

## **RAPPORTO DI VALUTAZIONE n. EFR-22-005113 B - Revisione 1**

In conformità con EN 13381- 4:2013

<b>Rilasciato</b>	3 aprile 2023
<b>Rapporti di prova di riferimento</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Efectis France n. 11 - U - 580</li><li>▪ Efectis France n. 11 - U - 597</li><li>▪ Efectis France n. 11 - U - 681</li><li>▪ EFR-21-004250</li></ul>
<b>Ambito</b>	Strutture di acciaio protette da lastre di cartongesso di tipo GYPSOTECH FOCUS: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Spessore delle lastre: BA13 e BA15</li><li>▪ Spessore della protezione:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Singolo strato: 1xBA15</li><li>○ Multistrato: da 2 x BA13 a 3 x BA15</li></ul></li><li>▪ Fattore di sezione: da <math>\leq 46</math> a <math>372 \text{ m}^{-1}</math></li></ul>
<b>Richiedente</b>	FASSA S.r.l via Lazzaris 3 31027 Spresiano (TV) ITALIA

*Questo documento non costituisce un'omologazione o una certificazione del prodotto.*

**DISCLAIMER: Il presente documento è una traduzione della versione inglese corrispondente e ufficiale. In tutte le situazioni in cui il significato del documento attuale è poco chiaro o ambiguo, il documento inglese dovrebbe essere utilizzato a fini di disambiguazione.**

**Questo rapporto di valutazione annulla e sostituisce il rapporto di valutazione n° EFR-22-005113 B**

*È autorizzata la riproduzione di questo documento solo nella sua integralità.*

**REVISIONI**

Rev. Index.	Modifica	Commenti
0	Documento originale	-
1	§ 3 : "Regressione lineare" invece di "Conduktività Termica Variabile"	

**1. OGGETTO DEL RAPPORTO DI VALUTAZIONE**

Determinazione, in accordo con la metodologia di caratterizzazione dei materiali protettivi come indicato dalla norma europea EN 13381-4 "Metodo di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali - Parte 4: Protettivi passivi applicati ad elementi di acciaio", delle temperature di elementi di acciaio esposti ad incendio convenzionale in funzione dei loro fattori di sezione, dello spessore del materiale di protezione e della durata dell'esposizione.

**2. DESCRIZIONE**
**2.1. GENERALITÀ**

Gli elementi di acciaio sono protetti da un sistema di protezione scatolare realizzato con un singolo strato o più strati di lastre GYPSOTECH FOCUS BA13 e BA15.

**2.2. LISTA DEI COMPONENTI**

Descrizione	Riferimento	Materiale	Caratteristiche	Fornitore
Lastra	GYPSOTECH FOCUS BA13	Cartongesso tipo DFI	sp = 12,5 mm	FASSA S.r.l.
	GYPSOTECH FOCUS BA15		sp = 15 mm	
Gancio di fissaggio metallico	301060	Acciaio zincato		FASSA S.r.l.
Gancio distanziatore	301008	Acciaio zincato		FASSA S.r.l.
Montanti metallici a C	C2748300	Acciaio zincato	27 x 48 x 27 mm sp = 0,6 mm	FASSA S.r.l.
	C1548300		15 x 48 x 15 mm sp = 0,6 mm	
Profilo angolare a L	L3030300	Acciaio zincato	30 x 30 mm sp = 0,6 mm	FASSA S.r.l.
Viti per lastre in cartongesso	301200	Autoperforanti Acciaio fosfatato	3,5 x 25 mm	FASSA S.r.l.
	301201		3,5 x 35 mm	
	301202		3,5 x 45 mm	
	301203		3,5 x 55 mm	
Stucco per giunti	FASSAJOINT	Gesso, farina di roccia e additivi	Classificazione secondo EN 13963: 3B	FASSA S.r.l.
Nastro in carta microforata	301100	Nastro di rinforzo in carta		FASSA S.r.l.
Chiodi	10401131	Acciaio	Ø 3 mm Ø <sub>testa</sub> 6 mm L = 15 mm	ABCSISTEM
Tasselli	SBS 9/4 500414	Acciaio	M5 x 45 mm	FISCHER

sp = spessore / d = densità

### 2.3. ELEMENTI IN ACCIAIO

Il sistema di protezione può essere applicato su profili in acciaio:

- Qualunque acciaio di grado strutturale (con designazione S) secondo EN 10025-1 (ad eccezione di S185).
- Con fattori di sezione compresi tra  $\leq 46$  e  $372 \text{ m}^{-1}$ .
- Tipo di profilo:
  - Elementi in acciaio con sezione a I/H.
  - Profili cavi (SHS) (con sezione rettangolare, quadrata o circolare) con spessore richiesto del materiale di protezione per il medesimo fattore di sezione.
  - Profili a L, a U o a T, usati come elementi individuali o come rinforzo, per il medesimo fattore di sezione.

### 2.4. APPLICAZIONE DEL MATERIALE DI PROTEZIONE

Le lastre di cartongesso possono essere applicate in singolo strato o in multistrato con:

- Singolo strato: 1 x BA15
- Multistrato: da 2 x BA13 a 3 x BA15

L'applicazione della protezione dipende dal numero di lati che occorre proteggere.

#### 2.4.1. Struttura metallica

##### 2.4.1.1. Protezione su tre lati

Un profilo a L in acciaio zincato e con sezione di  $30 \times 30 \times 0,6 \text{ mm}$  (L x l x sp) è installato sul muro o sul pannello posizionato contro il profilo in acciaio, su ciascun lato del profilo in acciaio.

È fissato al muro o al pannello per mezzo di elementi di fissaggio appropriati, come i tasselli modello SBS 9/4 500414 (FISCHER) per calcestruzzo cellulare, collocati ogni 500 mm.

Su entrambi i lati della flangia opposta del profilo in acciaio sono fissati ganci di fissaggio metallici in acciaio zincato, ad interasse di 600 mm.

I montanti a C in acciaio zincato sono inseriti nei ganci di fissaggio lungo la flangia del profilo in acciaio, su ciascun lato.

##### 2.4.1.1. Protezione su quattro lati

Dei ganci di fissaggio metallici in acciaio zincato sono fissati su ciascuna flangia, ad interasse di 600 mm.

I montanti a C in acciaio zincato sono inseriti nei ganci di fissaggio lungo la flangia del profilo in acciaio, su ciascun lato.

## 2.4.1.2. Tipo di ganci di fissaggio e montanti

Il tipo di ganci di fissaggio metallici e montanti metallici a C da usare dipende dallo spessore della flangia:

Spessore della flangia	Gancio di fissaggio metallico	Montanti metallici
Meno di 16 mm	Codice 301060 Ad interasse di 600 mm. Fissati tramite una vite che fa parte dei ganci di fissaggio	Codice C2748300 Sezione 27 27 x 48 x 0,6 mm
Più di 16 mm	Codice 301008 Ad interasse di 600 mm. Fissati tramite due chiodi codice 10401131 (ABCSISTEM)	Codice C1548300 Sezione 15 15 x 48 x 0,6 mm

## 2.4.2. Installazione delle lastre

Le lastre sono installate e fissate ai montanti in acciaio per creare una protezione su tre o quattro lati.

Le lastre sono installate con una lunghezza di 1200 mm.

Le lastre di minore spessore sono sempre installate per prime.

Gli elementi di fissaggio usati in funzione dei diversi spessori della protezione sono:

Protezione	Elementi di fissaggio			Distanza		
	Primo strato	Secondo strato	Terzo strato	Primo strato	Secondo strato	Terzo strato
1 x BA15	3,5 x 25	-	-	150 mm	-	-
2 x BA13	3,5 x 25	3,5 x 35	-	300 mm	150 mm	-
BA13 + BA15	3,5 x 25	3,5 x 45	-	300 mm	150 mm	-
2 x BA15	3,5 x 25	3,5 x 45	-	300 mm	150 mm	-
3 x BA13	3,5 x 25	3,5 x 35	3,5 x 55	600 mm	300 mm	150 mm
2 x BA13 + 1 x BA15	3,5 x 25	3,5 x 35	3,5 x 55	600 mm	300 mm	150 mm
1 x BA13 + 2 x BA15	3,5 x 25	3,5 x 45	3,5 x 55	600 mm	300 mm	150 mm
3 x BA15	3,5 x 25	3,5 x 45	3,5 x 55	600 mm	300 mm	150 mm

Solo nel caso di protezioni a singolo strato, in corrispondenza del giunto tra due lastre adiacenti, una striscia interna di ricoprimento, ricavata da una lastra GYPSOTECH FOCUS BA15 e larga 100 mm, viene fissata alla lastra di cartongesso tramite viti 3,5 x 45 mm poste ogni 100 mm.

Nel caso di protezioni multistrato, in corrispondenza del giunto tra due lastre adiacenti, dallo stesso lato della protezione scatolare, le lastre di cartongesso sono fissate allo strato previamente applicato con viti aventi le dimensioni riportate nella tabella precedente e poste ogni 100 mm.

Quando è applicato un sistema multistrato, i giunti tra le lastre di uno strato sono sfalsati ogni volta di 400 mm rispetto ai giunti dello strato previamente applicato.

Le teste delle viti sono stuccate con lo stesso stucco per giunti FASSAJOINT.

### 2.4.3. Rinforzo degli angoli della protezione scatolare

Gli angoli di tutte le protezioni scatolari in cartongesso sono rinforzati con nastro di rinforzo codice 301100 e stucco per giunti FASSAJOINT.

Per la protezione su tre lati, si effettua la medesima procedura lungo i giunti tra i lati del solo ultimo strato di cartongesso e il muro o il pannello.

## 2.5. CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO DI PROTEZIONE

Caratteristiche	Dati
Spessore della protezione	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Singolo strato: 1xBA15</li> <li>▪ Multistrato: da 2 x BA13 a 3 x BA15</li> </ul>
Densità media	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Singolo strato: 939,5 kg/m<sup>3</sup></li> <li>▪ Multistrato: 907 kg/m<sup>3</sup></li> </ul>

## 3. METODO DI VALUTAZIONE

Per valutare il materiale di protezione è stato usato il metodo « Conduttività Termica Variabile», come descritto nell'Allegato E.3 della norma EN 13381-4:2013.

### 3.1. ELENCO DEGLI ELEMENTI SOTTOPOSTI A PROVA

#### 3.1.1. Singolo strato

Elementi	Prova n.	Data della prova	Sezione	Protezione	Fattore di sezione (m <sup>-1</sup> )
Trave caricata	11-U-580	07/10/2011	IPE 400	1 x BA15	122,8
Trave di riferimento	11-U-580	07/10/2011	IPE 400	1 x BA15	122,7
Pilastro 1	EFR-21-H-004250-1	24/11/2022	IPE 80	1 x BA15	339
Pilastro 2	11-U-681	18/11/2011	IPE 200	1 x BA15	203,7
Pilastro 3	11-U-580	07/10/2011	HEA 200	1 x BA15	148,6
Pilastro 4	11-U-580	07/10/2011	HEA 300	1 x BA15	109,9
Pilastro 5	11-U-580	07/10/2011	HEB 300	1 x BA15	84,4
Pilastro 6	11-U-580	07/10/2011	HEM 280	1 x BA15	50,9

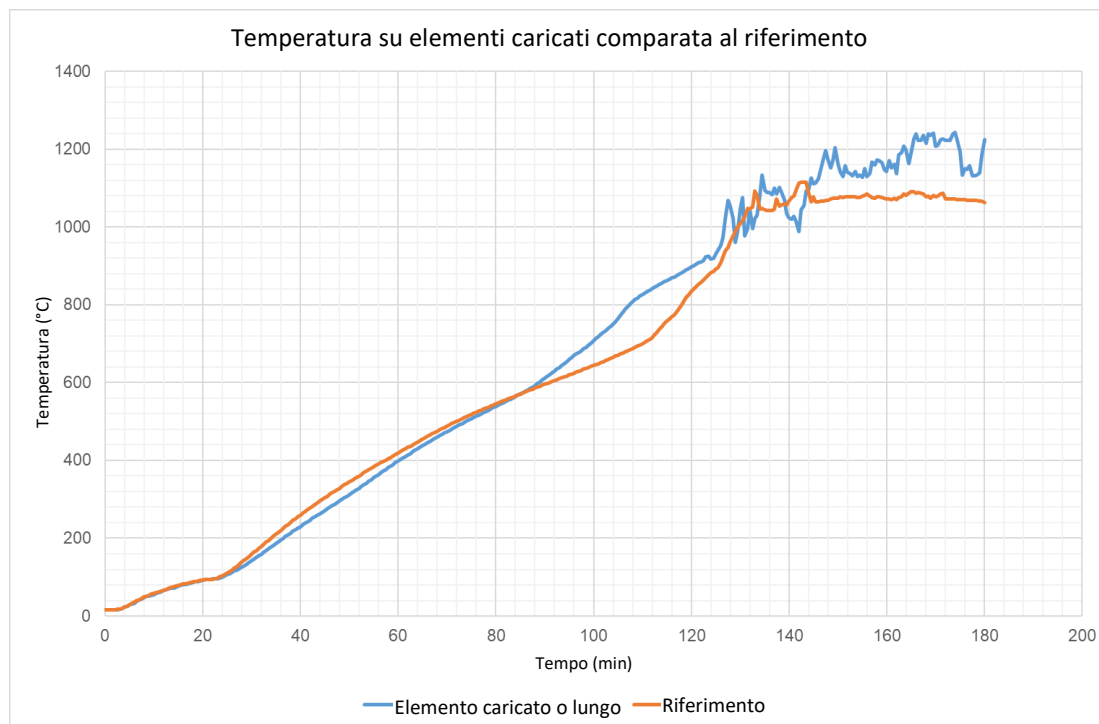
## 3.1.2. Multistrato

<b>Elementi</b>	<b>Prova n.</b>	<b>Data della prova</b>	<b>Sezione</b>	<b>Protezione</b>	<b>Fattore di sezione (m<sup>-1</sup>)</b>
Trave caricata	EFR-21-H-004250-1	24/11/2022	IPE 400	2 x BA15	121
Trave di riferimento	EFR-21-H-004250-1	24/11/2022	IPE 400	2 x BA15	121
Trave caricata	11-U-597	13/11/2011	IPE 400	3 x BA15	122,7
Trave di riferimento	11-U-597	13/11/2011	IPE 400	3 x BA15	122,7
Pilastro 1	EFR-21-H-004250-1	24/11/2022	IPE 80	2 x BA15	339
Pilastro 2	11-U-681	18/11/2011	IPE 160	2 x BA15	251,4
Pilastro 3	11-U-681	18/11/2011	HEA 400	2 x BA15	89,5
Pilastro 4	11-U-681	18/11/2011	HEB 450	2 x BA15	72,3
Pilastro 5	EFR-21-H-004250-2	30/11/2022	HEM 280	2 x BA15	51
Pilastro 6	11-U-580	07/10/2011	IPE 200	2 x BA15	203,9
Pilastro 7	EFR-21-H-004250-2	30/11/2022	HEA 200	2 x BA15	153
Pilastro 8	11-U-681	18/11/2011	HEB 300	2 x BA15	84,8
Pilastro 9	11-U-597	13/10/2011	HEM 280	2 x BA15	50,8
Pilastro 10	EFR-21-H-004250-1	24/11/2022	IPE 80	3 x BA15	339
Pilastro 11	11-U-681	18/11/2011	IPE 160	3 x BA15	251,6
Pilastro 12	EFR-21-H-004250-1	24/11/2022	HEA 200	3 x BA15	153
Pilastro 13	11-U-681	18/11/2011	HEA 400	3 x BA15	88,9
Pilastro 14	11-U-681	18/11/2011	HEM 280	3 x BA15	50,9
Pilastro 15	EFR-21-H-004250-1	24/11/2022	IPE 80	3 x BA15	339
Pilastro 16	11-U-597	13/10/2011	IPE 200	3 x BA15	203,7
Pilastro 17	11-U-597	13/10/2011	HEA 200	3 x BA15	150,9
Pilastro 18	11-U-597	13/10/2011	HEA 300	3 x BA15	111,8
Pilastro 19	11-U-597	13/10/2011	HEB 450	3 x BA15	72,3

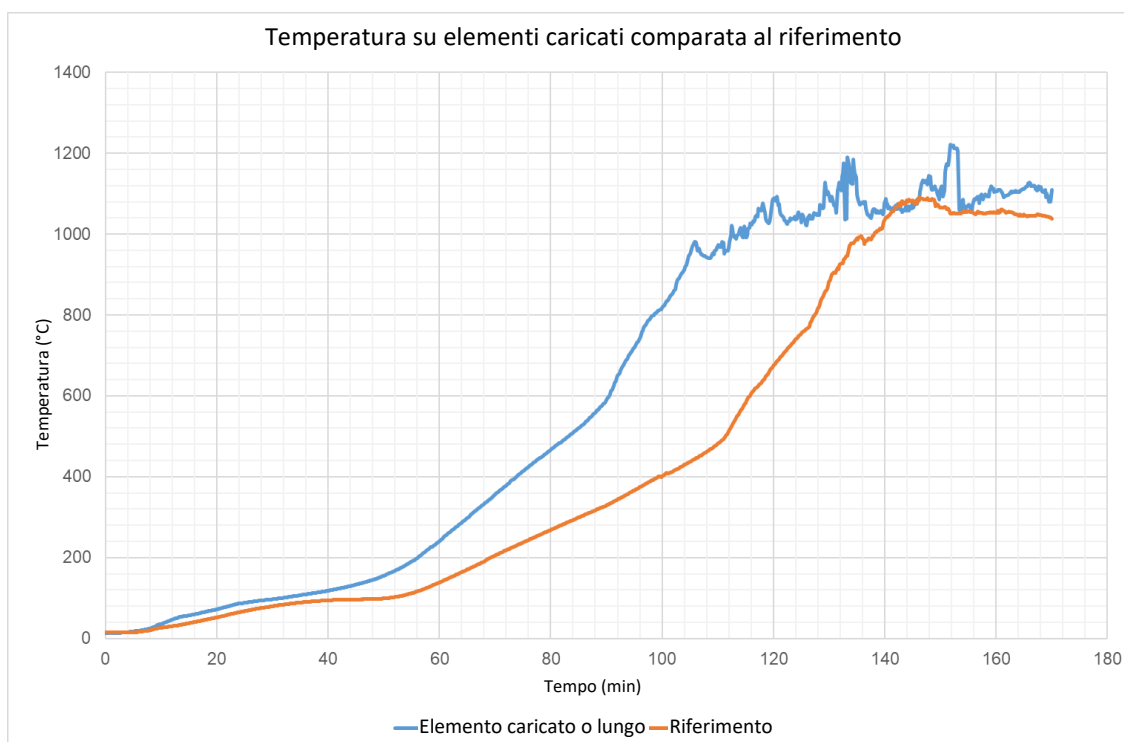
### 3.2. TEMPERATURE DI RIFERIMENTO DELL'ACCIAIO

#### 3.2.1. Temperature caratteristiche di travi IPE 400

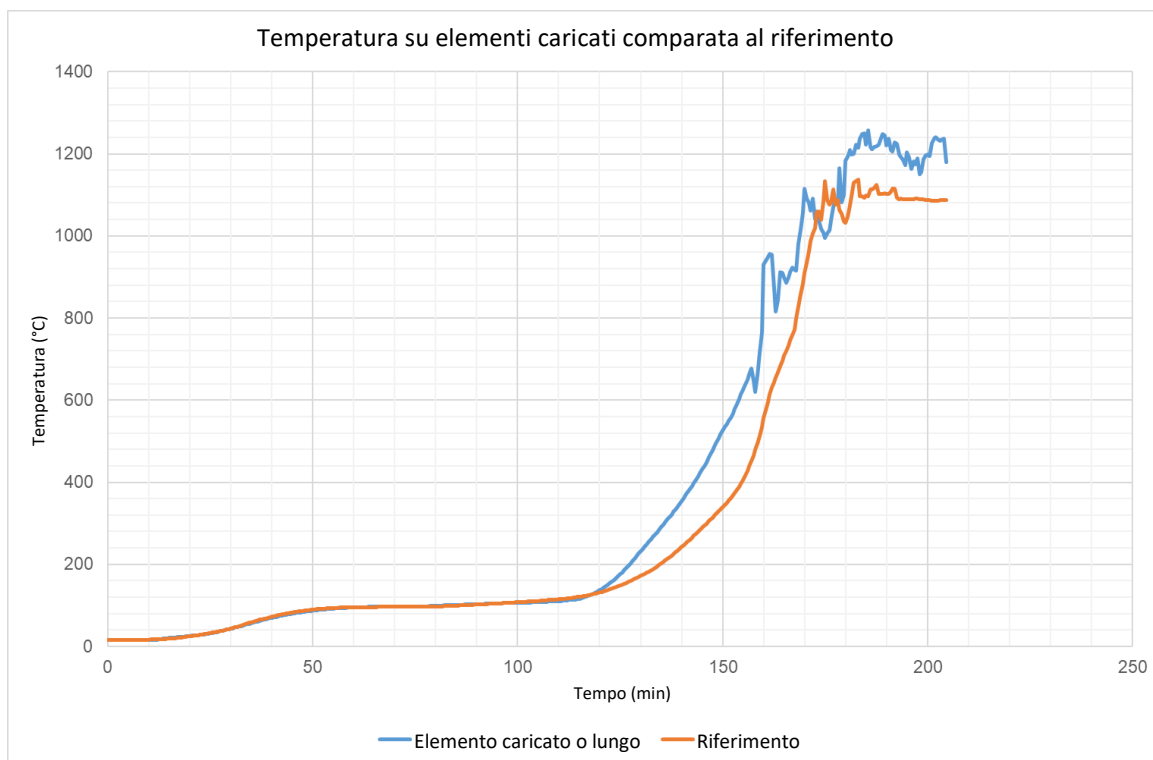
##### 3.2.1.1. Protezione 1 x BA15



##### 3.2.1.2. Protezione 2 x BA13

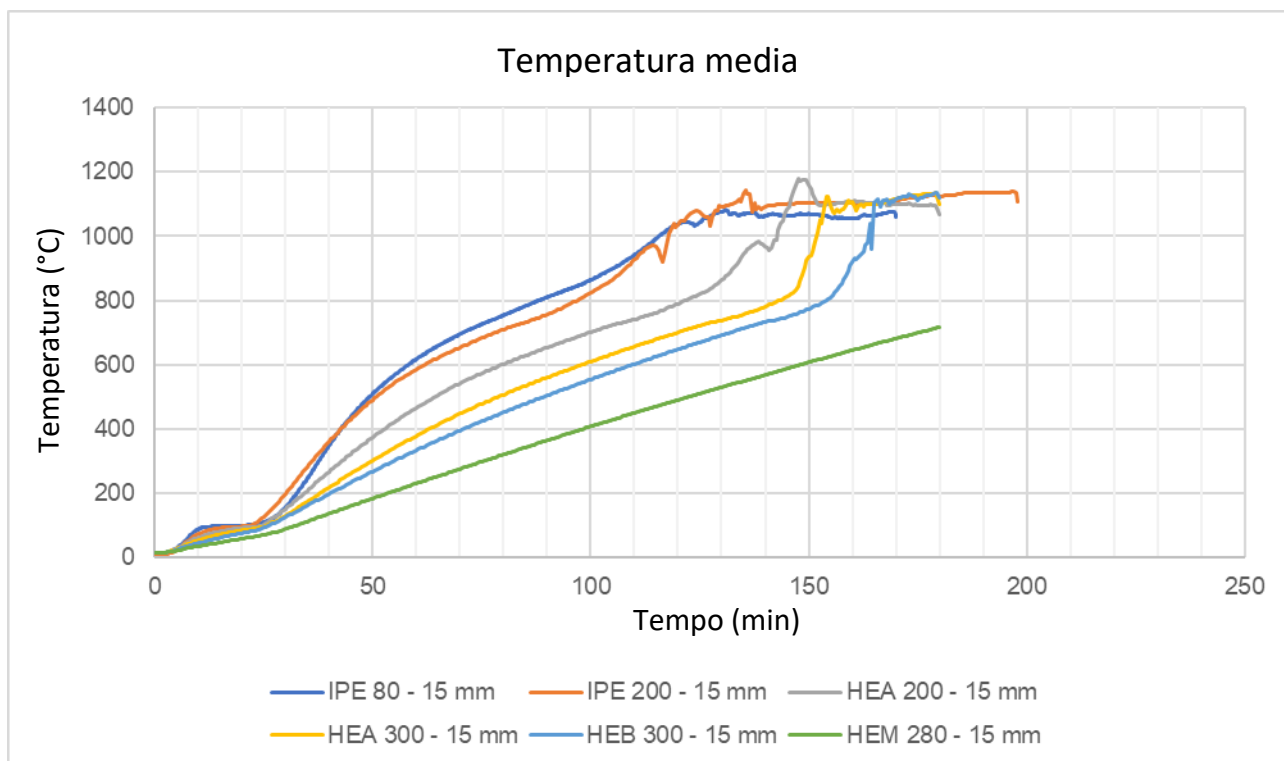


3.2.1.3. Protezione 3 x BA15



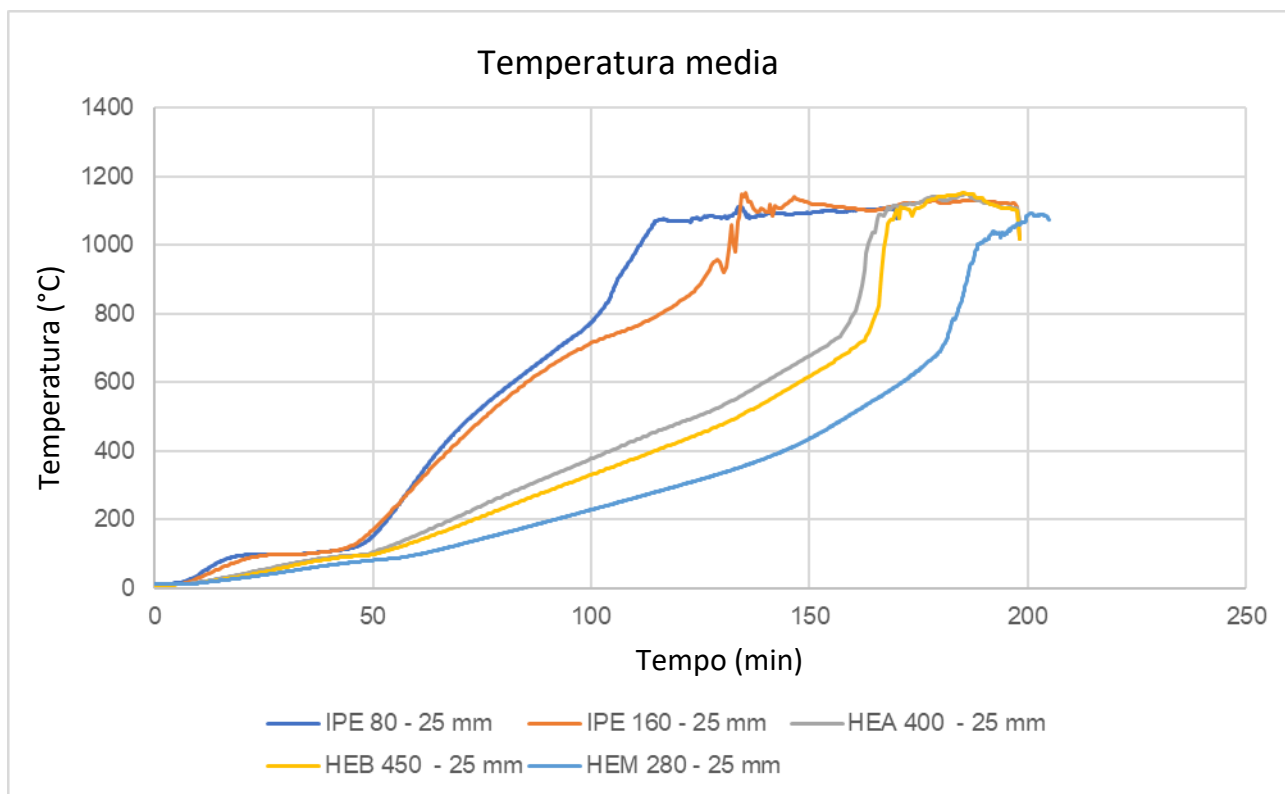
3.2.2. Temperatura media di pilastri corti

3.2.2.1. Pilastri protetti con 1 x BA15

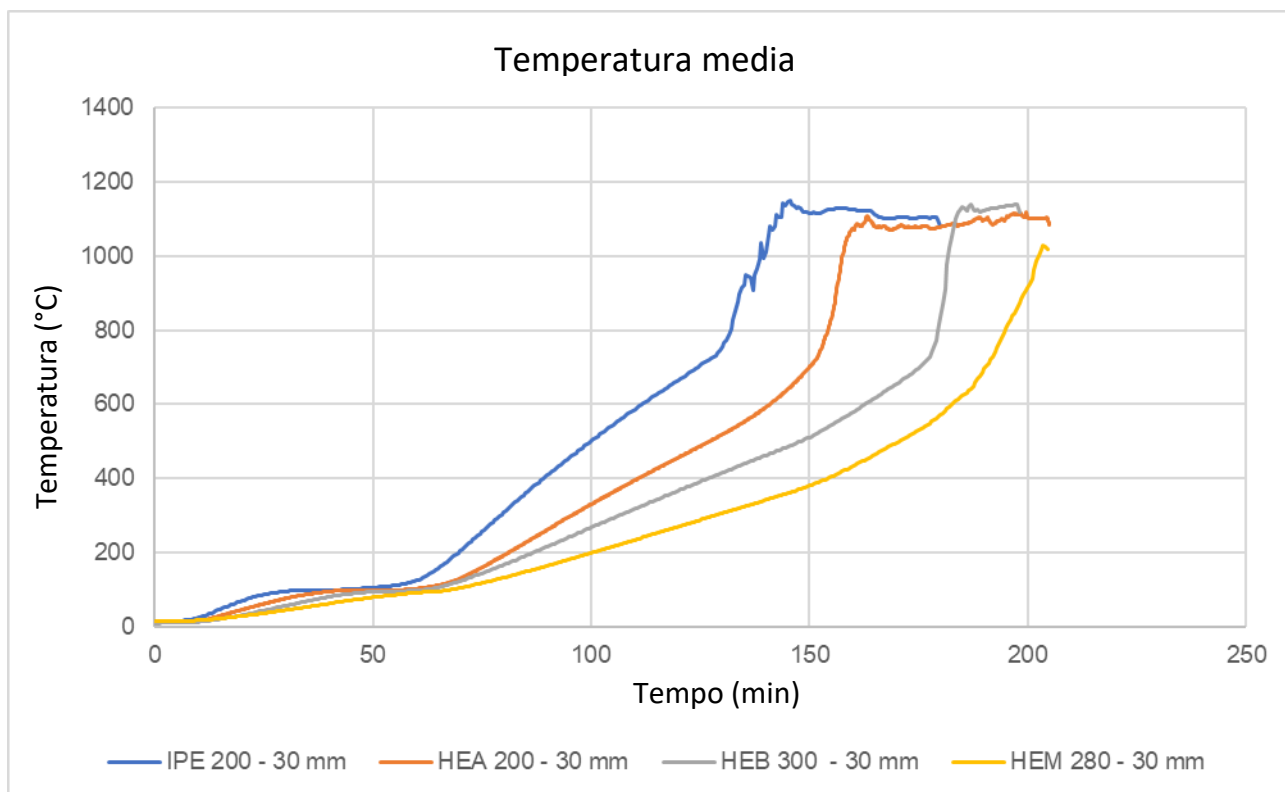




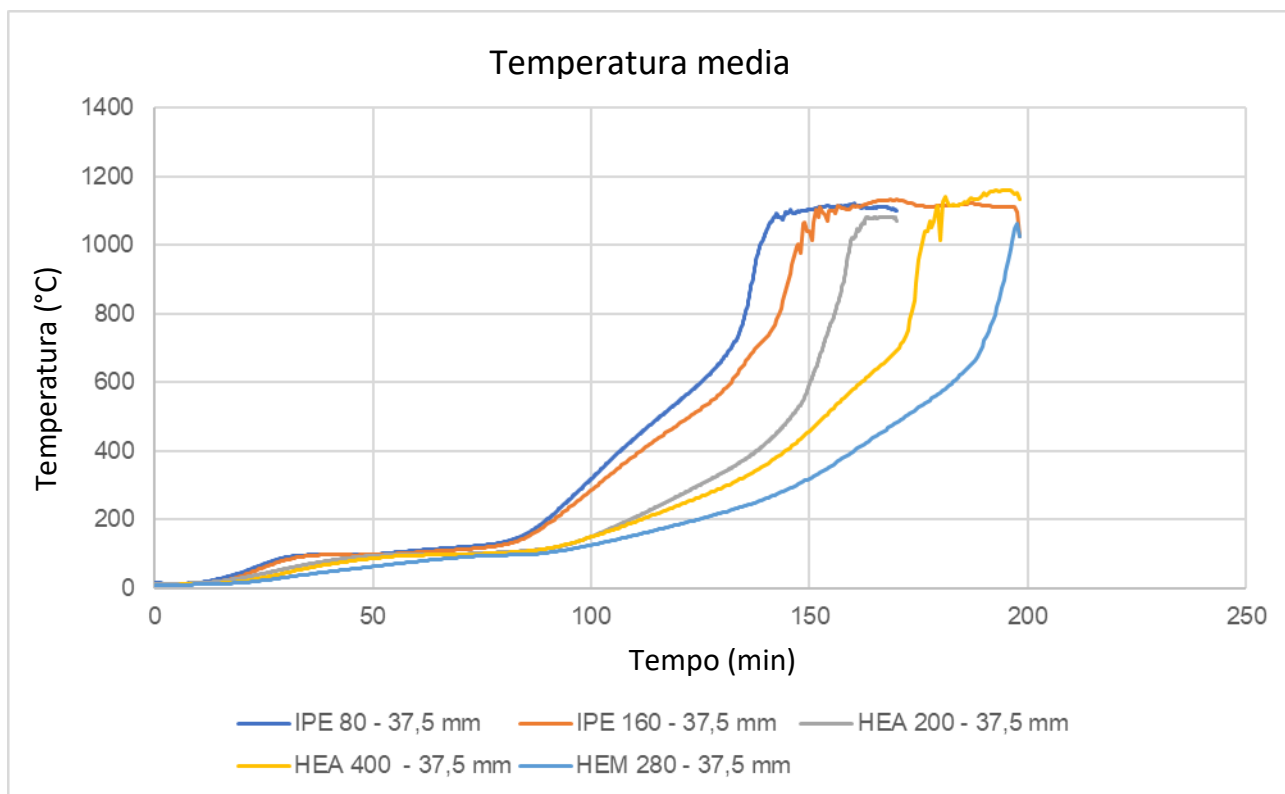
3.2.2.2. Pilastri protetti con 2 x BA13



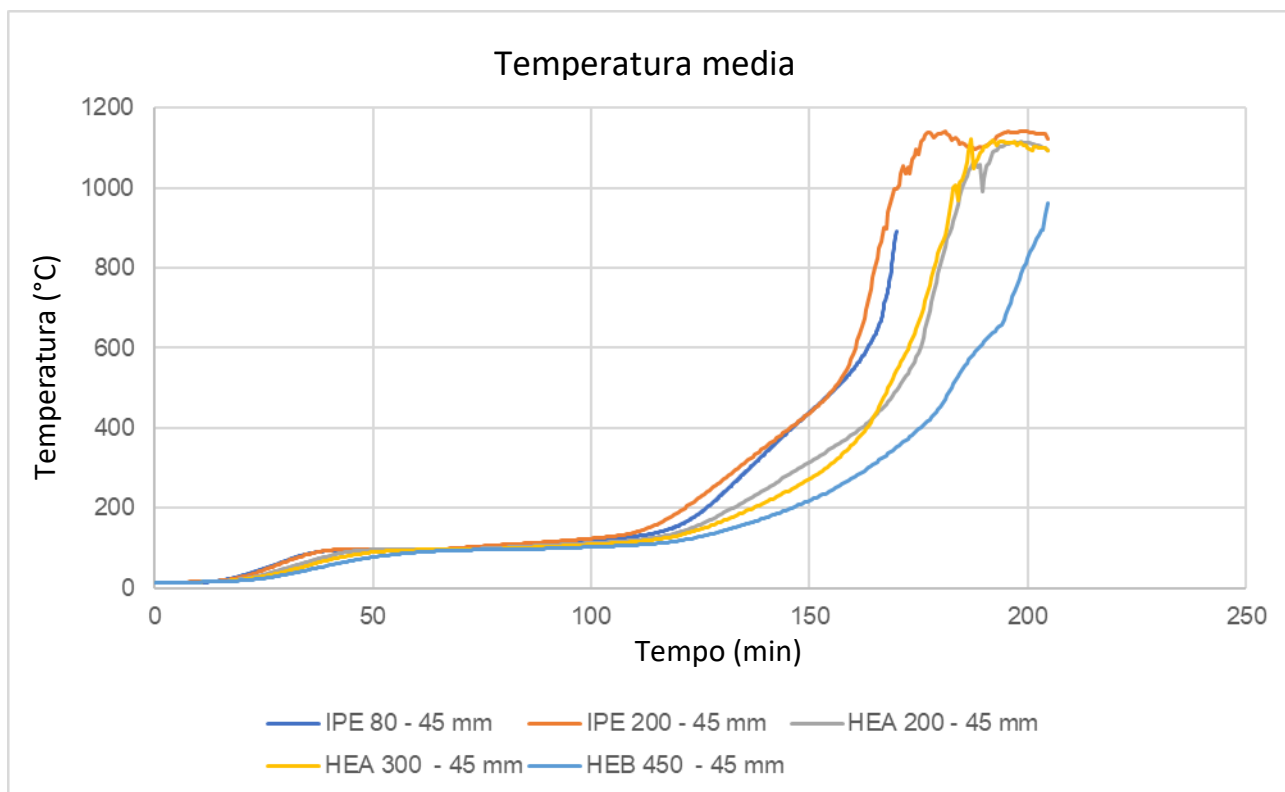
3.2.2.3. Pilastri protetti con 2 x BA15



3.2.2.4. Pilastri protetti con 3 x BA13



3.2.2.5. Pilastri protetti con 3 x BA15



**3.3. FATTORI DI CORREZIONE**

Temperatura dell'acciaio (°C)	Fattore di correzione determinato in conformità con il paragrafo 13.3. della norma EN 13381-4		
	1 x BA15	2 x BA15	3 x BA15
50	1	0,65217877	1
60	1	0,71642094	1
70	1	0,74838543	1
80	1	0,73889284	1
90	1	0,72093401	1
100	1	0,61967218	0,94767442
110	1	0,66666948	1
120	1	0,71764906	1
130	1	0,75213747	0,99579832
140	1	0,77562449	0,97959184
150	1	0,79459799	0,972
160	1	0,80263106	0,96470588
170	1	0,80720055	0,95752896
180	1	0,8090441	0,95057034
190	1	0,81081217	0,94736842
200	1	0,80964105	0,94423792
210	1	0,80660676	0,94117647
220	1	0,80369628	0,9379562
230	1	0,79684111	0,93501805
240	1	0,79424877	0,93548387
250	1	0,78787859	0,93594306
260	1	0,78344099	0,93286219
270	1	0,77962626	0,93006993
280	1	0,77393094	0,93055556
290	1	0,77000166	0,92758621
300	1	0,76470727	0,92808219
310	1	0,76153855	0,92857143
320	1	0,75517974	0,92567568
330	1	0,75185253	0,9261745
340	1	0,74863555	0,92333333
350	1	0,7486535	0,9269103
360	1	0,74690291	0,92409241
370	1	0,74650311	0,92459016
380	1	0,74482917	0,9248366
390	1	0,74319771	0,92207792
400	1	0,74328939	0,92556634
410	1	0,73684138	0,92580645
420	1	0,73419913	0,92604502
430	1	0,73557666	0,92628205
440	1	0,73417779	0,92971246
450	1	0,73552296	0,93290735
460	1	0,73684212	0,93312102
470	1	0,73660158	0,93333333
480	1	0,73899909	0,9335443
490	1	0,7424708	0,93670886
500	1	0,73417779	0,93690852
510	1	0,73417779	0,94006309
520	1	0,73417779	0,94025157
530	1	0,73417779	0,94339623

Temperatura dell'acciaio (°C)	Fattore di correzione determinato in conformità con il paragrafo 13.3. della norma EN 13381-4		
	1 x BA15	2 x BA15	3 x BA15
540	1	0,73417779	0,94357367
550	1	0,73417779	0,94984326
560	1	0,73417779	0,95
570	1	0,73417779	0,953125
580	1	0,73417779	0,95327103
590	1	0,73417779	0,95327103
600	1	0,73417779	0,95341615
610	1	0,73417779	0,95652174
620-1000	1	0,73417779	0,94006309

### 3.4. TEMPO CORRETTO PER RAGGIUNGERE LA TEMPERATURA DELL'ACCIAIO

#### 3.4.1. Singolo strato: 1 x BA15

N.	Profilo	Fattore di sezione	sp	Tempo corretto (min) per raggiungere la temperatura dell'acciaio (°C)								
				350	400	450	500	550	600	650	700	750
1	IPE 80	339	15	40	42,7	45,7	49,2	53,3	58	63,8	70,7	79,2
2	IPE 200	203,7	15	39	42,5	46,5	50,5	55,5	61,5	69	78	88,5
3	HEA 200	148,6	15	47,5	52,5	58	64	71	79,5	89	99,5	112
4	HEA 300	109,9	15	56	62,5	70	78,5	87,5	97,5	108,5	119,5	133
5	HEB 300	84,4	15	62,5	70,5	79,5	89	99	109	120	131,5	145
6	HEM 280	50,9	15	86,5	98	110	122	135	148	161	175	

#### 3.4.2. Multistrato: da 2 x BA13 a 3 x BA15

N.	Profilo	Fattore di sezione	sp	Tempo corretto (min) per raggiungere la temperatura dell'acciaio (°C)								
				350	400	450	500	550	600	650	700	750
1	IPE 80	339	25	47,1	49,3	51,7	54,5	57,9	61,7	65,6	69,4	73,6
2	IPE 160	251,4	25	48	50,8	53,6	56,8	60,2	63,9	68,1	73,3	80,5
3	HEA 400	89,5	25	71,9	78,9	85,6	93,3	99,6	104,9	109,8	114,7	118,4
4	HEB 450	72,3	25	79,2	86,8	93,9	100,4	105,7	110,9	115,8	120,3	123
5	HEM 280	51	25	101,6	109,2	114,7	119,2	124,1	128,7	132,5	135,6	136,9
6	IPE 200	203,9	30	67	71,2	75,1	79,4	84,6	89,5	93,9	99,1	103,5
7	HEA 200	153	30	82,5	88,6	94,9	101,4	107,8	113	116,5	119,7	122
8	HEB 300	84,8	30	93,1	101,2	109,5	117,7	125	130,4	135	139,8	142,2
9	HEM 280	50,8	30	114	123,2	129,8	135,7	142,3	146,4	149,8	151,8	153,8
10	IPE 80	339	37,5	88,6	91,9	96,1	100,3	105,5	109,7	112,2	114,6	116,5
11	IPE 160	251,6	37,5	91,7	95,8	100,9	105,8	111,6	115,4	117	119,6	122,6
12	HEA 200	153	37,5	114	118,9	123,3	126,4	130,2	131,7	131,9	132,9	134,1
13	HEA 400	88,9	37,5	119,8	124,3	129	132,7	137,5	141,8	144,3	148,3	149,6
14	HEM 280	50,9	37,5	133,2	138,1	143,7	148,8	155,4	160,2	162,2	164,3	166,1
15	IPE 80	339	45	130,7	135	140,9	146,2	152,1	155,7	155,7	156,8	157,9
16	IPE 200	203,7	45	128,8	134,7	140,9	145,7	150,6	152,5	151,8	153,2	154,2
17	HEA 200	150,9	45	143,7	149,5	155,3	159,3	164,3	166,8	165,9	166,9	167,8
18	HEA 300	111,8	45	146,9	150,9	154,4	156,9	161,5	164,5	164	165,5	166,4
19	HEB 450	72,3	45	157,1	162	167,5	170,5	175,7	179,7	181,4	183,8	185,2

### 3.5. REGRESSIONE LINEARE

La regressione numerica utilizzata è stata determinata sulla base della seguente equazione, in conformità con i requisiti della EN 13381-4 - Allegato E.5:

$$t = a_0 + a_1 \times d_p + a_2 \times \frac{d_p}{A_i/V} + a_3 \times \vartheta_{sc} + a_4 \times d_p \times \vartheta_{sc} + a_5 \times d_p \times \frac{\vartheta_{sc}}{A_i/V} + a_6 \times \frac{\vartheta_{sc}}{A_i/V} + a_7 \times \frac{1}{A_i/V}$$

Con:

- $d_p$  : spessore del prodotto di protezione (mm)
- $A_i/V$  : Fattore di sezione del profilo in acciaio (m<sup>-1</sup>)
- $\vartheta_{sc}$  : Temperatura del profilo in acciaio (°C)

Le costanti ricavate dall'analisi sono:

Costanti	Singolo strato 1 x BA15	Multistrato Da 2 x BA13 a 3 x BA15
a <sub>0</sub>	-4,78375216	-121,0125296
a <sub>1</sub>	0	4,949215
a <sub>2</sub>	-25,14415992	-53,23925429
a <sub>3</sub>	0	0,109605863
a <sub>4</sub>	0,005327821	-0,001137953
a <sub>5</sub>	0,635882246	-0,052639603
a <sub>6</sub>	0	2,725255563
a <sub>7</sub>	0	4330,225692

L'accettabilità dell'analisi entro l'intervallo di temperatura del profilo in acciaio e di durata della prova sarà giudicata fino alla temperatura massima oggetto di prova sulle seguenti basi:

§ della norma 13381-4	Criteri	Risultato	
		Singolo strato	Multistrato
13.5 a)	Per ogni profilo corto, il tempo previsto per raggiungere la temperatura di progetto, calcolato fino al primo decimale, non dovrà eccedere il tempo corretto di oltre il 15%.	13,64 % *	7,93 % *
13.5 b)	Il valore medio di tutte le differenze percentuali calcolate in a) sarà inferiore a zero.	- 2,33%	- 3,18 %
13.5 c)	Al massimo il 30% dei valori individuali di tutte le differenze percentuali calcolate in a) saranno superiori a zero.	26,4 %	29,8 %

\* deviazione massima.

**3.6. TEMPO PREVISTO PER RAGGIUNGERE LA TEMPERATURA DELL'ACCIAIO**

## 3.6.1. Singolo strato: 1 x BA15

N.	Profilo	Fattore di sezione	sp	Tempo corretto (min) per raggiungere la temperatura dell'acciaio (°C)								
				350	400	450	500	550	600	650	700	750
1	IPE 80	339	15	31,9	37,3	42,7	48,1	53,5	58,9	64,3	69,7	75,1
2	IPE 200	203,7	15	37,7	44,1	50,4	56,7	63,1	69,4	75,7	82,1	88,4
3	HEA 200	148,6	15	43,1	50,3	57,5	64,7	71,9	79,1	86,3	93,6	100,8
4	HEA 300	109,9	15	50,1	58,5	66,8	75,1	83,5	91,8	100,1	108,5	116,8
5	HEB 300	84,4	15	58,3	67,9	77,6	87,2	96,9	106,5	116,2	125,8	135,4
6	HEM 280	50,9	15	81,4	94,7	108,1	121,5	134,8	148,2	161,6	174,9	188,3

## 3.6.2. Multistrato: da 2 x BA13 a 3 x BA15

N.	Profilo	Fattore di sezione	sp	Tempo corretto (min) per raggiungere la temperatura dell'acciaio (°C)								
				350	400	450	500	550	600	650	700	750
1	IPE 80	339	25	41,4	45,7	50	54,2	58,5	62,8	67	71,3	75,6
2	IPE 160	251,4	25	45	49,4	53,7	58	62,4	66,7	71	75,4	79,7
3	HEA 400	89,5	25	70,1	75	79,8	84,7	89,5	94,4	99,2	104,1	108,9
4	HEB 450	72,3	25	79,4	84,5	89,5	94,5	99,6	104,6	109,6	114,7	119,7
5	HEM 280	51	25	99,6	105	110,5	115,9	121,4	126,8	132,2	137,7	143,1
6	IPE 200	203,9	30	69,2	73,3	77,4	81,4	85,5	89,5	93,6	97,6	101,7
7	HEA 200	153	30	74,4	78,5	82,7	86,8	91	95,1	99,2	103,4	107,5
8	HEB 300	84,8	30	90,8	95,3	99,7	104,2	108,6	113,1	117,5	122	126,4
9	HEM 280	50,8	30	115,6	120,5	125,4	130,3	135,2	140,1	145	149,9	154,8
10	IPE 80	339	37,5	95,7	99,1	102,6	106	109,5	113	116,4	119,9	123,3
11	IPE 160	251,6	37,5	98,3	101,8	105,3	108,8	112,3	115,8	119,3	122,8	126,3
12	HEA 200	153	37,5	105	108,6	112,2	115,8	119,3	122,9	126,5	130,1	133,7
13	HEA 400	88,9	37,5	117,2	121	124,8	128,5	132,3	136,1	139,8	143,6	147,4
14	HEM 280	50,9	37,5	139	143,1	147,2	151,3	155,4	159,4	163,5	167,6	171,7
15	IPE 80	339	45	128,2	131,2	134,2	137,1	140,1	143,1	146,1	149	152
16	IPE 200	203,7	45	132,3	135,3	138,3	141,3	144,3	147,3	150,3	153,3	156,3
17	HEA 200	150,9	45	135,8	138,8	141,9	144,9	147,9	151	154	157,1	160,1
18	HEA 300	111,8	45	140,6	143,6	146,7	149,8	152,9	156	159	162,1	165,2
19	HEB 450	72,3	45	150,6	153,8	157	160,1	163,3	166,5	169,6	172,8	176

**3.7. SPESSORE RICHIESTO DEL MATERIALE DI PROTEZIONE**

Lo spessore minimo richiesto del materiale di protezione è determinato in funzione di:

- Il fattore di sezione  $H_p/A$  ( $m^{-1}$ ) degli elementi in acciaio;
- La temperatura limite standard dell'acciaio compresa tra 350 e 750 °C;
- La durata dell'esposizione termica nel programma termico convenzionale.

**Le analisi dei sistemi protettivi a singolo strato e multistrato sono state effettuate separatamente. I risultati riportati di seguito sono l'unione dei risultati di ciascuna analisi.**

## 3.7.1. Spessore minimo richiesto del materiale di protezione per comprovare R15

Fattore di sezione (m <sup>-1</sup> )	Spessore minimo richiesto per raggiungere R15 (mm)								
	Temperatura standard dell'acciaio (°C)								
	350	400	450	500	550	600	650	700	750
≤ 46	15	15	15	15	15	15	15	15	15
50	15	15	15	15	15	15	15	15	15
60	15	15	15	15	15	15	15	15	15
70	15	15	15	15	15	15	15	15	15
80	15	15	15	15	15	15	15	15	15
90	15	15	15	15	15	15	15	15	15
100	15	15	15	15	15	15	15	15	15
110	15	15	15	15	15	15	15	15	15
120	15	15	15	15	15	15	15	15	15
130	15	15	15	15	15	15	15	15	15
140	15	15	15	15	15	15	15	15	15
150	15	15	15	15	15	15	15	15	15
160	15	15	15	15	15	15	15	15	15
170	15	15	15	15	15	15	15	15	15
180	15	15	15	15	15	15	15	15	15
190	15	15	15	15	15	15	15	15	15
200	15	15	15	15	15	15	15	15	15
210	15	15	15	15	15	15	15	15	15
220	15	15	15	15	15	15	15	15	15
230	15	15	15	15	15	15	15	15	15
240	15	15	15	15	15	15	15	15	15
250	15	15	15	15	15	15	15	15	15
260	15	15	15	15	15	15	15	15	15
270	15	15	15	15	15	15	15	15	15
280	15	15	15	15	15	15	15	15	15
290	15	15	15	15	15	15	15	15	15
300	15	15	15	15	15	15	15	15	15
310	15	15	15	15	15	15	15	15	15
320	15	15	15	15	15	15	15	15	15
330	15	15	15	15	15	15	15	15	15
340	15	15	15	15	15	15	15	15	15
350	15	15	15	15	15	15	15	15	15
360	15	15	15	15	15	15	15	15	15
370	15	15	15	15	15	15	15	15	15
372	15	15	15	15	15	15	15	15	15

## 3.7.2. Spessore minimo richiesto del materiale di protezione per comprovare R30

Fattore di sezione (m <sup>-1</sup> )	Spessore minimo richiesto per raggiungere R30 (mm)								
	Temperatura standard dell'acciaio (°C)								
	350	400	450	500	550	600	650	700	750
≤ 46	15	15	15	15	15	15	15	15	15
50	15	15	15	15	15	15	15	15	15
60	15	15	15	15	15	15	15	15	15
70	15	15	15	15	15	15	15	15	15
80	15	15	15	15	15	15	15	15	15
90	15	15	15	15	15	15	15	15	15
100	15	15	15	15	15	15	15	15	15
110	15	15	15	15	15	15	15	15	15
120	15	15	15	15	15	15	15	15	15
130	15	15	15	15	15	15	15	15	15
140	15	15	15	15	15	15	15	15	15
150	15	15	15	15	15	15	15	15	15
160	15	15	15	15	15	15	15	15	15
170	15	15	15	15	15	15	15	15	15
180	15	15	15	15	15	15	15	15	15
190	15	15	15	15	15	15	15	15	15
200	15	15	15	15	15	15	15	15	15
210	15	15	15	15	15	15	15	15	15
220	15	15	15	15	15	15	15	15	15
230	15	15	15	15	15	15	15	15	15
240	15	15	15	15	15	15	15	15	15
250	15	15	15	15	15	15	15	15	15
260	15	15	15	15	15	15	15	15	15
270	15	15	15	15	15	15	15	15	15
280	15	15	15	15	15	15	15	15	15
290	15	15	15	15	15	15	15	15	15
300	15	15	15	15	15	15	15	15	15
310	15	15	15	15	15	15	15	15	15
320	15	15	15	15	15	15	15	15	15
330	15	15	15	15	15	15	15	15	15
340	15	15	15	15	15	15	15	15	15
350	15	15	15	15	15	15	15	15	15
360	15	15	15	15	15	15	15	15	15
370	15	15	15	15	15	15	15	15	15
372	15	15	15	15	15	15	15	15	15



## 3.7.3. Spessore minimo richiesto del materiale di protezione per comprovare R45

Fattore di sezione (m <sup>-1</sup> )	Spessore minimo richiesto per raggiungere R45 (mm)								
	Temperatura standard dell'acciaio (°C)								
	350	400	450	500	550	600	650	700	750
≤ 46	15	15	15	15	15	15	15	15	15
50	15	15	15	15	15	15	15	15	15
60	15	15	15	15	15	15	15	15	15
70	15	15	15	15	15	15	15	15	15
80	15	15	15	15	15	15	15	15	15
90	15	15	15	15	15	15	15	15	15
100	15	15	15	15	15	15	15	15	15
110	15	15	15	15	15	15	15	15	15
120	15	15	15	15	15	15	15	15	15
130	15	15	15	15	15	15	15	15	15
140	25	15	15	15	15	15	15	15	15
150	25	15	15	15	15	15	15	15	15
160	25	15	15	15	15	15	15	15	15
170	25	15	15	15	15	15	15	15	15
180	25	15	15	15	15	15	15	15	15
190	25	15	15	15	15	15	15	15	15
200	25	25	15	15	15	15	15	15	15
210	25	25	15	15	15	15	15	15	15
220	25	25	15	15	15	15	15	15	15
230	25	25	15	15	15	15	15	15	15
240	25	25	15	15	15	15	15	15	15
250	25	25	15	15	15	15	15	15	15
260	27,5	25	15	15	15	15	15	15	15
270	27,5	25	15	15	15	15	15	15	15
280	27,5	25	15	15	15	15	15	15	15
290	27,5	25	25	15	15	15	15	15	15
300	27,5	25	25	15	15	15	15	15	15
310	27,5	25	25	15	15	15	15	15	15
320	27,5	25	25	15	15	15	15	15	15
330	27,5	25	25	15	15	15	15	15	15
340	27,5	25	25	15	15	15	15	15	15
350	27,5	25	25	15	15	15	15	15	15
360	27,5	25	25	15	15	15	15	15	15
370	27,5	27,5	25	15	15	15	15	15	15
372	27,5	27,5	25	15	15	15	15	15	15

## 3.7.4. Spessore minimo richiesto del materiale di protezione per comprovare R60

Fattore di sezione (m <sup>-1</sup> )	Spessore minimo richiesto per raggiungere R60 (mm)								
	Temperatura standard dell'acciaio (°C)								
	350	400	450	500	550	600	650	700	750
≤ 46	15	15	15	15	15	15	15	15	15
50	15	15	15	15	15	15	15	15	15
60	15	15	15	15	15	15	15	15	15
70	15	15	15	15	15	15	15	15	15
80	15	15	15	15	15	15	15	15	15
90	25	15	15	15	15	15	15	15	15
100	25	15	15	15	15	15	15	15	15
110	25	25	15	15	15	15	15	15	15
120	25	25	15	15	15	15	15	15	15
130	27,5	25	15	15	15	15	15	15	15
140	27,5	25	25	15	15	15	15	15	15
150	27,5	27,5	25	15	15	15	15	15	15
160	27,5	27,5	25	15	15	15	15	15	15
170	27,5	27,5	25	15	15	15	15	15	15
180	27,5	27,5	27,5	25	15	15	15	15	15
190	30	27,5	27,5	25	15	15	15	15	15
200	30	27,5	27,5	25	15	15	15	15	15
210	30	27,5	27,5	25	15	15	15	15	15
220	30	27,5	27,5	25	15	15	15	15	15
230	30	27,5	27,5	27,5	15	15	15	15	15
240	30	27,5	27,5	27,5	25	15	15	15	15
250	30	30	27,5	27,5	25	15	15	15	15
260	30	30	27,5	27,5	25	15	15	15	15
270	30	30	27,5	27,5	25	15	15	15	15
280	30	30	27,5	27,5	25	15	15	15	15
290	30	30	27,5	27,5	25	15	15	15	15
300	30	30	27,5	27,5	27,5	15	15	15	15
310	30	30	27,5	27,5	27,5	15	15	15	15
320	30	30	27,5	27,5	27,5	15	15	15	15
330	30	30	27,5	27,5	27,5	25	15	15	15
340	30	30	27,5	27,5	27,5	25	15	15	15
350	30	30	27,5	27,5	27,5	25	15	15	15
360	30	30	30	27,5	27,5	25	15	15	15
370	30	30	30	27,5	27,5	25	15	15	15
372	30	30	30	27,5	27,5	25	15	15	15

## 3.7.5. Spessore minimo richiesto del materiale di protezione per comprovare R90

Fattore di sezione (m <sup>-1</sup> )	Spessore minimo richiesto per raggiungere R90 (mm)								
	Temperatura standard dell'acciaio (°C)								
	350	400	450	500	550	600	650	700	750
≤ 46	25	15	15	15	15	15	15	15	15
50	25	15	15	15	15	15	15	15	15
60	27,5	25	15	15	15	15	15	15	15
70	30	27,5	25	15	15	15	15	15	15
80	30	30	27,5	15	15	15	15	15	15
90	37,5	30	30	27,5	15	15	15	15	15
100	37,5	37,5	30	30	27,5	15	15	15	15
110	37,5	37,5	30	30	27,5	15	15	15	15
120	37,5	37,5	37,5	30	30	27,5	15	15	15
130	37,5	37,5	37,5	30	30	27,5	15	15	15
140	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30	27,5	15	15
150	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30	27,5	15	15
160	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30	15	15
170	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30	27,5	15
180	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30	27,5	15
190	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30	30	15
200	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30	27,5
210	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30	27,5
220	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30	27,5
230	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30	27,5
240	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30	30
250	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30	30
260	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30
270	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30
280	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30
290	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30
300	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30
310	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30
320	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30
330	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30
340	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30
350	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30
360	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30
370	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30
372	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30

## 3.7.6. Spessore minimo richiesto del materiale di protezione per comprovare R120

Fattore di sezione (m <sup>-1</sup> )	Spessore minimo richiesto per raggiungere R120 (mm)								
	Temperatura standard dell'acciaio (°C)								
	350	400	450	500	550	600	650	700	750
≤ 46	30	30	27,5	25	25	25	25	25	25
50	37,5	30	30	27,5	25	25	25	25	25
60	37,5	37,5	37,5	30	30	27,5	25	25	25
70	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	30	27,5	25
80	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30	27,5
90	40	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	30
100	40	40	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5
110	40	40	40	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5
120	42,5	40	40	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5
130	42,5	40	40	40	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5
140	42,5	40	40	40	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5
150	42,5	42,5	40	40	40	37,5	37,5	37,5	37,5
160	42,5	42,5	40	40	40	37,5	37,5	37,5	37,5
170	42,5	42,5	40	40	40	37,5	37,5	37,5	37,5
180	42,5	42,5	42,5	40	40	37,5	37,5	37,5	37,5
190	42,5	42,5	42,5	40	40	40	37,5	37,5	37,5
200	42,5	42,5	42,5	40	40	40	37,5	37,5	37,5
210	42,5	42,5	42,5	40	40	40	37,5	37,5	37,5
220	42,5	42,5	42,5	40	40	40	37,5	37,5	37,5
230	42,5	42,5	42,5	42,5	40	40	37,5	37,5	37,5
240	42,5	42,5	42,5	42,5	40	40	40	37,5	37,5
250	45	42,5	42,5	42,5	40	40	40	37,5	37,5
260	45	42,5	42,5	42,5	40	40	40	37,5	37,5
270	45	42,5	42,5	42,5	40	40	40	37,5	37,5
280	45	42,5	42,5	42,5	40	40	40	37,5	37,5
290	45	42,5	42,5	42,5	40	40	40	37,5	37,5
300	45	42,5	42,5	42,5	40	40	40	37,5	37,5
310	45	42,5	42,5	42,5	40	40	40	37,5	37,5
320	45	42,5	42,5	42,5	40	40	40	37,5	37,5
330	45	42,5	42,5	42,5	42,5	40	40	37,5	37,5
340	45	42,5	42,5	42,5	42,5	40	40	40	37,5
350	45	42,5	42,5	42,5	42,5	40	40	40	37,5
360	45	42,5	42,5	42,5	42,5	40	40	40	37,5
370	45	45	42,5	42,5	42,5	40	40	40	37,5
372	45	45	42,5	42,5	42,5	40	40	40	37,5

## 3.7.7. Spessore minimo richiesto del materiale di protezione per comprovare R180

Fattore di sezione (m <sup>-1</sup> )	Spessore minimo richiesto per raggiungere R180 (mm)								
	Temperatura standard dell'acciaio (°C)								
	350	400	450	500	550	600	650	700	750
≤ 46	na	na	na	na	45	45	42,5	42,5	40
50	na	na	na	na	na	na	45	42,5	42,5
60	na	na	na	na	na	na	na	na	45

na: non applicabile

**3.8. TEMPERATURA DEGLI ELEMENTI IN ACCIAIO**

La temperatura dell'acciaio (°C) è determinata in funzione di:

- Il fattore di sezione  $H_p/A$  ( $m^{-1}$ ) degli elementi in acciaio;
- Lo spessore del materiale di protezione applicato (mm);
- La durata dell'esposizione termica nel programma termico convenzionale.

I grafici in allegato corrispondono ai valori riportati nelle tabelle seguenti.

**3.8.1. Temperature dell'acciaio dopo 15 minuti di esposizione al programma termico convenzionale**

Fattore di sezione ( $m^{-1}$ )	Temperatura dell'acciaio dopo 15 minuti di esposizione al programma termico EN 1363-1 (°C)							
	Spessore totale della protezione (mm)							
	15	25	27,5	30	37,5	40	42,5	45
46	*	*	*	*	*	*	*	*
50	*	*	*	*	*	*	*	*
60	*	*	*	*	*	*	*	*
70	*	*	*	*	*	*	*	*
80	*	*	*	*	*	*	*	*
90	*	*	*	*	*	*	*	*
100	*	*	*	*	*	*	*	*
110	*	*	*	*	*	*	*	*
120	*	*	*	*	*	*	*	*
130	*	*	*	*	*	*	*	*
140	*	*	*	*	*	*	*	*
150	*	*	*	*	*	*	*	*
160	*	*	*	*	*	*	*	*
170	*	*	*	*	*	*	*	*
180	*	*	*	*	*	*	*	*
190	*	*	*	*	*	*	*	*
200	*	*	*	*	*	*	*	*
210	*	*	*	*	*	*	*	*
220	*	*	*	*	*	*	*	*
230	*	*	*	*	*	*	*	*
240	*	*	*	*	*	*	*	*
250	*	*	*	*	*	*	*	*
260	*	*	*	*	*	*	*	*
270	*	*	*	*	*	*	*	*
280	*	*	*	*	*	*	*	*
290	*	*	*	*	*	*	*	*
300	*	*	*	*	*	*	*	*
310	*	*	*	*	*	*	*	*
320	*	*	*	*	*	*	*	*
330	*	*	*	*	*	*	*	*
340	*	*	*	*	*	*	*	*
350	*	*	*	*	*	*	*	*
360	*	*	*	*	*	*	*	*
370	*	*	*	*	*	*	*	*
372	*	*	*	*	*	*	*	*

\* : < 340 °C

## 3.8.2. Temperature dell'acciaio dopo 30 minuti di esposizione al programma termico convenzionale

Fattore di sezione (m <sup>-1</sup> )	Temperatura dell'acciaio dopo 30 minuti di esposizione al programma termico EN 1363-1 (°C)							
	Spessore totale della protezione (mm)							
	15	25	27,5	30	37,5	40	42,5	45
46	*	*	*	*	*	*	*	*
50	*	*	*	*	*	*	*	*
60	*	*	*	*	*	*	*	*
70	*	*	*	*	*	*	*	*
80	*	*	*	*	*	*	*	*
90	*	*	*	*	*	*	*	*
100	*	*	*	*	*	*	*	*
110	*	*	*	*	*	*	*	*
120	*	*	*	*	*	*	*	*
130	*	*	*	*	*	*	*	*
140	*	*	*	*	*	*	*	*
150	*	*	*	*	*	*	*	*
160	*	*	*	*	*	*	*	*
170	*	*	*	*	*	*	*	*
180	*	*	*	*	*	*	*	*
190	*	*	*	*	*	*	*	*
200	*	*	*	*	*	*	*	*
210	*	*	*	*	*	*	*	*
220	*	*	*	*	*	*	*	*
230	*	*	*	*	*	*	*	*
240	*	*	*	*	*	*	*	*
250	*	*	*	*	*	*	*	*
260	*	*	*	*	*	*	*	*
270	*	*	*	*	*	*	*	*
280	*	*	*	*	*	*	*	*
290	*	*	*	*	*	*	*	*
300	*	*	*	*	*	*	*	*
310	*	*	*	*	*	*	*	*
320	*	*	*	*	*	*	*	*
330	*	*	*	*	*	*	*	*
340	*	*	*	*	*	*	*	*
350	*	*	*	*	*	*	*	*
360	*	*	*	*	*	*	*	*
370	*	*	*	*	*	*	*	*
372	*	*	*	*	*	*	*	*

\* : &lt; 340 °C

## 3.8.3. Temperature dell'acciaio dopo 45 minuti di esposizione al programma termico convenzionale

Fattore di sezione (m <sup>-1</sup> )	Temperatura dell'acciaio dopo 45 minuti di esposizione al programma termico EN 1363-1 (°C)							
	Spessore totale della protezione (mm)							
	15	25	27,5	30	37,5	40	42,5	45
46	*	*	*	*	*	*	*	*
50	*	*	*	*	*	*	*	*
60	*	*	*	*	*	*	*	*
70	*	*	*	*	*	*	*	*
80	*	*	*	*	*	*	*	*
90	*	*	*	*	*	*	*	*
100	*	*	*	*	*	*	*	*
110	*	*	*	*	*	*	*	*
120	*	*	*	*	*	*	*	*
130	344	*	*	*	*	*	*	*
140	354	*	*	*	*	*	*	*
150	364	*	*	*	*	*	*	*
160	374	*	*	*	*	*	*	*
170	382	*	*	*	*	*	*	*
180	390	*	*	*	*	*	*	*
190	398	*	*	*	*	*	*	*
200	405	*	*	*	*	*	*	*
210	412	*	*	*	*	*	*	*
220	418	*	*	*	*	*	*	*
230	424	*	*	*	*	*	*	*
240	429	342	*	*	*	*	*	*
250	434	349	*	*	*	*	*	*
260	439	355	*	*	*	*	*	*
270	444	361	*	*	*	*	*	*
280	449	366	*	*	*	*	*	*
290	453	371	*	*	*	*	*	*
300	457	376	*	*	*	*	*	*
310	461	380	*	*	*	*	*	*
320	464	385	*	*	*	*	*	*
330	468	389	*	*	*	*	*	*
340	471	392	*	*	*	*	*	*
350	475	396	*	*	*	*	*	*
360	478	399	*	*	*	*	*	*
370	481	402	*	*	*	*	*	*
372	481	403	*	*	*	*	*	*

\* : &lt; 340 °C

## 3.8.4. Temperature dell'acciaio dopo 60 minuti di esposizione al programma termico convenzionale

Fattore di sezione (m <sup>-1</sup> )	Temperatura dell'acciaio dopo 60 minuti di esposizione al programma termico EN 1363-1 (°C)							
	Spessore totale della protezione (mm)							
	15	25	27,5	30	37,5	40	42,5	45
46	*	*	*	*	*	*	*	*
50	*	*	*	*	*	*	*	*
60	*	*	*	*	*	*	*	*
70	*	*	*	*	*	*	*	*
80	349	*	*	*	*	*	*	*
90	371	*	*	*	*	*	*	*
100	391	*	*	*	*	*	*	*
110	409	*	*	*	*	*	*	*
120	426	348	*	*	*	*	*	*
130	442	372	*	*	*	*	*	*
140	456	393	*	*	*	*	*	*
150	469	412	*	*	*	*	*	*
160	481	428	*	*	*	*	*	*
170	493	443	*	*	*	*	*	*
180	503	456	*	*	*	*	*	*
190	513	468	351	*	*	*	*	*
200	522	479	361	*	*	*	*	*
210	531	489	370	*	*	*	*	*
220	539	498	379	*	*	*	*	*
230	547	507	387	*	*	*	*	*
240	555	515	394	*	*	*	*	*
250	561	522	401	*	*	*	*	*
260	568	528	407	*	*	*	*	*
270	574	535	413	*	*	*	*	*
280	580	540	418	*	*	*	*	*
290	586	546	423	*	*	*	*	*
300	591	551	428	*	*	*	*	*
310	596	555	433	*	*	*	*	*
320	601	560	437	*	*	*	*	*
330	606	564	441	*	*	*	*	*
340	610	568	444	*	*	*	*	*
350	615	572	448	*	*	*	*	*
360	619	575	451	*	*	*	*	*
370	623	579	455	*	*	*	*	*
372	623	579	455	*	*	*	*	*

\* : &lt; 340 °C



## 3.8.5. Temperature dell'acciaio dopo 90 minuti di esposizione al programma termico convenzionale

Fattore di sezione (m <sup>-1</sup> )	Temperatura dell'acciaio dopo 90 minuti di esposizione al programma termico EN 1363-1 (°C)							
	Spessore totale della protezione (mm)							
	15	25	27,5	30	37,5	40	42,5	45
46	358	*	*	*	*	*	*	*
50	378	*	*	*	*	*	*	*
60	423	356	*	*	*	*	*	*
70	463	439	352	*	*	*	*	*
80	500	504	415	*	*	*	*	*
90	532	557	466	365	*	*	*	*
100	562	601	508	405	*	*	*	*
110	589	639	543	439	*	*	*	*
120	614	670	574	468	*	*	*	*
130	637	698	600	493	*	*	*	*
140	658	722	623	514	*	*	*	*
150	678	743	643	533	*	*	*	*
160	696	na	660	550	*	*	*	*
170	713	na	676	565	*	*	*	*
180	729	na	691	579	*	*	*	*
190	744	na	704	591	*	*	*	*
200	na	na	715	602	*	*	*	*
210	na	na	726	612	*	*	*	*
220	na	na	736	621	*	*	*	*
230	na	na	745	630	*	*	*	*
240	na	na	na	637	*	*	*	*
250	na	na	na	645	*	*	*	*
260	na	na	na	651	*	*	*	*
270	na	na	na	658	*	*	*	*
280	na	na	na	663	*	*	*	*
290	na	na	na	669	*	*	*	*
300	na	na	na	674	*	*	*	*
310	na	na	na	679	*	*	*	*
320	na	na	na	683	*	*	*	*
330	na	na	na	687	*	*	*	*
340	na	na	na	691	*	*	*	*
350	na	na	na	695	*	*	*	*
360	na	na	na	699	*	*	*	*
370	na	na	na	702	*	*	*	*
372	na	na	na	703	*	*	*	*

\* : &lt; 340 °C

na: non applicabile

## 3.8.6. Temperature dell'acciaio dopo 120 minuti di esposizione al programma termico convenzionale

Fattore di sezione (m <sup>-1</sup> )	Temperatura dell'acciaio dopo 120 minuti di esposizione al programma termico EN 1363-1 (°C)							
	Spessore totale della protezione (mm)							
	15	25	27,5	30	37,5	40	42,5	45
46	na	466	402	*	*	*	*	*
50	na	524	458	385	*	*	*	*
60	na	643	574	497	*	*	*	*
70	na	735	662	582	*	*	*	*
80	na	na	733	650	344	*	*	*
90	na	na	na	705	392	*	*	*
100	na	na	na	750	431	*	*	*
110	na	na	na	na	464	*	*	*
120	na	na	na	na	491	357	*	*
130	na	na	na	na	515	379	*	*
140	na	na	na	na	536	399	*	*
150	na	na	na	na	554	416	*	*
160	na	na	na	na	570	431	*	*
170	na	na	na	na	584	444	*	*
180	na	na	na	na	597	456	*	*
190	na	na	na	na	608	467	*	*
200	na	na	na	na	619	477	*	*
210	na	na	na	na	628	486	*	*
220	na	na	na	na	637	494	*	*
230	na	na	na	na	645	501	342	*
240	na	na	na	na	652	508	349	*
250	na	na	na	na	659	514	354	*
260	na	na	na	na	665	520	360	*
270	na	na	na	na	671	526	365	*
280	na	na	na	na	676	531	370	*
290	na	na	na	na	681	535	374	*
300	na	na	na	na	686	540	378	*
310	na	na	na	na	690	544	382	*
320	na	na	na	na	695	548	386	*
330	na	na	na	na	699	551	389	*
340	na	na	na	na	702	555	392	*
350	na	na	na	na	706	558	395	*
360	na	na	na	na	709	561	398	*
370	na	na	na	na	712	564	401	*
372	na	na	na	na	713	565	401	*

\* : &lt; 340 °C

na: non applicabile

## 3.8.7. Temperature dell'acciaio dopo 180 minuti di esposizione al programma termico convenzionale

Fattore di sezione (m <sup>-1</sup> )	Temperatura dell'acciaio dopo 180 minuti di esposizione al programma termico EN 1363-1 (°C)							
	Spessore totale della protezione (mm)							
	15	25	27,5	30	37,5	40	42,5	45
46	na	na	na	na	na	712	636	548
50	na	na	na	na	na	na	695	604
60	na	na	na	na	na	na	na	716

\* : &lt; 340 °C

na: non applicabile

#### 4. CONDIZIONI DI VALIDITÀ DEI RISULTATI DELLA VALUTAZIONE

---

*Gli elementi barrati sottostanti non si applicano a questo documento in vista del sistema di protezione.*

##### 4.1. SECONDO IL PARAGRAFO 1 DELLA NORMA EN 13381-4

“Questa norma europea specifica un metodo di prova per determinare il contributo di sistemi passivi di protezione antincendio alla resistenza al fuoco di elementi strutturali in acciaio, che possono essere usati come travi o pilastri. Essa prende in considerazione solo profili la cui anima non presenti aperture.

Non è direttamente applicabile a elementi soggetti a tensioni strutturali senza ulteriori valutazioni.

I risultati delle analisi degli elementi con sezione a I o H sono direttamente applicabili a profili a L, a U e a T con lo stesso fattore di sezione, siano essi usati come elementi individuali o come rinforzo.

Questa norma europea non si applica a barre piene o tondini.

...

I risultati della prova e della valutazione ottenuta in conformità a questa norma europea sono direttamente applicabili a profili in acciaio con forma della sezione trasversale a I e a H e a profili cavi”.

##### 4.2. SECONDO IL PARAGRAFO 15 DELLA NORMA EN 13381-4

I risultati di questo metodo di prova e questa procedura di valutazione sono applicabili a sistemi di protezione antincendio negli intervalli degli spessori dei materiali di protezione e dei valori del fattore di sezione  $A_m/V$  sottoposti a prova e delle temperature massime ottenute durante la prova.

Perché una valutazione sia valida per un dato tempo di resistenza al fuoco, i profili caricati protetti con lo spessore massimo dovranno fornire una prestazione in termini di capacità portante come definito in 10.3.1 e 10.3.2 per l'85% di tale periodo di tempo.

I risultati dell'analisi per i pilastri possono essere applicati a travi esposte su tutti e quattro i lati fino al massimo spessore di protezione (dal fuoco) previsto dall'appropriata prova di trave caricata. Il tempo di protezione dal fuoco risultante dalla prova e dalla valutazione è limitato alla durata massima della prova o all'eventuale più breve periodo di tempo per il quale sia richiesta l'approvazione da parte del richiedente.

I risultati della valutazione sono applicabili a tutti gli altri gradi di acciaio affini a quello sottoposto a prova, come indicato in EN 10025-1 e specificato in 6.1, tenendo conto delle limitazioni che ivi figurano, quindi ad acciai di grado strutturale (designazione S) conformemente alla norma EN 10025-1 (ad eccezione di S185). I risultati della valutazione sono applicabili anche a profili assemblati.

L'altezza massima dell'anima di una trave sarà limitata all'altezza della trave caricata più il 50%, cioè 600 mm.

L'altezza massima della sezione di un pilastro, (h) sarà limitata all'altezza della sezione della trave caricata o del pilastro caricato più il 100%. Ciò è soggetto al limite di 600 mm di altezza massima per i sistemi di protezione antincendio scatolari. La valutazione è applicabile al metodo di posa utilizzato nella preparazione del campione di prova.

La distanza delle lastre/dei pannelli del sistema di protezione antincendio dagli elementi in acciaio sarà la seguente;

Distanza di prova: da - 5 mm a + 50 mm senza cambiamento di fissaggio.

Il metodo di fissaggio delle lastre (o pannelli) è limitato al metodo usato per i campioni di prova, perché potrebbe non essere adatto ad altre situazioni. L'adeguatezza del sistema di fissaggio sottoposto a prova in situazioni differenti dovrà essere dimostrata da una prova appropriata.

~~Per il rinzafo di profili di grandi dimensioni non rientranti nell'ambito della prova, potrebbe essere necessario includere una rete di rinforzo. Le prove dovranno tener conto di vari fattori, inclusi i seguenti:~~

- ~~a) Orientazione: i metodi di fissaggio per le travi e i pilastri possono essere diversi.~~
- ~~b) Forma: i metodi di fissaggio possono essere diversi per profili di forma differente, ad es. profili con sezione rettangolare, circolare, a U o a T.~~
- ~~c) Carico: i carichi di flessione e di compressione possono influire sul metodo di fissaggio in modi diversi.~~
- ~~d) Numero degli strati: una combinazione di strati può comportarsi diversamente da un singolo strato di spessore equivalente.~~
- ~~e) Altezza dell'anima: per anime di grande altezza un diverso sistema di supporto potrebbe essere necessario.~~

La prova potrebbe essere soggetta ad alcune o tutte le limitazioni sopraelencate, ma l'ambito della valutazione sarà limitato di conseguenza.

È consentita l'estensione nominale dei valori delle sole variabili valutate durante la prova. Tutte le estensioni consentite si applicheranno congiuntamente e sono così stabilite:

#### **Spessore consentito della protezione per le travi**

Massimo spessore consentito della protezione: superiore fino al 5% rispetto al massimo spessore della protezione sottoposto a prova su una trave caricata.

Minimo spessore consentito della protezione: inferiore fino al 5% rispetto al minimo spessore della protezione sottoposto a prova su una trave caricata.

#### **Spessore consentito della protezione per i pilastri**

Massimo spessore consentito della protezione: superiore fino al 5% rispetto al massimo spessore della protezione sottoposto a prova su un pilastro caricato.

Se nessun pilastro caricato è sottoposto a prova, ma solo travi caricate, lo spessore massimo consentito sarà quello per la trave caricata.

Minimo spessore consentito della protezione: inferiore fino al 5% rispetto al minimo spessore della protezione sottoposto a prova su un pilastro caricato, se tale prova è stata effettuata. Se tale non fosse il caso, il minimo consentito sarà limitato a quello sottoposto a prova su un pilastro corto non caricato.

#### **Fattore di sezione consentito per le travi**

Fattore di sezione massimo consentito: superiore fino al 10% rispetto al fattore di sezione massimo tra tutti quelli sottoposti a prova, cioè  $372 \text{ m}^{-1}$ .

Fattore di sezione minimo consentito: inferiore fino al 10% rispetto al minimo sottoposto a prova su ogni sezione di trave soggetta all'applicazione dello spessore di protezione minimo per le travi. Ai fattori di sezione inferiori al fattore minimo esteso

si applicherà lo stesso spessore di protezione applicato al fattore di sezione minimo esteso. Se sono stati sottoposti a prova solo pilastri, allora i fattori di estensione minimi consentiti sono basati sul fattore di sezione minimo tra tutti quelli sottoposti a prova, cioè  $46 \text{ m}^{-1}$ .

#### **Fattore di sezione consentito per i pilastri**

Fattore di sezione massimo consentito: superiore fino al 10% rispetto al fattore di sezione massimo tra tutti quelli dei pilastri sottoposti a prova, cioè  $372 \text{ m}^{-1}$ .

Fattore di sezione minimo consentito: inferiore fino al 10% rispetto al minimo sottoposto a prova su ogni pilastro soggetto

all'applicazione dello spessore minimo per i pilastri, cioè  $46 \text{ m}^{-1}$ . Ai fattori di sezione inferiori al fattore minimo esteso si applicherà lo stesso spessore di protezione applicato al fattore di sezione minimo esteso.

I risultati della valutazione sono applicabili anche a profili assemblati.

### 4.3. CONFORMEMENTE ALL'ALLEGATO A: APPLICABILITÀ DEI RISULTATI DELLA VALUTAZIONE A PROFILI DI SEZIONE DIVERSA DA I O H

#### 4.3.1. Profili cavi strutturali - Generale

Esistono dati di prova di profili cavi strutturali (profili SHS) utilizzati come elementi soggetti a compressione e a flessione i quali, unitamente a ricerche recenti, indicano che i profili SHS e i profili con sezione a I o a H sono comparabili per lo spessore della protezione antincendio in rapporto al fattore di sezione. I dati di prova analizzati per le sezioni rettangolari, quadrate e circolari ne hanno stabilito la comparabilità per quanto concerne lo spessore della protezione antincendio, il fattore di sezione e la resistenza al fuoco. L'approccio descritto in A.2, A.1.3 e A.4 è consigliato per le protezioni su tre e quattro lati sia per le travi sia per i pilastri.

Il richiedente può tuttavia voler svolgere delle prove su profili cavi strutturali in conformità con questo documento per ottenere, se necessario, dati più adeguati.

#### 4.3.2. Sistemi scatolari

Se è stato valutato lo spessore del materiale di protezione antincendio a partire da profili con sezione a I o a H con protezione scatolare, non sono necessari cambiamenti di spessore, dato che lo spessore necessario per un profilo SHS di valore  $A_p/V$  dato è equivalente a quello per un profilo a I o a H dal medesimo valore "scatolare"  $A_p/V$ .

#### ~~4.3.3. Sistemi profilati~~

~~Se è stato valutato lo spessore del materiale di protezione antincendio a partire da profili con sezione a I o a H con protezione profilata, è richiesta una correzione dello spessore sulla base del valore  $A_m/V$  della sezione come segue:~~

- ~~a) stabilire il valore  $A_m/V$  del profilo cavo strutturale;~~
- ~~b) determinare lo spessore  $d_p$ , espresso in mm, del materiale di protezione antincendio sulla base dei dati relativi ai profili a I o a H secondo le formule seguenti;~~
- ~~a) per valori  $A_p/V$  fino a  $250 \text{ m}^{-1}$  aumentare lo spessore come segue:~~

~~$$\text{Spessore modificato} = d_p \left( 1 + \frac{A_p/V}{1000} \right)$$~~

- ~~b) per valori  $A_p/V$  superiori a  $250 \text{ m}^{-1}$  aumentare lo spessore come segue:~~

~~$$\text{Spessore modificato} = 1,25 d_p$$~~

#### 4.3.4. Metodi di fissaggio alternativi per lastre (pannelli)

Se il metodo di fissaggio delle lastre alle sezioni cave non è quello usato nella prova dei profili con sezione a I o a H, l'adeguatezza del sistema di fissaggio dovrà essere dimostrata da prove appropriate. Le prove dovranno tener conto dei seguenti fattori:

- a) Orientazione: i metodi di fissaggio per i pilastri e le travi rettangolari possono essere diversi.
- b) Forma: i metodi di fissaggio per profili rettangolari o circolari possono essere diversi.
- c) Carico: i carichi di flessione e di compressione possono influire sul metodo di fissaggio in modi diversi.
- b) Numero degli strati: una combinazione di strati può comportarsi diversamente da un singolo strato di spessore equivalente.

La prova potrebbe essere soggetta ad alcune o tutte le limitazioni sopraelencate, ma l'ambito della valutazione sarà limitato di conseguenza. Le prove appropriate per i profili cavi dovrebbero essere come definite nella Clausola 6 della norma EN 13381-4.

## 4.3.5. Limitazioni

Lo spessore massimo che può essere applicato a profili cavi strutturali non può eccedere il massimo valutato per i profili a I o a H.

Le regole definite in questo allegato possono essere utilizzate a condizione che la diversa forma del profilo non richieda nuove tecniche di fissaggio e non influisca sulle prestazioni fisiche del sistema di protezione antincendio.

Maizières-lès-Metz, 3 aprile 2023



---

Responsabile del progetto  
Signé par : Clifford CHINAYA



---

Supervisore  
Signé par : Roman CHIVA

## Appendice "Curve"

