

La progettazione antincendio per le connessioni in acciaio con il software IDEA StatiCa Connection

Stai progettando edifici residenziali, pubblici o industriali? Devi fornire la documentazione della resistenza al fuoco per l'approvazione del progetto? Non sei sicuro di come gestire questa parte? Scopri l'analisi di resistenza al fuoco di IDEA StatiCa e rendi il tuo lavoro molto più semplice.

Grazie a metodi sempre più avanzati, oggi abbiamo molti più modi per verificare un progetto in condizioni diverse da quelle normali, come nel caso di un incendio.

Non è più necessario utilizzare metodi semplificati o tabellari che in passato fornivano risultati imprecisi ed eccessivamente conservativi. È ora possibile eseguire delle analisi avanzate su un progetto strutturale che comprendono anche le analisi sui relativi dettagli costruttivi.

[IDEA StatiCa Connection](#) esegue il calcolo della resistenza al fuoco, per le normative europee e americane (EN/AISC).

Non è così complicato, facciamo un po' di chiarezza sull'argomento.

Come approcciarsi alla progettazione antincendio

Quando si parla di progettazione del fuoco, abbiamo diversi metodi che possiamo utilizzare:

- **Metodo tabellare;**
- **Progettazione Semplificata** (verifica dei singoli elementi a temperatura normale);
- **Progettazione Avanzata** (verifica comprensiva con calcolo numerico della resistenza al fuoco delle connessioni).

Fino ad ora sono stati utilizzati metodi semplificati, ovvero il **Metodo tabellare** o la **Progettazione Semplificata** con un approccio analitico o numerico, ma solo per i singoli elementi esposti a temperature standard. Il calcolo della resistenza al fuoco per le connessioni in acciaio non è stato utilizzato affatto. La **Progettazione Semplificata** è stata utilizzata con il presupposto di base che le connessioni sono costituite da più materiale e si riscaldano più lentamente rispetto agli altri elementi.



Come lo affrontiamo? Esiste una soluzione semplice: eseguire una verifica adeguata grazie al software IDEA StatiCa. La progettazione avanzata a temperature più elevate può coprire queste criticità. Ciò è fondamentale soprattutto per infrastrutture o edifici di maggiore importanza come aeroporti, stadi, ospedali, ecc. In più, abbiamo la possibilità di eseguire un calcolo numerico dell'aumento della temperatura, non solo per le membrature ma anche per i collegamenti in acciaio.



Diamo uno sguardo al principio di calcolo utilizzato in **IDEA StatiCa** e alla procedura di progettazione delle connessioni in acciaio in generale nell'applicazione [Connection](#).

Il calcolo della resistenza al fuoco

Il **calcolo della resistenza al fuoco** si basa sulla **classe di resistenza al fuoco** e sulla **curva di incendio**.

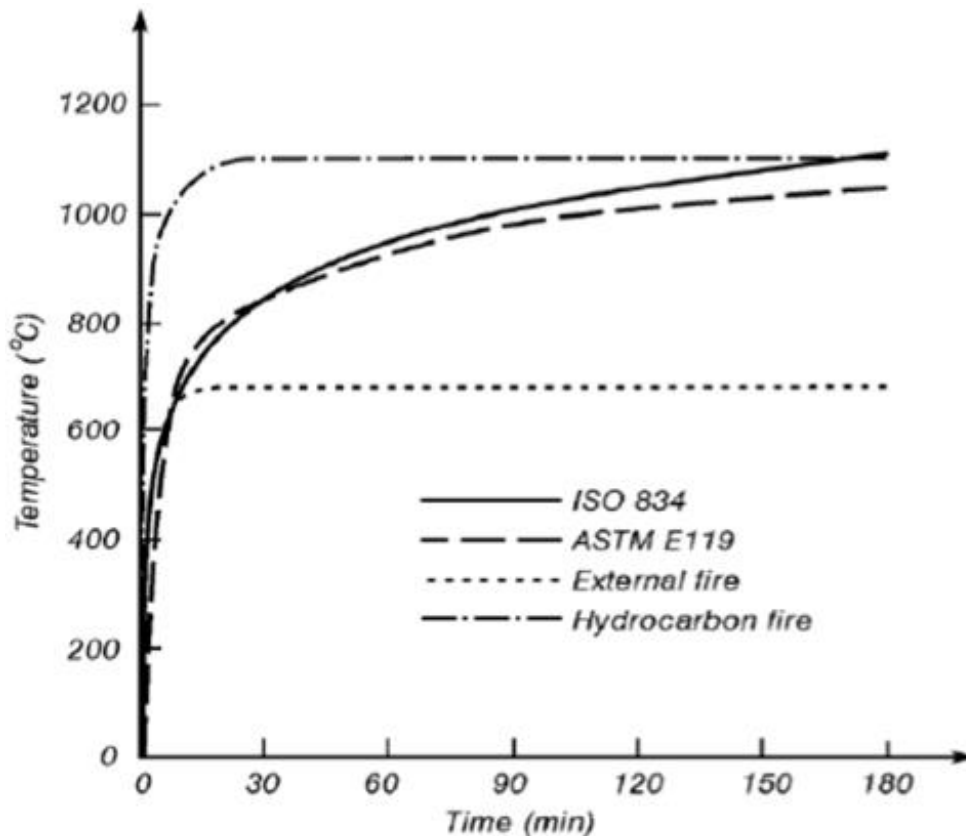
Il primo input è noto dalle specifiche del progetto. La classe di resistenza al fuoco è un risultato che di solito fa parte della documentazione antincendio approvata dai Vigili del Fuoco. Essa indica il lasso di tempo per il quale la struttura deve garantire la resistenza al fuoco affinché tutte le persone presenti al suo interno possano uscire in sicurezza dall'edificio prima del crollo. Il tempo può variare da 15 a 240 minuti (da R15 a R240) e sarà influenzato da molti parametri, come la funzione e le dimensioni dell'edificio, il numero di livelli, l'ubicazione delle uscite e molto altro. In pratica, ciò significa che è possibile progettare un edificio da cui sarà più difficile uscire ma che dovrà durare fino a quattro ore, oppure la struttura potrebbe crollare dopo 15 minuti se può essere evacuata abbastanza velocemente.

Ma ricorda, nel caso di attività soggette al controllo dei Vigili del fuoco, non dipende da te ingegnere strutturale ma dipende dalle opere di costruzione e dai Vigili del Fuoco.

Term in building codes	Corresponds to fire resistance classes
Fire retardant	R30
High fire retardant	R60
Fire resistant	R90
Highly fire resistant	R120
Very highly fire resistant	R180

Come parametro successivo, è necessario scegliere una **curva di incendio di progetto** che rappresenta l'andamento, in funzione del tempo, della temperatura dei gas di combustione nell'intorno della superficie degli elementi strutturali. In altre parole, il riscaldamento dell'aria nel tempo.

In IDEA StatiCa, è possibile scegliere tra diverse curve di incendio secondo l'**Eurocodice (ISO 834/Standard Fire)** o **AISC (ASTM E119)** ma anche curve speciali per una più rapida propagazione dell'incendio, come la curva di incendio degli idrocarburi utilizzata nel caso di piattaforme petrolifere, navi o impianti industriali.



Curve standard tempo-temperatura (Phan et al. 2010 NIST TN 11681)

In base al tipo di curva di incendio e ad altri parametri del materiale e dimensioni, il software [calcola la temperatura](#) dei singoli elementi (piastre) in un determinato momento, in base alla classe di fuoco, utilizzando un **metodo incrementale**. La temperatura dei bulloni e delle saldature viene rilevata in base alla piastra collegata più calda. Il [calcolo automatico della piastra](#) viene effettuato secondo le norme vigenti ed è possibile specificare se viene utilizzata o meno la **protezione antincendio**.

La progettazione antincendio in IDEA StatiCa si basa sul calcolo della temperatura utilizzando il **metodo incrementale della norma EN 1993-1-2 – par. 4.2.5**.

In caso di incendio, i materiali strutturali subiscono un degrado delle proprietà meccaniche (resistenza e rigidità) per effetto delle alte temperature, con conseguente diminuzione di capacità portante rispetto alle condizioni ordinarie. In base alla temperatura dei componenti, viene determinata il **degrado del materiale** e, quindi, il **coefficiente che riduce le proprietà del materiale**.

In IDEA StatiCa, la degradazione del materiale di piastre, bulloni e saldature è disponibile secondo le tre normative:

- EN 1993-1-2
- AISC 360-16
- CSA S16-14

Le verifiche normative di tutte le componenti della connessione, quindi, sono le stesse dell'analisi classica delle tensioni e delle deformazioni, ma utilizzano valori ridotti.

Table 3.1: Reduction factors for stress-strain relationship of carbon steel at elevated temperatures

Steel Temperature θ_a	Reduction factors at temperature θ_a relative to the value of f_y or E_a at 20°C		
	Reduction factor (relative to f_y) for effective yield strength	Reduction factor (relative to f_y) for proportional limit	Reduction factor (relative to E_a) for the slope of the linear elastic range
	$k_{y,\theta} = f_{y,\theta}/f_y$	$k_{p,\theta} = f_{p,\theta}/f_y$	$k_{E,\theta} = E_{a,\theta}/E_a$
20°C	1,000	1,000	1,000
100°C	1,000	1,000	1,000
200°C	1,000	0,807	0,900
300°C	1,000	0,613	0,800
400°C	1,000	0,420	0,700
500°C	0,780	0,360	0,600
600°C	0,470	0,180	0,310
700°C	0,230	0,075	0,130
800°C	0,110	0,050	0,090
900°C	0,060	0,0375	0,0675
1000°C	0,040	0,0250	0,0450
1100°C	0,020	0,0125	0,0225
1200°C	0,000	0,0000	0,0000

NOTE: For intermediate values of the steel temperature, linear interpolation may be used.

EN 1993-1-2, Tabella 3.1: Coefficienti di riduzione per la relazione sforzo-deformazione di acciaio al carbonio a temperature elevate

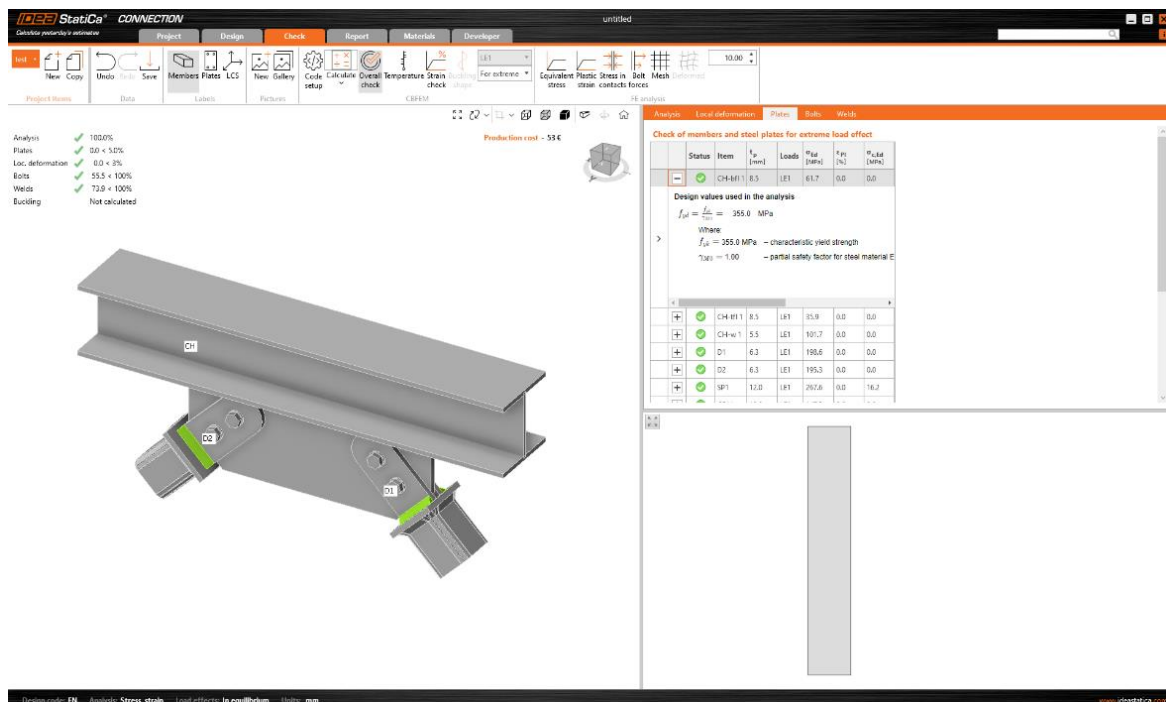
Table D.1: Strength Reduction Factors for Bolts and Welds

Temperature θ_a	Reduction factor for bolts, $\langle AC2 \rangle k_{b,\theta} \langle AC2 \rangle$ (Tension and shear)	Reduction factor for welds, $\langle AC2 \rangle k_{w,\theta} \langle AC2 \rangle$
20	1,000	1,000
100	0,968	1,000
150	0,952	1,000
200	0,935	1,000
300	0,903	1,000
400	0,775	0,876
500	0,550	0,627
600	0,220	0,378
700	0,100	0,130
800	0,067	0,074
900	0,033	0,018
1000	0,000	0,000

EN 1993-1-2, Tabella D.1: Coefficienti di riduzione della resistenza per bulloni e saldature

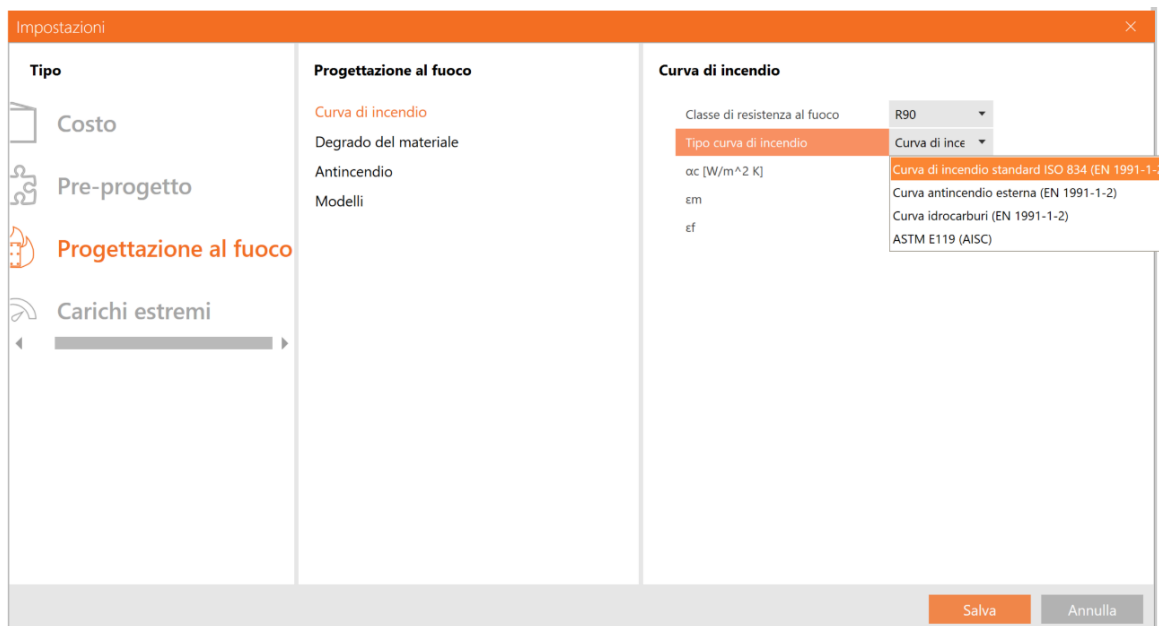
Guarda un caso pratico

Dai uno sguardo al seguente caso pratico che mostra i risultati ottenuti con l'analisi della **Resistenza al fuoco in IDEA StatiCa Connection** per avere un'idea di come si comporta la connessione in diverse condizioni e di come viene applicata la teoria. Innanzitutto, va eseguita un'analisi di sforzo e della deformazione per vedere se la connessione è verificata.



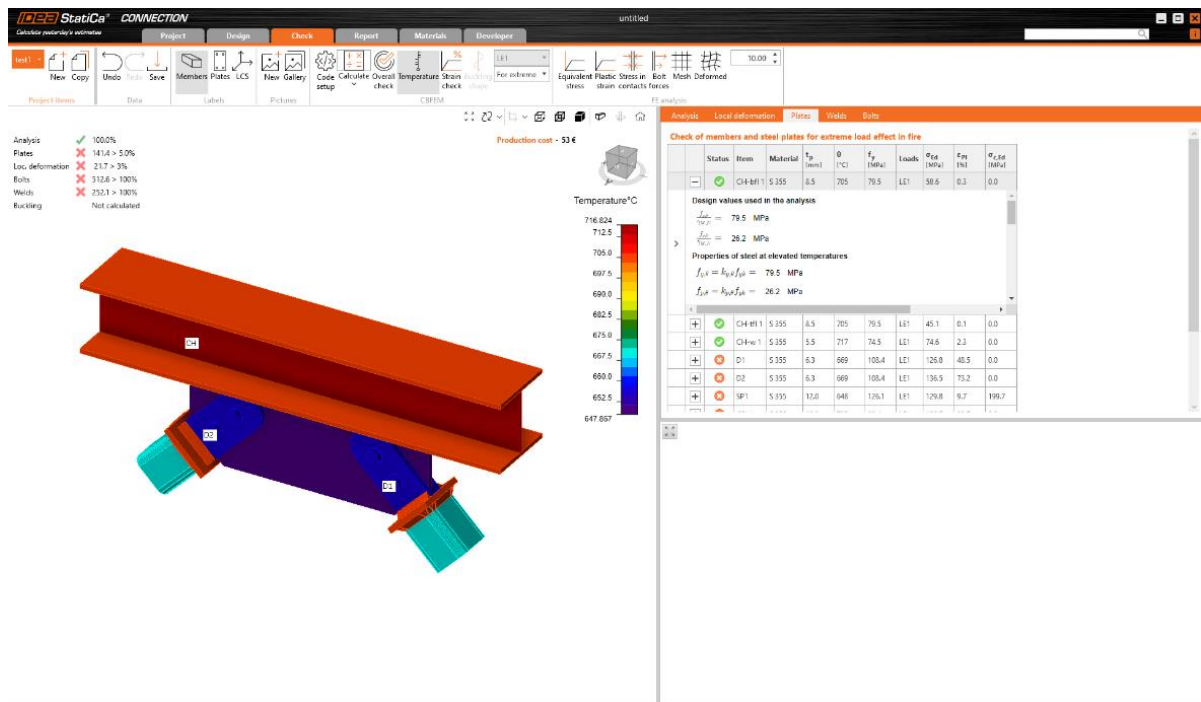
Risultati dell'analisi di sforzo e deformazione della connessione (Verifica globale)

Successivamente, si cambia tipo di analisi da eseguire e si imposta un'analisi di resistenza al fuoco. Nelle impostazioni, scegliamo la classe di resistenza al fuoco più bassa, R15, una curva di incendio standard secondo l'Eurocodice e impostiamo che la connessione non abbia la protezione antincendio (elementi non protetti).



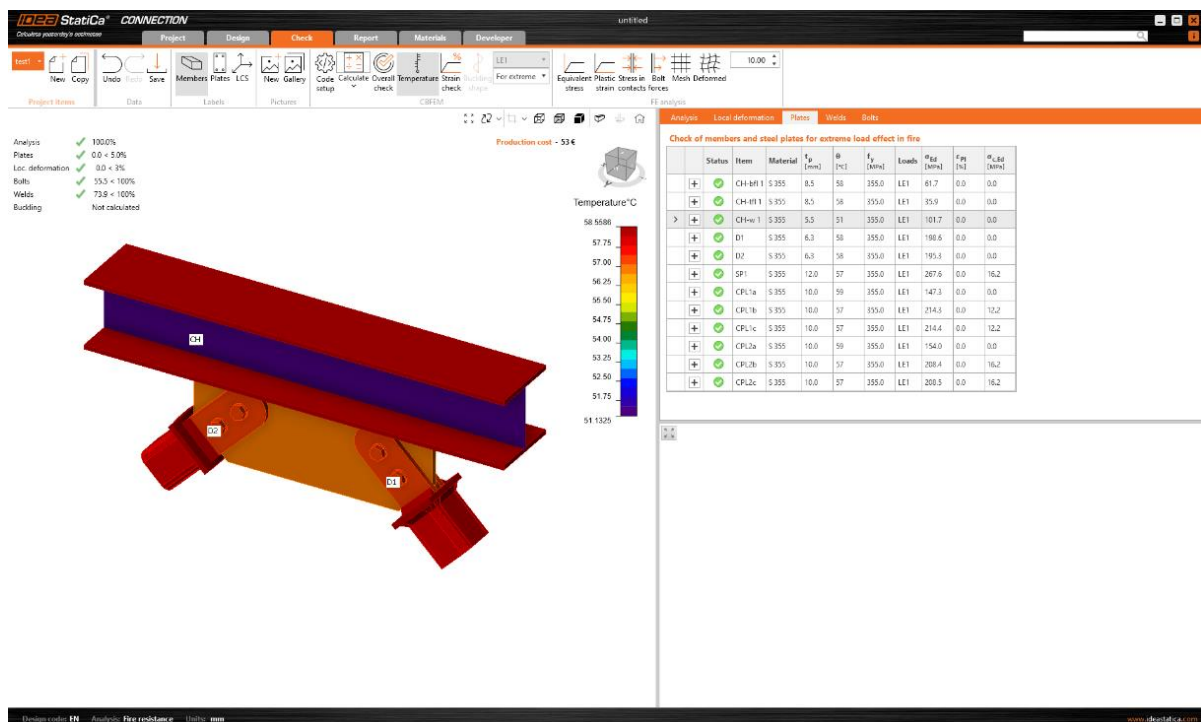
Impostazioni per la Progettazione al fuoco

Nei risultati ottenuti, possiamo vedere come i singoli componenti senza protezione antincendio si riscalderanno entro 15 minuti e come ciò influirà sulle proprietà del materiale e, quindi, sulla capacità portante del giunto testato. Si può notare che in soli 15 minuti, in alcuni componenti si sono raggiunte temperature di oltre 700 °C.



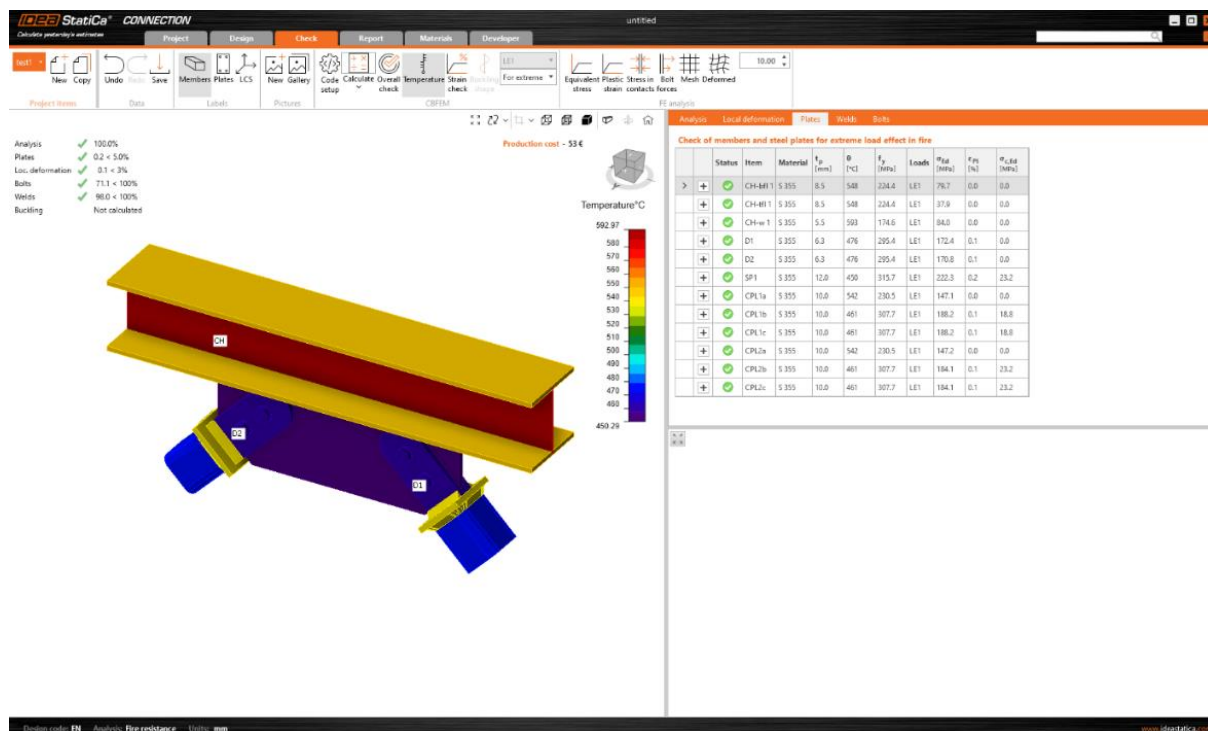
Risultati dell'analisi di resistenza al fuoco: temperature sulle piastre nel caso R15

Aggiungendo la **protezione antincendio**, raggiungiamo immediatamente valori completamente diversi, soprattutto per un periodo così breve. Le piastre non hanno il tempo di riscaldarsi e il degrado del materiale non è un problema.



Risultati dell'analisi di resistenza al fuoco: temperature sulle piastre nel caso R15 con aggiunta della protezione antincendio

Quando passiamo a una classe R90, quindi, con l'aumentare del tempo durante il quale la struttura deve resistere al fuoco, si raggiungono nuovamente temperature intorno ai 700 °C. Aggiungendo la protezione antincendio, c'è molto più tempo per l'evacuazione.



Risultati dell'analisi di resistenza al fuoco: temperature sulle piastre nel caso R90

Con l'aiuto di un modello numerico, siamo stati in grado di fare questo semplice confronto di diversi casi in pochi minuti. Si può facilmente evincere dai risultati quale componente molto probabilmente sarà l'elemento di criticità del progetto.

Conclusioni

Come dimostrato nell'esempio sopra, progettare per gli effetti del fuoco non deve essere un inferno. IDEA StatiCa può aiutarti a progettare una **struttura sicura** che rispetti i requisiti di sicurezza in caso di incendio e al tempo stesso **economica**.

La progettazione antincendio in IDEA StatiCa si basa sul calcolo della temperatura utilizzando il **metodo incrementale della norma EN 1993-1-2 – par. 4.2.5**. Gli ingegneri non hanno più bisogno di calcolare manualmente la temperatura o affidarsi ad altre soluzioni manuali aggiuntive, come i fogli di calcolo.

Per ulteriori informazioni teoriche sull'argomento, leggi l'[articolo sulla Resistenza al fuoco](#), oppure consulta i [casi di verifica](#) eseguiti dal professor Wald del [CTU](#).

Prova GRATIS la versione completa del software IDEA StatiCa

Prova tu stesso come può essere semplice e veloce la progettazione antincendio di connessioni in acciaio con il software [IDEA StatiCa Connection](#) oppure [contattaci](#) per maggiori informazioni.

Download IDEA StatiCa GRATIS

Con la demo di 14 giorni avrai la possibilità di testare il software **IDEA StatiCa** completo di tutte le sue funzionalità sia nella parte **Steel**, sia **Concrete**.

Per ulteriori informazioni, visita il nostro sito www.eiseko.it e sfoglia il [Dépliant di IDEA StatiCa Steel](#)

