Report di validazione

Programma «Giunto trave–colonna flangiato bullonato» – versione con rinforzo a T saldato, relazione PDF e DXF completo

Data: 19/10/2026 · Norme: NTC 2018 §4.2.8, UNI EN 1993-1-8:2005 §6 · Il motore di calcolo è stato eseguito direttamente dal file HTML consegnato.

Indice

1 Sintesi 1

2 Oggetto e metodo 1

3 Caso A – SCIA Engineer, giunto con flangia estesa (EN 1993-1-8) 2

4 Caso B – Gelfi, giunto flangiato HEA 220 / IPE 300 (ENV 1993-1-1 All. J) 2

5 Rinforzo a T saldato 3

6 Non regressione 5

7 Esportazioni: relazione PDF e DXF 5

8 Conclusioni e limiti 6

Bibliografia 6

1 Sintesi

Il programma è stato confrontato con due esempi numerici completi di letteratura e con una serie di prove indipendenti sul nuovo rinforzo a T. Nel caso **SCIA Engineer** (EN 1993-1-8), 21 grandezze su 24 coincidono entro ±1% e il momento resistente è $\mathbf{M_{j,Rd}}$ **= 34,91 kNm** contro 34,91 kNm (scarto **+0,01%**). Nel caso **Gelfi** (ENV 1993-1-1 All. J), 21 grandezze su 25 coincidono entro ±1%; con le regole ENV il momento ricostruito dalle componenti del programma è 90,29 kNm contro 90,30 kNm.

Gli scarti superiori all'1% riguardano soltanto il coefficiente α della Fig. 6.11 (letto graficamente nelle fonti, calcolato in forma analitica dal programma) e le lunghezze efficaci che ne dipendono; in entrambi gli esempi queste componenti **non governano** la resistenza. La rigidezza iniziale differisce dell'1,7%.

Il rinforzo a T (nuova funzione, che sostituisce la vuta della versione precedente) è verificato con un calcolo indipendente in Python della sezione composta (scarti ≤ 0,004%) e con 14 prove di coerenza (caso limite $h_T = 0$, bracci, equilibrio, posizione del centro di compressione, limiti normativi, momento negativo). Con il rinforzo disattivato, 300 configurazioni casuali danno risultati identici alla versione originale (0 differenze).

2 Oggetto e metodo

Le modifiche introdotte nel programma sono:

- **Eliminata la vuta** con ala inferiore inclinata della versione precedente.
- **Rinforzo con sezione a T saldata** (EN 1993-1-8 §6.2.6.7): T composto da due piatti (ala $b_T \times t_{f,T}$, anima $t_{w,T}$), di altezza costante h_T e lunghezza L_T, saldato sotto l'ala inferiore della trave e alla flangia. Sposta il centro di compressione nell'ala del T, allunga la flangia e richiede verifiche dedicate: ala del T, snellezza di ala e anima, cordoni di attacco, trave non rinforzata alla fine del T.
- **Relazione di calcolo in PDF** generata nel browser, senza librerie esterne: indice, equazioni, tabelle, figure (prospetto, flangia, pianta, modello 3D), distinta dei materiali.
- **DXF completo** (R12): viste quotate, assonometria isometrica, modello 3D in 3DFACE, distinta di taglio e sagome quotate di tutti i pezzi.

Metodo: il codice JavaScript della pagina viene eseguito in Node.js con un DOM minimo. Si impostano i dati dell'esempio e i coefficienti parziali della fonte (γ_{M0} = 1,0 per SCIA, 1,1 per la ENV), si leggono i risultati intermedi del motore e li si confronta con i valori pubblicati. Colori dello scarto: verde ≤ 1%, ambra ≤ 5%, rosso oltre il 5%. Nell'uso normale il programma applica sempre $\gamma_{M0} = \gamma_{M1}$ = 1,05 e γ_{M2} = 1,25 (NTC Tab. 4.2.VII).

3 Caso A – SCIA Engineer, giunto con flangia estesa (EN 1993-1-8)

Fonte: SCIA Engineer, *Design example of a joint with extended end plate* (tutorial di calcolo manuale). Colonna HEB 140, trave IPE 220, acciaio S235, flangia 290×140×12 mm, 6 bulloni M16 classe 8.8 su 3 file (40 / 110 / 250 mm dal bordo superiore), w = 80 mm, cordoni a_f = 5 mm, a_w = 3 mm, γ_{M0} = 1,0, γ_{M2} = 1,25, telaio controventato, trave L = 2 m.

Grandezza	Riferimento	Programma	Scarto
m colonna m_c [mm]	26,90	26,900	**+0,00%**
m flangia estesa m_x [mm]	24,34	24,343	**+0,01%**
m flangia interna m_p [mm]	33,66	33,656	**-0,01%**
V_wp,Rd pannello [kN]	160,2	160,21	**+0,00%**
F_t,Rd bullone [kN]	90,43	90,432	**+0,00%**
Ala col. fila 1: l_eff,nc [mm]	145,1	145,10	**+0,00%**
Ala col. fila 1: l_eff,cp [mm]	169,0	169,02	**-0,00%**
Ala col. fila 1: modo 1 [kN]	182,5	182,53	**+0,02%**
Ala col. fila 1: modo 2 [kN]	138,5	138,51	**+0,00%**
Ala col. fila 1: modo 3 [kN]	180,9	180,86	**-0,02%**
Ala col. gruppo 1-2 [kN]	254,7	254,68	**-0,01%**
Flangia fila 1: l_eff [mm]	70,00	70,000	**+0,00%**
Flangia fila 1: modo 1 [kN]	97,32	97,309	**-0,01%**
Flangia fila 1: modo 2 [kN]	122,0	122,10	**+0,09%**
Flangia fila 2: α	5,99	6,203	**+3,55%**
Flangia fila 2: l_eff,nc [mm]	201,6	208,75	**+3,56%**
F_t1,Rd fila 1 [kN]	97,31	97,309	**-0,00%**
F_t2,Rd fila 2 [kN]	62,90	62,899	**-0,00%**
h_1 [mm]	245,4	245,40	**-0,00%**
h_2 [mm]	175,4	175,40	**-0,00%**
M_j,Rd [kNm]	34,91	34,912	**+0,01%**
V_j,Rd [kN] (valore della verifica SCIA)	189,5	189,48	**-0,00%**
z_eq [mm]	216,4	215,79	**-0,28%**
S_j,ini [kNm/rad]	11 596	11 394	**-1,74%**

Classificazione per rigidezza: programma «Semirigido», fonte «semirigido» (limiti 23,28 e 1,46 MNm/rad). Il $V_{j,Rd}$ di confronto è il valore usato dalla fonte nella verifica (189,48 kN); nel testo la fonte riporta anche 188,10 kN, valore internamente incoerente (+0,7%).

Commento. Le resistenze delle file tese, i bracci e il momento resistente coincidono. La fila 2 è limitata dal pannello d'anima a taglio ($V_{wp,Rd} - F_{t1}$ = 62,9 kN) come nella fonte. La lunghezza efficace della fila 2 della flangia (+3,6%) deriva da α = 6,20 calcolato con l'espressione analitica della Fig. 6.11, contro 5,99 della fonte; la componente non governa. $S_{j,ini}$ differisce dell'1,7% per le diverse ipotesi sui coefficienti k_5 della fila adiacente all'ala (z_{eq} −0,3%).

4 Caso B – Gelfi, giunto flangiato HEA 220 / IPE 300 (ENV 1993-1-1 All. J)

Fonte: P. Gelfi, *Giunto flangiato*, appunti del corso di Costruzioni in acciaio, Università di Brescia (esempio predefinito del programma). Colonna HEA 220, trave IPE 300, S275, flangia 420×200×20 mm, 4 bulloni M20 classe 10.9 su 2 file tese, γ_{M0} = 1,1.

Grandezza	Riferimento	Programma	Scarto
m_c [mm]	32,10	32,100	**+0,00%**
m_p [mm]	41,92	41,925	**+0,01%**
m_x [mm]	43,21	43,212	**+0,00%**
F_t,Rd bullone [kN]	176,4	176,40	**+0,00%**
Ala col. fila 1: l_eff [mm]	201,7	201,69	**-0,00%**
Ala col. fila 1: modo 1 [kN]	190,1	190,07	**-0,02%**
Ala col. gruppo: l_eff [mm]	314,2	314,10	**-0,03%**
Ala col. gruppo: modo 1 [kN]	296,0	296,00	**-0,00%**
Ala col. gruppo: modo 2 [kN]	457,0	457,78	**+0,17%**
Ala col. gruppo: modo 3 [kN]	705,6	705,60	**+0,00%**
Flangia estesa: l_eff [mm]	100,0	100,00	**+0,00%**
Flangia estesa: modo 1 [kN]	232,0	231,42	**-0,25%**
Flangia estesa: modo 2 [kN]	243,0	242,89	**-0,05%**
Flangia estesa: modo 3 [kN]	352,8	352,80	**+0,00%**
Flangia interna: α	6,14	6,492	**+5,74%**
Flangia interna: l_eff [mm]	258,0	263,42	**+2,10%**
Flangia interna: modo 1 [kN]	614,0	628,32	**+2,33%**
Flangia interna: modo 2 [kN]	332,0	339,94	**+2,39%**
Anima col. trazione gruppo, senza ω [kN]	549,9	549,68	**-0,04%**
V_wp,Rd senza fattore 0,9 [kN]	298,3	297,77	**-0,18%**
F_t1,Rd fila esterna [kN]	190,1	190,07	**-0,02%**
F_t2,Rd fila interna (regole ENV) [kN]	105,9	105,93	**+0,03%**
z_1 [mm]	344,6	344,65	**+0,00%**
z_2 [mm]	233,9	233,95	**+0,00%**
M_j,Rd con regole ENV [kNm]	90,30	90,289	**-0,01%**

La fonte applica la ENV, che non riduce la resistenza dell'anima compressa (ω, ρ) e non applica il fattore 0,9 su $V_{wp,Rd}$. Con le regole EN 1993-1-8 il programma calcola **$M_{j,Rd}$ = 80,74 kNm**: la fila interna è limitata dall'anima della colonna compressa ($F_{c,wc,Rd}$ = 255,2 kN, ω = 0,772, ρ = 0,888). Per il confronto sulle stesse regole si sono sostituite soltanto le due componenti ENV (V_{wp} senza 0,9 e $F_{c,wc}$ = 313,9 kN della fonte), lasciando invariate tutte le altre resistenze del programma.

Variante con colonna irrigidita (nervature all'altezza delle ali della trave):

Grandezza	Riferimento	Programma	Scarto
Irrigidita: F_t2,Rd (regole ENV) [kN]	108,3	107,70	**-0,55%**
Irrigidita: M_j,Rd (regole ENV) [kNm]	90,85	90,703	**-0,16%**

Con le regole EN e le nervature il programma calcola $M_{j,Rd}$ = 88,65 kNm, governato dal pannello d'anima a taglio; nella ricostruzione ENV non si considera il contributo delle nervature al pannello (EN 1993-1-8 §6.2.6.1(4)).

5 Rinforzo a T saldato

Il rinforzo a T sotto l'ala inferiore è assimilabile a una vuta di altezza costante: la EN 1993-1-8 lo tratta come componente «ala e anima della trave compresse» su una sezione composta (§6.2.6.7). In letteratura non si trova un esempio numerico di giunto flangiato con questo rinforzo abbastanza documentato da poterlo riprodurre (file di bulloni, sezione resistente e valori di tutte le componenti). Il rinforzo è quindi validato in tre modi: calcolo indipendente della sezione e delle azioni, prove di coerenza meccanica, verifica che le parti non modificate del calcolo restino identiche (§6).

5.1 Calcolo indipendente della sezione composta e delle azioni (Python)

Caso: HEB 300 / IPE 400, S275, T con h_T = 250 mm, L_T = 600 mm, ala 180×14 mm, anima 8 mm, M_{Ed} = 250 kNm, V_{Ed} = 150 kN. Il calcolo indipendente integra numericamente la sezione (200 000 strisce) per l'asse neutro plastico e W_{pl}; il programma usa la bisezione e l'integrazione esatta per rettangoli.

Grandezza	Programma	Python	Scarto
A [mm²]	12 475,800	12 475,800	**+0,00%**
y_G [mm]	312,394	312,394	**+0,00%**
I [cm⁴]	67 680,419	67 680,419	**+0,00%**
W_el [cm³]	2 004,717	2 004,717	**+0,00%**
asse neutro plastico [mm]	260,166	260,164	**+0,00%**
W_pl [cm³]	2 430,101	2 430,176	**-0,00%**
M_c,Rd sezione rinforzata [kNm]	636,455	636,475	**-0,00%**
braccio ali [mm]	636,250	636,250	**+0,00%**
F_c,fb,Rd (prima del limite 20%) [kN]	1 000,322	1 000,353	**-0,00%**
F_T forza nell'ala del T [kN]	401,605	401,605	**+0,00%**
A_f,T f_y/γ_M0 [kN]	660,000	660,000	**+0,00%**
c/t ala del T	6,143	6,143	**+0,00%**
c/t anima del T	29,500	29,500	**+0,00%**
scorrimento cordoni q [N/mm]	669,341	669,341	**+0,00%**
M_Ed alla fine del T [kNm]	160,000	160,000	**+0,00%**

5.2 Prove di coerenza

Prova	Atteso	Programma	Esito
Rinforzo con h_T = 0 ≡ giunto senza rinforzo [kNm]	256,72	256,72	**OK**
Rinforzo basso (h_T = 24 mm): M_j,Rd = Σ F_r,0·(h_r,0 + Δy_C) con le forze del giunto senza rinforzo [kNm]	273,94 (±1%)	273,11	**OK**
Equilibrio: M_j,Rd = Σ F_tr,Rd · h_r [kNm]	420,54	420,54	**OK**
Centro di compressione nel baricentro dell'ala del T (dal bordo sup.) [mm]	743,00	743,00	**OK**
Braccio di leva fila 1: h_1 = y_C − y_1 [mm]	693,00	693,00	**OK**
Altezza flangia h_p = h_top + h_b + h_T + h_bot [mm]	770,00	770,00	**OK**
Forza fila 1 invariata (trazione governante) con/senza rinforzo [kN]	248,96	248,96	**OK**
Incremento di M_j,Rd per effetto del rinforzo [kNm]	≥ 256,7	420,54	**OK**
h > 600 mm: F_c,fb,Rd ≤ A_f,T f_y/(0,8 γ_M0) [kN]	≤ 825,0	825,00	**OK**
h ≤ 600 mm: nessun limite, F_c,fb,Rd = M_c,Rd/braccio [kN]	986,71	986,71	**OK**
Ala del T snella (300×8, c/t = 18,3 > 14ε): verifica non soddisfatta	no	no	**OK**
Momento alla fine del T: M_Ed − V_Ed·L_T (L_T = 1,6 m) [kNm]	10,00	10,00	**OK**
M < 0: centro di compressione nell'ala superiore della trave (quota dal bordo inferiore) [mm]	663,25	663,25	**OK**
M < 0: verifica dei cordoni ala T–flangia presente	sì	sì	**OK**

Nel caso di prova il rinforzo porta $M_{j,Rd}$ da 256,7 a 420,5 kNm (+64%) e $S_{j,ini}$ da 96,8 a 184,6 MNm/rad: le forze delle file tese restano le stesse e cresce il braccio verso il nuovo centro di compressione, come previsto dalla teoria. Con un rinforzo basso (24 mm) il risultato coincide entro l'1% con lo spostamento rigido dei bracci; la piccola differenza viene dal pannello d'anima irrigidito, il cui contributo $4M_{pl,fc}/d_s$ diminuisce al crescere di d_s. L'altezza complessiva del caso principale (650 mm) supera 600 mm: la resistenza a compressione dell'ala è limitata a $A_f f_y/(0{,}8\gamma_{M0})$ secondo EN 1993-1-8 §6.2.6.7(1).

5.3 Verifiche del rinforzo nel caso di prova

Verifica	Ed	Rd	η	Esito
Ala del T non inferiore all'ala della trave bT·tf,T ≥ bfb·tfb	2 430,0	2 520,0	0,964	OK
Ala del T compressa FT ≤ Af,T fy/γM0	401,6	660,0	0,608	OK
Snellezza ala del T c/tf,T ≤ 14ε	6,1	12,9	0,475	OK
Snellezza anima del T (hT − tf,T)/tw,T ≤ 42ε	29,5	38,8	0,760	OK
Cordoni anima T – ala trave (scorrimento)	669,3	2 803,9	0,239	OK

Verifica	Ed	Rd	η	Esito
Trave alla fine del rinforzo MEd(LT) ≤ Mc,Rd	160,0	342,3	0,467	OK

6 Non regressione

Per escludere effetti indesiderati sul calcolo esistente, 300 configurazioni casuali (profili HEB 160–300 / IPE 220–400, S235–S355, flangia in spessore o estesa, M16–M24, classi 8.8 e 10.9, momento positivo e negativo, nervature, costole, contropiastre, trave inclinata) sono state calcolate con la versione originale e con quella nuova, rinforzo a T disattivato. Differenze su $M_{j,Rd}$, $S_{j,ini}$, η_{max} e numero di verifiche: **0** (scarto relativo massimo 0).

7 Esportazioni: relazione PDF e DXF

Relazione PDF. Il generatore interno produce PDF 1.4 con font standard (Helvetica, Symbol per le lettere greche), flussi compressi e figure in JPEG. È stato provato in Chromium (pulsante «Scarica relazione PDF», figure rasterizzate dal browser) e in Node: il documento si apre con pdfinfo/poppler, l'indice riporta i numeri di pagina, le tabelle lunghe ripetono l'intestazione e i simboli ✓/✗ sono disegnati in forma vettoriale. La relazione contiene la sezione «Rinforzo a T saldato» (sì) e la distinta dei materiali (sì).

DXF. Il file R12 (AC1009, unità mm, codepage ANSI_1252) è stato analizzato da un lettore indipendente: struttura delle sezioni e coppie codice/valore corrette, 43 solidi convessi esportati come 3DFACE con le normali orientate verso l'esterno, layer distinti per elementi, quote, assi e sagome. La distinta è stata verificata a campione: la massa della flangia (570×200×20 mm, 6 fori Ø22) vale $(570 \cdot 200 - 6 \cdot \pi \cdot 22^2/4) \cdot 20 \cdot 7{,}85 \cdot 10^{-6} = 17{,}54$ kg, come in distinta.

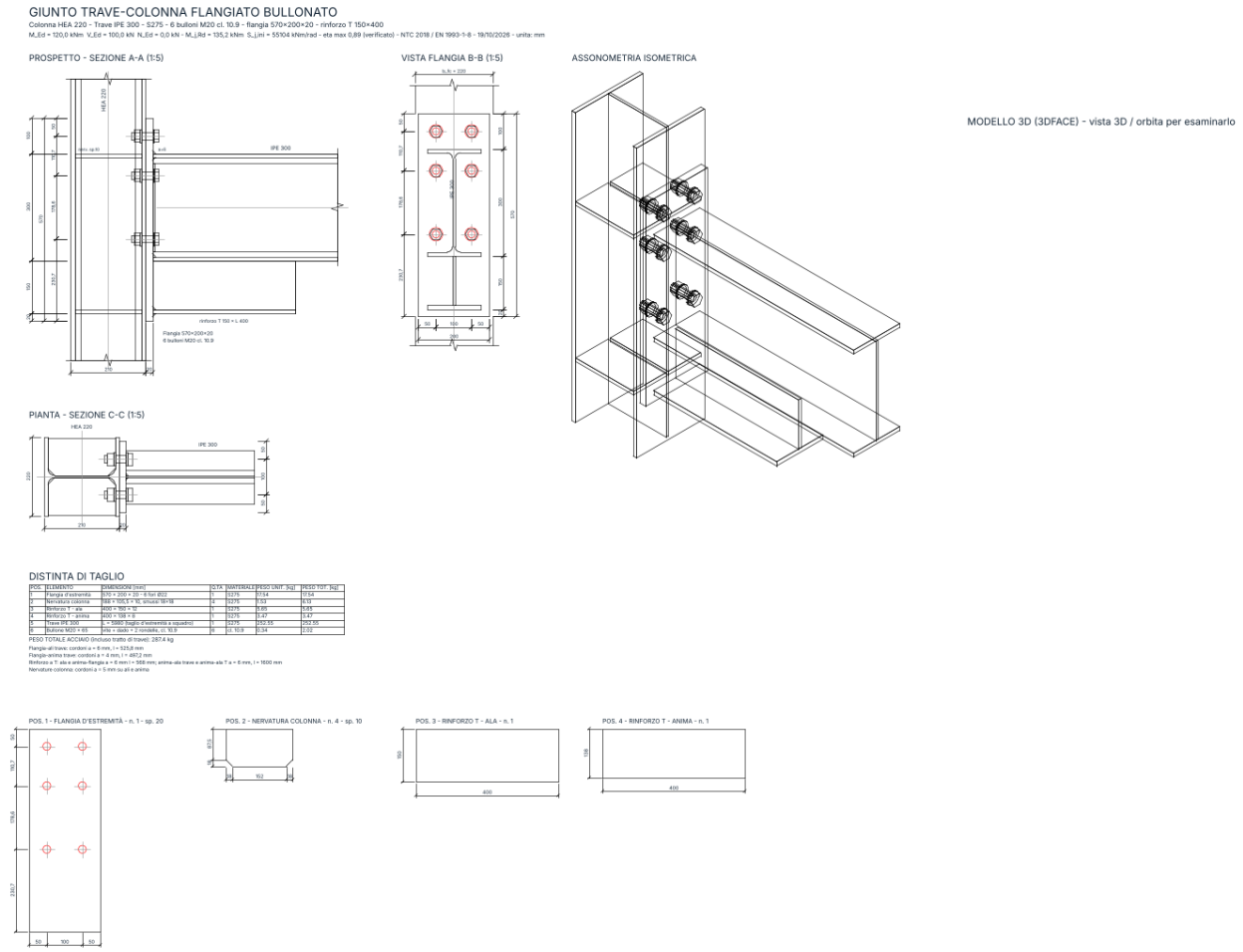
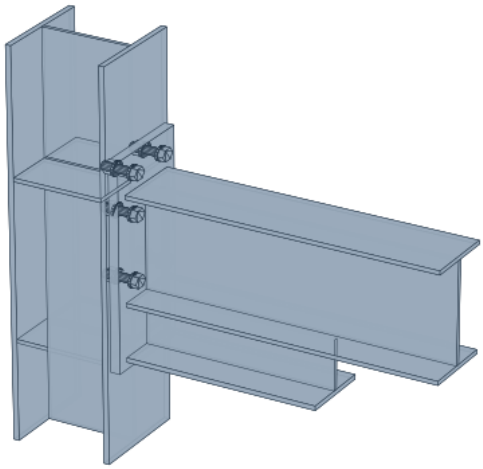
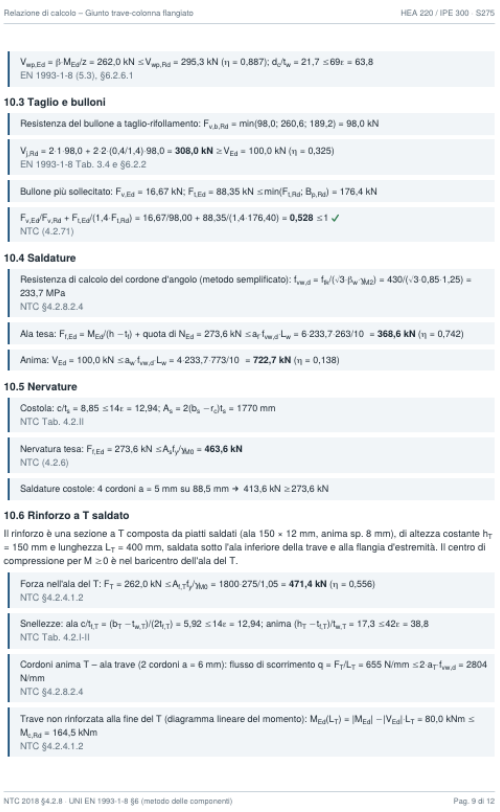


Fig. 1 – DXF di esempio ricostruito dal lettore indipendente: viste quotate, assonometria, distinta di taglio e sagome.




Relazione di calcolo – Giunto trave-colonna flangiato HEA 220 / IPE 300 · S275

$V_{wp,Ed} = \beta \cdot M_{Ed}/z = 262{,}0$ kN $\le V_{wp,Rd} = 295{,}3$ kN ($\eta = 0{,}887$); $d_c/t_w = 21{,}7 \le 69\varepsilon = 63{,}8$
EN 1993-1-8 (5.3), §6.2.6.1

10.3 Taglio e bulloni

Resistenza del bullone a taglio-rifollamento: $F_{v,b,Rd} = \min(98{,}0;\ 260{,}6;\ 189{,}2) = 98{,}0$ kN

$V_{j,Rd} = 2 \cdot 1 \cdot 98{,}0 + 2 \cdot 2 \cdot (0{,}4/1{,}4) \cdot 98{,}0 =$ **308,0 kN** $\ge V_{Ed} = 100{,}0$ kN ($\eta = 0{,}325$)
EN 1993-1-8 Tab. 3.4 e §6.2.2

Bullone più sollecitato: $F_{v,Ed} = 16{,}67$ kN; $F_{t,Ed} = 88{,}35$ kN $\le \min(F_{t,Rd};\ B_{p,Rd}) = 176{,}4$ kN

$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1{,}4 \cdot F_{t,Rd}) = 16{,}67/98{,}00 + 88{,}35/(1{,}4 \cdot 176{,}40) =$ **0,528** ≤ 1 ✓
NTC (4.2.71)

10.4 Saldature

Resistenza di calcolo del cordone d'angolo (metodo semplificato): $f_{vw,d} = f_w/(\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 430/(\sqrt{3} \cdot 0{,}85 \cdot 1{,}25) = 233{,}7$ MPa
NTC §4.2.8.2.4

Ala tesa: $F_{f,Ed} = M_{Ed}/(h - t_f)$ + quota di $N_{Ed} = 273{,}6$ kN $\le a_f \cdot f_{vw,d} \cdot L_w = 6 \cdot 233{,}7 \cdot 263/10 =$ **368,6 kN** ($\eta = 0{,}742$)

Anima: $V_{Ed} = 100{,}0$ kN $\le a_w \cdot f_{vw,d} \cdot L_w = 4 \cdot 233{,}7 \cdot 773/10 =$ **722,7 kN** ($\eta = 0{,}138$)

10.5 Nervature

Costola: $c/t_s = 8{,}85 \le 14\varepsilon = 12{,}94$; $A_s = 2(b_s - r_s)t_s = 1770$ mm
NTC Tab. 4.2.II

Nervatura tesa: $F_{f,Ed} = 273{,}6$ kN $\le A_s f_y/\gamma_{M0} =$ **463,6 kN**
NTC (4.2.6)

Saldature costole: 4 cordoni a = 5 mm su 88,5 mm → 413,6 kN $\ge 273{,}6$ kN

10.6 Rinforzo a T saldato

Il rinforzo è una sezione a T composta da piatti saldati (ala 150 × 12 mm, anima sp. 8 mm), di altezza costante h_T = 150 mm e lunghezza L_T = 400 mm, saldata sotto l'ala inferiore della trave e alla flangia d'estremità. Il centro di compressione per M ≥ 0 è nel baricentro dell'ala del T.

Forza nell'ala del T: $F_T = 262{,}0$ kN $\le A_{f,T} f_y/\gamma_{M0} = 1800 \cdot 275/1{,}05 =$ **471,4 kN** ($\eta = 0{,}556$)
NTC §4.2.4.1.2

Snellezze: ala $c/t_{f,T} = (b_T - t_{w,T})/(2t_{f,T}) = 5{,}92 \le 14\varepsilon = 12{,}94$; anima $(h_T - t_{f,T})/t_{w,T} = 17{,}3 \le 42\varepsilon = 38{,}8$
NTC Tab. 4.2.I-II

Cordoni anima T – ala trave (2 cordoni a = 6 mm): flusso di scorrimento $q = F_T/L_T = 655$ N/mm $\le 2 \cdot a_T \cdot f_{vw,d} = 2804$ N/mm
NTC §4.2.8.2.4

Trave non rinforzata alla fine del T (diagramma lineare del momento): $M_{Ed}(L_T) = |M_{Ed}| - |V_{Ed}| \cdot L_T = 80{,}0$ kNm $\le M_{c,Rd} = 164{,}5$ kNm
NTC §4.2.4.1.2

NTC 2018 §4.2.8 · UNI EN 1993-1-8 §6 (metodo delle componenti) Pag. 9 di 12

Fig. 2 – A sinistra il modello 3DFACE del DXF; a destra una pagina della relazione PDF generata dal programma.

Distinta di taglio del caso di esempio (HEA 220 / IPE 300 con rinforzo a T 150×400, nervature):

Pos.	Elemento	Dimensioni [mm]	Q.tà	Peso tot. [kg]
1	Flangia d'estremità	570 x 200 x 20 - 6 fori Ø22	1	17,54
2	Nervatura colonna	188 x 105,5 x 10, smussi 18x18	4	6,13
3	Rinforzo T - ala	400 x 150 x 12	1	5,65
4	Rinforzo T - anima	400 x 138 x 8	1	3,47
5	Trave IPE 300	L = 5980 (taglio d'estremità a squadro)	1	252,55
6	Bullone M20 x 65	vite + dado + 2 rondelle, cl. 10.9	6	2,02

8 Conclusioni e limiti

Il motore di calcolo riproduce gli esempi di letteratura entro l'1% su tutte le grandezze che governano la resistenza (m, lunghezze efficaci, modi di collasso del T-stub, resistenze di fila, bracci, $M_{j,Rd}$, $V_{j,Rd}$) e entro il 2% sulla rigidezza iniziale. Le differenze rispetto all'esempio ENV dipendono soltanto dalle regole più cautelative della EN 1993-1-8, come mostra la ricostruzione con le componenti ENV.

Limiti: (a) α della Fig. 6.11 è calcolato con un'espressione analitica che può differire di qualche punto percentuale dalla lettura del grafico; (b) per il rinforzo a T il modello segue EN 1993-1-8 §6.2.6.7 (ala del T come componente compressa, sezione composta all'attacco); la verifica della trave alla fine del T assume un momento che decresce linearmente con il taglio, e il progetto in capacità per zone dissipative (NTC §7.5) non è trattato; (c) l'assonometria del DXF elimina solo le facce posteriori di ciascun solido, non quelle nascoste da altri solidi; il modello 3DFACE è completo. I risultati vanno sempre verificati e assunti sotto la responsabilità del progettista abilitato.

Bibliografia

- D.M. 17/01/2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni, §4.2.8; Circolare 21/01/2019 n. 7.
- UNI EN 1993-1-8:2005 – Progettazione dei collegamenti, §6.2 e §6.3.

• SCIA Engineer – Design example of a joint with extended end plate (tutorial di calcolo manuale), downloads.scia.net.

• P. Gelfi – Giunto flangiato, appunti del corso di Costruzioni in acciaio, Università degli Studi di Brescia, gelfi.unibs.it.