

RAPPORTO DI VALUTAZIONE n. EFR-22-005113 A

In conformità con EN 13381- 4:2013

| | |
|---|--|
| Rilasciato | 14 febbraio 2023 |
| Rapporti di prova di riferimento | <ul style="list-style-type: none">▪ Efectis France n. 11 - U - 580▪ Efectis France n. 11 - U - 597▪ Efectis France n. 11 - U - 681▪ EFR-21-004250 |
| Ambito | Strutture di acciaio protette da lastre di cartongesso di tipo GYPSOTECH FOCUS: <ul style="list-style-type: none">▪ Spessore delle lastre: BA13 e BA15▪ Spessore della protezione:<ul style="list-style-type: none">○ Singolo strato: 1xBA15○ Multistrato: da 2 x BA13 a 3 x BA15▪ Fattore di sezione: da ≤ 46 a 372 m^{-1} |
| Richiedente | 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.

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

1. OGGETTO DEL RAPPORTO DI VALUTAZIONE


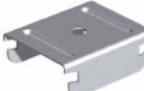
Determinazione, in accordo con la metodologia di caratterizzazione dei materiali protettivi come indicato dalla norma europea EN 13381-4 “Metodo di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali - Parte 4: Protettivi passivi applicati ad elementi di acciaio”, 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 _{testa} 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 ≤ 46 e 372 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, con interasse a 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 Con 600 mm tra le interasse. Fissati tramite una vite che fa parte dei ganci di fissaggio | Codice C2748300 Sezione 27 x 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 x 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"> ▪ Singolo strato: 1xBA15 ▪ Multistrato: da 2 x BA13 a 3 x BA15 |
| Densità media | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Singolo strato: 939,5 kg/m³ ▪ Multistrato: 907 kg/m³ |

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 ⁻¹) |
|----------------------|-------------------|------------------|---------|------------|---------------------------------------|
| 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 |

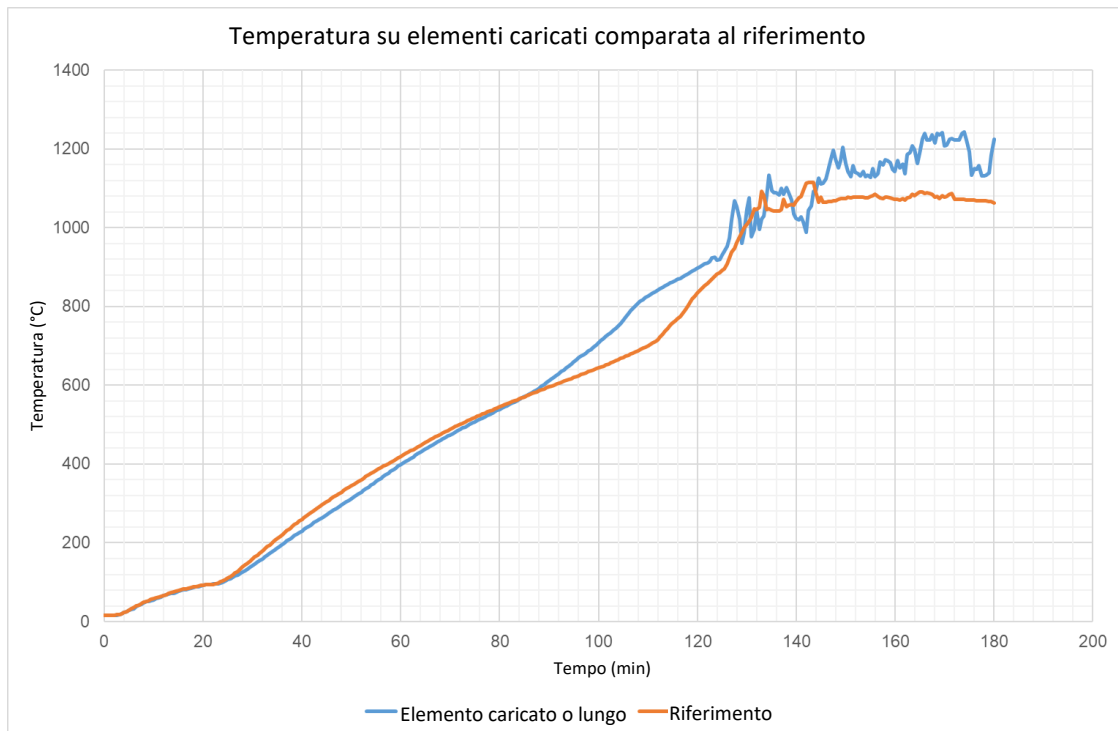
3.1.2. Multistrato

| Elementi | Prova n. | Data della prova | Sezione | Protezione | Fattore di sezione (m ⁻¹) |
|----------------------|-------------------|------------------|---------|------------|---------------------------------------|
| 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 |

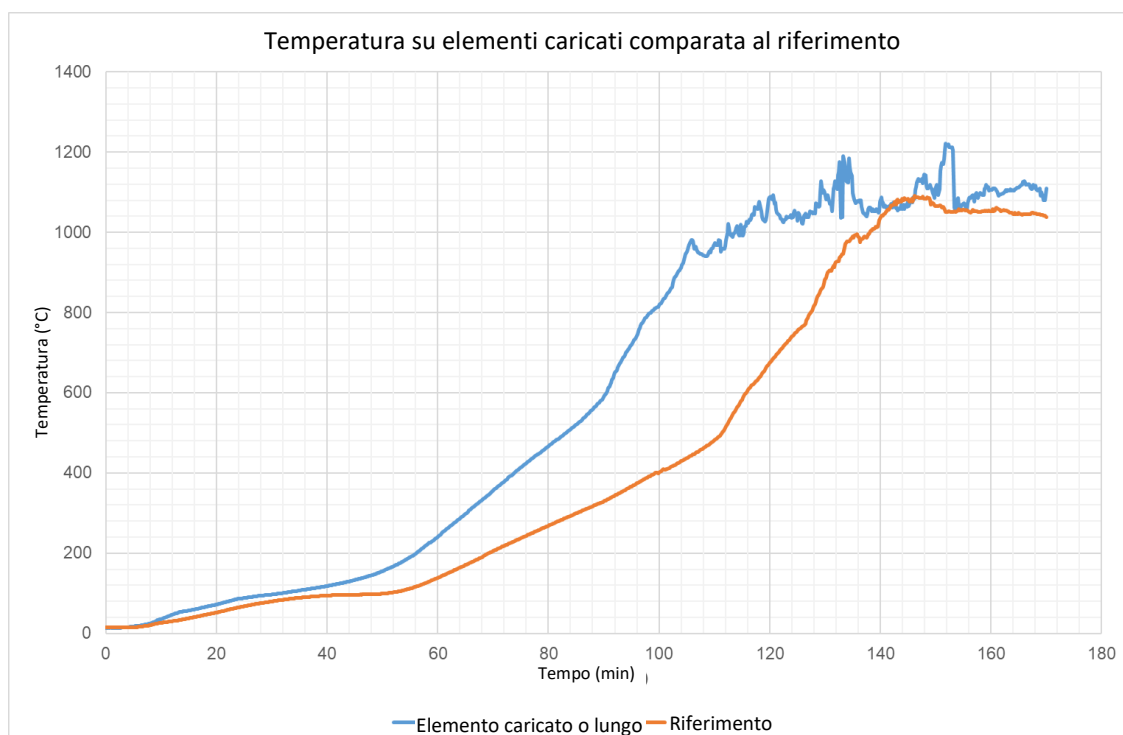
3.2. TEMPERATURE DI RIFERIMENTO DELL'ACCIAIO

3.2.1. Temperature caratteristiche di travi IPE 400

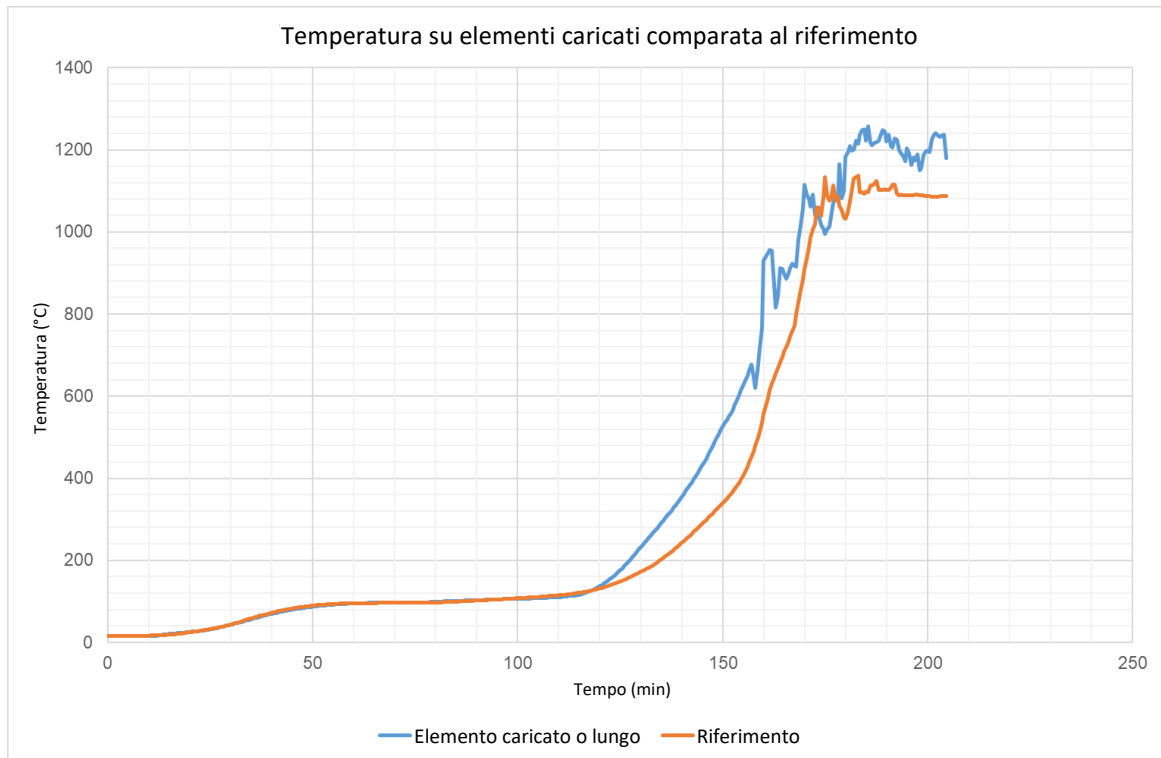
3.2.1.1. Protezione 1 x BA15



3.2.1.2. Protezione 2 x BA13

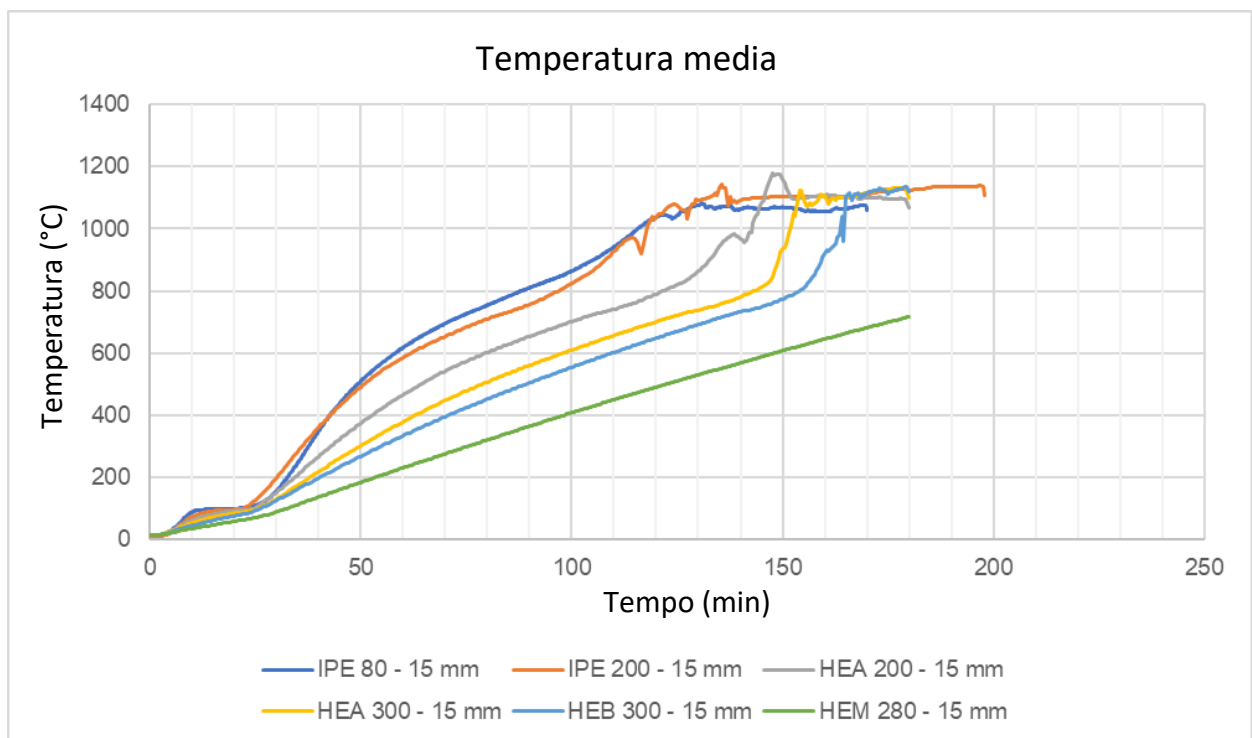


3.2.1.3. Protezione 3 x BA15

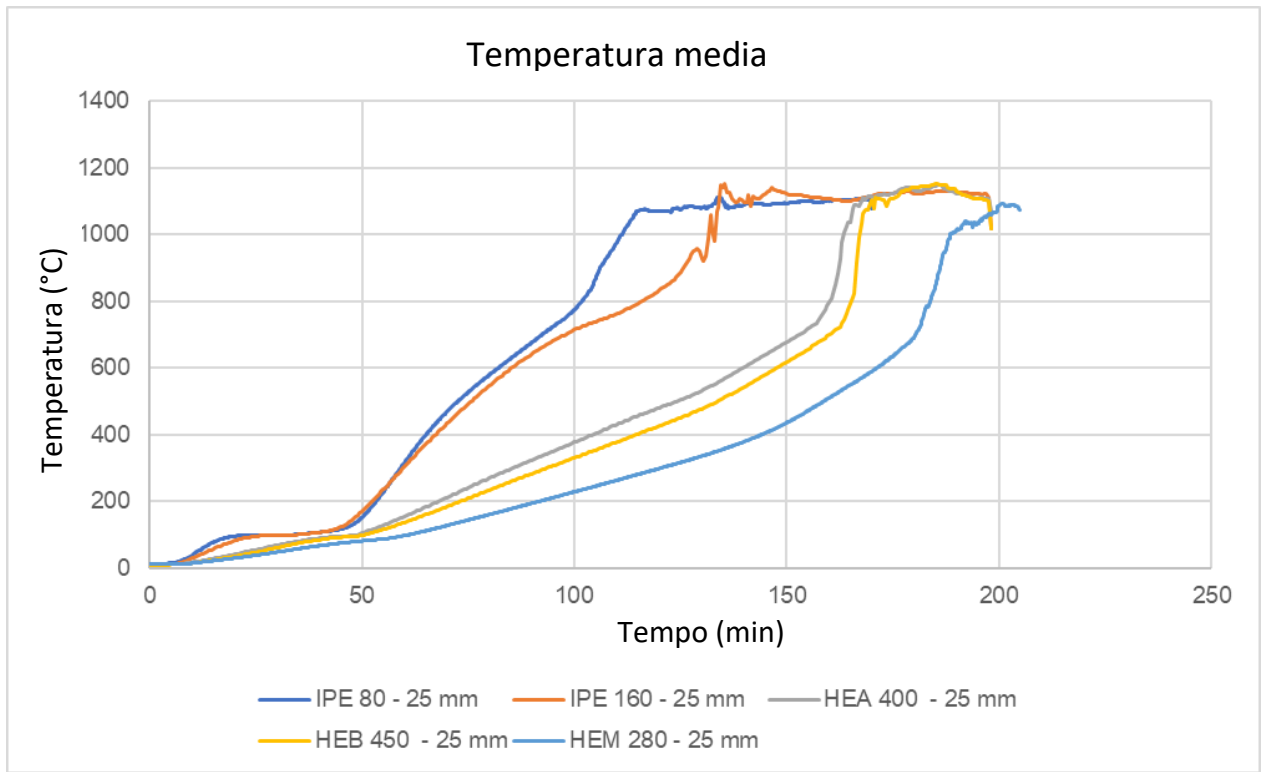


3.2.2. Temperatura media di pilastri corti

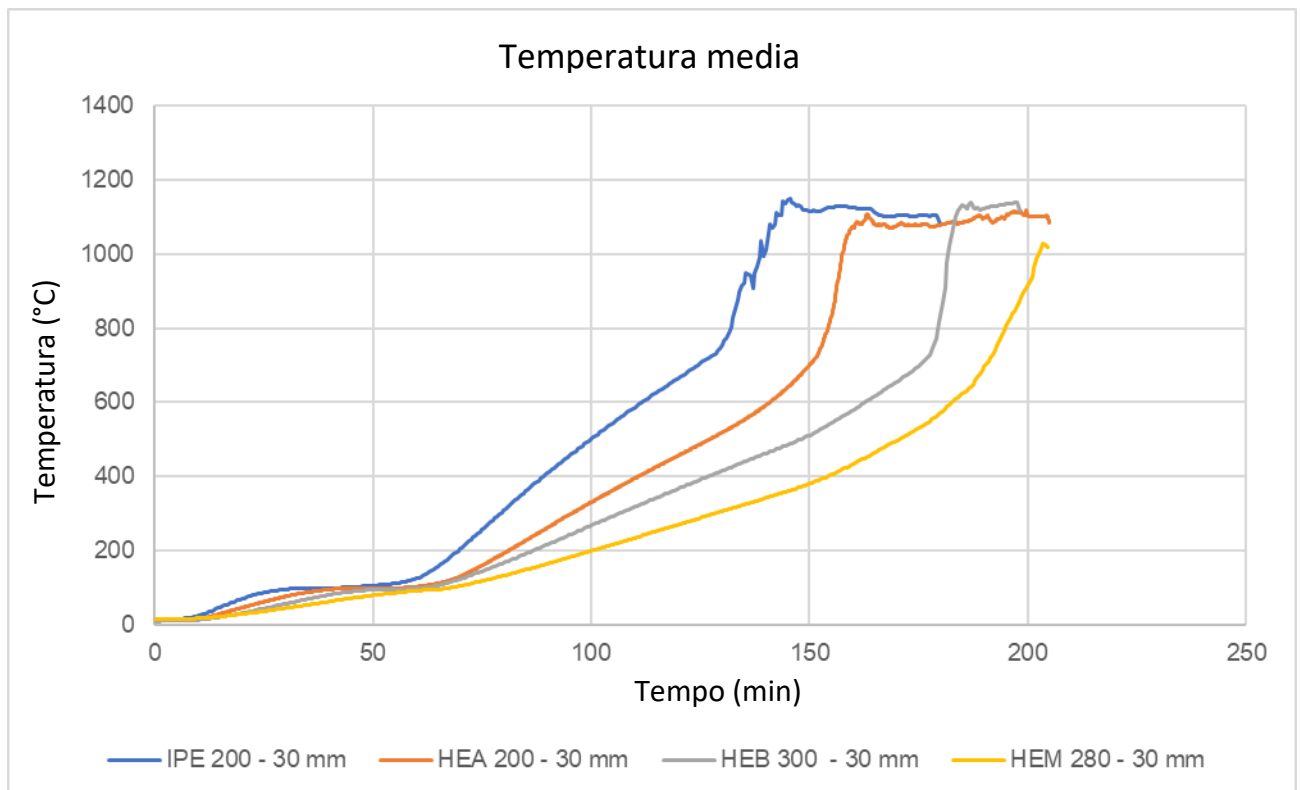
3.2.2.1. Pilastri protetti con 1 x BA15



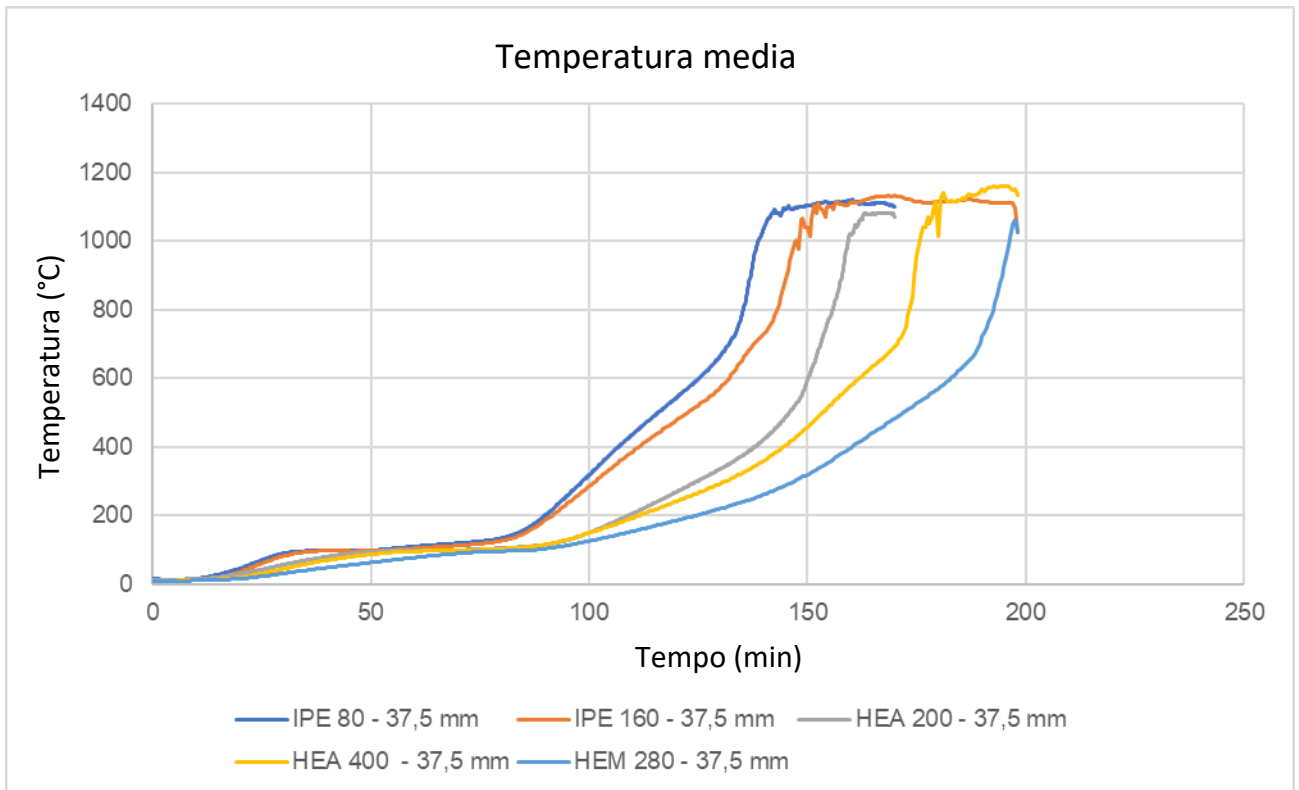
3.2.2.2. Pilastri protetti con 2 x BA13



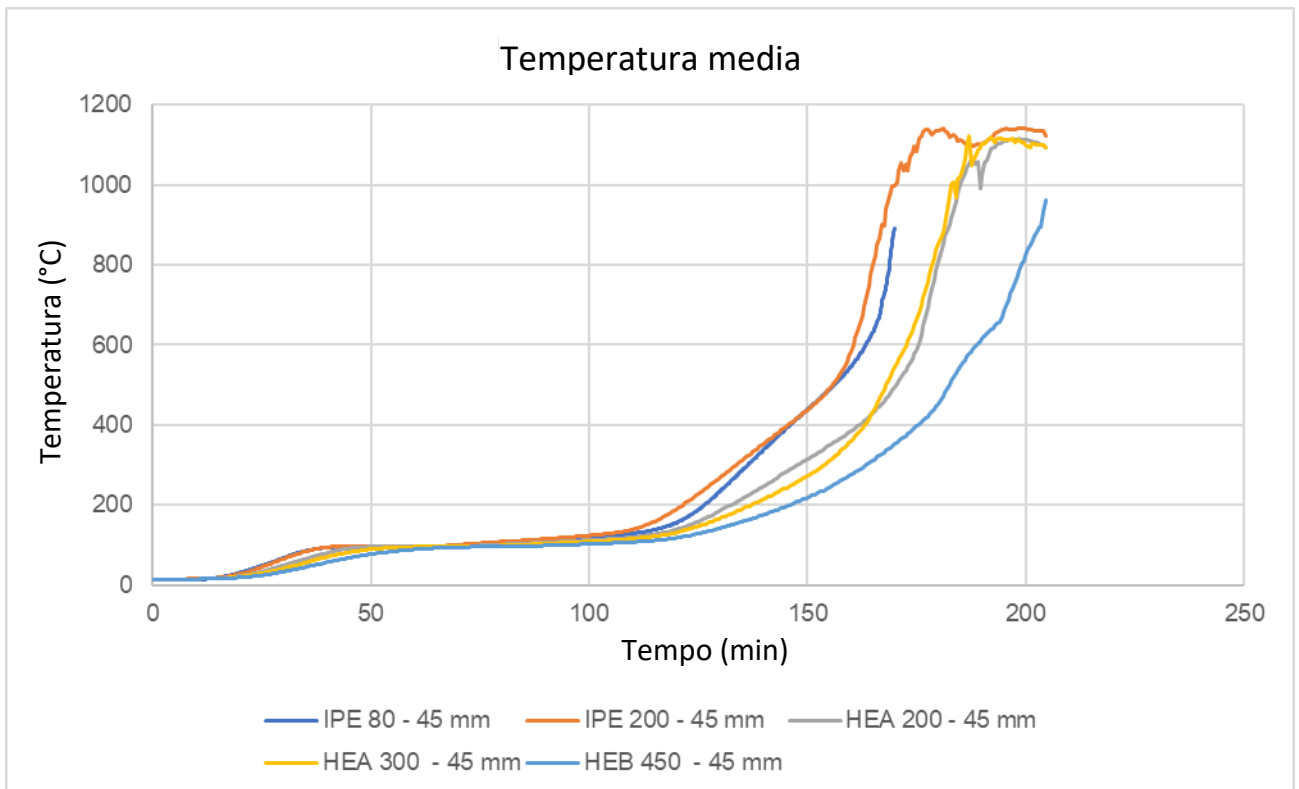
3.2.2.3. Pilastri protetti con 2 x BA15



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. CONDUTTIVITÀ TERMICA VARIABILE

Le conduttività termiche variabili del prodotto di protezione sono state calcolate conformemente ai requisiti della norma EN 13381-4, allegato E.3:

| Intervallo di temperatura (°C) | Conduktività termica (W/m·°C) | | |
|--|-------------------------------|--------------------|--------------------|
| | λ_{1xBA15} | λ_{2xBA13} | λ_{3xBA15} |
| [0 ; 50] | 3,90413073 | 25,9544324 | 90,5918913 |
| [50 ; 100] | 1,2197294 | 4,06151284 | 19,4595028 |
| [100 ; 150] | 0,40823774 | 2,28498689 | 8,67087589 |
| [150 ; 200] | 0,25751458 | 1,37192403 | 5,25907282 |
| [200 ; 250] | 0,14369459 | 0,58206836 | 2,23618032 |
| [250 ; 300] | 0,115527 | 0,13700522 | 0,51037504 |
| [300 ; 350] | 0,10861396 | 0,12808832 | 0,24393441 |
| [350 ; 400] | 0,07209498 | 0,14554684 | 0,16972398 |
| [400 ; 450] | 0,05004858 | 0,10683344 | 0,1675851 |
| [450 ; 500] | 0,10181128 | 0,10261792 | 0,14377477 |
| [500 ; 550] | 0,14589842 | 0,14063974 | 0,04427873 |
| [550 ; 600] | 0,16679503 | 0,22860501 | 0,06676713 |
| [600 ; 650] | 0,17517314 | 0,27834794 | 0,24149648 |
| [650 ; 700] | 0,17783457 | 0,28441465 | 0,42544513 |
| [700 ; 750] | 0,17961774 | 0,33634424 | 0,77438527 |
| [750 ; 800] | 0,17931778 | 0,61352803 | 1,66072897 |
| [800 ; 850] | 0,20218742 | 0,88224913 | 2,31360231 |
| [850 ; 900] | 0,30506127 | 1,74630242 | 4,97219744 |
| [900 ; 950] | 0,40028254 | 10,3400654 | 10,6536576 |
| [950 ; 1000] | 1,17077839 | 32,9493534 | 6,46707281 |
| [1000 ; 1050] | 9,82946994 | 71,9849622 | 16,4766651 |
| Utilizzando i seguenti valori per il materiale di protezione: | | | |
| Densità (kg/m ³) | 939,5 | 907 | |
| Calore specifico (J/kg·°C) | 1000 | | |

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%. | 3,60% * | 13,12 % * |
| 13.5 b) | Il valore medio di tutte le differenze percentuali calcolate in a) sarà inferiore a zero. | -3,99 % | -3,63 % |
| 13.5 c) | Al massimo il 30% dei valori individuali di tutte le differenze percentuali calcolate in a) saranno superiori a zero. | 28,3 % | 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 | 31,8 | 34,7 | 37,7 | 41,2 | 45,2 | 49,8 | 55,2 | 61,3 | 72,3 |
| 2 | IPE 200 | 203,7 | 15 | 39 | 43 | 47,2 | 52 | 57,5 | 63,7 | 70,7 | 78,8 | 91,2 |
| 3 | HEA 200 | 148,6 | 15 | 45,7 | 50,5 | 55,7 | 61,7 | 68,3 | 76 | 84,2 | 93,3 | 107,7 |
| 4 | HEA 300 | 109,9 | 15 | 54,3 | 60,2 | 66,8 | 74 | 82,2 | 91,5 | 101,2 | 110,7 | 127,7 |
| 5 | HEB 300 | 84,4 | 15 | 63,3 | 70,7 | 78,5 | 87,3 | 97,3 | 108 | 119,5 | 129,2 | 147,5 |
| 6 | HEM 280 | 50,9 | 15 | 85,8 | 96,5 | 108,2 | 121,2 | 135,2 | 149,8 | 162,5 | 175,7 | 199,2 |

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 | 43,7 | 46,7 | 50,2 | 53,7 | 57,3 | 60 | 62,8 | 65,2 | 69,3 |
| 2 | IPE 160 | 251,4 | 25 | 47,5 | 51,2 | 55,2 | 59,2 | 63,5 | 66,2 | 69,2 | 72 | 76,2 |
| 3 | HEA 400 | 89,5 | 25 | 73,7 | 80,8 | 87,8 | 94,7 | 99,3 | 104 | 108,5 | 112 | 118,3 |
| 4 | HEB 450 | 72,3 | 25 | 82,3 | 90,7 | 98,7 | 105,3 | 110,8 | 115,8 | 121 | 124,3 | 130,3 |
| 5 | HEM 280 | 51 | 25 | 100,5 | 110,7 | 121 | 127,3 | 134 | 139,7 | 144,8 | 149 | 152,3 |
| 6 | IPE 200 | 203,9 | 30 | 64 | 68,3 | 72,7 | 76,5 | 79,5 | 82 | 84,3 | 87 | 89,8 |
| 7 | HEA 200 | 153 | 30 | 70,5 | 75,8 | 80,5 | 85,2 | 88 | 91,2 | 93,7 | 96,3 | 99,8 |
| 8 | HEB 300 | 84,8 | 30 | 90,8 | 98,2 | 104,3 | 109,3 | 113,3 | 117 | 120,8 | 123,2 | 128 |
| 9 | HEM 280 | 50,8 | 30 | 119,5 | 128 | 135,7 | 141 | 146 | 151 | 154,7 | 158 | 160,7 |
| 10 | IPE 80 | 339 | 37,5 | 85,5 | 89 | 91,3 | 93,7 | 95 | 96,5 | 97,8 | 99,2 | 100,7 |
| 11 | IPE 160 | 251,6 | 37,5 | 88,8 | 92,7 | 95,3 | 97,8 | 99,5 | 101,2 | 102,8 | 104,2 | 106 |
| 12 | HEA 200 | 153 | 37,5 | 99,7 | 104 | 107,7 | 110,3 | 112,7 | 114,7 | 116,8 | 118,3 | 121 |
| 13 | HEA 400 | 88,9 | 37,5 | 119 | 124 | 129 | 131,8 | 134,8 | 137,7 | 140,2 | 142 | 144,3 |
| 14 | HEM 280 | 50,9 | 37,5 | 148,7 | 156,2 | 161 | 165,5 | 169,2 | 173,3 | 175,5 | 178,2 | 180,5 |
| 15 | IPE 80 | 339 | 45 | 123,8 | 125,8 | 127,8 | 129 | 130,2 | 131,2 | 132,3 | 133 | 134 |
| 16 | IPE 200 | 203,7 | 45 | 130 | 132,5 | 135 | 136,5 | 138 | 139,3 | 140,7 | 141,5 | 142,7 |
| 17 | HEA 200 | 150,9 | 45 | 136,5 | 139,7 | 142,3 | 144 | 145,8 | 147,5 | 148,8 | 149,8 | 151,3 |
| 18 | HEA 300 | 111,8 | 45 | 145,7 | 149,5 | 152,2 | 154,3 | 156,3 | 158,3 | 159,8 | 161,2 | 162,7 |
| 19 | HEB 450 | 72,3 | 45 | 163,5 | 168,8 | 171,5 | 174,5 | 177 | 179,7 | 181,2 | 182,8 | 184,8 |

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 ⁻¹) | 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 ⁻¹) | 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 ⁻¹) | 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 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 150 | 15 | 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 | 25 | 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 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 240 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 250 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 260 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 270 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 280 | 25 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 290 | 25 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 300 | 27,5 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 310 | 27,5 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 320 | 27,5 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 330 | 27,5 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 340 | 27,5 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 350 | 27,5 | 25 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 360 | 27,5 | 25 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 370 | 27,5 | 25 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 372 | 27,5 | 25 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 |

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

| Fattore di sezione (m ⁻¹) | 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 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 100 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 110 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 120 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 130 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 140 | 27,5 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 150 | 27,5 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 160 | 27,5 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 170 | 27,5 | 27,5 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 180 | 30 | 27,5 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 190 | 30 | 27,5 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 200 | 30 | 27,5 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 210 | 30 | 27,5 | 27,5 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 220 | 30 | 30 | 27,5 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 230 | 30 | 30 | 27,5 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 |
| 240 | 30 | 30 | 27,5 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 |
| 250 | 30 | 30 | 27,5 | 27,5 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 |
| 260 | 37,5 | 30 | 27,5 | 27,5 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 |
| 270 | 37,5 | 30 | 30 | 27,5 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 |
| 280 | 37,5 | 30 | 30 | 27,5 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 |
| 290 | 37,5 | 30 | 30 | 27,5 | 25 | 25 | 25 | 15 | 15 |
| 300 | 37,5 | 30 | 30 | 27,5 | 27,5 | 25 | 25 | 15 | 15 |
| 310 | 37,5 | 30 | 30 | 27,5 | 27,5 | 25 | 25 | 15 | 15 |
| 320 | 37,5 | 30 | 30 | 27,5 | 27,5 | 25 | 25 | 15 | 15 |
| 330 | 37,5 | 30 | 30 | 27,5 | 27,5 | 25 | 25 | 15 | 15 |
| 340 | 37,5 | 37,5 | 30 | 30 | 27,5 | 27,5 | 25 | 15 | 15 |
| 350 | 37,5 | 37,5 | 30 | 30 | 27,5 | 27,5 | 25 | 15 | 15 |
| 360 | 37,5 | 37,5 | 30 | 30 | 27,5 | 27,5 | 25 | 25 | 15 |
| 370 | 37,5 | 37,5 | 30 | 30 | 27,5 | 27,5 | 25 | 25 | 15 |
| 372 | 37,5 | 37,5 | 30 | 30 | 27,5 | 27,5 | 25 | 25 | 15 |

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

| Fattore di sezione (m ⁻¹) | Spessore minimo richiesto per raggiungere R90 (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 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 60 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 70 | 27,5 | 25 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 80 | 30 | 27,5 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 90 | 37,5 | 30 | 27,5 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 100 | 37,5 | 30 | 30 | 27,5 | 25 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 110 | 37,5 | 37,5 | 30 | 27,5 | 27,5 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 120 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 30 | 27,5 | 25 | 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 | 37,5 | 30 | 30 | 15 | 15 |
| 160 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 30 | 27,5 | 15 |
| 170 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 30 | 30 | 15 |
| 180 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 30 | 15 |
| 190 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 15 |
| 200 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 15 |
| 210 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |
| 220 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |
| 230 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |
| 240 | 40 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |
| 250 | 40 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |
| 260 | 40 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |
| 270 | 40 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |
| 280 | 40 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |
| 290 | 40 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |
| 300 | 40 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |
| 310 | 40 | 40 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |
| 320 | 40 | 40 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |
| 330 | 40 | 40 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |
| 340 | 40 | 40 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |
| 350 | 40 | 40 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |
| 360 | 40 | 40 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |
| 370 | 40 | 40 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |
| 372 | 40 | 40 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |

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

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

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

| Fattore di sezione (m ⁻¹) | Spessore minimo richiesto per raggiungere R180 (mm) | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Temperatura standard dell'acciaio (°C) | | | | | | | | |
| | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 |
| ≤ 46 | 45 | 42,5 | 42,5 | 40 | 40 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 |
| 50 | 45 | 45 | 42,5 | 42,5 | 42,5 | 40 | 40 | 40 | 37,5 |
| 60 | na | na | 45 | 45 | 45 | 45 | 42,5 | 42,5 | 42,5 |
| 70 | na | na | na | na | na | 45 | 45 | 45 | 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 min di esposizione al programma termico della 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 ⁻¹) | 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 | * | * | * | * | * | * | * | * |

* : < 340 °C

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

| Fattore di sezione (m ⁻¹) | 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 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 140 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 150 | 348 | * | * | * | * | * | * | * |
| 160 | 364 | * | * | * | * | * | * | * |
| 170 | 379 | * | * | * | * | * | * | * |
| 180 | 394 | * | * | * | * | * | * | * |
| 190 | 408 | * | * | * | * | * | * | * |
| 200 | 421 | * | * | * | * | * | * | * |
| 210 | 433 | * | * | * | * | * | * | * |
| 220 | 445 | * | * | * | * | * | * | * |
| 230 | 457 | * | * | * | * | * | * | * |
| 240 | 467 | * | * | * | * | * | * | * |
| 250 | 477 | * | * | * | * | * | * | * |
| 260 | 487 | * | * | * | * | * | * | * |
| 270 | 496 | * | * | * | * | * | * | * |
| 280 | 505 | * | * | * | * | * | * | * |
| 290 | 513 | 344 | * | * | * | * | * | * |
| 300 | 521 | 351 | * | * | * | * | * | * |
| 310 | 528 | 356 | * | * | * | * | * | * |
| 320 | 536 | 363 | * | * | * | * | * | * |
| 330 | 542 | 369 | * | * | * | * | * | * |
| 340 | 550 | 374 | * | * | * | * | * | * |
| 350 | 555 | 378 | * | * | * | * | * | * |
| 360 | 562 | 383 | * | * | * | * | * | * |
| 370 | 568 | 388 | * | * | * | * | * | * |
| 372 | 569 | 388 | * | * | * | * | * | * |

* : < 340 °C

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

| Fattore di sezione (m ⁻¹) | 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 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 90 | 342 | * | * | * | * | * | * | * |
| 100 | 370 | * | * | * | * | * | * | * |
| 110 | 399 | * | * | * | * | * | * | * |
| 120 | 426 | * | * | * | * | * | * | * |
| 130 | 450 | * | * | * | * | * | * | * |
| 140 | 472 | 357 | * | * | * | * | * | * |
| 150 | 491 | 375 | * | * | * | * | * | * |
| 160 | 508 | 393 | * | * | * | * | * | * |
| 170 | 524 | 408 | 342 | * | * | * | * | * |
| 180 | 540 | 422 | 355 | * | * | * | * | * |
| 190 | 555 | 437 | 368 | * | * | * | * | * |
| 200 | 567 | 449 | 382 | * | * | * | * | * |
| 210 | 580 | 463 | 393 | * | * | * | * | * |
| 220 | 592 | 476 | 404 | * | * | * | * | * |
| 230 | 603 | 487 | 414 | * | * | * | * | * |
| 240 | 613 | 499 | 424 | * | * | * | * | * |
| 250 | 622 | 510 | 433 | 345 | * | * | * | * |
| 260 | 631 | 520 | 442 | 353 | * | * | * | * |
| 270 | 640 | 530 | 451 | 360 | * | * | * | * |
| 280 | 648 | 539 | 459 | 366 | * | * | * | * |
| 290 | 656 | 548 | 467 | 373 | * | * | * | * |
| 300 | 664 | 555 | 476 | 380 | * | * | * | * |
| 310 | 671 | 568 | 485 | 385 | * | * | * | * |
| 320 | 678 | 580 | 493 | 390 | * | * | * | * |
| 330 | 685 | 592 | 499 | 396 | * | * | * | * |
| 340 | 691 | 601 | 507 | 401 | * | * | * | * |
| 350 | 696 | 611 | 513 | 406 | * | * | * | * |
| 360 | 702 | 620 | 519 | 409 | * | * | * | * |
| 370 | 707 | 629 | 525 | 414 | * | * | * | * |
| 372 | 708 | 629 | 526 | 414 | * | * | * | * |

* : < 340 °C

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

| Fattore di sezione (m ⁻¹) | 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 | 343 | * | * | * | * | * | * | * |
| 50 | 365 | * | * | * | * | * | * | * |
| 60 | 415 | 342 | * | * | * | * | * | * |
| 70 | 459 | 386 | * | * | * | * | * | * |
| 80 | 498 | 428 | 378 | * | * | * | * | * |
| 90 | 532 | 466 | 417 | 361 | * | * | * | * |
| 100 | 563 | 504 | 455 | 392 | * | * | * | * |
| 110 | 591 | 553 | 489 | 424 | * | * | * | * |
| 120 | 619 | 595 | 535 | 458 | * | * | * | * |
| 130 | 644 | 642 | 578 | 488 | * | * | * | * |
| 140 | 666 | 682 | 623 | 529 | * | * | * | * |
| 150 | 684 | 723 | 662 | 571 | * | * | * | * |
| 160 | 701 | 743 | 696 | 609 | * | * | * | * |
| 170 | 718 | na | 734 | 649 | * | * | * | * |
| 180 | 730 | na | na | 683 | * | * | * | * |
| 190 | 736 | na | na | 718 | * | * | * | * |
| 200 | 741 | na | na | 740 | * | * | * | * |
| 210 | na | na | na | na | * | * | * | * |
| 220 | na | na | na | na | * | * | * | * |
| 230 | na | na | na | na | 347 | * | * | * |
| 240 | na | na | na | na | 355 | * | * | * |
| 250 | na | na | na | na | 363 | * | * | * |
| 260 | na | na | na | na | 371 | * | * | * |
| 270 | na | na | na | na | 377 | * | * | * |
| 280 | na | na | na | na | 385 | * | * | * |
| 290 | na | na | na | na | 390 | * | * | * |
| 300 | na | na | na | na | 396 | * | * | * |
| 310 | na | na | na | na | 404 | * | * | * |
| 320 | na | na | na | na | 409 | * | * | * |
| 330 | na | na | na | na | 417 | * | * | * |
| 340 | na | na | na | na | 421 | * | * | * |
| 350 | na | na | na | na | 429 | * | * | * |
| 360 | na | na | na | na | 433 | * | * | * |
| 370 | na | na | na | na | 435 | * | * | * |
| 372 | na | na | na | na | 435 | * | * | * |

* : < 340 °C

na: non applicabile

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

| Fattore di sezione (m ⁻¹) | 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 | 410 | 368 | * | * | * | * | * |
| 50 | na | 439 | 399 | 347 | * | * | * | * |
| 60 | na | 529 | 475 | 419 | * | * | * | * |
| 70 | na | 621 | 570 | 501 | * | * | * | * |
| 80 | na | 721 | 667 | 596 | * | * | * | * |
| 90 | na | na | 742 | 699 | 364 | * | * | * |
| 100 | na | na | na | na | 412 | * | * | * |
| 110 | na | na | na | na | 456 | * | * | * |
| 120 | na | na | na | na | 516 | 362 | * | * |
| 130 | na | na | na | na | 583 | 399 | * | * |
| 140 | na | na | na | na | 644 | 431 | * | * |
| 150 | na | na | na | na | 725 | 468 | * | * |
| 160 | na | na | na | na | na | 518 | * | * |
| 170 | na | na | na | na | na | 564 | 347 | * |
| 180 | na | na | na | na | na | 610 | 366 | * |
| 190 | na | na | na | na | na | 674 | 386 | * |
| 200 | na | na | na | na | na | 729 | 405 | * |
| 210 | na | na | na | na | na | na | 422 | * |
| 220 | na | na | na | na | na | na | 439 | * |
| 230 | na | na | na | na | na | na | 454 | * |
| 240 | na | na | na | na | na | na | 480 | * |
| 250 | na | na | na | na | na | na | 504 | * |
| 260 | na | na | na | na | na | na | 529 | * |
| 270 | na | na | na | na | na | na | 544 | * |
| 280 | na | na | na | na | na | na | 564 | * |
| 290 | na | na | na | na | na | na | 586 | * |
| 300 | na | na | na | na | na | na | 603 | * |
| 310 | na | na | na | na | na | na | 616 | * |
| 320 | na | na | na | na | na | na | 632 | * |
| 330 | na | na | na | na | na | na | 653 | * |
| 340 | na | na | na | na | na | na | 681 | * |
| 350 | na | na | na | na | na | na | 695 | * |
| 360 | na | na | na | na | na | na | 708 | * |
| 370 | na | na | na | na | na | na | 734 | * |
| 372 | na | na | na | na | na | na | 734 | * |

* : < 340 °C

na: non applicabile

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

| Fattore di sezione (m ⁻¹) | 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 | 586 | 474 | 366 | * |
| 50 | na | na | na | na | 723 | 555 | 423 | * |
| 60 | na | na | na | na | na | na | 602 | 421 |
| 70 | na | na | na | na | na | na | na | 572 |

* : < 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 ottenute 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 solo oltre i valori delle 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 sottoposta a prova su una trave caricata.

Minimo spessore consentito della protezione: inferiore fino al 5% rispetto al minimo spessore della protezione sottoposta 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 sottoposta 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 sottoposta 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 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 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 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 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 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 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, 14 febbraio 2023

X

Clifford CHINAYA

Responsabile del progetto
Signé par : Clifford CHINAYA

X

Roman CHIVA

Supervisore
Signé par : Roman CHIVA

Appendice "Curve"

