

LA PROTEZIONE PASSIVA DAL FUOCO DELLE STRUTTURE

Latina, 02 aprile 2019

ing. Thomas Ollapally

Nuovo regolamento europeo CPR
Regolamento europeo EU n°305/2011

Allegato 1 – requisiti di base

1. Resistenza meccanica e stabilità
2. Sicurezza in caso di incendio
3. Igiene, salute ed ambiente
4. Sicurezza ed accessibilità nell'uso
5. Protezione contro il rumore
6. Risparmio energetico e ritenzione del calore
7. Uso sostenibile delle risorse naturali

Sicurezza in caso di incendio

- la capacità portante dell'edificio possa essere garantita per un periodo di tempo determinato;
- la generazione e la propagazione del fuoco e del fumo al loro interno siano limitate;
- la propagazione del fuoco a opere di costruzione vicine sia limitata;
- gli occupanti possano abbandonare le opere di costruzione o essere soccorsi in altro modo;
- si tenga conto della sicurezza delle squadre di soccorso.

Capacità portante dell'edificio

- Fondamentale la protezione passiva dal fuoco
 - Garantisce i requisiti di resistenza R dell'intero edificio
 - Garantisce l'integrità dei compartimenti REI/EI
- In tutte le regole tecniche verticali c'è una sezione dedicata alla resistenza al fuoco delle strutture
- Fondamentale il decreto ministeriale 17 febbraio 2007:
 - Stabilisce le normative di prova
 - Stabilisce i metodi di classificazione

Regolamento [UE 305/2011](#) (CPR)

- Abroga la direttiva 89/106/CEE
- Introduce un documento che riporta le prestazioni di un prodotto marcato CE (dichiarazione di prestazione DoP)
- Chiarisce l'utilizzo della marcatura CE nelle opere da costruzione

Dichiarazione di prestazione (DoP)

- Dichiarazione che il prodotto rispetta le caratteristiche essenziali richieste da una norma armonizzata di prodotto o è conforme ad una valutazione tecnica europea (ETA);
- Redatta dal fabbricante del prodotto che è responsabile delle caratteristiche dichiarate.

Contenuti Dichiarazione di prestazione (DoP)

- Riferimento del prodotto-tipo
- Sistemi di valutazione
- Numero di riferimento e data della norma armonizzata o della valutazione tecnica
- Usi previsti del prodotto da costruzione
- Elenco caratteristiche essenziali
- Prestazioni delle caratteristiche essenziali

Utilizzo della marcatura CE

- Articolo 8.2:
 - la marcatura CE è apposta solo sui prodotti da costruzione per i quali il fabbricante ha redatto una dichiarazione di prestazione
 - Con la marcatura CE, i fabbricanti dichiarano di assumersi la responsabilità della conformità del prodotto da costruzione alla dichiarazione di prestazione

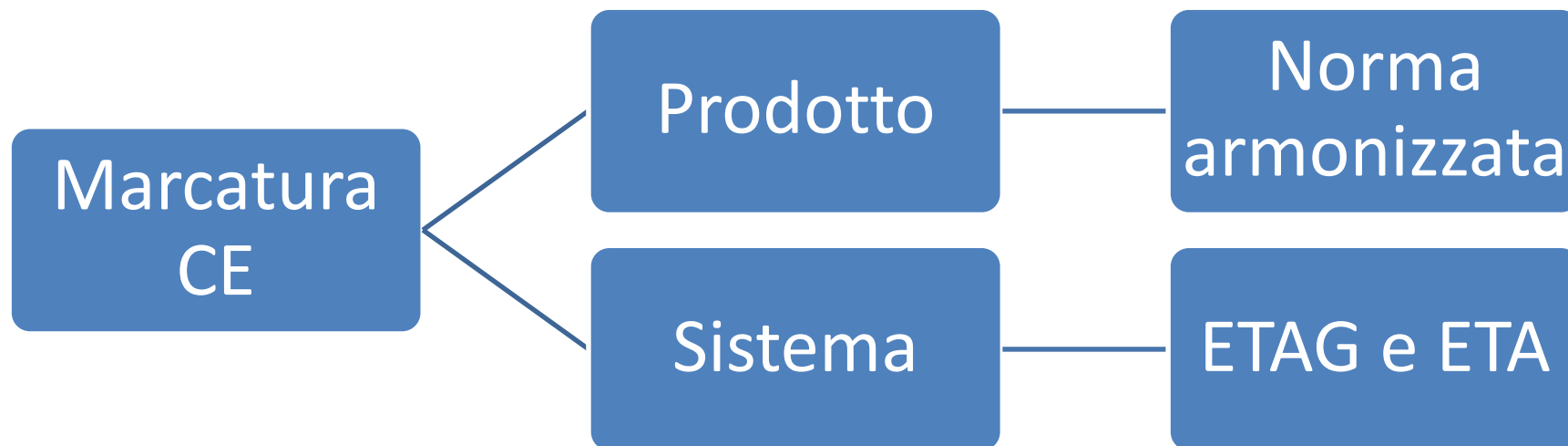
Utilizzo della marcatura CE

Articolo 8.4: uno Stato membro non proibisce né ostacola, nel suo territorio o sotto la sua responsabilità, la messa a disposizione sul mercato o l'uso di prodotti da costruzione recanti la marcatura CE se la prestazione dichiarata corrisponde ai requisiti per l'uso in questione in tale Stato membro.

Marcatura CE -norme armonizzate e ETA

- Norme armonizzate:
 - Stabilite dagli organismi europei di normalizzazione
 - Stabiliscono i metodi ed i criteri per valutare le prestazioni dei prodotti;
 - Sono relative ad un prodotto o gruppo di prodotti
- Valutazioni tecniche europee (ETA)
 - Per prodotti che non rientrano in una norma armonizzata
 - Stabilita dai TAB (organismi di approvazione tecnica) in base ad un documento per la valutazione tecnica
 - Sono riferite ad un sistema

Norme armonizzate e ETA



ETAG – linee guida per ETA

- Linee guida per marcatura CE di sistema
- ETAG diversi in funzione del materiale e del sistema protettivo:
 - ETAG 018-1: fire protective products
 - [ETAG 018-2](#): reactive coatings for fire protection of steel elements
 - ETAG 018-3: renderings and rendering kits intended for fire resisting applications
 - ETAG 018-4: fire protective board, slab and mat products and kits
 - ETAG 028: fire retardant products

<https://www.eota.eu/en-GB/content/etags-used-as-ead/26/>

ETAG 018-2 sistemi reattivi per acciaio

- Introduce il concetto di durabilità
- Specifica le prove per determinare la categoria di esposizione climatica:
 - Z_2 : condizioni interne
 - Z_1 : condizioni interne ad alta umidità
 - Y: condizioni interne ed esterne semi esposte
 - X: tutte le condizioni

Durabilità

- **La durabilità del sistema:** definita come il periodo di tempo massimo che deve trascorrere tra una manutenzione ed un'altra.
- Questo parametro permette di organizzare un ciclo di manutenzione per garantire la continuità e l'efficacia del sistema protettivo applicato.

Categorie climatiche

2.2.2 Use categories related to environmental conditions

The use categories related to the type of environmental conditions are based on the general principles specified in Part 1 "General" of this ETAG, clause 2.2.2. The use categories are the following:

- Type X: Reactive coating system intended for use in all conditions (internal, semi-exposed and exposed)
- Type Y: Reactive coating system intended for use in internal and semi-exposed conditions. Semi exposed includes temperatures below zero, but no exposure to rain and limited exposure to UV (but UV is not assessed).
- Type Z₁: Reactive coating system intended for use in internal conditions with humidity equal to or higher than 85 % RH, excluding temperatures below 0°C.¹
- Type Z₂: Reactive coating system intended for use in internal conditions with humidity lower than 85 % RH, excluding temperatures below 0°C

Note 2: Products that meet the requirements for type X, meet the requirements for all other types. Products that meet the requirements for type Y, also meet the requirements for types Z₁ and Z₂. Products that meet the requirements for type Z₁, also meet the requirements for type Z₂.

ETA – Approvazione tecnica europea

- Emesso da un organismo notificato (oggi denominato TAB)
- In conformità da una linea guida ETAG
- Comporta un sistema di gestione delle costanza della prestazione (AVCP):
 - Controllo delle materie prime
 - Controllo costante delle produzione
- Oltre alla prestazione di resistenza al fuoco sono riportate altre specifiche proprietà (durabilità, ecc)
- Comporta la marcatura CE di sistema: DoP relativa al sistema e non al prodotto

Protezione passiva dal fuoco

Nuovi regolamenti prevenzioni incendi

- DPR n°151 del 01 agosto 2011:
 - Introduce la SCIA (segnalazione certificata di inizio attività)
 - divide in tre categorie le attività soggette: A; B; C in relazione alla dimensione dell'impresa, al settore di attività, alla esistenza di specifiche regole tecniche, alle esigenze di tutela della pubblica incolumità.
- D.M.07 agosto 2012:
 - abroga il D.M.04 maggio 1998
 - introduce la nuova modulistica
 - definisce le nuove attività soggette
- Codice di prevenzione incendio D.M. 3 agosto 2015
 - Attività non soggette

Procedura secondo DPR n°151

- Attività a basso o medio rischio A - B:
 - SCIA (segnalazione certificata di inizio attività)
 - Controlli a campione da parete dei VVF
- Attività ad alto rischio C:
 - SCIA (segnalazione certificata di inizio attività)
 - Controllo da parte dei VVF
 - Rilascio CPI

Nuovi moduli VVF

- Pin 1-2012 - Valutazione Progetto: Istanza di valutazione del progetto
- Pin 2-2012 S.C.I.A.: Segnalazione Certificata di Inizio Attività
- [Pin 2.2-2018-CERT. REI](#): Certificazione di resistenza al fuoco
- [Pin 2.3-2018-DICH. PROD.](#): Dichiarazione inerente i prodotti

Circolare di chiarimento lettera Circolare

- Uso della modulistica antincendio
- Indicazioni sui moduli da utilizzare
- Specifica il metodo di classificazione

Ai Comandi Provinciali VV.F.

Tramite PEC

LETTERA - CIRCOLARE

OGGETTO: Chiarimenti sull'uso della modulistica di prevenzione incendi in materia di resistenza al fuoco.

La presente lettera circolare intende fornire le indicazioni per il corretto utilizzo della modulistica inerente la resistenza al fuoco anche al fine di uniformare le modalità di presentazione delle *segnalazioni certificate di inizio attività* nel settore della prevenzione incendi.

In linea generale, il modello CERT.REI rappresenta il documento principale per comprovare, da parte del *professionista antincendio*, le prestazioni di resistenza al fuoco dei prodotti da costruzione o degli elementi costruttivi, così come riscontrate in opera. In particolare, il CERT.REI deve essere prodotto in ogni circostanza in cui la prestazione di resistenza al fuoco

Quadro normativo – norme di prova

- Acciaio ([lettera circolare](#)) EN 13381-4
EN 13381-8
- Calcestruzzo EN 13381-3
- Legno EN 13381-7
- Solai EN 1365-2
- Pareti non portanti EN 1364-1

Rapporto di valutazione – rapporto di prova

- **Rapporto di valutazione:** valutazione tecnica del sistema protettivo che fornisce delle tabelle prestazionali
 - Tabelle in funzione di diversi parametri
 - Verifica di tipo analitico
 - Non è definita una classe di resistenza al fuoco
- **Rapporto di classificazione:** documento che classifica un sistema con una determinata classe di resistenza al fuoco
 - Campo di applicazione diretta
 - Campo di applicazione estesa

**Test per la protezione delle strutture
in acciaio secondo**

EN 13381-4 (rivestimenti passivi)

EN 13381-8 (rivestimenti reattivi)

EN 13381-4/8

- Serie di test su diversi profili:
 - Fattore di sezione minimo e massimo
 - Travi e pilastri
 - Caricati e non caricati
- Spessore minimo e massimo del materiale protettivo
- Verifica dell'adesione del protettivo (stickability)
- Analisi dei dati ottenuti in funzione del tempo e del fattore di sezione
- Test su profili aperti e chiusi

EN 13381-4/8 – adesione del protettivo

- Verifica dello stesso spessore di protettivo su
 - Trave/pilastro caricato
 - Trave/pilastro di riferimento non caricato
- Si tiene conto della flessione o compressione dell'elemento che può comportare il distacco del materiale
- Si ottengono dei fattori di correzione dei risultati
- Nel caso di distacco:
 - Peggioramento dei risultati generali
 - Valori di k molto bassi (valore ottimale 1)

EN 13381-8

- Tipologia di profili:
 - Travi e colonne con profilo aperto (IPE, HEA, HEB, ecc.)
 - Travi e colonne con profilo chiuso (rettangolare e circolare)



EN 13381-8



EN 13381-8



EN 13381-8



EN 13381-4/8

Non si ottiene una classificazione ma una valutazione tecnica

- tabelle prestazionali in funzione della:
 - resistenza al fuoco richiesta
 - temperatura critica
 - fattore di sezione

Fire Resistance Period – 30 Minutes								
Design Temperature °C	350	400	450	500	550	600	650	700
Section factor m ⁻¹	Thickness of Fire Protection Material to Maintain Steel Temperature Below Design Temperature							
40								
50								
60								
70								
80								
90								
100								
110								
120								
130								
140								
150								
160								
170								
180								
190								
200								

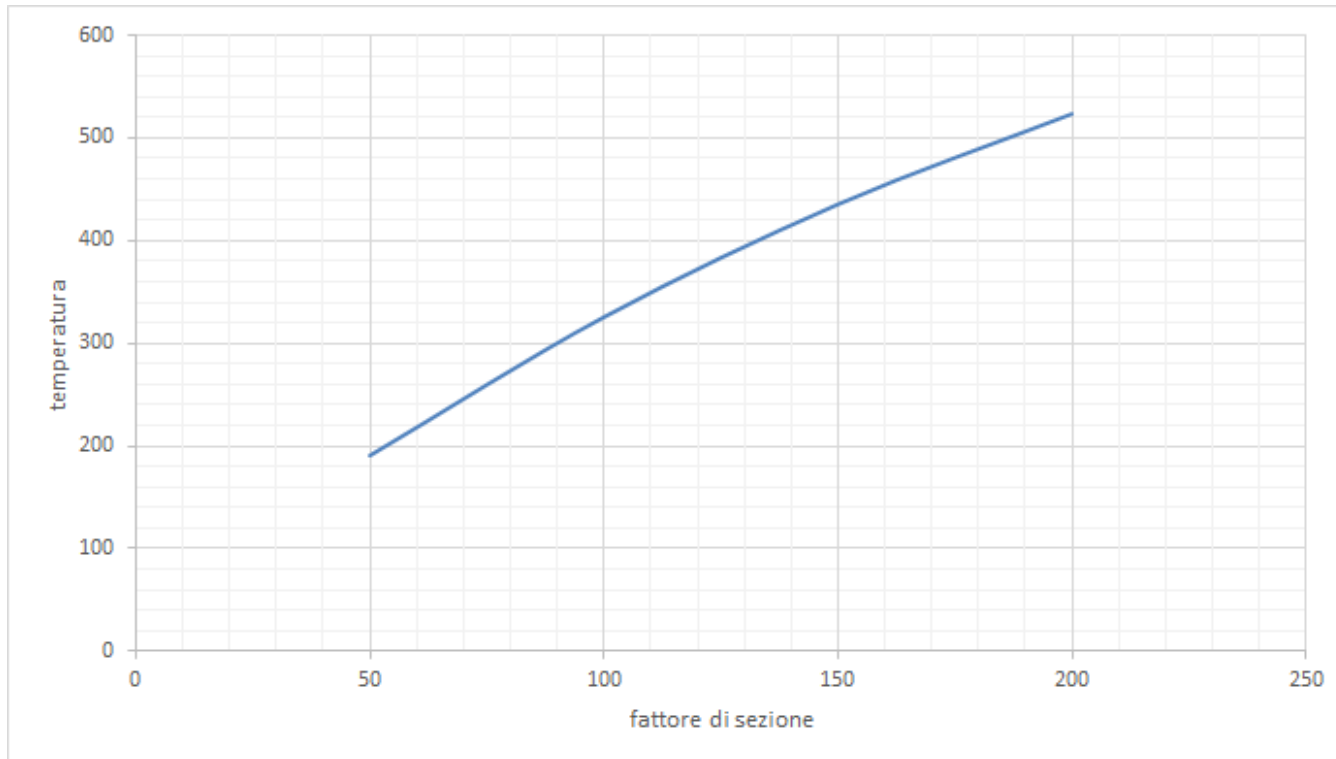
Esempio di abaco prestazionale

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

Fire resistance clarification R60 - 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	1134	987	724	587	465	412	412
65	1332	1073	835	699	582	412	412
75	1332	1073	835	699	582	458	412
85	--	1238	953	816	700	584	412
95	--	1368	1106	909	793	684	482
105	--	--	1234	1003	869	765	579
115	--	--	1340	1116	931	832	660
125	--	--	1429	1211	1006	888	727
135	--	--	1552	1292	1092	936	785
145	--	--	1665	1362	1166	993	834
155	--	--	1764	1423	1231	1060	877
165	--	--	1851	1514	1288	1119	915
175	--	--	1928	1611	1338	1171	949
185	--	--	1996	1698	1383	1218	995
195	--	--	2058	1775	1423	1260	1045
205	--	--	--	1845	1497	1298	1089
215	--	--	--	1909	1593	1332	1130
225	--	--	--	1967	1680	1363	1167
235	--	--	--	2020	1760	1392	1201
245	--	--	--	2068	1834	1418	1232
255	--	--	--	--	1902	1452	1261
265	--	--	--	--	1964	1573	1288

Fattore di sezione e temperatura

- Elementi con fattore di sezione elevato si riscaldano più velocemente (a parità di spessore di protettivo e tempo)



Protezione strutture in acciaio

- Temperatura critica:
 - stabilità dal progettista in funzione delle azioni e della classe del profilo (EN 1993-1-2 Eurocodice 3)
- Classe del profilo in acciaio - dipende da:
 - sezione del profilo
 - tipo di acciaio
 - sollecitazione a cui è sottoposto

Temperatura critica acciaio

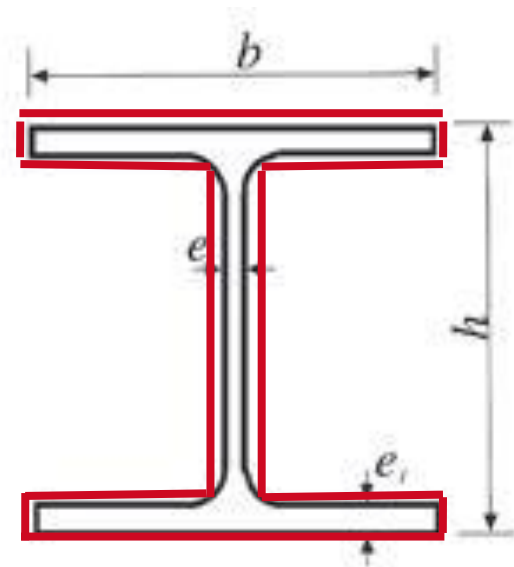
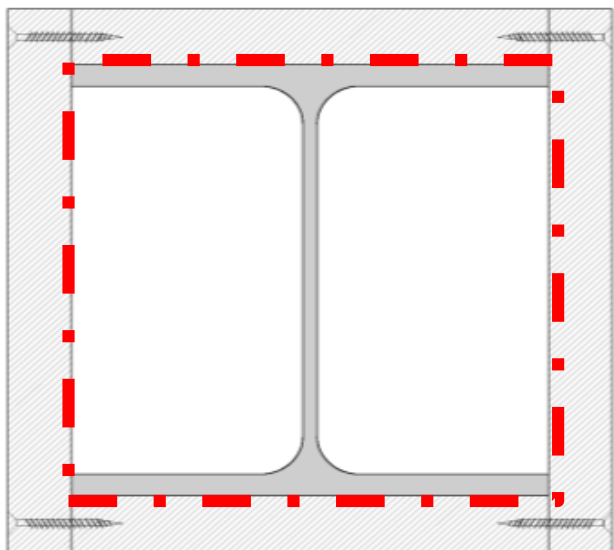
- In funzione del grado di utilizzazione per gli elementi in classe 1-2-3

Table 4.1: Critical temperature $\theta_{a,cr}$ for values of the utilization factor μ_0

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

Fattore di sezione

- Rapporto tra superficie di esposizione al fuoco e sezione del profilo (perimetro/area profilo)
- Unità di misura m^{-1}
- Indicazioni nell'[Eurocodice](#) su come calcolarlo



EN 13381-4

- Test solo su profili aperti
- Formula per ottenere lo spessore per i profili chiusi

c) increase the thickness as follows:

$$\text{Modified thickness} = d_p \left(1 + \frac{A_p/V}{1000} \right)$$

i) for A_p/V values up to 250 m^{-1} ,

ii) for A_p/V values higher than 250 m^{-1} .

$$\text{Modified thickness} = 1,25 d_p$$

EN 13381-4

- Colonna circolare diametro 300 mm spessore 10 mm
- Fattore di sezione pari a 100 m^{-1}
- Protezione R 60 - temperatura critica 500°C
- Incremento dello spessore pari al 10%
- Protezione con $13 * 1,1 = 14,3 \text{ mm}$

Esempi di protezione passiva della strutture
in acciaio

Protezione R 60 di una trave in acciaio

- Resistenza al fuoco R 60
- **Trave HEA 240** esposta al fuoco su tre lati
- Fattore di sezione $146,9 \text{ m}^{-1}$
- Temperatura critica 500°C

Profilo	kg/m	4 LATI m ² /m	3 LATI m ² /m	S/V 4 lati	S/V 3 lati
HE 240 AA	47,4	1,359	1,119	225,1	185,3
HE 240 A	60,3	1,369	1,129	178,2	146,9
HE 240 B	83,2	1,384	1,144	130,6	107,9
HE 240 M	157,0	1,46	1,212	73,1	60,7

Protezione R 60 con Amotherm Steel WB

Table No. A2.4: I- sections - beams exposed on 3 sides

Fire resistance clarification R60 - beams exposed on 3 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]						
70	1220	973	764	628	510	390	390
75	1332	1073	835	699	582	458	390
85	--	1238	953	816	700	584	390
95	--	1368	1107	909	793	684	482
105	--	--	1235	1004	869	766	579
115	--	--	1340	1117	931	832	660
125	--	--	1429	1212	1006	889	727
135	--	--	1552	1293	1092	937	785
145	--	--	1666	1362	1166	993	834
155	--	--	1765	1423	1231	1061	878
165	--	--	1852	1515	1288	1120	915
175	--	--	1928	1612	1338	1172	949
185	--	--	1997	1699	1383	1219	995
195	--	--	2059	1776	1424	1260	1045
205	--	--	--	1846	1498	1298	1090
215	--	--	--	1910	1594	1332	1131
225	--	--	--	1968	1682	1364	1168

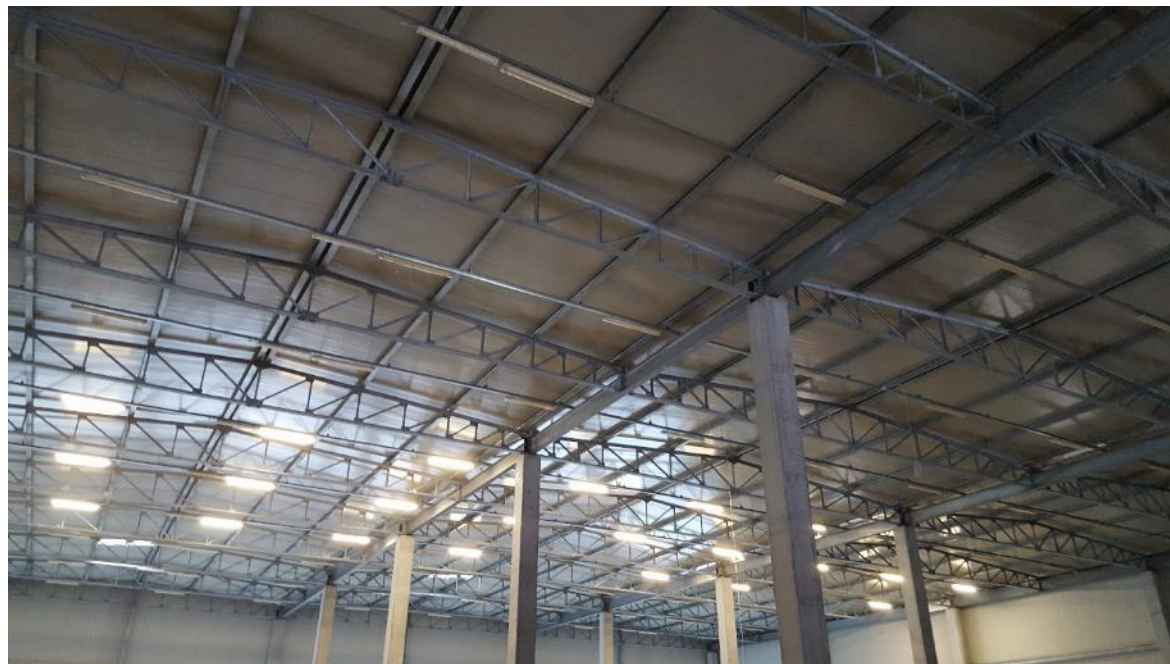
Classificazione R 60 del profilo

- Attraverso il [CERT REI](#)
 - Trave in acciaio HEA 240
 - Esposizione la fuoco su tre lati
 - Fattore di sezione 147 m^{-1}
 - Temperatura critica 500°C

Protezione R 30 di una copertura
Unifarco Belluno

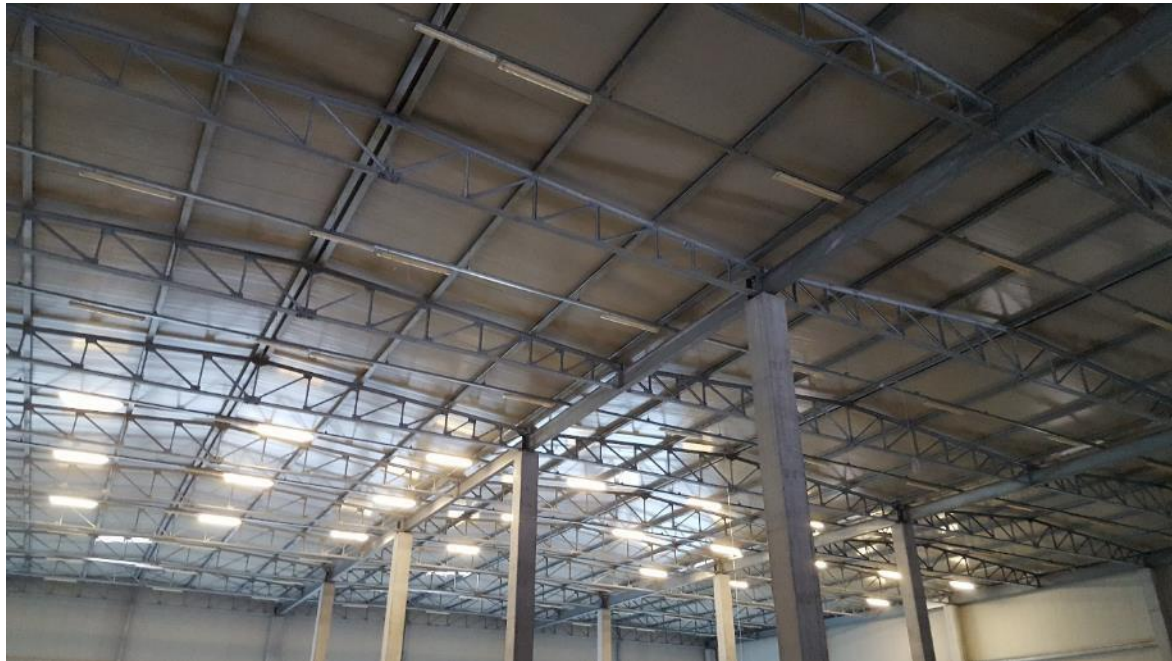
Capannone industriale

- Copertura da rendere R 30 costituita da:
 - Travi reticolari in acciaio
 - Arcarecci secondari
 - Pannelli sandwich di copertura



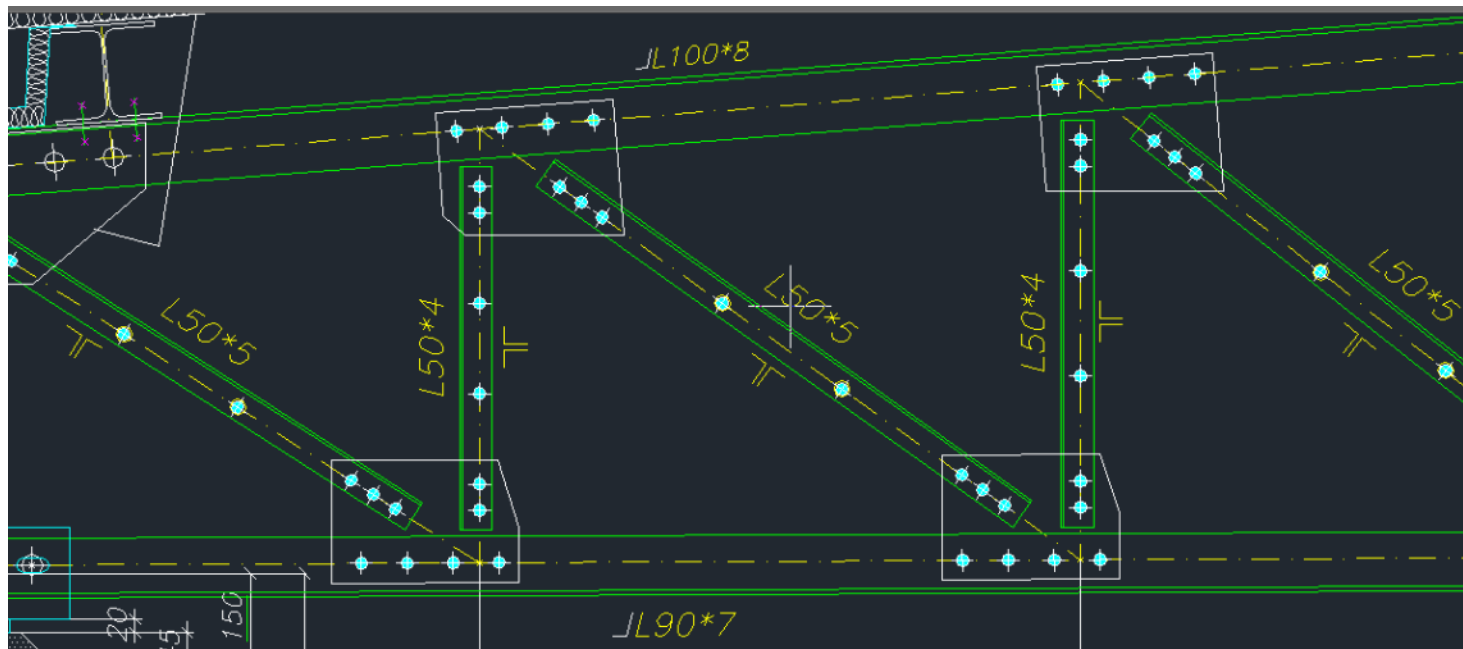
Analisi struttura

- Pilastri in calcestruzzo già R 30
- Travi reticolari in acciaio da proteggere
- Arcarecci secondari da proteggere



Travi reticolari in acciaio R 30

- Corrente inferiore doppio L 90x90x7 mm
- Corrente superiore doppio L 100x100x8 mm
- Montante doppio L 50x50x4 mm
- Diagonali doppio L 50x50x5 mm



Arcarecci R 30

- Profili HEA 160



Soluzione proposta con vernice intumescente

Elemento	Dimensione	lati	Classe	Temperatura critica [°C]	Fattore di sezione [m ⁻¹]	Spessore [μm]
Corrente superiore	Doppio "L" 100x100x 8 mm	4	R 30	550	186	342
Corrente inferiore	Doppio " <u>L</u> " 90x90x7 mm	4	R 30	550	212	422
Montanti	Doppio "L" 50x50x4 mm	4	R 30	550	389	1278
Diagonali	Doppio " <u>L</u> " 50x50x5 mm	4	R 30	550	299	740
arcarecci	HEA 160	4	R 30	550	192	367

Rapporto di valutazione

Resistenza antincendio (min)	Coefficiente sezione $A_{ny}V$ (m^{-1})	Spessore materiale verniciante in relazione a temper. critica acciaio (μm) Temperatura critica acciaio [$^{\circ}C$]			
		450	500	550	620
R 30	50	182	153	126	100
	60	195	164	138	107
	70	209	176	148	115
	80	224	188	158	123
	90	241	202	170	132
	100	258	217	182	142
	110	277	232	195	152
	120	297	249	209	163
	130	318	267	225	175
	140	341	287	241	187
	150	366	308	258	201
	160	393	330	277	216
	170	421	354	297	231
	180	452	380	319	248
	190	485	407	342	266
	200	520	437	367	285
	210	557	468	393	306
	220	598	502	422	328
	230	641	539	452	352
	240	688	578	486	377
	250	738	619	520	405
	260	791	664	558	434
	270	848	713	598	466
	280	910	764	642	499
	290	976	820	688	536
	300	1047	879	738	574
	310	1111	930	773	622
	320	1188	995	823	660
	330	1272	1072	880	704
	340	1360	1145	935	746
	350	1466	1215	995	790
	360	1580	1292	1060	843
	370	1707	1378	1133	898
	380	1818	1462	1204	948
	390	1948	1560	1278	1001
	400	2070	1662	1363	1060

Fattore di sezione $389 m^{-1}$

Vernice intumescente 1278 micron



Test per la protezione delle strutture in calcestruzzo secondo EN 13381-3

Protezione strutture in calcestruzzo

Test secondo EN 13381-3:

- solaio in calcestruzzo armato
- trave in calcestruzzo armato

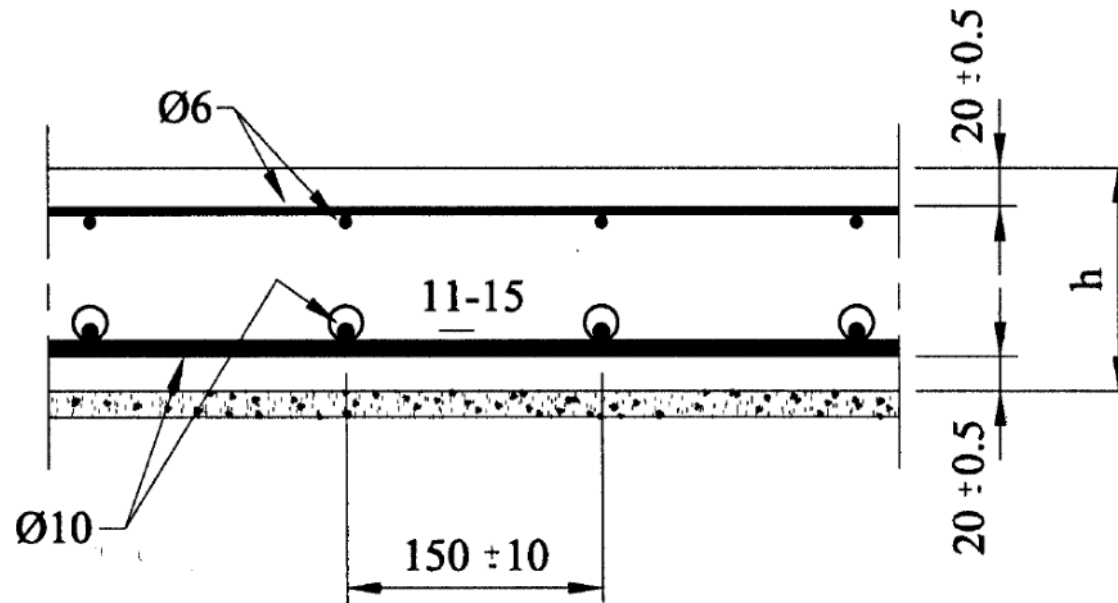
Rivestimento protettivo applicato:

- spessore massimo e minimo

EN 13381-3

Termocoppie inserite all'interno del solaio

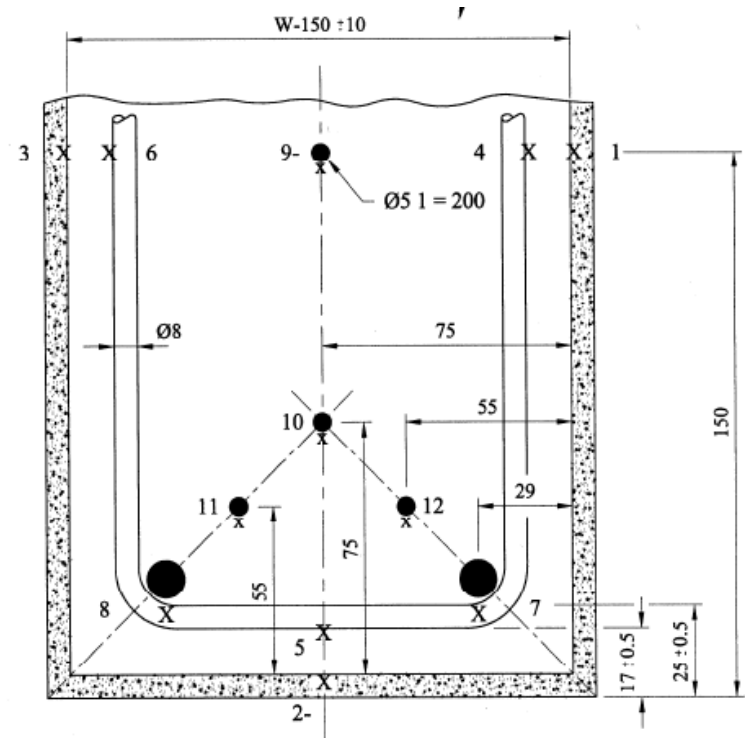
- Intradosso solaio
- Estradosso solaio
- Sulle barre di armatura
- Annegate all'interno della soletta



EN 13381-3

Termocoppie inserite all'interno della trave

- Sulla superficie esposta
- In corrispondenza delle barre
- Sulle diagonali



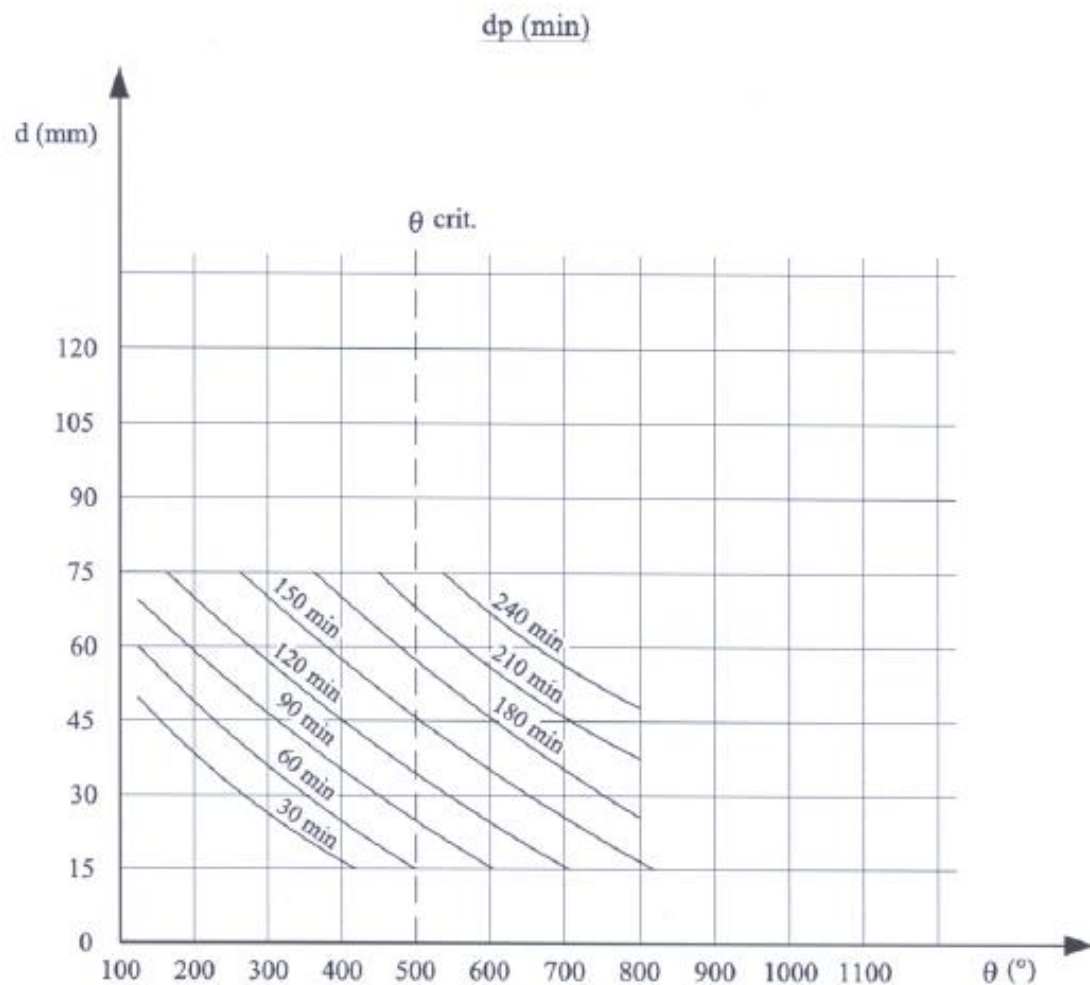
EN 13381-3



EN 13381-3



EN 13381-3 valutazione dei dati



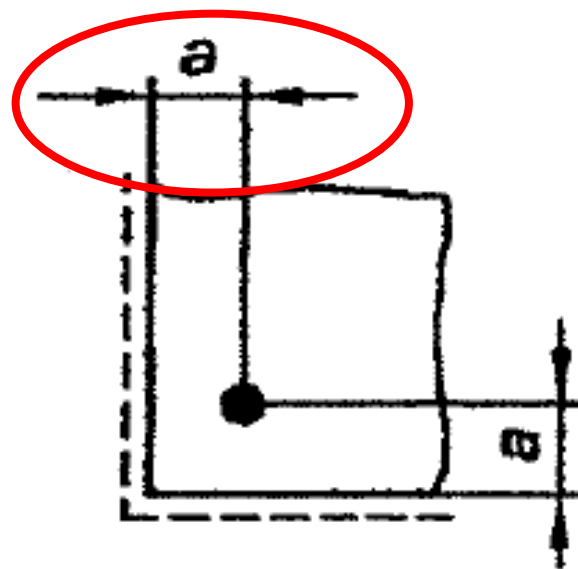
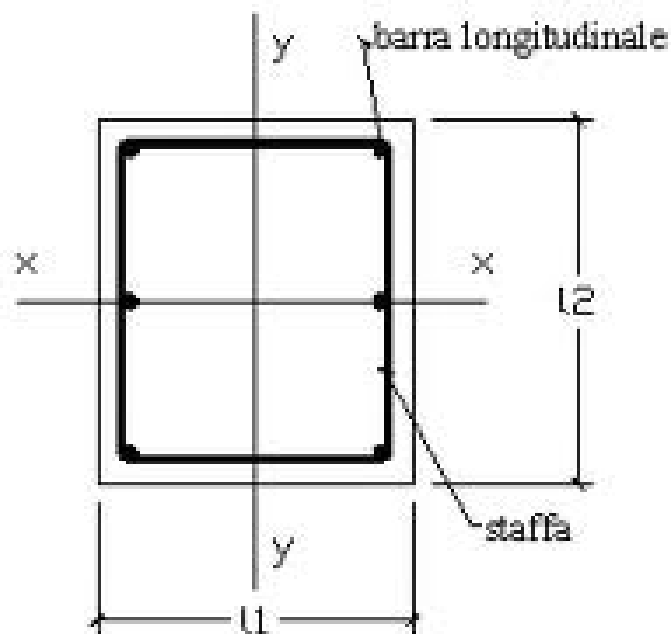
EN 13381-3

Non si ottiene una classificazione ma una valutazione tecnica

- tabelle di soluzioni in funzione della:
 - resistenza al fuoco richiesta
 - temperatura critica
 - stabilità dal progettista in funzione del carico e dello schema statico (EN 1992-1-2 Eurocodice 2)
 - distanza delle barre di armatura dalla superficie esposta al fuoco (copri ferro)

Copri ferro delle barre di armatura

- Distanza **dell'asse della barra** di armatura dalla superficie di esposizione al fuoco



Spessore calcestruzzo equivalente

- EN 13381-3: si ricava un valore dello spessore equivalente di calcestruzzo del rivestimento protettivo

3.3 Spessore equivalente di calcestruzzo

Lo spessore equivalente di calcestruzzo è determinato in base ai principi dell'Allegato C della norma ENV 13381-3-2002

ϵ [mm]	d_o [μm]	$t = 30 \text{ min}$	$t = 60 \text{ min}$	$t = 90 \text{ min}$	$t = 120 \text{ min}$	$t = 180 \text{ min}$	$t = 240 \text{ min}$
ϵd_{pmin}	560	22.1	26.9	24.9	21.9	20.1	20.6
ϵd_{pmax}	1310	29.5	47.0	53.4	55.2	51.8	42.1

Esempio protezione R 120 - soletta in calcestruzzo

- Resistenza al fuoco R 120
- **Soletta in calcestruzzo spessore 120 mm**
- Copri ferro esistente 15 mm
- **Temperatura critica 500°C**

Esempio protezione R 120 - soletta in calcestruzzo

- Verifico il copri ferro minimo necessario
- Aggiungo un materiale protettivo che abbia un rapporto di equivalenza pari a quello richiesto

Classe	30	60	90	120	180	240
Solette piene con armatura monodirezionale	$H = 80 / a = 10$	120 / 20	120 / 30	160 / 40	200 / 55	240 / 65
Solai misti di lamiera di acciaio con riempimento di calcestruzzo ⁽¹⁾	$H = 80 / a = 10$	120 / 20	120 / 30	160 / 40	200 / 55	240 / 65
Solai a travetti con alleggerimento ⁽²⁾	$H = 160 / a = 15$	200 / 30	240 / 35	240 / 45	300 / 60	300 / 75
Solai a lastra con alleggerimento ⁽³⁾	$H = 160 / a = 15$	200 / 30	240 / 35	240 / 45	300 / 60	300 / 75

Spessore calcestruzzo equivalente

- EN 13381-3: si ricava un valore dello spessore equivalente di calcestruzzo del rivestimento protettivo

3.3 Spessore equivalente di calcestruzzo

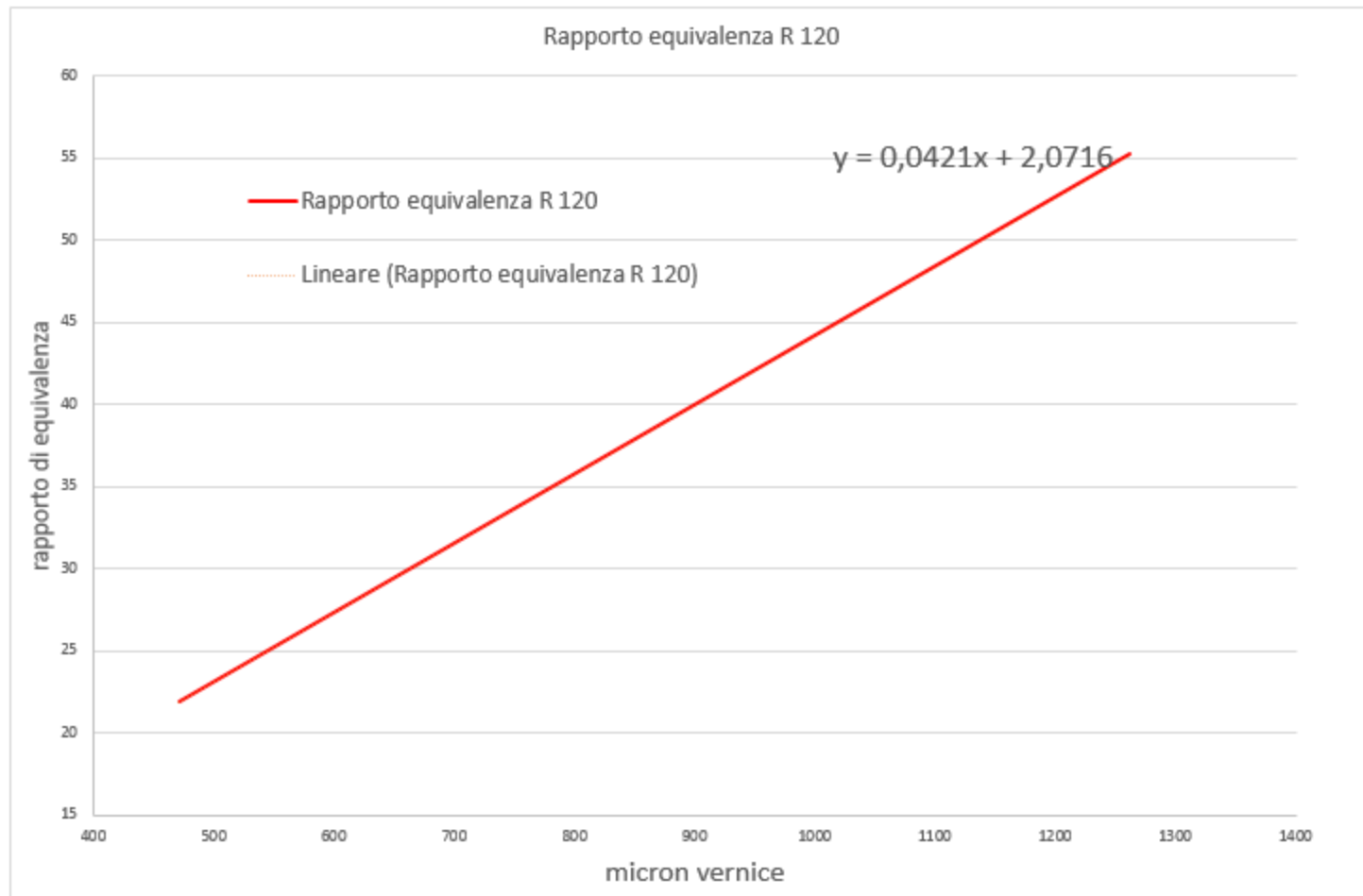
Lo spessore equivalente di calcestruzzo è determinato in base ai principi dell'Allegato C della norma ENV 13381-3-2002

ϵ [mm]	d_b [μm]	$t = 30 \text{ min}$	$t = 60 \text{ min}$	$t = 90 \text{ min}$	$t = 120 \text{ min}$	$t = 180 \text{ min}$	$t = 240 \text{ min}$
ϵd_{pmin}	560	22.1	26.9	24.9	21.9	20.1	20.6
ϵd_{pmax}	1310	29.5	47.0	53.4	55.2	51.8	42.1

Interpolazione dei dati

- Rapporto di equivalenza per R 120
 - Spessore minimo 471 micron = 21,9 mm
 - Spessore massimo 1310 micron = 55,2 mm
- Copriferro esistente 15 mm
- Copriferro richiesto da D.M. 16/02/2007: 40 mm
- Copriferro equivalente necessario 25 mm
- **Vernice necessaria: 545 micron pari a 25 mm**

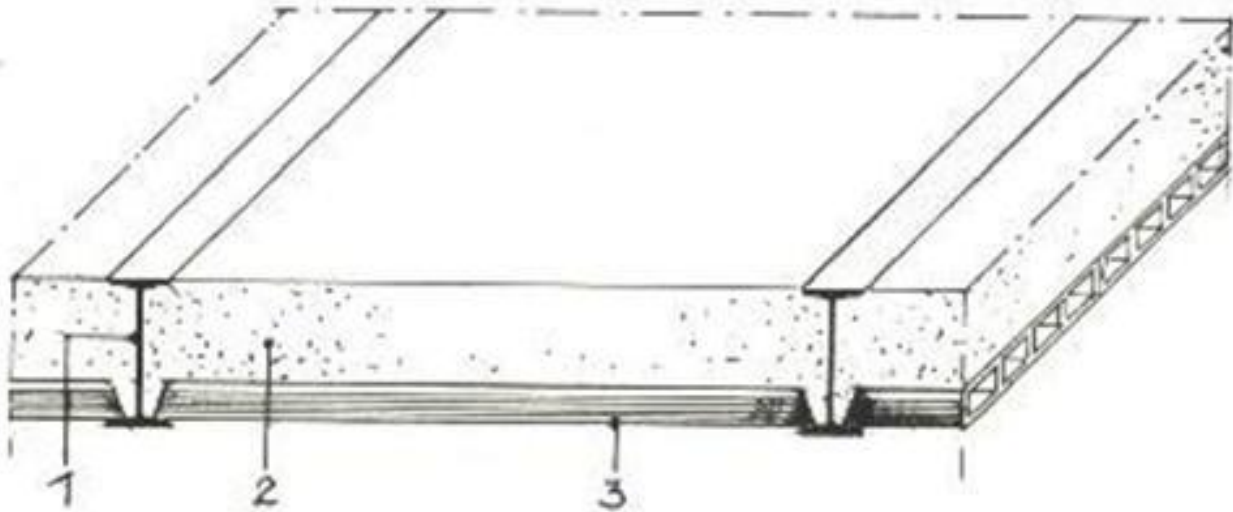
Interpolazione dei dati



Esempi di protezione passiva dal fuoco

Solaio misto

- Solaio misto acciaio e calcestruzzo:
 - Travi IPE esposte al fuoco su un lato
 - Pignatte in laterizio
 - Getto di completamento



Esempi di protezioni passiva

- Protezione REI 120:
 - Travi in acciaio esposte su un lato: applicazione di una soluzione secondo EN 13381-4/8
 - Valutazione del fattore di sezione me indicato nell'[Eurocodice 3](#)
 - Temperatura critica da definire in funzione del carico
- Per i parametri E ed I
 - Valutazione dello spessore totale per utilizzare la tabella [D.5.2](#) del decreto 16 febbraio 2007

Test per la protezione delle strutture in legno secondo EN 13381-7

Resistenza al fuoco EN 13381-7

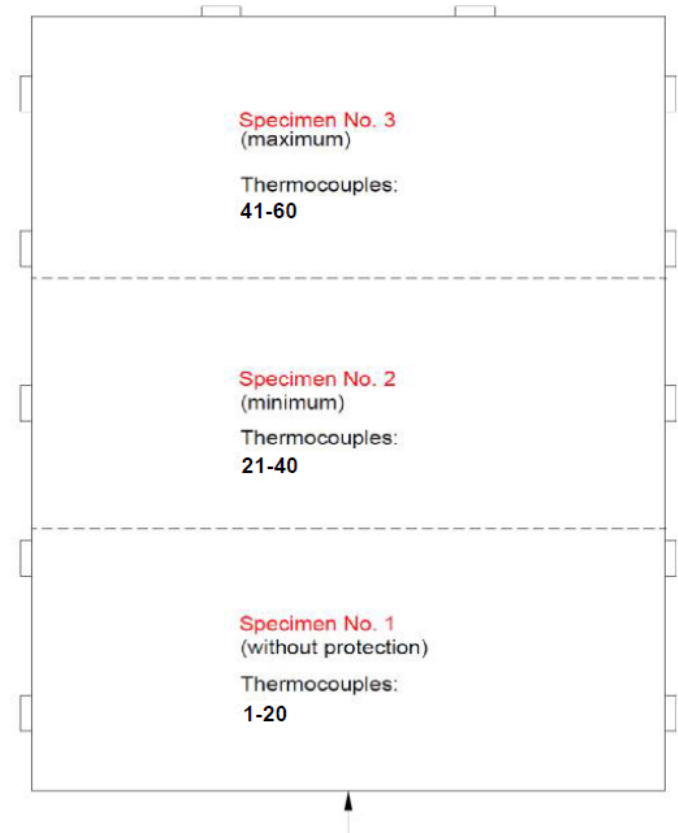
- Norma di prova che permette di ottenere una tabella prestazionale in funzione di:
 - Classe di resistenza al fuoco
 - Spessori protettivo applicato
 - Velocità di carbonizzazione
 - Fattore di riduzione k della velocità di carbonizzazione

Annex 8. 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	0,760	0,760	0,760
β''_{\min} [mm/min]	400	0,354	0,597	0,678
β''_{\max} [mm/min]	800	0,086	0,469	0,597
$k_{\beta \min}$	400	0,465	0,785	0,891
$k_{\beta \max}$	800	0,113	0,617	0,785
$t_{pr \min}$ [min]	400	8,16		
$t_{pr \max}$ [min]	800	12,15		

Resistenza al fuoco EN 13381-7

- Test su una soletta in legno con travi protette e non protette



Resistenza al fuoco EN 13381-7

- Test su una soletta in legno con travi protette e non protette

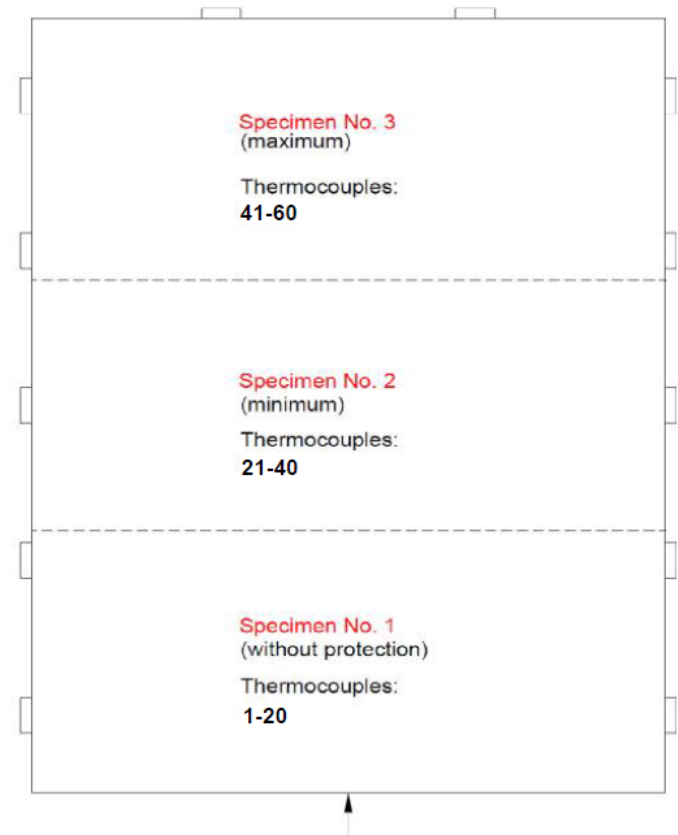


Tabella per travi in legno

parameter	thickness of protection [g/m ²]	R15	R30	R45
β' [mm/min]	0	0,760	0,760	0,760
β''_{\min} [mm/min]	400	0,354	0,597	0,678
β''_{\max} [mm/min]	800	0,086	0,469	0,597
$k_{\beta \min}$	400	0,465	0,785	0,891
$k_{\beta \max}$	800	0,113	0,617	0,785
$t_{\text{pr min}}$ [min]	400	8,16		
$t_{\text{pr max}}$ [min]	800	12,15		

β' : velocità di carbonizzazione senza protettivo

β''_{\min} : velocità di carbonizzazione con lo spessore minimo

β''_{\max} : velocità di carbonizzazione con lo spessore massimo

k_{β} : fattore di correzione per ogni tipo di legno

Esempio di applicazione

parameter	thickness of protection [g/m ²]	R15	R30	R45
β' [mm/min]	0	0,760	0,760	0,760
β''_{\min} [mm/min]	400	0,354	0,597	0,678
β''_{\max} [mm/min]	800	0,086	0,469	0,597
$k_{\beta \min}$	400	0,465	0,785	0,891
$k_{\beta \max}$	800	0,113	0,617	0,785
$t_{\text{pr min}}$ [min]	400	8,16		
$t_{\text{pr max}}$ [min]	800	12,15		

Trave in legno lamellare R 30:

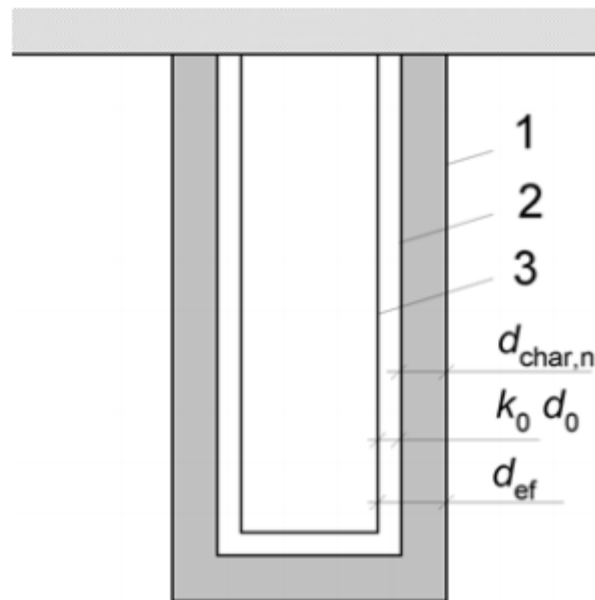
- Velocità di carbonizzazione non protetta **0,7 mm/min.**
- Velocità di carbonizzazione con 800 g/m² di Amotherm Wood WB: $0,7 \times \mathbf{0,617} = \mathbf{0,43 \text{ mm/min.}}$

Velocità di carbonizzazione

- Indicata nell'Eurocodice 5 per le diverse tipologie di legno
- Specifica lo spessore carbonizzato in funzione del tempo

	β_0 mm/min	β_n mm/min
a) Softwood and beech Glued laminated timber with a characteristic density of $\geq 290 \text{ kg/m}^3$ Solid timber with a characteristic density of $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65 0,65	0,7 0,8
b) Hardwood Solid or glued laminated hardwood with a characteristic density of $\geq 290 \text{ kg/m}^3$ Solid or glued laminated hardwood with a characteristic density of $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,65 0,50	0,7 0,55
c) LVL with a characteristic density of $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
d) Panels Wood panelling Plywood Wood-based panels other than plywood	0,9 ^a 1,0 ^a 0,9 ^a	— — —
^a The values apply to a characteristic density of 450 kg/m^3 and a panel thickness of 20 mm; see 3.4.2(9) for other thicknesses and densities.		

Carbonizzazione del legno



Key

- 1 Initial surface of member
- 2 Border of residual cross-section
- 3 Border of effective cross-section

Test su pareti non portanti secondo

EN 1364-1

EN 1364-1

- Normativa di test per pareti non portanti di qualsiasi tipo:
 - Pareti leggere (cartongesso, silicato, legno)
 - Pareti in muratura protette o non protette
 - Cavedi tecnici (fuoco solo da un lato)
- Dimensioni del forno di prova 3000x3000 mm
- Classificazione con i soli parametri EI



EN 1364-1

Campo di applicazione diretta dei risultati di prova:

- Riduzione di altezza
- Aumento dello spessore della parete
- Aumento degli spessore dei materiali componenti
- Riduzione delle dimensioni delle lastre o pannelli
- Riduzione del passo dei montanti
- Riduzione della distanza dei fissaggi
- Incremento dei giunti orizzontali
- Incremento dei giunti verticali

EN 1364-1 – incremento in altezza

L'altezza della parete può essere aumentata fino a 4 metri se la flessione della parete durante il test è inferiore a 100 mm.

Per altezze superiori bisogna realizzare i test con una mappatura particolare per poi fare un fascicolo tecnico specifico

Fascicolo tecnico pareti leggere grandi altezza (EOTA TR 35)

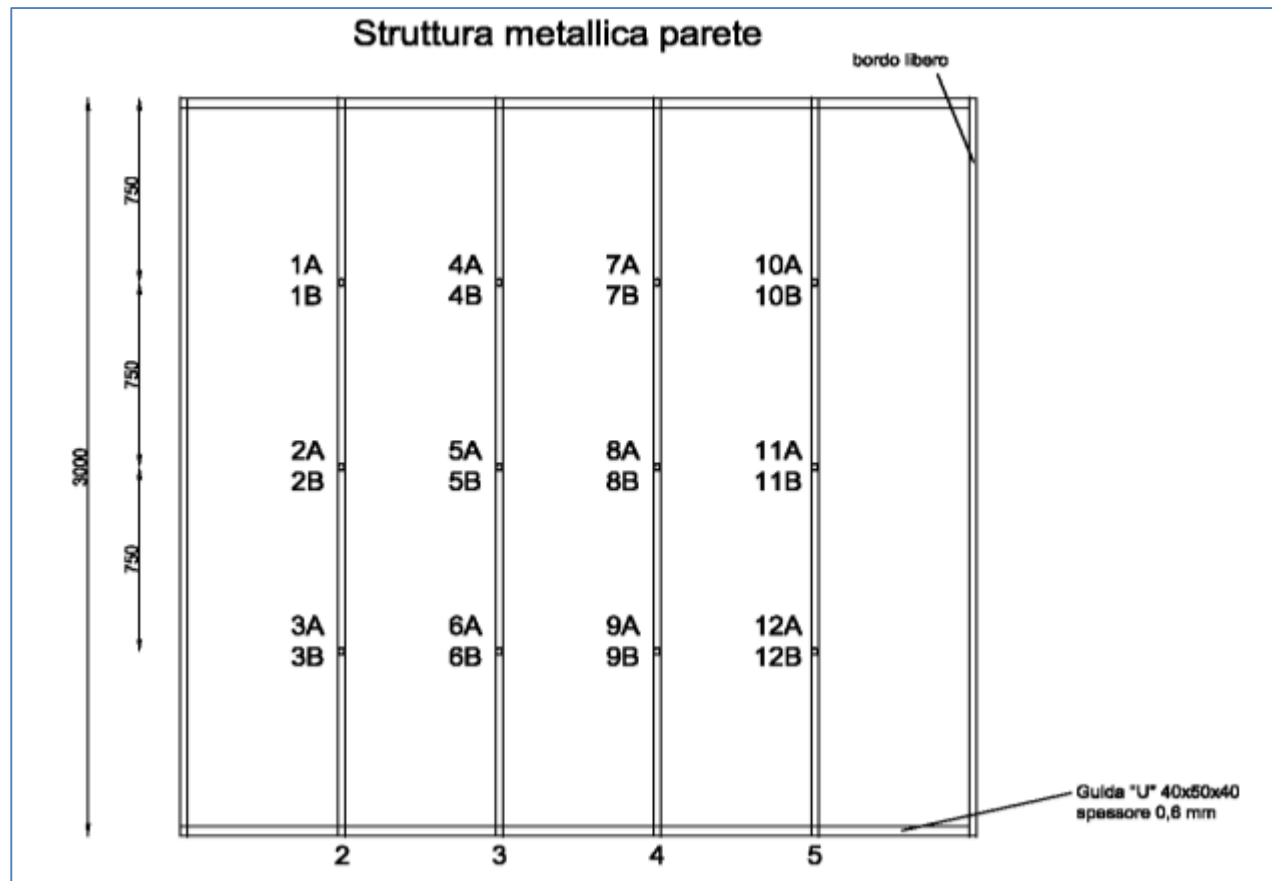
Fascicolo tecnico pareti grande altezza (EOTA TR 35)

Parete **EI 60/EI 120** realizzata con **doppia lastra** per lato su struttura metallica da dimensionare:

- rapporto di riferimento parete EI60/EI 120
- fascicolo tecnico realizzato secondo metodo **EOTA TR 35**
 - valutazioni delle temperature dei montanti durante il test ufficiale
 - metodo di calcolo che tiene conto del peso proprio della parete e della freccia di inflessione a caldo
 - Analisi in funzione della differenza di temperatura tra la flangia fredda e calda dei montanti

Fascicolo tecnico pareti grande altezza

Termocoppie posizionate sui montanti lato freddo e lato caldo



Test su solai caricato secondo EN 1365-2

EN 1365-2

- Test su elementi orizzontali caricati
- Possibilità di provare solai protetti o non protetti
- Campo di applicazione in funzione del tipo di solaio e del carico
- Si ottiene un rapporto di classificazione con una determinata resistenza al fuoco

Reazione al fuoco dei materiali da costruzione

Reazione al fuoco

- Definizione: grado di partecipazione di un materiale combustibile al fuoco al quale è sottoposto.
- Decreti di reazione al fuoco:
 - Decreto ministeriale 10 marzo 2005
 - Decreto ministeriale 15 marzo 2005
 - D.M.03/08/2015 - Codice di prevenzione incendi

Decreto 10 Marzo 2005

- Campo di applicazione: materiali da costruzione (Direttiva Europea 89/106/CEE)
- Stabilisce i criteri per la determinazione delle reazioni al fuoco dei materiali
- Stabilisce l'impiego dei prodotti per i quali è prevista la classe di reazione al fuoco

Decreto 10 Marzo 2005

- Classificazione di reazione al fuoco dei materiali:
 - Dipende dalla combinazione di valori dei parametri riportati nell'Allegato A
 - Diverse classi di reazione al fuoco: A1; A2; B; C; D; E; F.
 - Introduce nuovi parametri di valutazione:
 - S (smoke): produzione di fumo;
 - D (Drop): gocce o particelle infiammate.
 - Distinzione tra impiego a pavimento (FL) a parete o soffitto e lineari (L)

Decreto 10 Marzo 2005

- S (smoke): dipende dalla produzione totale di fumo e dal suo tasso di crescita:
 - S1: livello inferiore;
 - S2: livello intermedio;
 - S3: livello maggiore.
- D (Drop): gocce o particelle infiammate:
 - d0: nessuna goccia/particella infiammata;
 - d1: nessuna goccia/particella infiammata che persiste per più di 10 secondi;
 - d2: nessun valore dichiarato o determina la combustione della carta nella prova di accendibilità.

Decreto 10 Marzo 2005 – articolo 4

Specifica l'impiego per i materiali dove è prevista la reazione al fuoco:

- Prodotti marcati CE:
 - la reazione al fuoco è specificata nelle informazioni che accompagnano la marcatura CE (etichetta o dichiarazione di conformità o di prestazione)
- Prodotti non marcati CE:
 - omologazione ministeriale

Decreto 15 Marzo 2005

- Campo di applicazione: materiali da costruzione (Direttiva Europea 89/106/CEE)
- Specifica la corrispondenza tra classi di reazione al fuoco italiane e nuove classi europee.

Classe 0 = Classe A1
(con eventuali pedici FL e L)

Articolo 3 – prodotti non classificati

I prodotti non classificati ricadono nella classe:

- Classe F per impiego a parete e soffitto
- Classe F_{FL} per l'impiego a pavimento
- Classe F_L per l'impiego lineare

Articolo 4 – prodotti installati lungo le vie di esodo

- a) Impiego a pavimento: (A2_{FL}-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)

Articolo 5 – prodotti installati in altri ambienti

Tabelle 1 – 2 – 3 del Decreto

Tabella 1

- Impiego a pavimento

	Classe italiana	Classe europea
I	Classe 1	$(A2_{FL-s1}), (A2_{FL-s2}), (B_{FL-s1}), (B_{FL-s2})$
II	Classe 2	$(C_{FL-s1}), (C_{FL-s2})$
III	Classe 3	$(D_{FL-s1}), (D_{FL-s2})$

Pedice_{FL}: floor (impiego a pavimento)

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), (B-s1,d0), (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), (B-s1,d0), (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)

Importanza del parametro **d** (gocciolamento)

Vernici ignifughe per legno

- [D.M.06 marzo 1992](#) per i prodotti vernicianti ignifughi applicati su materiali legnosi:
 - Prove di reazione al fuoco secondo UNI 9796
 - Obbligo della omologazione ministeriale nelle attività soggette ai Vigili del Fuoco
 - Dichiarazione di conformità del produttore
 - Scadenza del trattamento dopo 5 anni

D.M.03/08/2015 - Codice di prevenzione incendi

- Classe di reazione al fuoco in funzione dei livelli di prestazione:
 - Vie di esodo
 - Altri locali dell'attività
- Introdotti i gruppi di materiali GM0, GM1, GM2, GM3, GM4
- Classificazione di reazione:
 - Classi italiane
 - Classi europee per i prodotti da costruzione

D.M.03/08/2015

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Mobili imbottiti (poltrone, divani, divani letto, materassi, <i>sommier</i> , guanciali, <i>topper</i> , cuscini)	1 IM	[na]	1 IM	[na]	2 IM	[na]
<i>Bedding</i> (coperte, copriletti, coprimaterassi)	1		1		2	
Mobili fissati e non agli elementi strutturali (sedie e sedili non imbottiti)						
Tendoni per tensostrutture, strutture presostatiche e tunnel mobili						
Sipari, drappeggi, tendaggi,						
Materiale scenico, scenari fissi e mobili (quinte, velari, tendaggi e simili)						
[na] Non applicabile						

Tabella S.1-4: Classificazione in gruppi per arredamento, scenografie, tendoni per coperture

D.M.03/08/2015

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Rivestimenti a soffitto [1]	0	A2-s1,d0	1	B-s2,d0	2	C-s1,d0
Controsoffitti						
Pavimentazioni sopraelevate (superficie nascosta)						
Rivestimenti a parete [1]	1	B-s1,d0				
Partizioni interne, pareti, pareti sospese						
Rivestimenti a pavimento [1]	1	B _{fl} -s1	1	C _{fl} -s1	2	C _{fl} -s2
Pavimentazioni sopraelevate (superficie calpestabile)						
[1] Qualora trattati con prodotti vernicianti ignifughi, questi ultimi devono avere la corrispondente classificazione indicata ed essere idonei all'impiego previsto.						

Tabella S.1-5: Classificazione in gruppi di materiali per rivestimento e completamento

Alcuni esempi

Attività commerciali

- Reazione al fuoco vie di esodo

3.2 - REAZIONE AL FUOCO

I prodotti da costruzione rispondenti al sistema di classificazione europeo di cui al decreto del Ministro dell'interno 10 marzo 2005 (Gazzetta Ufficiale n. 73 del 30 marzo 2005) e successive modifiche ed integrazioni, devono essere installati seguendo le prescrizioni e le limitazioni previste al capoverso successivo.

I materiali installati, eccettuati gli espositori per la merce in vendita, devono essere conformi a quanto di seguito specificato:

a1) negli atri, nei corridoi, nei disimpegni, nelle scale, nelle rampe, nei passaggi in genere, è consentito l'impiego, in ragione del 50% massimo della loro superficie totale (pavimento + pareti + soffitto + proiezioni orizzontali delle scale) di prodotti classificati in una delle seguenti classi di reazione al fuoco, in funzione del tipo di impiego previsto:

Impiego a pavimento: (A2FL-s1), (BFL-s1), (CFL-s1)

Impiego a parete: (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s1,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0), (B-s1,d1)

Impiego a soffitto: (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (B-s1,d0), (B-s2,d0).

Attività commerciali

- Altri ambienti

b) In tutti gli altri ambienti accessibili al pubblico le pavimentazioni devono avere una classe di reazione al fuoco del tipo (A2FL-s1), (A2FL-s2), (BFL-s1), (BFL-s2), (CFL-s1), (CFL-s2), (DFL-s1) e le coperture ed i controsoffitti devono avere una classe di reazione al fuoco del tipo (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s3,d0), (A2-s1,d1), (A2-s2,d1), (A2-s3,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0), (B-s3,d0).

Scuole – [Decreto 7 agosto 2017](#)

- Reazione al fuoco

Reazione al fuoco

1. Nelle vie d'esodo verticali, passaggi di comunicazione delle vie d'esodo orizzontali (es. corridoi, atri, spazi calmi, filtri, ...) devono essere impiegati materiali appartenenti almeno al gruppo GM2 di reazione al fuoco (Capitolo S.1).
2. Negli ambienti del comma 1 è ammesso l'impiego di materiali appartenenti al gruppo GM3 di reazione al fuoco (capitolo S.1) con l'incremento di un livello di prestazione delle misure richieste per il controllo dell'incendio (capitolo S.6) e per la rivelazione ed allarme (capitolo S.7).

Scuole – [Decreto 7 agosto 2017](#)

- Reazione al fuoco

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Rivestimenti a soffitto [1]	0	A2-s1,d0	1	B-s2,d0	2	C-s1,d0
Controsoffitti						
Pavimentazioni sopraelevate (superficie nascosta)						
Rivestimenti a parete [1]	1	B-s1,d0				
Partizioni interne, pareti, pareti sospese						
Rivestimenti a pavimento [1]	1	B _{fl} -s1	1	C _{fl} -s1	2	C _{fl} -s2
Pavimentazioni sopraelevate (superficie calpestabile)						
[1] Qualora trattati con prodotti vernicianti ignifughi, questi ultimi devono avere la corrispondente classificazione indicata ed essere idonei all'impiego previsto.						

Tabella S.1-5: Classificazione in gruppi di materiali per rivestimento e completamento

Grazie dell'attenzione

Per maggiori informazioni:

ingass@amonncolor.com