 per S355 e Tab. 8 per S460.

Temperatura critica θ_a - S235

	400°C	500°C	600°C	700°C	800°C	900°C
λ_c (°C)	$f_{y,Red} \cdot [N/mm^2]$					
0,0	235	183	110	54	26	14
0,1	218	171	102	50	24	13
0,2	202	159	94	46	22	13
0,3	187	147	87	42	21	12
0,4	171	136	80	38	19	11
0,5	156	124	72	34	18	10
0,6	140	113	65	30	16	10
0,7	126	102	58	26	15	9
0,8	112	91	51	23	13	8
0,9	99	81	45	20	12	7
1,0	88	73	40	18	11	7
1,1	78	65	35	16	9	6
1,2	70	58	31	14	8	6
1,3	62	52	28	12	8	5
1,4	56	47	25	11	7	5
1,5	50	42	22	10	6	4
1,6	45	38	20	9	6	4
1,7	41	35	18	8	5	4
1,8	37	31	17	7	5	3
1,9	34	29	15	7	4	3
2,0	31	26	14	6	4	3

Temperatura critica θ_a - S355

	400°C	500°C	600°C	700°C	800°C	900°C
λ_c (°C)	$f_{y,Red} \cdot [N/mm^2]$					
0,0	355	277	167	82	39	21
0,1	334	261	157	76	37	20
0,2	313	246	147	71	35	19
0,3	293	231	137	66	33	18
0,4	272	215	126	60	31	17
0,5	250	199	116	54	28	16
0,6	227	182	105	49	26	15
0,7	204	165	94	43	24	14
0,8	182	148	83	38	21	13
0,9	161	132	73	33	19	12
1,0	143	118	65	29	17	11
1,1	126	105	57	25	15	10
1,2	112	93	51	22	14	9
1,3	100	83	45	19	12	8
1,4	89	75	40	17	11	8
1,5	80	67	36	15	10	7
1,6	72	61	32	14	9	6
1,7	65	55	29	13	8	6
1,8	59	50	26	11	7	5
1,9	54	46	24	10	7	5
2,0	49	42	22	9	6	4

Temperatura critica θ_a - S275

	400°C	500°C	600°C	700°C	800°C	900°C
λ_c (°C)	$f_{y,Red} \cdot [N/mm^2]$					
0,0	275	215	129	63	30	17
0,1	256	201	120	58	28	16
0,2	239	188	112	54	27	15
0,3	222	175	103	50	25	14
0,4	204	162	95	45	23	13
0,5	187	149	86	41	21	12
0,6	169	135	78	36	19	11
0,7	151	122	69	32	18	11
0,8	135	110	62	28	16	10
0,9	120	98	54	24	14	9
1,0	106	87	48	21	13	8
1,1	94	78	42	19	11	7
1,2	83	69	38	16	10	7
1,3	74	62	33	15	9	6
1,4	67	56	30	13	8	6
1,5	60	50	27	12	7	5
1,6	54	45	24	10	7	5
1,7	49	41	22	9	6	4
1,8	45	38	20	9	6	4
1,9	41	34	18	8	5	4
2,0	37	32	17	7	5	3

Temperatura critica θ_a - S460

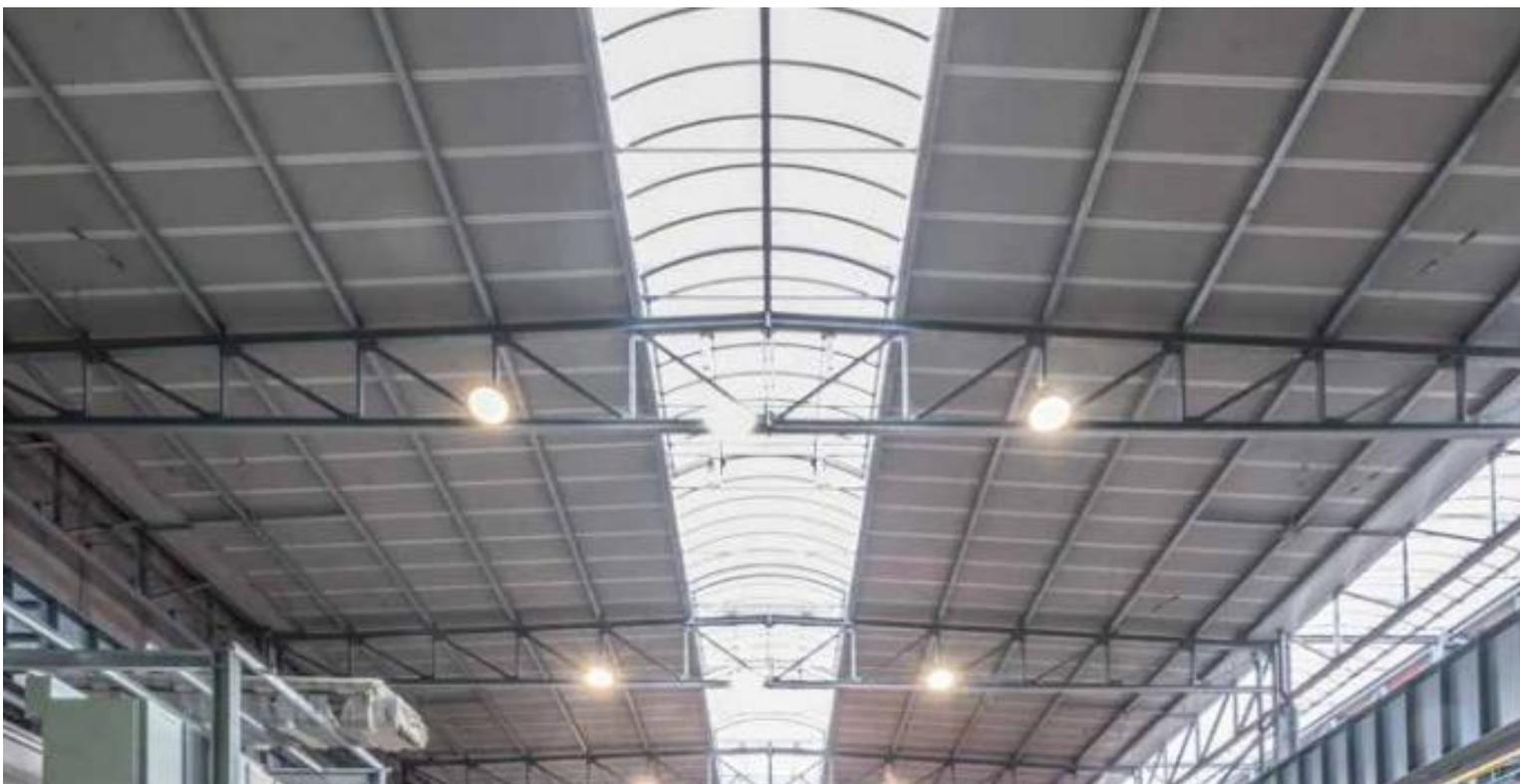
	400°C	500°C	600°C	700°C	800°C	900°C
λ_c (°C)	$f_{y,Red} \cdot [N/mm^2]$					
0,0	460	359	216	106	51	28
0,1	435	341	204	100	48	26
0,2	412	323	193	93	46	25
0,3	388	305	181	87	43	24
0,4	362	286	169	80	41	23
0,5	335	266	155	73	38	22
0,6	305	245	141	66	35	21
0,7	276	222	127	58	32	19
0,8	246	200	112	51	29	18
0,9	218	179	99	44	26	16
1,0	193	159	87	39	23	15
1,1	170	142	77	34	21	14
1,2	151	126	68	30	19	12
1,3	134	112	60	26	17	11
1,4	119	100	54	23	15	10
1,5	107	90	48	21	13	9
1,6	96	81	43	18	12	8
1,7	87	73	39	17	11	8
1,8	79	67	35	15	10	7
1,9	72	61	32	14	9	6
2,0	66	56	29	12	8	6

Tab. 5, 6, 7, 8: Temperatura critica - elementi compressi

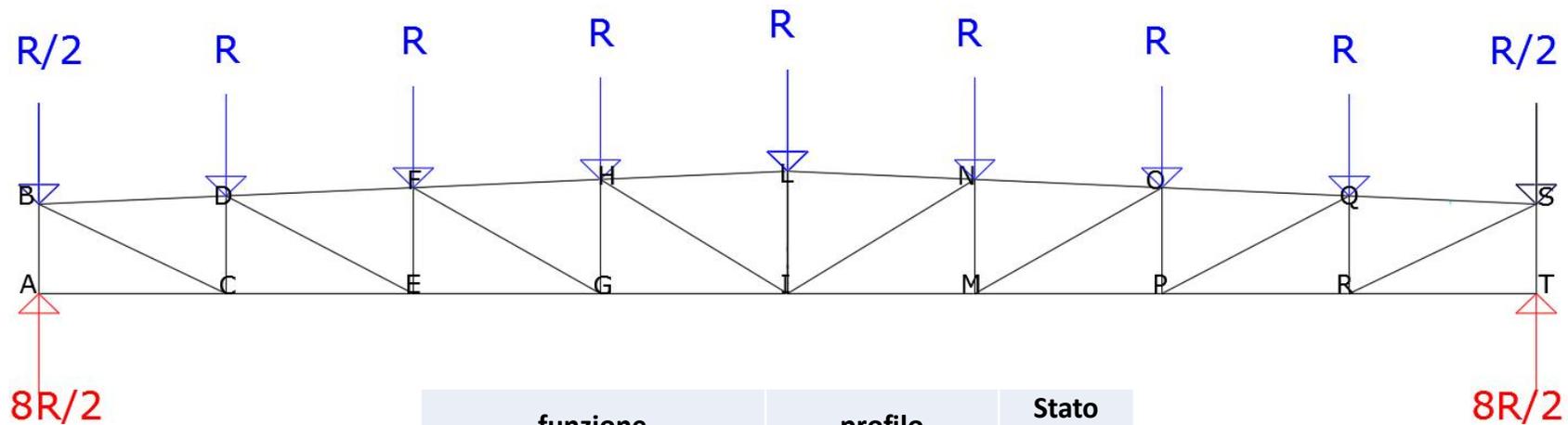
Temperatura critica θ_a - S235

	400°C	500°C	600°C	700°C	800°C	900°C
$\bar{\lambda}_{(20^\circ\text{C})}$	$f_{y\theta\bar{\lambda}}^* [\text{N/mm}^2]$					
0,0	235	183	110	54	26	14
0,1	218	171	102	50	24	13
0,2	202	159	94	46	22	13
0,3	187	147	87	42	21	12
0,4	171	136	80	38	19	11
0,5	156	124	72	34	18	10
0,6	140	113	65	30	16	10
0,7	126	102	58	26	15	9
0,8	112	91	51	23	13	8
0,9	99	81	45	20	12	7
1,0	88	73	40	18	11	7
1,1	78	65	35	16	9	6
1,2	70	58	31	14	8	6
1,3	62	52	28	12	8	5
1,4	56	47	25	11	7	5
1,5	50	42	22	10	6	4
1,6	45	38	20	9	6	4
1,7	41	35	18	8	5	4
1,8	37	31	17	7	5	3
1,9	34	29	15	7	4	3
2,0	31	26	14	6	4	3

STRUTTURE ESILI

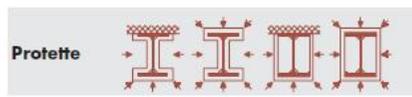


RETICOLARI DI COPERTURA



funzione	profilo	Stato tensionale
Arcareccio	HEA 100	inflesso
corrente superiore	HEA 120	C
corrente inferiore	2L 60x60x5	T
diagonali	2L 45x45x5	T-C
montanti	2L 45x45x5	C

Fattori di sezione «A/V»



HE				
HE 100 AA	290	355	181	245
HE 100 A	217	264	138	185
HE 100 B	180	218	115	154
HE 100 M	96	116	65	85
HE 120 AA	296	361	182	247
HE 120 A	220	267	137	185
HE 120 B	167	202	106	141
HE 120 M	92	111	61	80
HE 140 AA	281	342	172	233
HE 140 A	208	253	129	174
HE 140 B	155	187	98	130
HE 140 M	88	106	58	76
HE 160 AA	244	297	150	203
HE 160 A	192	234	120	161
HE 160 B	140	169	88	118
HE 160 M	83	100	54	71
HE 180 AA	229	279	141	190
HE 180 A	187	226	115	155
HE 180 B	131	159	83	110
HE 180 M	80	96	52	68
HE 200 AA	211	256	130	175
HE 200 A	174	211	108	145
HE 200 B	122	147	77	102
HE 200 M	76	92	49	65

Profilo	A/V(m ⁻¹)
2L 60x60x5	297
2L 45x45x5	≈297

Temperatura critica

- Aste: 2L 60x60x5mm

profilo	Corrente inferiore	L(m)	N _{fi,d} (daN)	A(cm ²)	acciaio
2L 60x60x5	GI	2	85000	11,64	S 235

$$N_{fi,d} = 90000 \text{ N}$$

$$R_{fi,d,t0} = \gamma_{mfi} \times f_y = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{mfi} = 1$$

$$\mu_0 = N_{fi,d} / (A \times f_y \times 1) = 0,33$$

$$\Theta_{cr} = 645^\circ \text{C}$$

μ_0	$\theta_{a,cr}$	μ_0	$\theta_{a,cr}$	μ_0	$\theta_{a,cr}$
0,22	711	0,42	612	0,62	549
0,24	698	0,44	605	0,64	543
0,26	685	0,46	598	0,66	537
0,28	674	0,48	591	0,68	531
0,30	664	0,50	585	0,70	526
0,32	654	0,52	578	0,72	520
0,34	645	0,54	572	0,74	514
0,36	636	0,56	566	0,76	508
0,38	628	0,58	560	0,78	502
0,40	620	0,60	554	0,80	496

Table No. A1.2: I- sections - columns exposed on 4 sides

Classe R

ESTRATTO tabella del rapporto di classificazione del protettivo

Fire resistance clarification R30 - columns exposed on 4 sides							
Design Temperature	350	400	450	500	550	600	650
Section factor A/V [m ⁻¹]	Thickness of the fire protection material to maintain temperature below design temperature [µm]						
63	412	412	412	412	412	412	412
65	412	412	412	412	412	412	412
75	412	412	412	412	412	412	412
85	412	412	412	412	412	412	412
95	478	412	412	412	412	412	412
105	591	412	412	412	412	412	412
115	684	412	412	412	412	412	412
125	763	414	412	412	412	412	412
135	830	506	412	412	412	412	412
145	888	585	412	412	412	412	412
155	938	654	412	412	412	412	412
165	1009	715	472	412	412	412	412
175	1096	769	525	412	412	412	412
185	1173	817	572	412	412	412	412
195	1243	860	614	412	412	412	412
205	1305	898	652	412	412	412	412
215	1362	934	687	413	412	412	412
225	1414	971	719	467	412	412	412
235	1478	1026	747	515	412	412	412
245	1555	1077	774	560	442	412	412
255	1627	1125	798	601	486	412	412
265	1692	1168	821	639	527	412	412
275	1754	1209	842	674	566	412	412
285	1810	1246	861	707	601	412	412
295	1863	1281	880	738	634	441	412
297	1874	1288	883	744	641	450	412

The thickness of the fire protection material is for the reactive coating layer only (without primer and topcoat).

Temperatura di collasso

Nelle singole celle si individua il valore «DFT» spessore di film secco

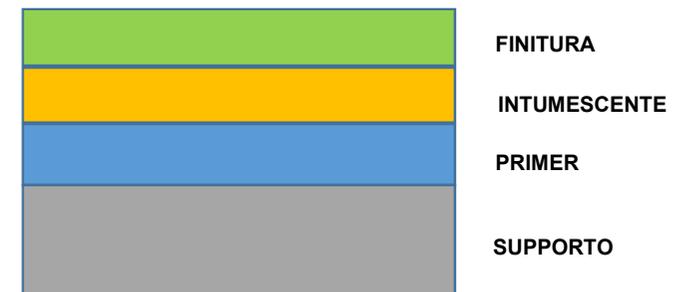
SOLUZIONE

SOLUZIONE CON VERNICE INTUMESCENTE A BASE							
IDENTIFICAZIONE ELEMENTO	PROFILO	ESPOSIZIONE AL FUOCO	A/V (m ⁻¹)	Classe R.	T (°C)	DFT (μm)	kg/m ²
Arcareccio	HEA 100	4 lati	265	30	650	412	0,8
corrente superiore	HEA 120	4 lati	267	30	575	527	1,0
corrente inferiore	2L 60x60x5	4 lati	297	30	645	450	0,9
diagonali	2L 45x45x5	4 lati	≈297	30	600	450	0,9
montanti	2L 45x45x5	4 lati	≈297	30	580	641	1,3

CICLO APPLICATIVO

da scegliere in base alle caratteristiche del supporto e delle condizioni ambientali

- primer di adesione
- applicazione del rivestimento intumescente in funzione delle caratteristiche degli elementi esaminati
- Top di finitura



...in modo analogo di ragiona nel caso di analisi con intonaco antincendio

10.1.2 Spessori minimi richiesti per il materiale protettivo per giustificare R60

Fattore di forma (m ⁻¹)	Spessore minimo richiesto per giustificare R60 (mm)								
	Temperature standard dell'acciaio (°C)								
	350	400	450	500	550	600	650	700	750
30	10	10	10	10	10	10	10	10	10
60	10	10	10	10	10	10	10	10	10
70	13	11	10	10	10	10	10	10	10
80	16	13	11	10	10	10	10	10	10
90	16	15	13	12	10	10	10	10	10
100	18	16	15	13	12	10	10	10	10
110	18	17	16	14	13	11	10	10	10
120	19	18	16	15	14	12	11	10	10
130	20	18	17	16	14	13	12	10	10
140	21	19	18	16	15	14	12	11	10
150	23	20	19	17	16	14	13	11	10
160	24	22	19	18	16	15	13	12	10
170	25	23	20	18	17	15	14	12	10
180	26	24	22	19	18	16	14	13	11
190	27	25	23	20	19	17	15	14	12
200	28	26	24	22	20	18	16	14	13
210	29	27	25	23	21	19	17	15	13
220	29	27	25	23	22	20	18	16	14
230	30	28	26	24	22	20	18	16	14
240	30	28	27	25	23	21	19	17	15
250	32	29	27	25	24	22	20	18	16
260	32	30	28	26	24	22	21	19	16
270	33	30	28	26	25	23	21	19	17
280	33	31	29	27	25	23	22	20	17
290	34	31	29	27	26	24	22	20	18
300	34	32	29	28	26	24	22	21	18
310	35	32	30	28	26	25	23	21	19
320	35	33	30	28	27	25	23	21	19
330	36	34	31	29	27	25	23	21	19
340	36	34	32	30	28	26	23	21	19
350	37	35	32	30	28	26	24	22	20
360	37	35	33	31	28	26	24	22	20
370	37	35	33	31	29	27	25	22	20
380	38	36	34	32	30	28	25	23	20
390	38	36	34	32	30	28	26	23	21
400	38	37	35	33	31	28	26	24	21
410	39	37	35	33	31	29	26	24	22

Nelle singole celle si individua lo spessore di protettivo espresso in «mm»

ESTRATTO tabella del rapporto di classificazione del protettivo

APPLICAZIONI

VEGA 2 - EXPO 2015



PADIGLIONE MESSICO - EXPO 2015



EDIFICIO GUCCI - RIPRISTINO

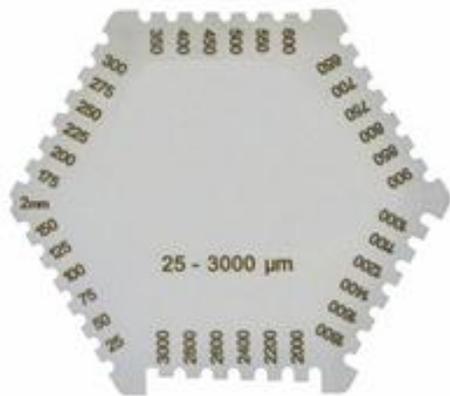


MISURAZIONE DEGLI SPESSORI

Titolo: Sistemi protettivi antincendio – **UNI 10898-1:2012**

Modalità di controllo dell'applicazione - Parte 1: Sistemi intumescenti

Sommario: La norma stabilisce le modalità di controllo dell'applicazione dei sistemi protettivi antincendio di tipo intumescente, atte a verificarne la conformità alle specifiche di progetto, redatte in funzione dell'elemento da proteggere e del grado di resistenza al fuoco richiesto



Pettine ad umido



C.A./C.A.P.

CAPANNONE CAFFITTA SYSTEM (MILANO)



Ing. Denise Fiorina

Documentazione Fotografica



DESCRIZIONE

- ❖ capannone industriale con struttura in c.a. c/o zona Milanofiori (MI)
- ❖ magazzino materie prime compartimento B (porzione di capannone)
- ❖ richiesta: riqualificazione mediante protezione passiva dall'incendio delle strutture in c.a. per conferire **classe di resistenza al fuoco R 60**

Struttura in c.a/ c.a.p.

Tipologia strutturale:

1. Tegoli TT di copertura
2. Travi principali ad "L"
3. Pilastri



RIFERIMENTI NORMATIVI

-D.M. 16/2/2007

-N.T.C.

- UNI EN 1991-1-2: Eurocodice 1- azioni sulle strutture-parte 1-2: azioni in generale-azioni sulle strutture esposte al fuoco

- UNI EN 1992-1-2: Eurocodice 2- progettazione delle strutture in calcestruzzo armato-parte 1-2: regole generali-progettazione strutturale contro l'incendio

-norma di qualifica del protettivo: EN 13381-3

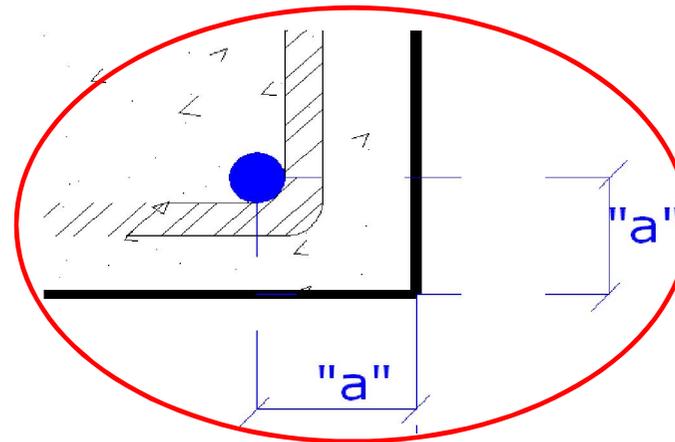
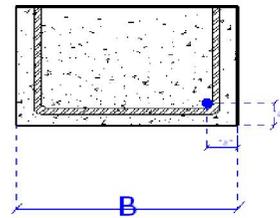
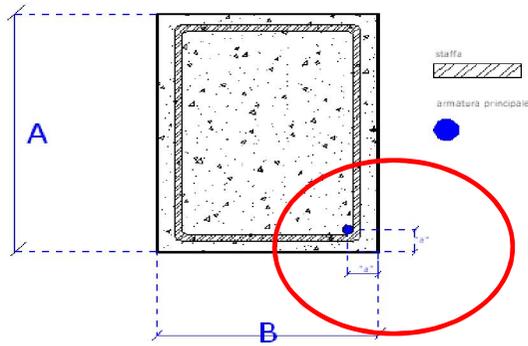
Procedura di analisi

- ❖ Individuazione dei singoli elementi strutturali (tavole grafiche/ rilievi)
- ❖ Identificazione della geometria e dei “copriferrì”
- ❖ Individuazione degli spessori di protettivo da applicare in funzione delle precedenti variabili e della classe “R” di resistenza al fuoco richiesta

COPRIFERRO

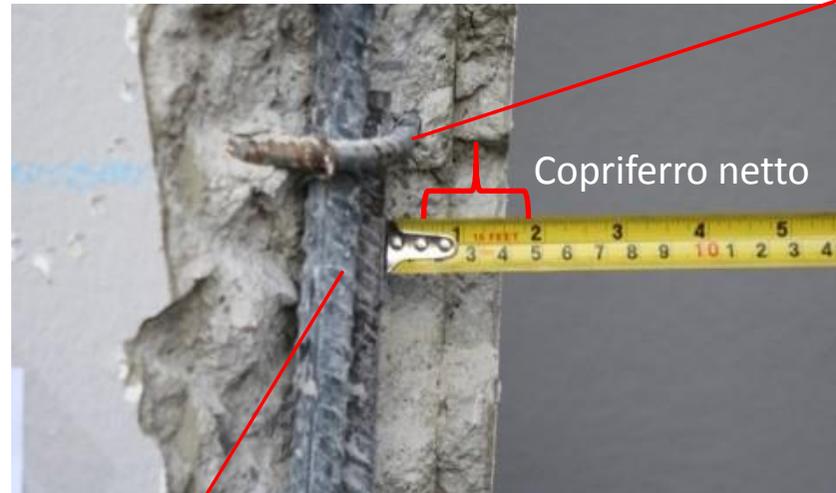
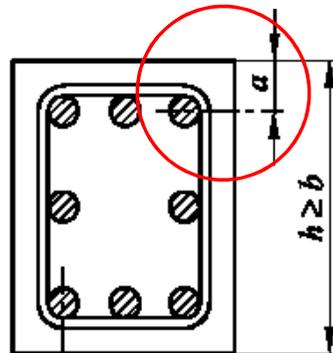
PILASTRO

TRAVE



COPRIFERRO

È da intendersi come la distanza tra il lembo esposto della sezione in c.a. e l'asse della barra di armatura principale maggiormente esposta



Armatura
principale

Ing. Denise Fiorina

MODALITA' DI ANALISI

- ❖ ALLEGATO B del D.M. 16/2/2007 **PROVE**
- ❖ ALLEGATO C del D.M. 16/2/2007 **CALCOLI**
- ❖ ALLEGATO D del D.M. 16/2/2007 **TABELLE**

Travi principali ad L

$B \geq 300$ mm

“a” = 15-20 mm armatura lenta

Confronto tabellare con D.M. 16/2/2007

Tab. D.6.1. TRAVI

Classe	Combinazioni possibili di b e a				b_w
30	b = 80 / a = 25	120 / 20	160 / 15	200 / 15	80
60	b = 120 / a = 40	160 / 35	200 / 30	300 / 25	100
90	b = 150 / a = 55	200 / 45	300 / 40	400 / 35	100
120	b = 200 / a = 65	240 / 60	300 / 55	500 / 50	120
180	b = 240 / a = 80	300 / 70	400 / 65	600 / 60	140
240	b = 280 / a = 90	350 / 80	500 / 75	700 / 70	160

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di b e a ne possono tenere conto nella maniera indicata nella tabella D.5.1. Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

Pilastri in c.a

Sezione 50x50 cm

“a” = 25mm armatura lenta

Confronto tabellare con D.M. 16/2/2007

Tab. D.6.1. PILASTRI

Classe	Esposto su più lati		Esposto su un lato
30	B = 200 / a = 30	300 / 25-	160 / 25
60	B = 250 / a = 45	350 / 40	160 / 25
90	B = 350 / a = 50	450/40	160 / 25
120	B = 350 / a = 60	450 / 50	180 / 35
180	B = 450 / a = 70	-	230 / 55
240	-	-	300 / 70

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di a ne possono tenere conto nella maniera indicata nella tabella D.5.1. Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

Tegoli TT

NERVATURA:

B = 10 cm

H = 65 cm

“a” = 40 mm armatura da precompressione

PARTE PIANA:

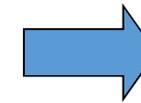
Spessore 5 cm

“a” = 20 mm armatura lenta

Tab. D.6.1. TRAVI

Classe	Combinazioni possibili di b e a				b _w
30	b = 80 / a = 25	120 / 20	160 / 15	200 / 15	80
60	b = 120 / a = 40	160 / 35	200 / 30	300 / 25	100
90	b = 150 / a = 55	200 / 45	300 / 40	400 / 35	100
120	b = 200 / a = 65	240 / 60	300 / 55	500 / 50	120
180	b = 240 / a = 80	300 / 70	400 / 65	600 / 60	140
240	b = 280 / a = 90	350 / 80	500 / 75	700 / 70	160

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di b e a ne possono tenere conto nella maniera indicata nella tabella D.5.1. Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.



Condizioni non verificabili “per confronto con tabelle

$B < B_{min}$

VERIFICA ANALITICA

5.2

Regole generali di progettazione

- (1) I requisiti per la funzione di separazione [Criterio E e I (vedere punto 2.1.2)] possono essere considerati soddisfatti quando lo spessore minimo delle pareti o delle lastre sia in conformità al prospetto 5.3. Per i giunti si raccomanda di fare riferimento al punto 4.6.
- (2) Per la funzione capacità portante (Criterio R), i requisiti minimi relativi alle dimensioni della sezione e alla distanza dell'asse dell'armatura sono stati indicati nei prospetti seguenti in modo che:

$$E_{d,fi} / R_{d,fi} \leq 1,0 \quad (5.1)$$

dove:

$E_{d,fi}$ è l'effetto di progetto delle azioni in situazione di incendio;

$R_{d,fi}$ è la capacità portante di progetto (resistenza) in situazione di incendio.

- (3) I dati tabellari nella presente Sezione sono basati su un livello di carico di riferimento $\gamma_{fi} = 0,7$, se non altrimenti specificato nei punti pertinenti.

Nota Dove i fattori parziali di sicurezza specificati nelle appendici nazionali della EN 1990 differiscono da quelli indicati nel punto 2.4.2, il valore menzionato sopra $\gamma_{fi} = 0,7$ può non essere valido. In queste circostanze il valore di γ_{fi} da adoperare nei singoli Stati si può reperire nelle singole appendici nazionali.

- (4) Per assicurare la distanza dell'asse necessaria nelle zone tese di travi e lastre semplicemente appoggiate, i prospetti 5.5, 5.6 e 5.8, colonna 3 (mono - direzionali), si basano su un valore della temperatura critica dell'acciaio pari a $\theta_{cr} = 500$ °C. Questa ipotesi corrisponde approssimativamente a $E_{d,fi} = 0,7E_d$ e $\gamma_s = 1,15$ (livello di tensione $\sigma_{s,fi}/f_{yk} = 0,60$, vedere equazione (5.2)) dove E_d indica l'effetto di progetto delle azioni secondo la EN 1992-1-1.
- (5) Per l'armatura precompressa si assume una temperatura critica di 400 °C per le barre e di 350 °C per i fili e i trefoli. Questa ipotesi corrisponde approssimativamente a $E_{d,fi} = 0,7E_d$, $f_{p0,1k}/f_{pk} = 0,9$ e $\gamma_s = 1,15$ (livello di tensione $\sigma_{s,fi}/f_{p0,1k} = 0,55$). Qualora non si siano eseguiti controlli particolari secondo (7) nelle membrature precomprese tese, si raccomanda che nelle travi e nelle lastre, la distanza dell'asse sia incrementata di:
10 mm per le barre pretese, corrispondente a $\theta_{cr} = 400$ °C;
15 mm per fili e trefoli pretesi, corrispondente a $\theta_{cr} = 350$ °C.
- (6) La riduzione della resistenza caratteristica dell'acciaio di armatura e da pretensione in funzione della temperatura θ da utilizzare con i prospetti nella presente Sezione è indicata dalle curve di riferimento in figura 5.1.

Estratto UNI EN 1992-1-2



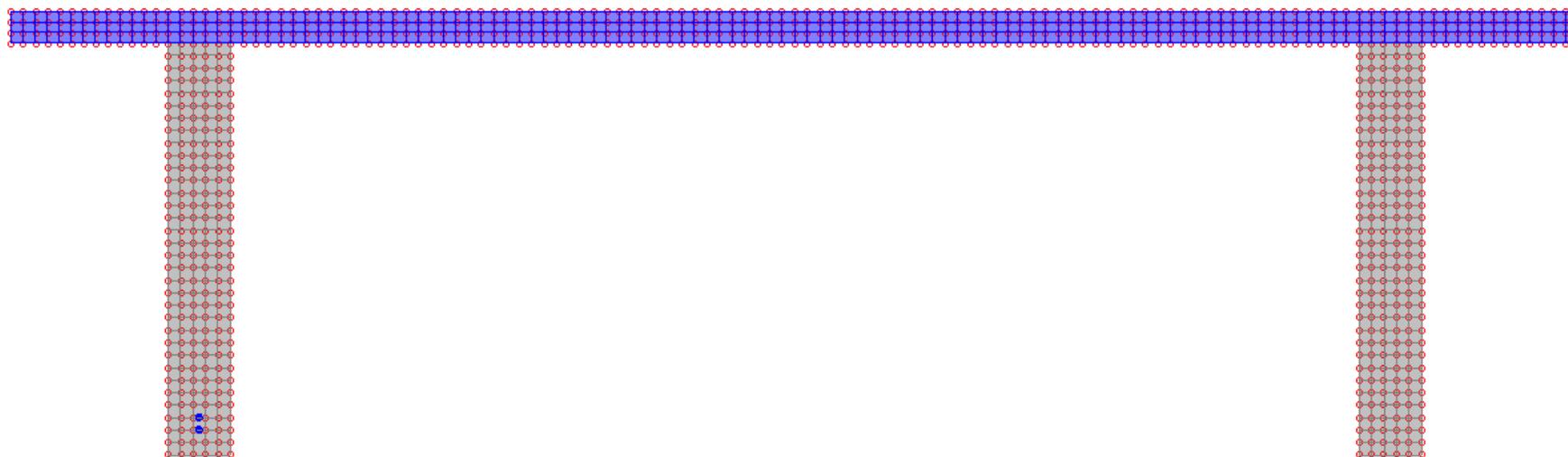
Armatura lenta
 $\theta_{cr} = 500$ °C



Armatura precompressa
 $\theta_{cr} = 350$ °C

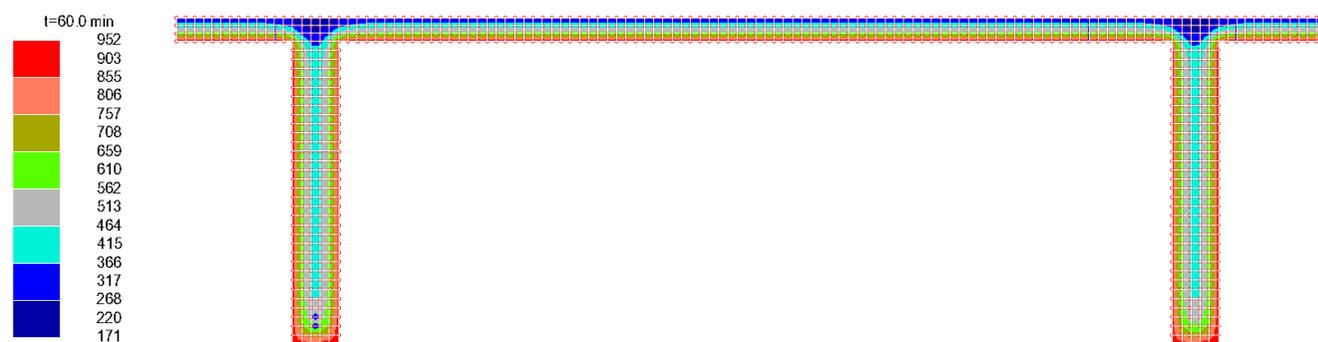
Tegoli TT: elemento non protetto

MODELLO DI ANALISI



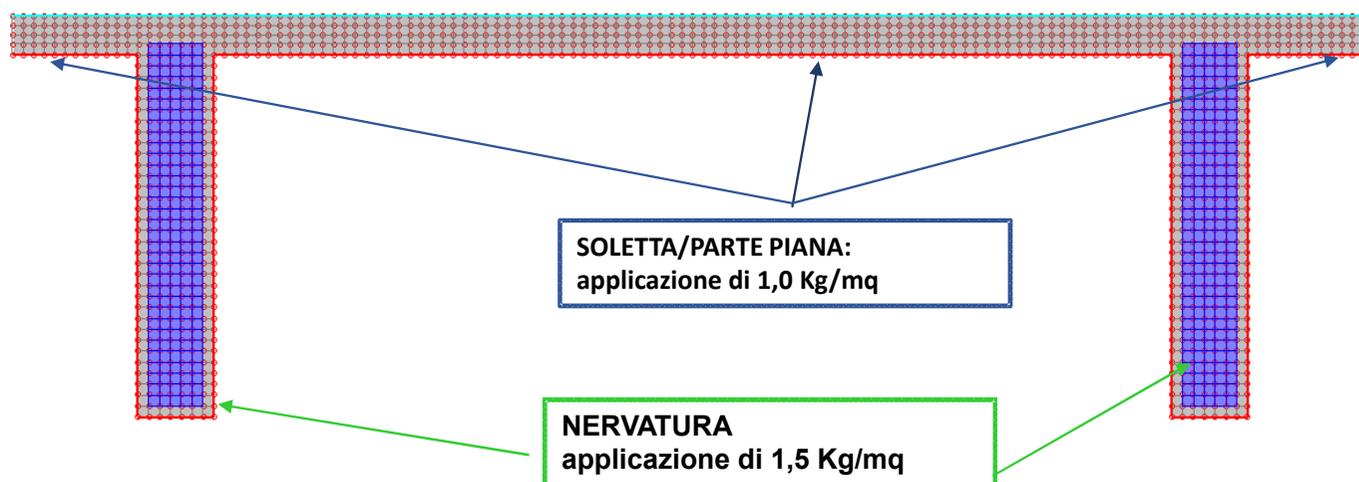
Tegoli TT: elemento non protetto

MAPPATURA TERMICA DELLA SEZIONE

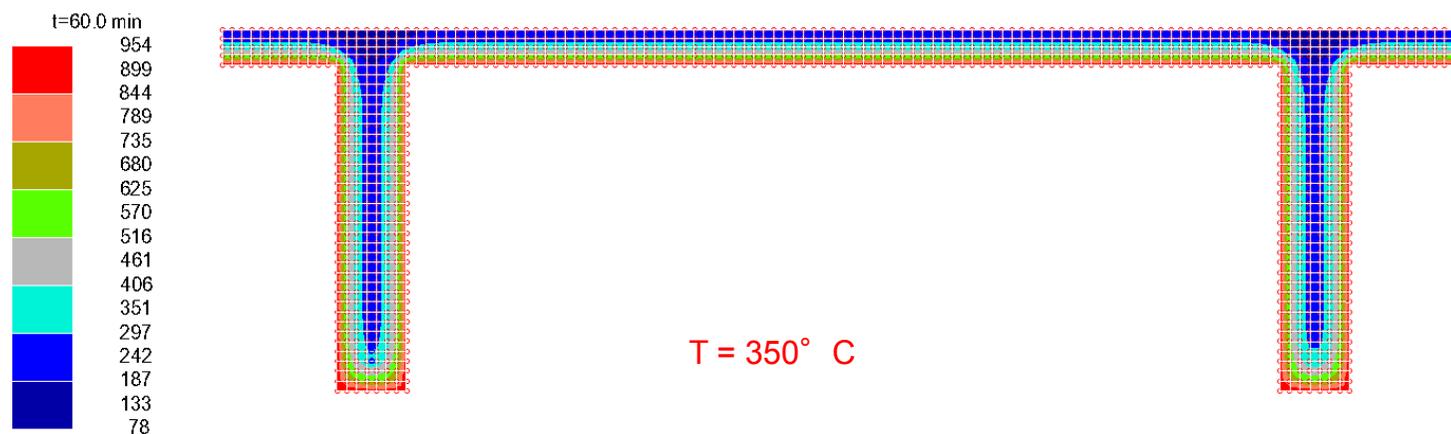


$$\theta^{\circ} = 582^{\circ}\text{C} > 350^{\circ}\text{C}$$

Tegoli TT: elemento protetto



Tegoli TT: elemento protetto



Applicazione sulle nervature di 1,5 Kg/mq di Amotherm Brick WB
Applicazione sulla parte piana di 1,0 Kg/mq di Amotherm Brick WB

DOCUMENTI

SOLETTE/PARETI



RAPPORTO DI VALUTAZIONE / ASSESSMENT REPORT
N° CS12050FR

CSI S.p.A.
 Via S. Felice e S. Felice
 Sede Legale
 C.so Venezia, 21
 20090 SERRAVALLE (MI)
 Direzione Uffici - Laboratorio
 Viale Lombardia, 20
 20021 POLATE (MI)
 Tel. +39 02 331391
 Fax +39 02 3313948
 www.csi-pa.com

R.E.A. 1966310
 Registro Imprese 02168862018
 C.F./P.IVA 01134010151
 Edil. Scelta n° 1 040.000

RICHIEDENTE / SPONSOR



Lab. 01/2010
 Scadenza al 30/09/2015
 N° 01/2010

CAMPIONI IN PROVA / TEST SAMPLE

Sistema per la protezione all'incendio di elementi strutturali in calcestruzzo: solette e pareti / *Fire protection system for structural concrete members: slabs and walls*

DENOMINAZIONE COMMERCIALE / TRADE NAME

Materiale protettivo / *Protective Material*: AMOTHERM BRICK WB
 Primer / *Primer*: AMOTHERM BRICK PRIMER WB

PREMESSA

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Valutazione si riferiscono esclusivamente ai campioni provati.

Le informazioni contenute nel presente Rapporto di Valutazione sono di natura confidenziale. Al Laboratorio non è concesso divulgare a terzi informazioni relative al presente Rapporto, eccetto previa autorizzazione del Cliente.

Il presente rapporto di prova consta di n°47 pagine e non può essere riprodotto e/o pubblicato se non integralmente.

INTRODUCTION

Test results included in this Assessment Report refer only to the samples tested.

Information included in this Evaluation Report are confidentially. Laboratory can't give any information related to this report to a third part, without the authorization of the Sponsor.

This report consists of n° 47 pages and may not be reproduced and/or advertised unless reproduced in its entirety.

- 1 -
47

Data di emissione del rapporto / *Report date* 15.02.2016

TRAVI/PILASTRI



RAPPORTO DI VALUTAZIONE / ASSESSMENT REPORT
N° CS12068FR

CSI S.p.A.
 Via S. Felice e S. Felice
 Sede Legale
 C.so Venezia, 21
 20090 SERRAVALLE (MI)
 Direzione Uffici - Laboratorio
 Viale Lombardia, 20
 20021 POLATE (MI)
 Tel. +39 02 331391
 Fax +39 02 3313948
 www.csi-pa.com

R.E.A. 1966310
 Registro Imprese 02168862018
 C.F./P.IVA 01134010151
 Edil. Scelta n° 1 040.000

RICHIEDENTE / SPONSOR



Lab. 01/2010
 Scadenza al 30/09/2015
 N° 01/2010

CAMPIONI IN PROVA / TEST SAMPLE

Sistema per la protezione all'incendio di elementi strutturali in calcestruzzo tipo travi e pilastri / *Fire protection system for beams and columns structural concrete members*

DENOMINAZIONE COMMERCIALE / TRADE NAME

PREMESSA

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Valutazione si riferiscono esclusivamente ai campioni provati.

Le informazioni contenute nel presente Rapporto di Valutazione sono di natura confidenziale. Al Laboratorio non è concesso divulgare a terzi informazioni relative al presente Rapporto, eccetto previa autorizzazione del Cliente.

Il presente rapporto di prova consta di n°50 pagine e non può essere riprodotto e/o pubblicato se non integralmente.

INTRODUCTION

Test results included in this Assessment Report refer only to the samples tested.

Information included in this Evaluation Report are confidentially. Laboratory can't give any information related to this report to a third part, without the authorization of the Sponsor.

This report consists of n° 50 pages and may not be reproduced and/or advertised unless reproduced in its entirety.

- 1 -
50

Data di emissione del rapporto / *Report date* 17.05.2016

Estratto del rapporto di valutazione del protettivo

- Vernice intumescente qualificata secondo UNI EN 13381-3
- SOLETTA / PARETI. Tabella spessore equivalente vernice- cls

ϵ [mm]	d_p [μm]	Tempo / Time [min]					
		30	60	90	120	180	240
$\epsilon d_{p(\text{min})}$	471	22	27	25	22	20	21
$\epsilon d_{p(\text{max})}$	1262	30	47	54	55	52	42

Tabella 7. Spessore equivalente di calcestruzzo

471 μm di vernice intumescente equivalgono a 27mm di cls
per classe R 60
→ sufficienti a garantire i 10mm di cls equivalente per la
soletta

Estratto del rapporto di valutazione del protettivo

- Vernice intumescente qualificata secondo UNI EN 13381-3
- TRAVI/PILASTRI. Tabella spessore equivalente vernice- cls

ϵ [mm]	d_p [μm]	Tempo / Time [min]			
		30	60	90	120
$\epsilon d_{p(\text{min})}$	535 μm	20	24	23	n.a.
$\epsilon d_{p(\text{max})}$	1248 μm	27	30	30	30

535 μm di vernice intumescente equivalgono a 24mm di cls per classe R 60

- sufficiente a garantire la protezione per travi/pilastri
- non sufficiente per i tegoli; fatta un'interpolazione lineare dei valori, sufficienti sono risultati 750 μm

TREMEZZE

D.4 Murature non portanti di blocchi

D.4.1 La tabella seguente riporta i valori minimi (mm) dello spessore s di murature di blocchi di laterizio (escluso l'intonaco) sufficienti a garantire i requisiti EI per le classi indicate esposte su un lato che rispettano le seguenti limitazioni:

- altezza della parete fra i due solai o distanza fra due elementi di irrigidimento con equivalente funzione di vincolo dei solai non superiore a 4 m
- presenza di 10 mm di intonaco su ambedue le facce ovvero 20 mm sulla sola faccia esposta al fuoco.

Classe	Blocco con percentuale di foratura > 55 %		Blocco con percentuale di foratura < 55 %	
	Intonaco normale	Intonaco protettivo antincendio	Intonaco normale	Intonaco protettivo antincendio
30	s = 120	80	100	80
60	s = 150	100	120	80
90	s = 180	120	150	100
120	s = 200	150	180	120
180	s = 250	180	200	150
240	s = 300	200	250	180

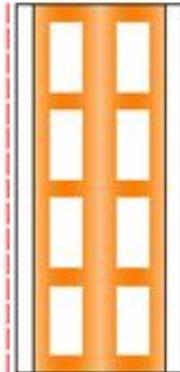
Una parete sp. 8 cm è classificabile con presenza di **intonaco protettivo antincendio EI 30**;

la parete sp. 8 cm non può essere classificata EI 120 dovrà essere protetta;

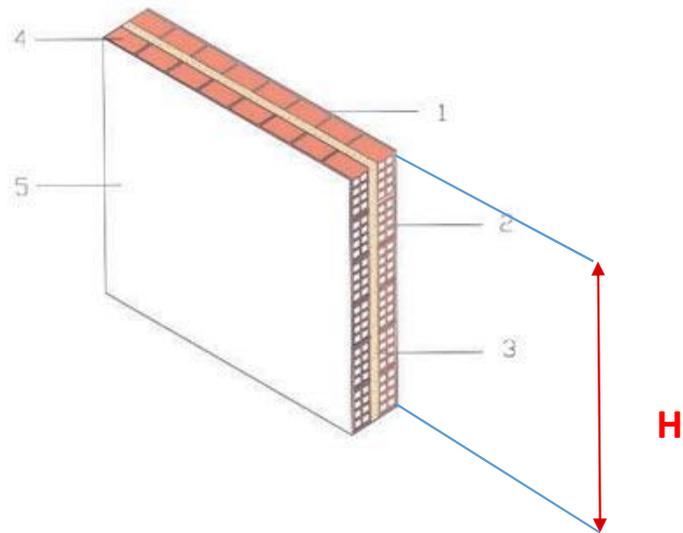
Esempio con applicazione di vernice intumescente base acqua in ragione di 1,4 Kg/mq. (dato da prova sperimentale)

TREMEZZE

- **ESEMPIO di adeguamento: applicazione di vernice intumescente base acqua in ragione di 1,4 Kg/mq è classificabile EI 120**

<i>N°certificato</i>	<i>descrizione</i>	<i>Sezione/ materiale</i>	<i>Dimensionamento protettivo</i>	<i>Classe ottenuta</i>
CSI 1814 FR	Parete in laterizio forato: 15.mm(intonaco) 80mm (forato) 15.mm(intonaco) Dimensione parete 3000x3000mm		1,400 Kg/mq	EI 120

parametro: ALTEZZA



Parete in laterizio
intonacato

<i>descrizione</i>	<i>Sezione/ materiale</i>
Parete in laterizio forato: 15 mm(intonaco) 80mm (forato) 15 mm(intonaco) Dimensione parete 3000x3000mm	<p>A cross-section diagram of a perforated brick wall. It shows three vertical columns of bricks and three horizontal rows. The bricks are colored orange. The diagram is enclosed in a black rectangular frame with a dashed red line on the left side.</p>

CAMPO DI DIRETTA APPLICAZIONE

L'elemento costruttivo provato denominato "muratura composta da forato da cm 8 intonacato ambo le parti con intonaco tradizionale totale sp. cm 11 con applicazione, sulla facciata esposta al fuoco di 1,4 kg a metro quadro, **ha il seguente campo di applicazione diretta, in conformità con la norma UNI EN 1364-1:2002**

Variazioni consentite:

- ❖ riduzione di altezza;
- ❖ aumento dello spessore del muro;
- ❖ aumento dello spessore dei materiali componenti;
- ❖ riduzione delle dimensioni lineari dei riquadri o dei pannelli, ma non dello spessore;
- ❖ riduzione dello spazio tra gli irrigidimenti;
- ❖ riduzione della distanza tra i vincoli;
- ❖ aumento di larghezza consentito senza limitazioni;
- ❖ **l'altezza minima di 3m delle costruzioni sottoposte a prova può esser aumentata fino a 4m se le tolleranze di espansione vengono aumentate proporzionalmente;**

PARETI IN CARTONGESSO

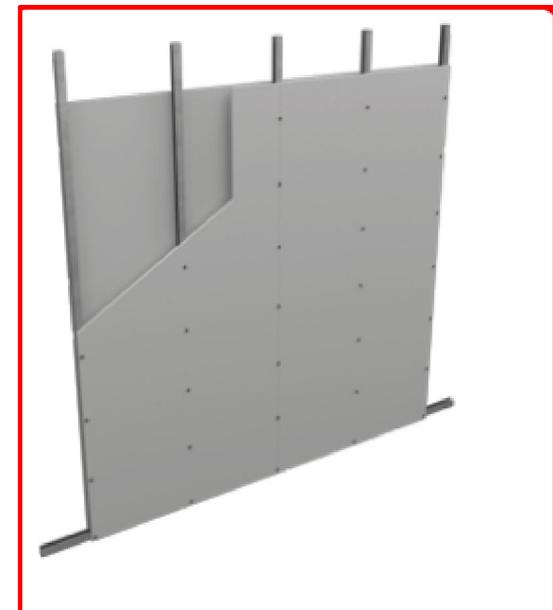
Pareti cartongesso:

Tipologia parete	Lastre di gesso rivestito tipo A (standard) per lato	Spessore lastra gesso rivestito standard [mm]	Larghezza montante e passo tra i montanti [mm]	Schema parete	Amotherm GYPS primer WB diluito 30% [kg/m ²]	Amotherm GYPS WB [kg/m ²]	Classificazione di resistenza al fuoco
Parete leggera in gesso rivestito	1	12,5 mm	50/600		0,1	1	EI 60
Parete leggera in gesso rivestito	2	12,5 mm	50/600		0,1	0,8	EI 90
Parete leggera in gesso rivestito	2	12,5 mm	50/600		0,1	1,2	EI 120

ALTEZZA

Campo di diretta applicazione H= 4m.

Campo di applicazione estesa (Fascicolo tecnico), H>4m



Copertura a volta



Tirante da proteggere con coppelle



Ing. Denise Fiorina

LEGNO

STRUTTURE IN LEGNO

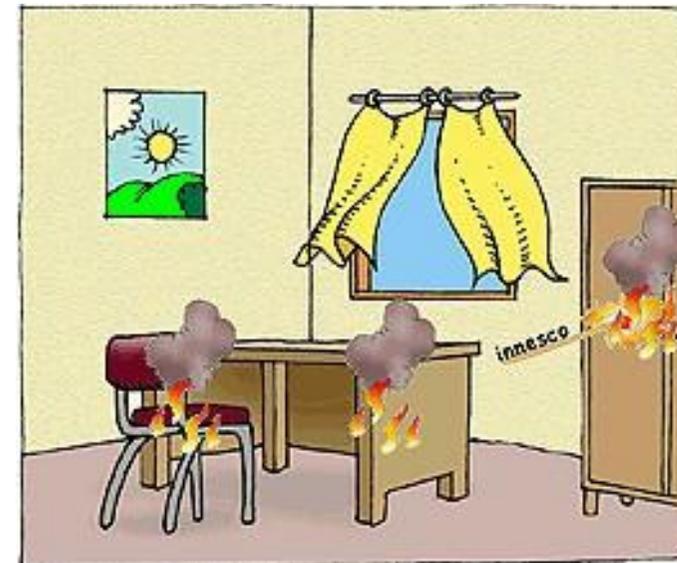


RESISTENZA/REAZIONE AL FUOCO

RESISTENZA AL FUOCO delle strutture (R), identifica la capacità portante di un elemento strutturale di sostenere determinate azioni in caso di incendio per un predefinito periodo di tempo.



REAZIONE AL FUOCO, si intende il grado di partecipazione di un **materiale combustibile** al fuoco al quale è sottoposto.



FASI DELL'INCENDIO

- Il **flashover**, in italiano "incendio generalizzato", è un fenomeno di **combustione** in cui il materiale combustibile contenuto in un'area chiusa si incendia quasi contemporaneamente, in conseguenza di un focolaio iniziale



Comportamento al fuoco del legno resistenza



IL TEATRO CIVICO DI ALGHERO (SS)

antincendio

dal 1949 la rivista della prevenzione incendi e della protezione civile

4

17

anno sessantaseiesimo
Contiene inserto

- Filtri a prova di fumo
- Resistenza al fuoco
- Reati omissivi



00136 Roma
Via dell'Acqua Traversa 181/169

Hi-Tech Fire Alarm Systems



Prodotti
certificati
EN 54




Soluzioni di Successo

Trattamento protettivo delle strutture in legno del teatro civico di Alghero

Ing. Denise Fiorina - Ingegneria ed assistenza Amonnicolor

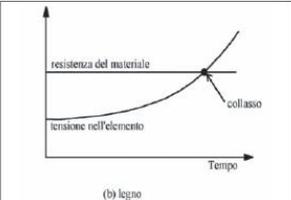


Interno del teatro civico di Alghero

Il legno - resistenza e reazione al fuoco

Il legno è un materiale che è sempre stato usato dall'uomo per svariate esigenze, una fra le principali è sicuramente l'impiego come materiale da costruzione. Viene usato per realizzare elementi strutturali quali travi, solai, capriate per le coperture. Presenta buone proprietà meccaniche, di coibentazione e bassa densità e soprattutto è un materiale naturale e biodegradabile. Dal punto di vista del comportamento al fuoco si comporta meglio di altri materiali in quanto inizialmente lo strato carbonizzato

protegge la parte sottostante tale per cui la sezione residua dell'elemento, fintanto che non si raggiunge un "limite" entra in crisi e giunge al collasso.



(b) legno

Figura 1- Comportamento del legno sottoposto ad incendio

aprile 2017
antincendio
109

Vista interna/facciata e dettaglio capriate



OGGETTO

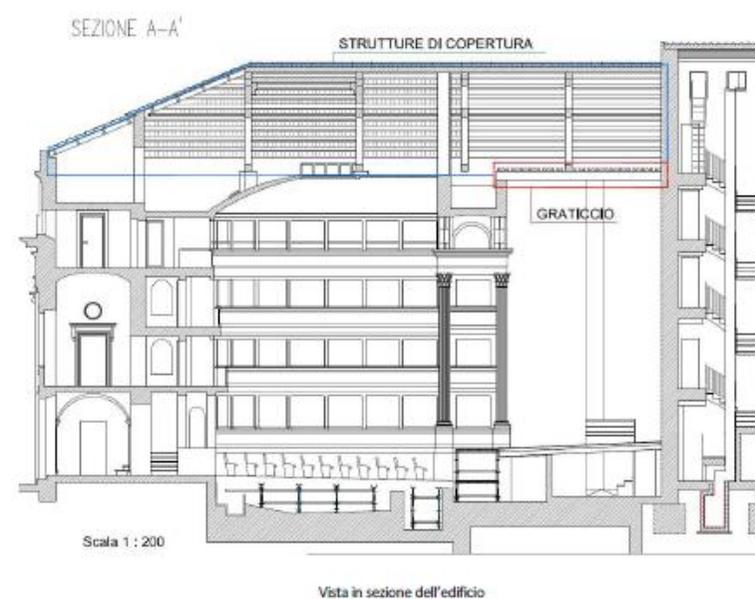
Dimensionamento della protezione passiva dal fuoco delle strutture della copertura e delle strutture di scena del teatro.

Verifica richiesta:

- Travetti di copertura
- Capriate di copertura
- Graticcio palcoscenico
- Trave reticolare

❖ COPERTURA

È costituita da capriate poggianti su murature laterali e travetti di falda con al di sopra tavolato e coppi



RIFERIMENTI NORMATIVI

- ❖ D.M.16/2/2007 «classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione»
- ❖ UNI EN 1991-1-2: «eurocodice 1-azioni sulle strutture-parte 1-2:regole generali-azioni sulle strutture esposte al fuoco»
- ❖ UNI EN 1995-1-2: «eurocodice 5-Progettazione delle strutture in legno: Parte 1-2 regole generali-progettazione di strutture in legno»
- ❖ Norme tecniche per le costruzioni
- ❖ Appendici nazionali per l'impiego degli eurocodici

PROCEDURA DI VERIFICA

- ❖ Determinazione dello spessore di legno carbonizzato $d_{cha}=\beta n_{xt}$
- ❖ Determinazione della sezione efficace ridotta
- ❖ Verifica della capacità portante allo S.L.U. in combinazione di carico d'incendio

VERIFICA DELLA RESISTENZA

- materiali
- ❖ La struttura è stata analizzata considerando un legno massiccio «C 16»

Tabella 18-1-Classi di resistenza secondo EN 338, per legno di conifere e di pioppo

Valori di resistenza modulo elastico e massa volumica		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Resistenze [MPa]													
flessione	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,k}$	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,k}$	2.0	2.2	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2
taglio	$f_{v,k}$	1.7	1.8	2.0	2.2	2.4	2.5	2.8	3.0	3.4	3.8	3.8	3.8
Modulo elastico [GPa]													
modulo elastico medio parallelo alle fibre	$E_{0,mean}$	7	8	9	9.5	10	11	11.5	12	13	14	15	16
modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre	$E_{0,05}$	4.7	5.4	6.0	6.4	6.7	7.4	7.7	8.0	8.7	9.4	10.0	10.7
modulo elastico medio perpendicolare alle fibre	$E_{90,mean}$	0.2	0.27	0.30	0.32	0.33	0.37	0.38	0.40	0.43	0.47	0.50	0.53
modulo di taglio medio	G_{mean}	0.4	0.50	0.56	0.59	0.63	0.69	0.72	0.75	0.81	0.88	0.94	1.00

Resistenze del materiale

- ❖ Il riferimento è la norma UNI EN 1995 parte 1-2 per la resistenza in condizioni di incendio
- ❖ La resistenza caratteristica del materiale è modificata tramite un coefficiente correttivo **$K_{mod,fi}$** (classe di servizio, durata del carico)
- ❖ **$\gamma_{M,fi}$** è un coefficiente di sicurezza sui materiali

- $K_{mod,fi} = 1$
- $\gamma_{M,fi} = 1$

Quindi la resistenza di progetto in caso di incendio è **$f_{d,fire} = K_{fi} \times f_k \times (K_{mod,fi} / \gamma_{M,fi}) = K_{fi} \times f_k$**

L'eurocodice prevede di assumere $K_{fi} = 1,25$ per strutture in L.M. e $1,15$ per strutture in L.L.

Carichi di progetto- copertura

Carichi di progetto- copertura

- Carico permanente escluso p.p.
- Carico accidentale (neve)

$$g_k=0,90 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k=0,48 \text{ kN/m}^2$$

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30 \text{ kN}$)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30 \text{ kN}$)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000 \text{ m s.l.m.}$)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000 \text{ m s.l.m.}$)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

 $\psi_{2,j}=0$

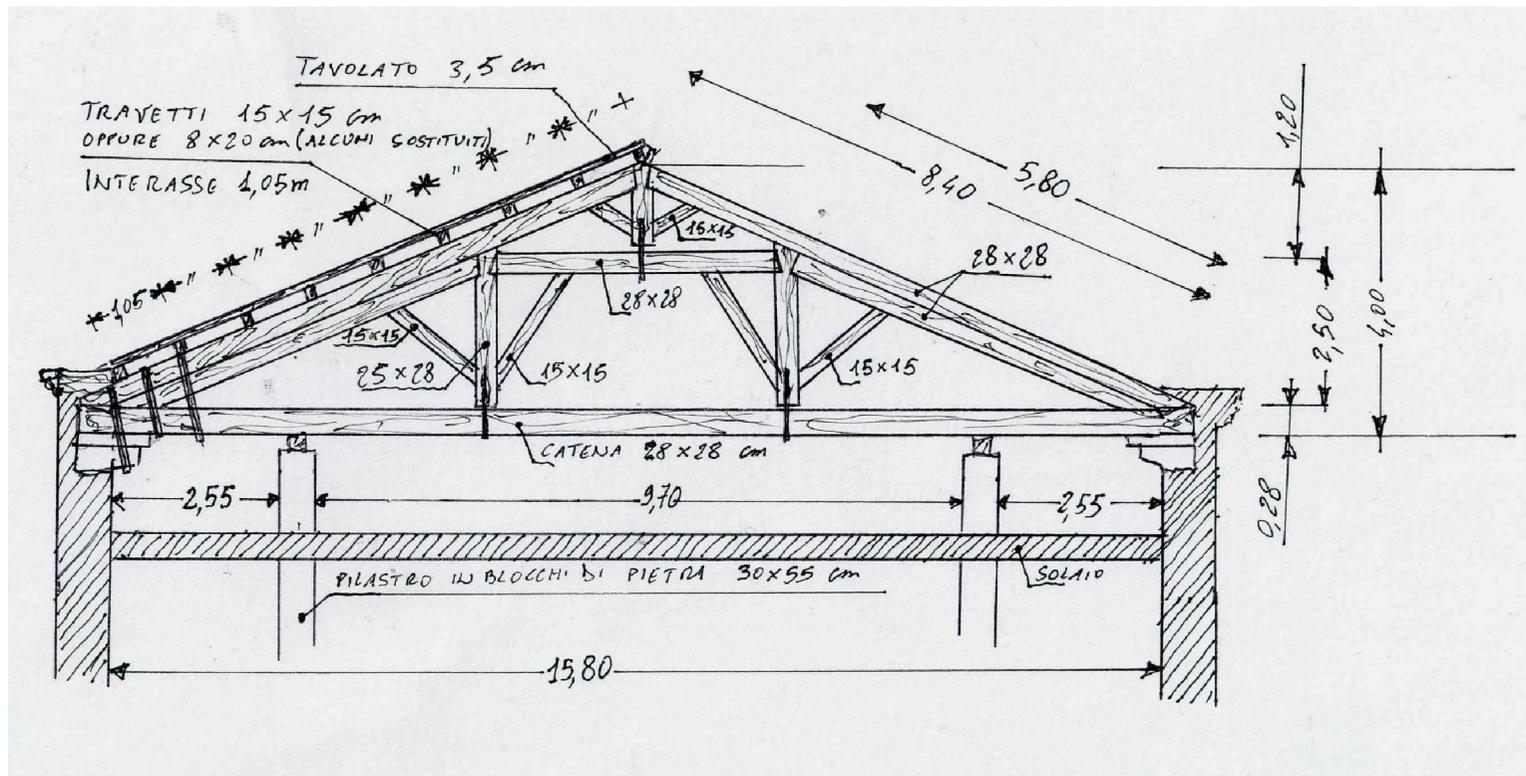
VERIFICA DELLA RESISTENZA: OBIETTIVO

❖ Classe R 60 sulle strutture principali

❖ Classe R 30 sulle strutture secondarie

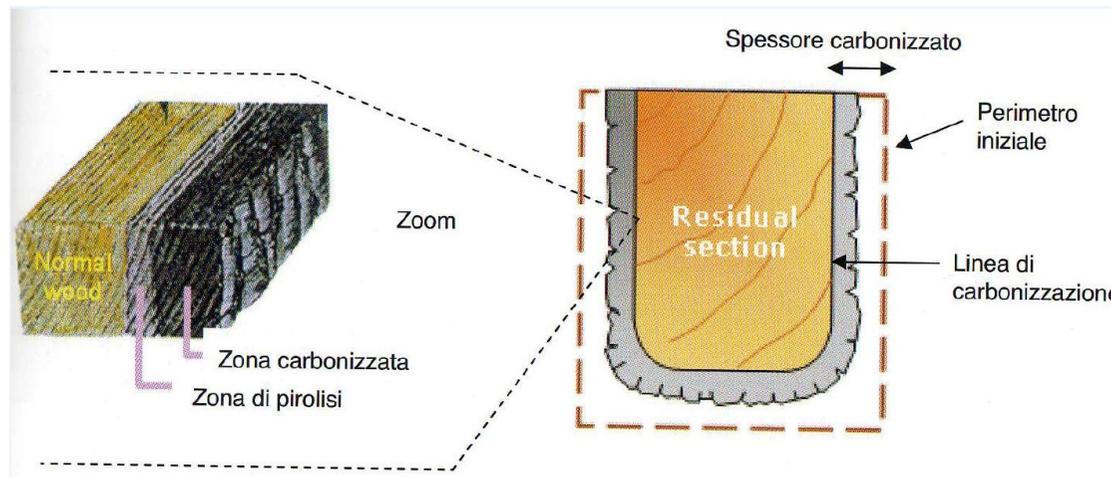


Capriata di copertura



COMPORTAMENTO AL FUOCO DEL LEGNO

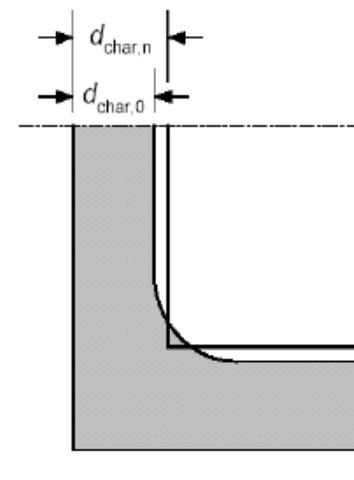
Il legno brucia lentamente e la carbonizzazione procede dall'esterno verso l'interno. La parte non ancora carbonizzata rimane efficiente dal punto di vista meccanico, anche se la temperatura è aumentata. **La rottura meccanica avviene quando la parte interna della sezione non ancora carbonizzata si è ridotta a tal punto da non assolvere più alla sua funzione portante. (sezione residua)**



VELOCITA' DI CARBONIZZAZIONE

	β_0 mm/min	β_n mm/min
a) Conifere e Faggio		
Legno lamellare incollato con massa volumica caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
Legno massiccio con massa volumica caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,8
b) Latifoglie		
Legno massiccio o lamellare incollato di latifoglie con massa volumica caratteristica pari a 290 kg/m^3	0,65	0,7
Legno massiccio o lamellare incollato con massa volumica caratteristica $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,50	0,55
c) LVL		
con massa volumica caratteristica $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
d) Pannelli		
Rivestimenti di legno	0,9 ^{a)}	-
Compensato	1,0 ^{a)}	-
Pannelli a base di legno diversi dal compensato	0,9 ^{a)}	-

(mm/min)	L.M.	L.L
β_n	0,8	0,7



VERIFICA DELLA RESISTENZA

Qual è il contributo di un protettivo intumescente in fase di analisi?

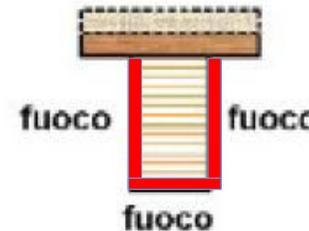
Rallenta la velocità di carbonizzazione del legno

L'applicazione di un protettivo come una vernice intumescente ha come obiettivo quello di rallentare la velocità di carbonizzazione

La definizione dell'efficacia del protettivo si valuta per via sperimentale

La norma di riferimento è la EN 13381-7

INTUMESCENZA



PROTETTIVO

RIFERIMENTI NORMATIVI

-D.M. 16/2/2007

-N.T.C.

- UNI EN 1991-1-2: Eurocodice 1- azioni sulle strutture-parte 1-2: azioni in generale-azioni sulle strutture esposte al fuoco

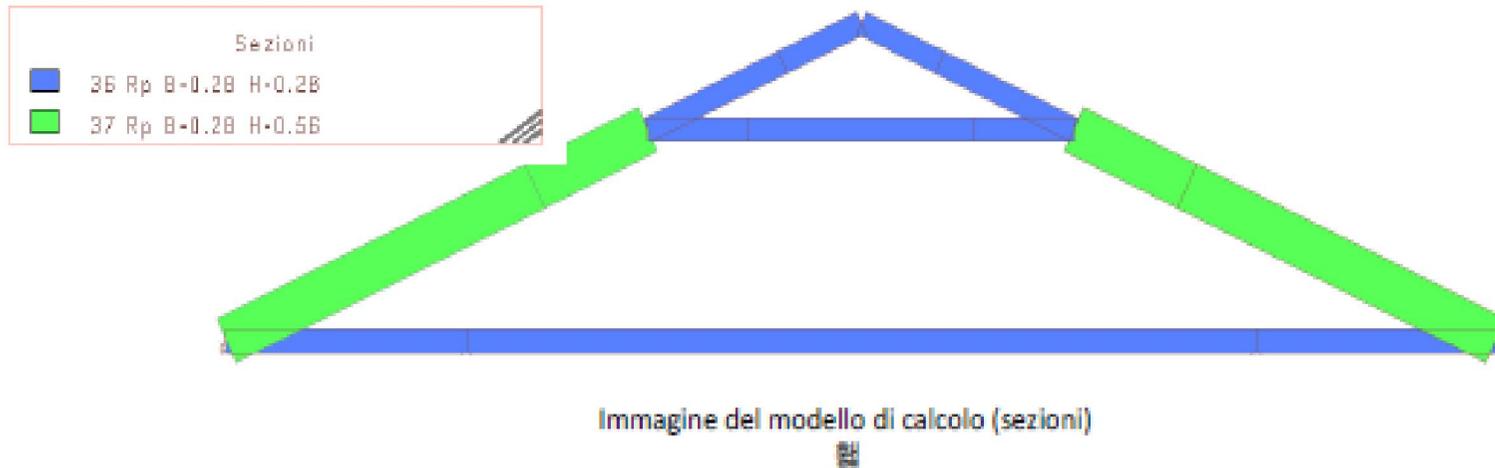
- UNI EN 1992-1-5: Eurocodice 5- progettazione delle strutture in legno 1-2: regole generali-progettazione strutturale contro l'incendio

-norma di qualifica del protettivo: EN 13381-7

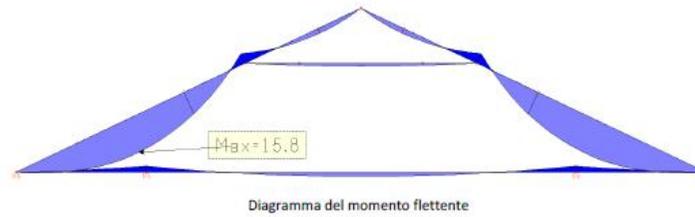
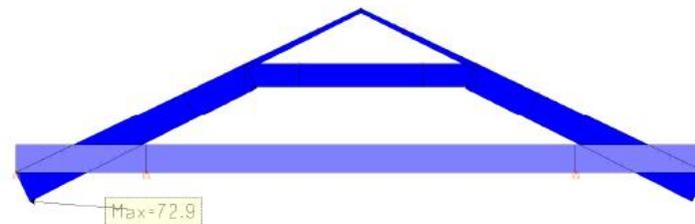
VERIFICA DELLA RESISTENZA

Capriata di copertura-modello di calcolo

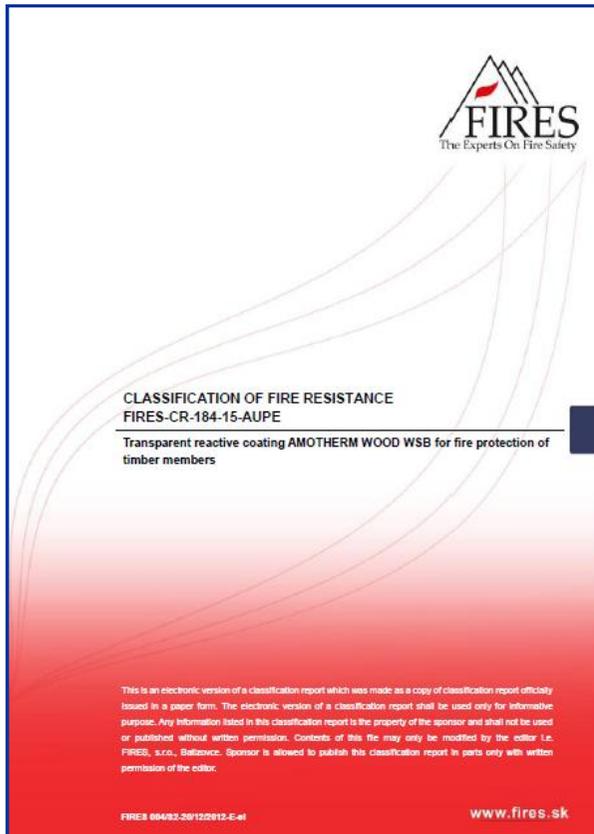
Luce circa 15,8m
Interasse max= 4,2m



AZIONI INTERNE



Lettura di un rapporto di classificazione



Annex 2. Relation of charring rate for beams and columns and thickness of protection.

parameter	thickness of protection [g.m ⁻²]	R15	R30	R45
β' [mm/min]	0	0,836	0,828	0,859
β''_{\min} [mm/min]	360	0,622	0,800	0,859
β''_{\max} [mm/min]	670	0,347	0,622	0,714
$k_{\beta \min}$	360	0,744	0,966	1,000
$k_{\beta \max}$	670	0,415	0,752	0,831
$t_{pr \min}$ [min]	360	6,47		
$t_{pr \max}$ [min]	670	8,49		

Note: Linear interpolation of the parameters for thicknesses between minimum and maximum is allowed.

Classe R 30

$$\beta = K_{\beta \max} \times 0,8 = 0,752 \times 0,8 = 0,602 \text{ mm/min}$$

Velocità del legno ridotta

Velocità del legno massiccio secondo UNI EN 1995-1-2

Travetti di copertura 15x15 cm

Verifica di resistenza al fuoco secondo UNI EN 1995-1-2 per travi inflesse
(schema statico: doppio appoggio con carico distribuito)

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE

b	150	mm	base
h	150	mm	altezza
l_0	4,50	m	lunghezza di calcolo
α	25	°	angolo di rotazione del travetto
i	1,05	m	interasse travetti
A	22500	mm ²	area
W_{xx}	562500	mm ³	modulo di resistenza XX
W_{yy}	562500	mm ³	modulo di resistenza YY

CARICHI E SOLLECITAZIONI

g_k	0,90	kN/m ²	carichi permanenti (escluso peso proprio)
q_k	0,48	kN/m ²	carichi accidentali
$g_k + q_k$	1,01	kN/m ²	carico totale
neve (as<1000 m)		tipo	carichi sulle costruzioni
ψ_2	0,0		coeff. di combinazione di calcolo
$M_{fi, sd\ xx}$	2,43	kNm	momento flettente massimo XX
$M_{fi, sd\ yy}$	1,13	kNm	momento flettente massimo YY

TIPO DI LEGNO

massiccio bassa qualità (C16 - S7)	tipo di legno
------------------------------------	---------------

Travetti di copertura 15x15 cm

ANALISI

R	30	min	classe di resistenza richiesta $t_{fi,d}$
	Amoth. Wood WSB - trasparente		tipo di protettivo
d_p	670	gr/m ²	dimensionamento protettivo (selezionare sempre dopo aver scelto il prodotto alla riga superiore)
	3		lati esposti al fuoco
$\beta_n (t < 45')$	0,602	mm/min	Velocità di penetrazione della carbonizzazione per $t < 45'$
d_{ef}	25,0	mm	Spessore carbonizzato per $t < 45'$
$\beta_n (t > 45')$	0,800	mm/min	Velocità di penetrazione della carbonizzazione per $45' < t < t_{fi,d}$
d_{ef}	0,0	mm	Spessore carbonizzato per $45' < t < t_{fi,d}$

VERIFICA

SEZIONE RESIDUA (esposizione 3 lati)

b	99,9	mm	base ridotta
h	125,0	mm	altezza ridotta
l_0	4,5	m	
A	12483	mm ²	
W_{xx}	259967	mm ³	
W_{yy}	207854	mm ³	
α	25	°	

VERIFICA FLESSIONE DEVIATA

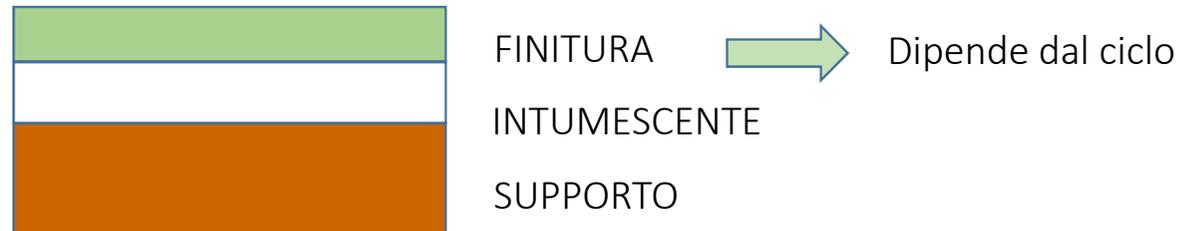
$\sigma_{f,par}$	14,77	N/mm ²	<	20,00	N/mm ²	OK
------------------	-------	-------------------	---	-------	-------------------	----

Fd,fire=16x1,25

CONCLUSIONI

- ✓ Capriate applicazione di 670g/mq di vernice intumescente +100g/mq di finitura:
ottenimento della classe R 60
- ✓ Travetti applicazione di 670g/mq di vernice intumescente +100g/mq di finitura:
ottenimento della classe R 30

CICLI



Legno strutturale e di rivestimento

Tipo supporto	Preparazione del supporto
Legno nuovo grezzo	<ul style="list-style-type: none">• Pulizia• Verifica umidità
Legno esistente verniciato	<ul style="list-style-type: none">• Rimozione vernice con carteggiatura a legno

REAZIONE AL FUOCO

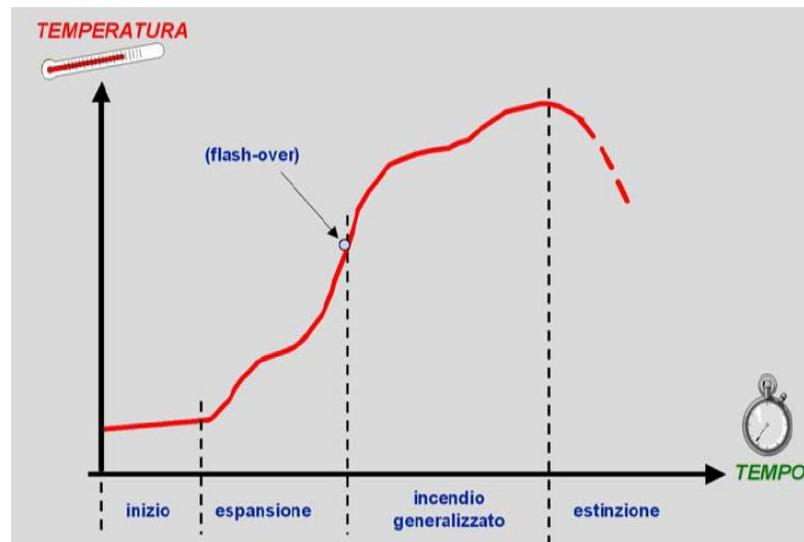
Grado di partecipazione di un materiale combustibile al fuoco al quale è stato sottoposto.

È una caratteristica del materiale che viene convenzionalmente espressa in classi di reazione al fuoco.

La classe di reazione al fuoco è uno strumento prescrittivo di protezione passiva nell'ambito della prevenzione incendi.



REAZIONE AL FUOCO E FASI DELL'INCENDIO



- La reazione al fuoco dei materiali influisce sull'andamento dell'incendio nelle **fasi di ignizione e prima propagazione**.
- La reazione al fuoco influenza il passaggio dalla fase di prima propagazione a quella di incendio generalizzato.
- La fase di incendio generalizzato non risente della reazione al fuoco a causa delle temperature raggiunte.

QUADRO LEGISLATIVO



- **Decreto Ministeriale del 26 giugno 1984** -Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi
- **Decreto Ministeriale del 3 settembre 2001** - Modifiche ed integrazioni al decreto 26 giugno 1984 concernente classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi
- **Decreto Ministeriale 5 agosto 1991**- Commercializzazione e impiego in Italia dei materiali destinati all'edilizia legalmente riconosciuti in uno dei Paesi CEE sulla base delle norme di reazione al fuoco;
- **Decreto Ministeriale 31 marzo 2003** - Requisiti di reazione al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e ripresa dell'aria degli impianti di condizionamento e ventilazione;
- **Decreto Ministeriale 10 marzo 2005** - Ministero dell'Interno. Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio.
- **Decreto Ministeriale 15 marzo 2005** - Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo.

CLASSIFICAZIONE NAZIONALE

Materiali

- **Classe 0** (materiali incombustibili)
- **Classe 1,2,3,4,5** (all'aumentare del grado di partecipazione all'incendio)
- **Mobili imbottiti Classe 1 IM, 2 IM, 3 I** (all'aumentare del grado di partecipazione all'incendio)

D.M. 26/06/84

- Prodotti definiti in funzione del loro impiego e posa in opera (allegato A.2.1)
- A) **ELEMENTI STRUTTURALI**
Elementi di chiusura verticali, travi, pilastri, scale, etc...
- B) **MATERIALI DI COMPLETAMENTO**
Rivestimenti, Serramenti, Isolanti, etc...
- C) **INSTALLAZIONI TECNICHE**
Tubazioni di scarico, Condotte di ventilazione e riscaldamento, etc...
- D) **MATERIALI DI ARREDAMENTO**
Sipari, drappaggi, tendaggi, mobili imbottiti, materassi, etc...
- E) **MATERIALE SCENICO**

Quadro legislativo europeo



- ✓ C.P.R. 305/2011 PRODOTTI DA COSTRUZIONE
- ✓ PROCEDURE PER LA MARCATURA CE
- ✓ DECISIONI CE PER LA CLASSIFICAZIONE EUROPEA
- ✓ NORME CEN DI SUPPORTO: METODI DI PROVA E DI NORME CLASSIFICAZIONE

APPLICAZIONE DELLE EUROCLASSI NEL SISTEMA DI
PREVENZIONE INCENDI ITALIANO



D.M. 10 MARZO 2005



D.M. 15 MARZO 2005

D.M. 10/03/2005

Recepisce il sistema europeo di classificazione di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione per i casi in cui è prescritta tale classificazione **al fine di conformare le opere**, in cui vengono installati tali prodotti, **al requisito essenziale «Sicurezza in caso di incendio»** della direttiva 89/106/CE (oggi sostituita dal Regolamento N. 305/2011).

Campo di applicazione: è limitato ai soli **materiali da costruzione**.

E' considerato **materiale da costruzione** qualsiasi prodotto fabbricato al fine di essere **permanentemente incorporato** in opere da costruzione, le quali comprendono gli edifici e le opere di ingegneria civile.

Metodi di prova

- **EN 13501-1** Classificazione al fuoco dei prodotti ed elementi da costruzione. Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco.
- **EN ISO 9239-1** Prove di reazione al fuoco per i pavimenti: prova del pannello radiante
- **EN ISO 11925-2** Infiammabilità dei prodotti da costruzione sottoposti al contatto diretto della fiamma
- **EN ISO 1182** Prova di non combustibilità
- **EN ISO 1716** Determinazione del potere calorifico
- **EN 13823** Prove di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione esclusi i pavimenti: esposizione ad attacco termico mediante “Single Burning Item”(S.B.I.)
- **EN 13238** Procedure di condizionamento (Conditioning)

Classificazione Europea

La classificazione europea distingue 3 gruppi di prodotti :

PRODOTTI DA COSTRUZIONE (ESCLUSI I PAVIMENTI):

Classe **A1** (prodotti incombustibili)

Classi **A2, B, C, D, E, F*** (prodotti combustibili) con l'aumentare della loro partecipazione all'incendio

*Classe F indica materiali:

- con Prestazione Non Determinata (= NPD), oppure
- che non raggiungono la Classe E

- **PAVIMENTI**: Come sopra ma con aggiunta del pedice **fl** (floor)
- **ISOLANTI TERMICI LINEARI**: Come sopra ma con aggiunta del pedice **l** (linear)

Classificazione Europea

- La classificazione europea oltre alle lettere maiuscole **A,B,C**, che individuano la partecipazione all'incendio del materiale è completata da un parametro **s** relativo ai fumi e da un parametro **d** relativo al gocciolamento:
 - **SMOKE s1, s2, s3** sono i tre valori che indicano in aumento la densità ottica dei fumi
 - **DROP d0, d1, d2** sono i tre valori che indicano in aumento la pericolosità del gocciolamento
- Esempi di classificazione:
 - A2-s1-d0, B-s1-d0 , B-s2-d1 , A2FL- s1 etc.

B-s1,d0 valida per elementi a parete/soffitto

*B-**FL**,S1 valida per pavimenti*

- Tutti i prodotti «**non da costruzione**» continuano ad essere soggetti alla normativa nazionale e quindi all'omologazione:
 - ❑ Strutture presso statiche e tendoni
 - ❑ Sipari, drappaggi, tendaggi
 - ❑ Mobili imbottiti
 - ❑ Materassi
 - ❑ Mobili fissati agli elementi strutturali (sedie, sedili e mobili di arredo)
 - ❑ Sommier
 - ❑ Guanciali
 - ❑ Divani-letto
 - ❑ Coperte-copriletti

D.M. 15 marzo 2005

Prodotti installati lungo le vie d'esodo (classe 1):

- a) Impiego a pavimento: (A_{2FL}-s1), (B_{FL}-s1)
- b) Impiego a parete: (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s1,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0), (B-s1,d1)
- c) Impiego a soffitto: (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (B-s1,d0), (B-s2,d0)

Prodotti installati in altri ambienti (classe 1,2,3):

Tabella 1 – Impiego a Pavimento

	Classe italiana	Classe europea
I	<u>Classe 1</u>	(A _{2FL} -s1), (A _{2FL} -s2), <u>(B_{FL}-s1), (B_{FL}-s2)</u>
II	Classe 2	(C _{FL} -s1), (C _{FL} -s2)
III	Classe 3	(D _{FL} -s1), (D _{FL} -s2)

D.M. 15 marzo 2005

Tabella 2 – Impiego a Parete

	Classe italiana	Classe europea
I	Classe 1	(A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s3,d0), (A2-s1,d1), (A2-s2,d1), (A2-s3,d1), <u>(B-s1,d0)</u> , (B-s2,d0), (B-s1,d1), (B-s2,d1)
II	Classe 2	(A2-s1,d2), (A2-s2,d2), (A2-s3,d2), (B-s3,d0), (B-s3,d1), (B-s1,d2), (B-s2,d2), (B-s3,d2), (C-s1,d0), (C-s2,d0), (C-s1,d1), (C-s2,d1)
III	Classe 3	(C-s3,d0), (C-s3,d1), (C-s1,d2), (C-s2,d2), (C-s3,d2), (D-s1,d0), (D-s2,d0), (D-s1,d1), (D-s2,d1)

Tabella 3 – Impiego a Soffitto

	Classe italiana	Classe europea
I	Classe 1	(A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s3,d0), (A2-s1,d1), (A2-s2,d1), (A2-s3,d1), <u>(B-s1,d0)</u> , (B-s2,d0)
II	Classe 2	(B-s3,d0), (B-s1,d1), (B-s2,d1), (B-s3,d1), (C-s1,d0), (C-s2,d0)
III	Classe 3	(C-s3,d0) (C-s1,d1), (C-s2,d1), (C-s3,d1), (D-s1,d0), (D-s2,d0)

Prodotti Vernicianti Ignifughi

Norma di riferimento: **D.M. 6 marzo 1992**

«Norme tecniche e procedurali per la classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei prodotti vernicianti ignifughi applicati su materiali legnosi»

Sono vernici **omologate** nelle **classi 1,2,3,4,5**:

- ❑ si applicano a **materiali legnosi** che acquisiscono la stessa classe di reazione al fuoco della vernice
- ❑ si prescinde dal supporto legnoso sul quale il protettivo è applicato (tipo di essenza, legno massiccio o pannello di particelle, spessore, ecc.) e dalle condizioni di messa in opera del prodotto

Prodotti Vernicianti Ignifughi

- **Non** possono essere applicati a:
 - ✓ materiali impiallacciati con tranciati o sfogliati di legno mediante collanti a base di resine di tipo termoplastico
 - ✓ materiali assemblati a struttura cellulare o listellare, includenti cavità d'aria o riempite con materiali di natura eterogena
- Norma di prova: **UNI 9796**
 - ❖ Applicazione del prodotto su materiali di classe 4
 - ❖ Esecuzione delle prove consuete
 - ❖ Classe vernice = classe manufatto provato

Per i prodotti in legno rientranti nel campo di applicazione di una **norma di prodotto** (es. EN 13986, EN 14342) vige l'obbligo di marcatura CE.

DURABILITA' DEI CICLI

- **Un ciclo intumescente non perde di efficacia ed efficienza nel tempo**, le prestazioni permangono tali a meno di problematiche connesse ad agenti terzi, come infiltrazioni d'acqua, urti o quant'altro possa causare un danneggiamento. In questi casi si dovrà intervenire con ripristini localizzati.
- È opportuno prevedere controlli **periodici ed adeguati piani di manutenzione**, analogamente a quanto previsto in altri ambiti. Durata o durabilità? Non è possibile definire un valore di “durata” in termini assoluti, si indica invece una **“durabilità”, intesa come tempo intercorrente fra l'applicazione ed il primo importante intervento di manutenzione. La durabilità pertanto va intesa come un'indicazione utile nella stesura di un programma di manutenzione.**



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Riferimenti:

ingass@amonncolor.com