

Viti Construct tutto filetto

LINEA

1

RoxSystem

LINEA

2

RoxFix

LINEA

3

RoxMetal

LINEA

4

RoxSpeed

LINEA

5

RoxPower

MADE IN
EUROPE

Manuale Tecnico 

Una linea di prodotti creata per il carpentiere


RoofRox[®]
Sistemi di Fissaggio

Project

www.roofrox.com

Viti CONSTRUCT tutto filetto

Viti CONSTRUCT dotate di punta autoforante a tutto filetto ideale per rinforzi del legno e armatura dei travi in corrispondenza di scassi.



LA TESTA CILINDRICA (TC)

Testa cilindrica per un inserimento completo e invisibile nel legno.



LA TESTA SVASATA (TS)

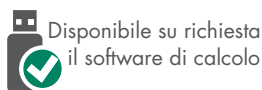
Testa svasata per un inserimento delicato nel legno.

FILETTO

Il passo del filetto è differente rispetto alle tradizionali viti da legno. Una maggiore spaziatura garantisce una migliore stabilità perché diminuisce sensibilmente la possibilità di „sfilettare“ il foro e quindi rovinare il legno e compromettere la tenuta. Ovviamente il passo „lungo“ è sinonimo di alta velocità di inserimento; allo stesso tempo però garantisce anche un'elevata resistenza all'estrazione grazie alla maggiore porzione di legno presente tra un filetto e l'altro. A partire dalla fine della punta e per tutta la parte restante della filettatura, è stata inserita una piccola scanalatura obliqua per contribuire al perfetto taglio delle fibre del legno; questa caratteristica della cresta contribuisce anche al trasporto verso l'esterno del truciolo in eccesso.

PUNTA SPECIALE

La speciale punta è stata progettata per evitare l'operazione di preforo anche nei legni più duri e per ottenere il miglior compromesso tra efficacia di perforazione e velocità di inserimento. La particolare lavorazione a taglio presente sulla prima parte della vite permette, già nella fase di inserimento, di rompere le fibre superficiali più dure del legno. L'andamento a coltello della punta favorisce il perfetto inserimento nel legno, evitando fastidiosi impuntamenti e antiestetici fenditure nella prima parte del legno.



MISURE DISPONIBILI

TESTA CILINDRICA (TC)

Ø mm	L mm	Inserito	Codice articolo
8,0	120	T40	01408120
	140	T40	01408140
	160	T40	01408160
	180	T40	01408180
	200	T40	01408200
	220	T40	01408220
	240	T40	01408240
	260	T40	01408260
	280	T40	01408280
	300	T40	01408300
	350	T40	01408350
	400	T40	01408400
10,0	450	T50	01410450
	500	T50	01410500
	600	T50	01410600
	800	T50	01410800
	1000	T50	01411000

TESTA SVASATA (TS)

Ø mm	L mm	Inserito	Codice articolo
8,0	160	T40	01580160
	200	T40	01580200
	240	T40	01580240
	280	T40	01580280
	300	T40	01580300
	350	T40	01580350
	400	T40	01580400
10,0	450	T40	01580450
	500	T40	01580500
	160	T50	01510160
	200	T50	01510200
	240	T50	01510240
	300	T50	01510300
	350	T50	01510350
	400	T50	01510400
	450	T50	01510450
	500	T50	01510500
12,0	600	T50	01510600
	400	T50	01512400
	500	T50	01512500
	600	T50	01512600

L'importanza delle certificazioni: UTILIZZO PER OGNI ANGOLO GAMBO VITE - FIBRATURA

L'importanza delle certificazioni dei prodotti da costruzione, come nel caso delle viti da legno, nasce dall'esigenza di dare chiarezza e completezza alle informazioni che accompagnano il prodotto; in particolar modo per le viti a tutto filetto RoofRox CONSTRUCT TC/TS è importante soffermarsi su quanto riportato dal paragrafo A.6.2 della certificazione ETA 12/0373 che fornisce l'indicazione seguente:

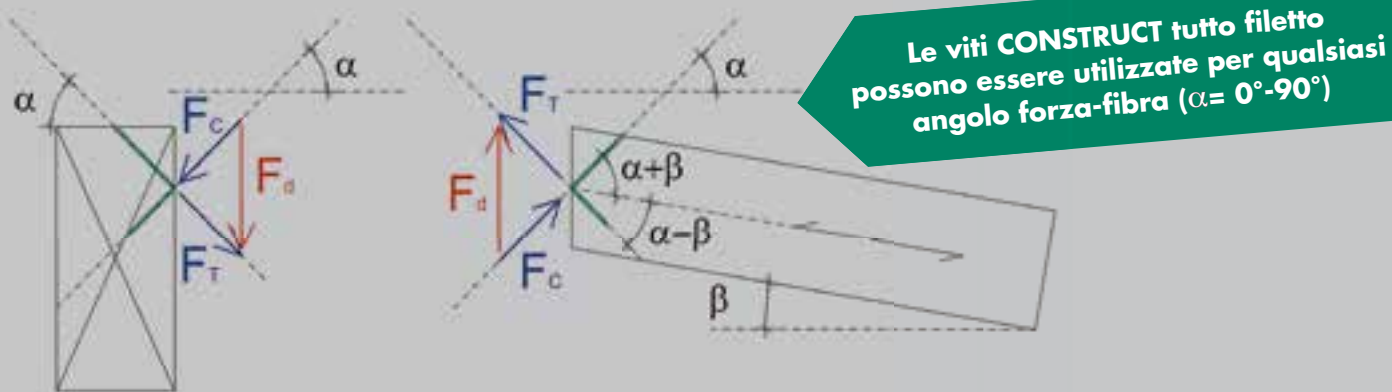
$$f_{ax,\phi,k} = \begin{cases} f_{ax,90^\circ,k} = cost, & 45^\circ \leq \phi \leq 90^\circ \\ k_{ax} \cdot f_{ax,90^\circ,k}, & 0^\circ \leq \phi < 45^\circ \end{cases}$$

in cui:

$$k_{ax} = 0.3 + 0.7 \cdot \frac{\phi}{45^\circ}$$

il che sta a indicare **LA POSSIBILITÀ DI INSERIRE LA VITE SIA PERPENDICOLARMENTE CHE PARALLELAMENTE ALLA FIBRATURA.**

IN PARTICOLAR MODO VIENE PERMESSA L'INFISSIONE DELLA VITE PER ANGOLI INFERIORI A 30° RISPETTO ALLA DIREZIONE PRINCIPALE DELLE FIBRE, SITUAZIONE ASSAI FREQUENTE NELLE COPERTURE.



Prendendo, in esame l'esempio riportato in figura, si può notare come:

- se $\beta = 16.7^\circ \rightarrow$ pendenza della falda tipica = 30%;
- se $\alpha = 45^\circ \rightarrow$ angolo di inserimento tipico per giunzioni con viti a tutto filetto
- si ottiene $\rightarrow \alpha - \beta = 45^\circ - 16.7^\circ = 28.3^\circ < 30^\circ \rightarrow$ infissione possibile con viti **RoofRox CONSTRUCT TC/TS**

Parametri meccanici caratteristici per le viti CONSTRUCT TC/TS

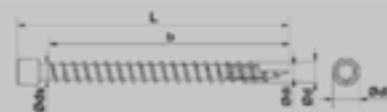
Viti Construct a Testa Svasata e Testa Cilindrica					
Caratteristica principale		Unità			
Diametro nominale	d	[mm]	8,0	10,0	12,0
Resistenza caratteristica alla trazione	$f_{tens,k}$	[kN]	24,1	40,0	46,7
Momento caratteristico di snervamento	$M_{y,k}$	[Nm]	20,3	36,7	48,5
Parametro caratteristico di estrazione	$f_{ax,k,90^\circ}$	[N/mm ²]	13,1	12,5	11,2
Resistenza caratteristica a snervamento	$f_{y,k}$	[N/mm ²]	950	950	950
Resistenza caratteristica a torsione	$f_{tor,k}$	[Nm]	25,8	55,0	77,1
Protezione anticorrosione secondo EN 1995-1-1	Classe	[-]	II	II	II
Viti Construct a Testa Svasata					
Diametro della testa	d_k	[mm]	15,0	18,5	21,0
Parametro caratteristico di trafilatura della testa	$f_{head,k}$	[N/mm ²]	12,4	12,2	10,3

Viti CONSTRUCT "TC" tutto filetto

Dimensioni				Estrazione filetto				Taglio		Resistenza acciaio	
d x L [mm]	b [mm]	Ad _{min} ^a [mm]	S _g [mm]	Parziale		Totale		$\alpha = 0^\circ$ $\alpha = 90^\circ$	Trazione	Compressione	
				$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	F _{V,Rk} [kN]	R _{tens,k} [kN]	R _{comp,k} [kN]	
				R _{ax,0,k} [kN]	R _{ax,90,k} [kN]	R _{ax,0,k} [kN]	R _{ax,90,k} [kN]				

Ø 8,0										
8,0x120	110	51c)	50	1,70	5,66	3,73	12,44	4,59	24,10	12,91
8,0x140	130	58c)	60	2,04	6,79	4,41	14,70	4,87		
8,0x160	150	65c)	70	2,38	7,92	5,09	16,97	5,16		
8,0x180	170	72c)	80	2,71	9,05	5,77	19,23	5,44		
8,0x200	190	79c)	90	3,05	10,18	6,45	21,49	5,72		
8,0x220	210	86c)	100	3,39	11,31	7,13	23,75	6,01		
8,0x240	230	93c)	110	3,73	12,44	7,80	26,01	6,29		
8,0x260	250	100	120	4,07	13,57	8,48	28,28	6,36		
8,0x280	270	108	130	4,41	14,70	9,16	30,54	6,36		
8,0x300	290	115	140	4,75	15,83	9,84	32,80	6,36		
8,0x350	340	132	165	5,60	18,66	11,54	38,46	6,36		
8,0x400	390	150	190	6,45	21,49	13,23	44,11	6,36		
8,0x450	428	172	209	7,09	23,64	14,52	48,41	6,36		
8,0x500	478	190	234	7,94	26,47	16,22	54,06	6,36		
8,0x600	578	225	284	9,64	32,12	19,61	65,37	6,36		
Ø 10,0										
10,0x450	426	173	208	8,42	28,06	17,24	57,47	9,39	40,00	20,96
10,0x500	476	190	233	9,43	31,43	19,26	64,21	9,39		
10,0x600	576	226	283	11,45	38,18	23,31	77,70	9,39		
10,0x800	776	296	383	15,50	51,67	31,41	104,69	9,39		
10,0x1000	976	367	483	19,55	65,16	39,50	131,67	9,39		

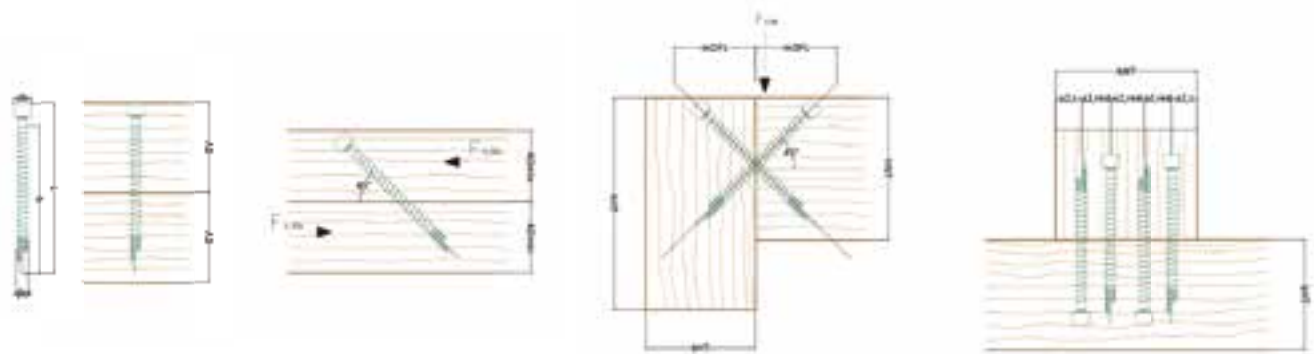
Diametro nominale	d [mm]	8,0	10,0
Diametro della testa	d _k [mm]	10,2	13,4
Diametro interno filettatura	d _i [mm]	5,2	6,1
Diametro del gambo liscio	d _s [mm]	5,9	7,1
Inserto	TX	40	50
Resistenza a trazione	f _{tens,k} [kN]	24,1	40,0
Tolleranza c)	Tol. [mm]	10	10



$$sg = \frac{b - Tol.}{2}$$

Tol. = 20 mm

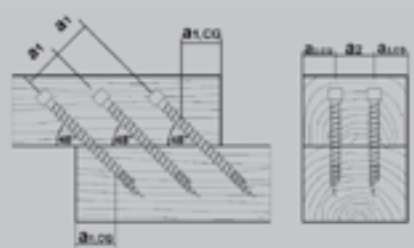
Dimensioni Scorrimento Collegamento trave principale - trave secondaria con viti incrociate



d x L [mm]	b [mm]	Ad _{min} ^{a)} [mm]	s _g [mm]	F _{V,Rk} [kN]	h _{HTmin} h _{NTmin} [mm]	b _{HTmin} [mm]	bNTmin [mm]			m _{0FL} [mm]	F _{V,Rk} [kN]							
							Numero Coppie				Numero Coppie							
							1	2	3									
							filetto ¹⁾		instabilità ²⁾		filetto ¹⁾		instabilità ²⁾		filetto ¹⁾		instabilità ²⁾	

Ø 8,0																	
8,0x120	110	51c)	50	3,64	99	60	84	124	164	51	8,7			16,3		23,5	
8,0x140	130	58c)	60	4,36	113	67	84	124	164	58	10,2			19,0		27,4	
8,0x160	150	65c)	70	5,09	127	73	84	124	164	65	11,6			21,7		31,3	
8,0x180	170	72c)	80	5,82	141	80	84	124	164	72	13,1			24,4		35,2	
8,0x200	190	79c)	90	6,54	155	87	84	124	164	80	14,5			27,1		39,1	
8,0x220	210	86c)	100	7,27	170	94	84	124	164	87	16,0			29,9		43,0	
8,0x240	230	93c)	110	8,00	184	101	84	124	164	94	17,5			32,6		46,9	
8,0x260	250	100	120	8,72	198	108	84	124	164	101	18,9	28,5		35,3	53,5	50,8	76,7
8,0x280	270	108	130	9,45	212	115	84	124	164	108	20,4			38,0		54,7	
8,0x300	290	115	140	10,18	226	122	84	124	164	115	21,8			40,7		58,6	
8,0x350	340	132	165	12,00	261	140	84	124	164	133	25,5			47,5		68,4	
8,0x400	390	150	190	13,81	297	157	84	124	164	150	29,1			54,3		78,2	
8,0x450	428	172	209	15,20	332	175	84	124	164	172	32,7			61,0		87,9	
8,0x500	478	190	234	17,01	368	193	84	124	164	190	36,3			67,8		97,7	
8,0x600	578	225	284	20,65	438	228	84	124	164	225	43,6			81,4		117,3	
Ø 10,0																	
10,0x450	426	173	208	18,38	332	175	105	155	205	174	39,0			66,4		95,7	
10,0x500	476	190	233	20,59	368	193	105	155	205	192	43,4			66,4		95,7	
10,0x600	576	226	283	25,01	438	228	105	155	205	227	52,0	39,3		66,4	73,3	95,7	105,5
10,0x800	776	296	383	28,28	580	299	105	155	205	298	69,4			66,4		95,7	
10,0x1000	976	367	483	28,28	721	370	105	155	205	369	86,7			66,4		95,7	

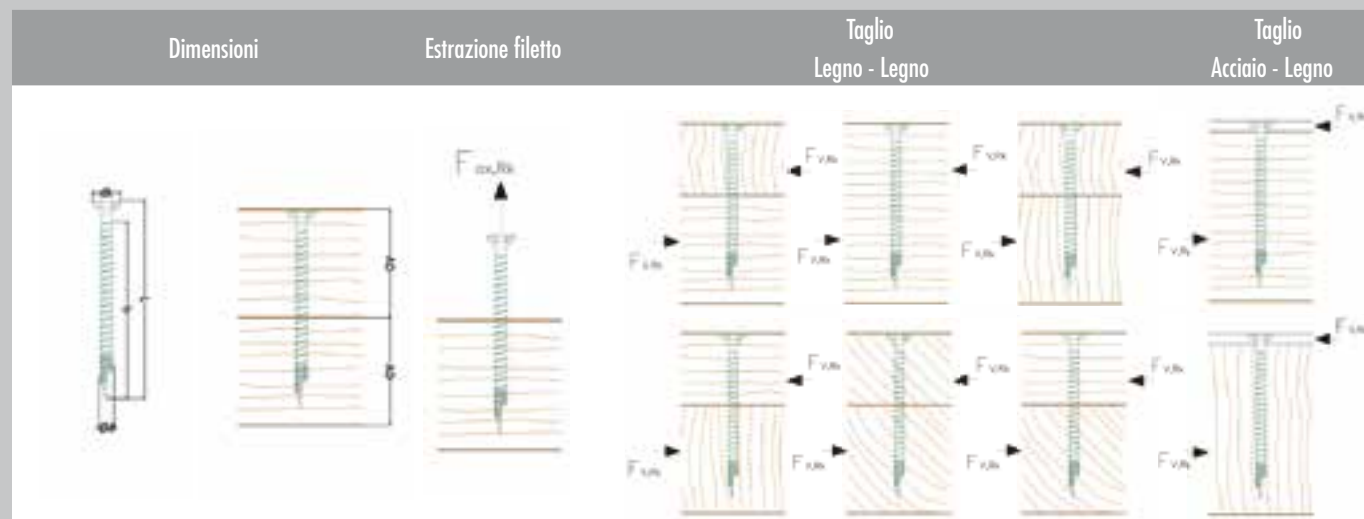
Distanze minime di posa:		Ø 8	Ø 10
a ₁ [mm]	ETA	40	50
	EC 5	56	70
a ₂ [mm]	ETA	40	50
	EC 5	40	50
a _{1,CG} [mm]	ETA	40	50
	EC 5	80	100
a _{2,CG} [mm]	ETA	32	40
	EC 5	32	40
a _{2,red} [mm]	ETA	20	25
	EC 5	40	50



In una connessione realizzata con un gruppo di viti soggette a uno sforzo dovuto ad una componente di forza in direzione del gambo, il numero efficace di viti vale:

$$n_{ef} = n^{0,9} \quad F_{ef} = F_{V,Rk} \cdot n_{ef}$$

Viti CONSTRUCT "TS" tutto filetto



d x L [mm]	b [mm]	AD [mm]	sg [mm]	F _{ox,Rk} [kN]	1. F _{V,Rk} [kN]	2. F _{V,Rk} [kN]	3. F _{V,Rk} [kN]	4. F _{V,Rk} [kN]	5. F _{V,Rk} [kN]	6. F _{V,Rk} [kN]	1. F _{V,Rk} [kN]	2. F _{V,Rk} [kN]
					α _{AD} = 90° α _{Et} = 0°	α= 0°		α= 90°		α _{AD} = 0° α _{Et} = 90°	α _{AD} = 45° α _{Et} = 45°	α _{AD} = 0° α _{Et} = 45°

Ø 8,0												
8,0x160	150	85	65	7,35	5,02	5,37	4,75	5,02	5,02	5,18	9,99	8,24
8,0x200	190	105	85	9,61	5,58	5,94	5,32	5,58	5,58	5,74	9,99	8,24
8,0x240	230	125	105	11,88	6,15	6,50	5,83	6,15	6,15	6,31	9,99	8,24
8,0x280	270	145	125	14,14	6,36	7,06	5,83	6,36	6,36	6,68	9,99	8,24
8,0x300	290	155	135	15,27	6,36	7,06	5,83	6,36	6,36	6,68	9,99	8,24
8,0x350	340	180	160	18,10	6,36	7,06	5,83	6,36	6,36	6,68	9,99	8,24
8,0x400	390	205	185	20,92	6,36	7,06	5,83	6,36	6,36	6,68	9,99	8,24
8,0x450	428	236	204	23,07	6,36	7,06	5,83	6,36	6,36	6,68	9,99	8,24
8,0x500	478	261	229	25,90	6,36	7,06	5,83	6,36	6,36	6,68	9,99	8,24

Ø 10,0												
10,0x160	148	86	64	8,63	6,86	7,41	6,45	6,86	6,86	7,11	14,85	12,13
10,0x200	188	106	84	11,33	7,53	8,08	7,12	7,53	7,53	7,78	14,85	12,13
10,0x240	228	126	104	14,03	8,20	8,76	7,80	8,20	8,20	8,46	14,85	12,13
10,0x260	248	136	114	15,38	8,54	9,10	8,13	8,54	8,54	8,80	14,85	12,13
10,0x300	288	156	134	18,08	9,22	9,77	8,58	9,22	9,22	9,47	14,85	12,13
10,0x350	338	181	159	21,45	9,39	10,50	8,58	9,39	9,39	9,90	14,85	12,13
10,0x400	388	206	184	24,82	9,39	10,50	8,58	9,39	9,39	9,90	14,85	12,13
10,0x450	426	237	203	27,39	9,39	10,50	8,58	9,39	9,39	9,90	14,85	12,13
10,0x500	476	262	228	30,76	9,39	10,50	8,58	9,39	9,39	9,90	14,85	12,13
10,0x600	576	312	278	37,50	9,39	10,50	8,58	9,39	9,39	9,90	14,85	12,13

Ø 12,0												
12,0x400	380	210	180	26,11	11,63	13,08	10,57	11,63	11,63	12,29	18,50	14,95
12,0x500	480	260	230	33,36	11,63	13,08	10,57	11,63	11,63	12,29	18,50	14,95
12,0x600	580	310	280	40,61	11,63	13,08	10,57	11,63	11,63	12,29	18,50	14,95

Diametro nominale	d [mm]	8,0	10,0	12,0
Diametro della testa	d _k [mm]	15,0	18,5	21,0
Diametro interno filettatura	d _i [mm]	5,2	6,1	6,8
Diametro del gambo liscio	d _s [mm]	5,9	7,1	8,2
Inserto	TX	40	50	50
Resistenza a trazione	f _{tens,k} [kN]	24,1	40,0	46,7



DEFINIZIONI GENERALI:

- Geometria e proprietà meccaniche, in conformità con l'**ETA 12/0373**;
- Gli interassi minimi sono da valutarsi in funzione di **EC5 e ETA 12/0373**;
- I valori indicati si riferiscono al legno con una densità pari a $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$; per densità del legno differenti consultare la certificazione di prodotto;
- Lo spessore degli elementi lignei (**AD**) è stato determinato come segue: **AD=L-b/2**; secondo **ETA 12/0373** lo spessore minimo necessario per il fissaggio di unioni legno-legno deve essere rispettato:
 - $\varnothing = 8 \text{ mm} \rightarrow \text{ADmin} = 30 \text{ mm}$;
 - $\varnothing = 10 \text{ mm} \rightarrow \text{ADmin} = 40 \text{ mm}$;
 - $\varnothing = 12 \text{ mm} \rightarrow \text{ADmin} = 80 \text{ mm}$;
- Nei collegamenti a trazione e nei collegamenti a taglio la vite a tutto filetto deve essere infissa al 50% in entrambi gli elementi lignei da collegare;
- Nei collegamenti acciaio-legno è stata considerata una piastra in acciaio con spessore **t= d**;
- Nel calcolo della resistenza a taglio è stato considerato l'effetto fune;
- Possono essere presenti refusi e/o errori di stampa;
- La resistenza di progetto **F_{R,d}** per il progetto definitivo del collegamento viene valutata come il minore tra i seguenti valori:

1)

$$F_{R,d,1} = \frac{F_{R,k} \cdot k_{\text{mod}}}{\gamma_m}$$

- $F_{R,d,1}$ = Resistenza di progetto;
- $F_{R,k}$ = Resistenza caratteristica;
- $\gamma_m k_{\text{mod}}$ = coefficienti come da norme nazionali corrispondenti.

2)

$$F_{R,d,2} = \frac{\chi \cdot F_{pl,k}}{\gamma_{m1}}$$

- $F_{R,d,2}$ = Resistenza di progetto;
- $F_{pl,k}$ = Resistenza plastica caratteristica della vite compressa;
- $\gamma_{m1} = 1.10$.
- χ = Coefficiente di instabilità da valutarsi secondo ETA 12/0373

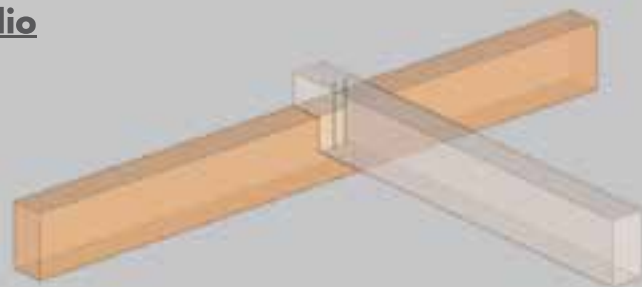
- I valori caratteristici sono stati calcolati dal produttore secondo **EC5 e ETA 12/0373**;
- La resistenza della vite per angoli forza-fibra $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ è costante, poi diminuisce in accordo alle indicazioni del certificato **ETA 12/0373**;
- La vite può essere usata anche per angoli forza-fibra $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ in accordo alle indicazioni del certificato **ETA 12/0373**.
- I valori forniti costituiscono un ausilio alla progettazione. Il progettista è responsabile del dimensionamento e del numero dei fissaggi;

Viti CONSTRUCT tutto filetto

Esempio 1: Rinforzo di una trave con intaglio

Si propone il dimensionamento del rinforzo di una trave in L.L. con intaglio nella zona di appoggio.

NB: Le verifiche effettuate riguardano solamente il rinforzo.



Dati di progetto:

- Sezione della trave: $b = 160 \text{ mm}; h = 360 \text{ mm}$
- Dimensioni della base di appoggio: $l_a = 160 \text{ mm}$
- Altezza utile all'appoggio: $h_e = 180 \text{ mm}$
- Carico agente di progetto ($G_1 + G_2 + Q$): $F_{v,Ed} = 19 \text{ kN}$
- Classe di durata del carico d'uso (breve): $k_{mod} = 0.90$
- Classe di servizio per la struttura: 1
- Coefficiente di sicurezza: secondo NTC 2018
- Legname: GL24h ($f_{v,k} = 3.5 \text{ MPa}; \rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$)

Verifica della tensione a taglio - Trave non rinforzata / sezione ridotta [EN 1995-1-1 par. 6.1.7].

La prima verifica richiesta dal EC5 riguarda la verifica della tensione per crisi a taglio in prossimità dell'intaglio per la trave non rinforzata:

$$\tau_{c,90,d} < k_v \cdot f_{v,d}$$

in cui:

- $f_{v,d}$ è la resistenza di progetto del legno nei confronti dell'azione tagliante: $f_{v,d} = (k_{mod} f_{v,k}) / \gamma_{LL} = 2.17 \text{ N/mm}^2$;
- $\tau_{c,90,d}$ è la tensione tangenziale di progetto, così esplicabile:

$$\tau_{c,90,d} = 1.5 \cdot \frac{F_d}{b_e \cdot h_e} = 1.5 \cdot \frac{19000}{107.2 \cdot 180} = 1.48 \text{ N/mm}^2$$

nella quale si riconoscono:

- $b_e = k_{cr} \cdot b = 107.2 \text{ mm}$ (con $k_{cr} = 0.67$ per legno lamellare);
- $k_v \rightarrow$ coefficiente riduttivo che considera l'intaglio come da [EN 1995-1-1 par 6.5.2]

$$k_v = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ \frac{k_n}{\sqrt{h} \cdot \left(\sqrt{\alpha \cdot (1-\alpha)} + 0.8 \cdot \frac{c}{h} \cdot \sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2} \right)} \end{array} \right. = 0.466$$

■ con:

- $c = x = 80 \text{ mm} \rightarrow$ distanza centro appoggio / inizio intaglio;
- $\alpha = h_e/h = 0.5 \rightarrow$ rapporto altezza efficace / altezza trave;
- $k_n = 6.5$ per LL

Per quanto sopra espresso si ha:

$$\tau_{c,90,d} = 1.48 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} > k_v \cdot f_{v,d} = 0.466 \cdot 2.17 = 1.01 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \rightarrow \text{NON VERIFICATA}$$

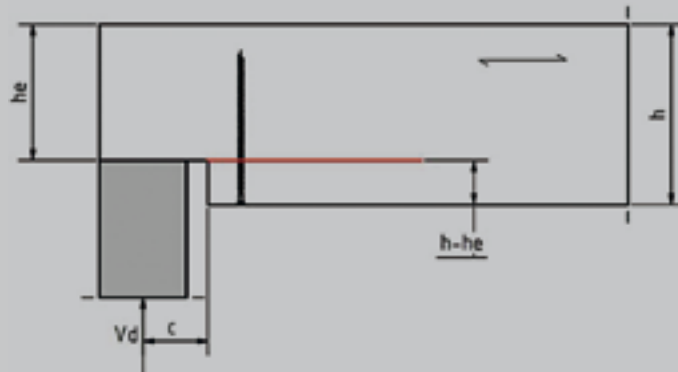
A questo punto è necessario inserire un rinforzo nella zona dell'intaglio, procedendo come riportato a seguire.

Verifica del rinforzo - Calcolo della trazione ortogonale alle fibre [ETA 12/0373; EN 1995-1-1 par. 6.1.7].

Al fine di evitare la formazione di una potenziale delaminazione del travetto all'altezza dell'intaglio (si veda la figura allegata) è possibile inserire delle viti a tutto filetto **RoofRox CONSTRUCT TC** (almeno una coppia, secondo il par. A.6.7 di ETA 12/0373) in grado di assorbire l'intera forza tagliante, scaricando, in questo modo, il legno da questo compito.

La forza assiale di trazione che si sviluppa sulla coppia di viti è valutabile mediante la seguente formula, riportata all'interno della certificazione ETA 12/0373:

$$F_{ax,Rd} \geq F_{t,90,d} = 1.3 \cdot F_d \cdot [3 \cdot (1 - \alpha)^2 - 2 \cdot (1 - \alpha)^3] = 12.35 \text{ kN}$$



Verifica del rinforzo - Calcolo della resistenza a trazione delle viti [ETA 12/0373; EN 1995-1-1 par. 6.1.7].

La resistenza massima a trazione fornibile da una **SINGOLA** vite a tutto filetto è pari al minimo dei seguenti valori:

- resistenza a trazione pura della vite:

$$F_{tens,k} = 24.1 \text{ kN} \rightarrow \text{da ETA 12/0373}$$

- resistenza a estrazione del filetto, così valutabile secondo la norma di prodotto sopracitata:

$$F_{ax,\beta,k} = \frac{f_{ax,90^\circ,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1.2 \cdot \cos^2 \beta + \sin^2 \beta} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0.8} = \frac{13.1 \cdot 8 \cdot 100}{1.2 \cdot \cos^2 90^\circ + \sin^2 90^\circ} \cdot \left(\frac{385}{350}\right)^{0.8} = 11310 \text{ N} = 11.31 \text{ kN}$$

da cui:

$$F_{ax,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{24.1}{\gamma_{M2}} \\ k_{mod} \cdot \frac{11.31}{\gamma_{conn}} \end{array} \right. = 6.79 \text{ kN}$$

con: $\gamma_{M2} = 1.25$; $\gamma_{conn} = 1.50$.

A questo punto, utilizzando la relazione proposta da EN 1995-1-1, par. 8.7.2 è possibile rilevare il numero di viti necessarie al fine di stabilizzare l'intaglio; in particolare si ha:

$$n_{conn,min} = \frac{F_{t,90^\circ,d}}{F_{ax,Rd}} = \frac{12.35}{6.79} = 1.819$$

Nell'ipotesi di scegliere il minimo prescritto dalla norma di prodotto, ovvero **due sole viti** disposte affiancate si avrà:

$$n_{conn,ef} = n_{conn}^{0.9} = 2^{0.9} = 1.866 > 1.819$$

perciò, completando la verifica si ottiene:

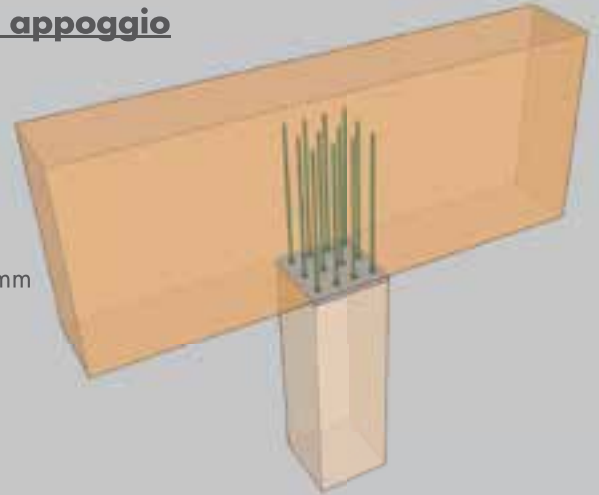
$$F_{ax,Rd,tot} = n_{conn,ef} \cdot F_{ax,Rd} = 1.866 \cdot 6.79 = 12.67 \text{ kN} > 12.35 \text{ kN} \rightarrow \text{VERIFICA OK!}$$

Viti CONSTRUCT tutto filetto

Esempio 2: Rinforzo a compressione di trave in appoggio

Si propone il dimensionamento del rinforzo di una trave in L.L. per un appoggio intermedio su colonna in L.L.

NB: Le verifiche effettuate riguardano solamente il rinforzo.



Dati di progetto:

- Sezione della trave: $b = 200 \text{ mm}; h = 520 \text{ mm}$
- Dimensioni della base di appoggio: $l = 200 \text{ mm}$
- Spessore piastra rinforzo: $t = 0 \text{ mm}$
- Carico agente di progetto ($G_1 + G_2 + Q$): $F_{c,90,d} = 120 \text{ kN}$
- Classe di durata del carico d'uso (breve): $k_{mod} = 0.90$
- Classe di servizio per la struttura: 1
- Coefficiente di sicurezza: secondo NTC 2018
- Legname: GL24h ($f_{c,90,k} = 2.5 \text{ MPa}; \rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$)

Verifica della tensione a schiacciamento – Trave non rinforzata [EN 1995-1-1 par. 6.1.5].

La prima verifica richiesta dal EC5 riguarda la verifica della tensione per crisi per schiacciamento in direzione ortogonale alla fibratura in zona di appoggio:

$$\sigma_{c,90,d} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}$$

in cui:

- $f_{c,90,d}$ è la resistenza di progetto del legno per compressione ortogonale alla fibra: $f_{v,d} = (k_{mod} f_{v,k}) / \gamma_{LL} = 1.55 \text{ N/mm}^2$;
- $\sigma_{c,90,d}$ è lo schiacciamento generato sul legno, così esplicabile:

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{b \cdot l_{ef,1}} = \frac{120000}{200 \cdot 260} = 2.31 \text{ N/mm}^2$$

nella quale si riconoscono:

- $l_{ef,1} \rightarrow$ lunghezza effettiva di contatto;
- $l_{ef,1} = 2 \cdot 30 + b = 260 \text{ mm}$ (secondo EN 1995-1-1, par. 6.1.5 per appoggi discreti e intermedi)
- $k_{c,90} = 1.00 \rightarrow$ coeff. amplificativo della resistenza, assunto unitario a favore di sicurezza.

Per quanto sopra espresso si ha:

$$\sigma_{c,90,d} = 2.31 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} > k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1.00 \cdot 1.55 = 1.55 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \rightarrow \text{NON VERIFICATA}$$

Verifica del rinforzo – Calcolo della resistenza ortogonale alla fibratura con inserimento di apposite viti [ETA 12/0373; EN 1995-1-1 par. 6.1.7].

Al fine di evitare rotture per schiacciamento perpendicolare alla fibratura, è possibile affidare a delle viti a tutto filetto **RoofRox CONSTRUCT TS** la totale forza verticale che dalla trave si scarica sull'appoggio.

La forza assiale resistente di progetto del rinforzo (coincidente, perciò con quella delle viti) è valutabile secondo il par. A.6.6 della certificazione ETA 12/0373:

$$R_{c,90,d} = \min \begin{cases} R_{c,90,A} = k_{c,90} \cdot B \cdot l_{ef,1} \cdot f_{c,90,d} + n \cdot \min(F_{ax,\beta,d}; F_{ki,d}) \\ R_{c,90,B} = B \cdot l_{ef,2} \cdot f_{c,90,d} \end{cases}$$

Nella prima espressione si riconosce subito, l'aliquota dovuta al contributo della filettatura:

$$F_{ax,\beta,d} = \frac{f_{ax,90^\circ,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1.2 \cdot \cos^2 \beta + \sin^2 \beta} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0.8} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{conn}} = \frac{13.1 \cdot 8 \cdot 200}{1.2 \cdot \cos^2 90^\circ + \sin^2 90^\circ} \cdot \left(\frac{385}{350}\right)^{0.8} \cdot \frac{0.9}{1.5} = 13572 \text{ N} = 13.57 \text{ kN}$$

con $l_{ef} = 200 \text{ mm} \rightarrow$ penetrazione della parte filettata della vite nell'elemento ligneo.

La resistenza fornita dalla filettatura deve essere confrontata con la resistenza a compressione per instabilità, valutabile sempre secondo la norma di prodotto (par. A.6.5) mediante le relazioni seguenti:

$$F_{ki,d} = \frac{\chi \cdot N_{pl,k}}{\gamma_{M1}} \text{ con: } \begin{cases} N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_1^2}{4} \cdot f_{y,k} = \pi \cdot \frac{5.2^2}{4} \cdot 950 = 20175 \text{ N} = 20.18 \text{ kN} \\ \chi = \begin{cases} \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} & \text{se } \bar{\lambda} > 0.2 \\ 1 & \text{se } \bar{\lambda} \leq 0.2 \end{cases} \\ \phi = 0.5 \cdot [1 + 0.49 \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2] \end{cases}$$

in cui:

- d_1 è il diametro interno del filetto;
- λ è la snellezza relativa valutabile come segue:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{ki,k}}} \text{ con: } \begin{cases} N_{ki,k} = \sqrt{c_h \cdot E_s \cdot I_s} = 28810 \text{ N} = 28.81 \text{ kN} \\ c_h = (0.19 + 0.012 \cdot d) \cdot \rho_k \cdot \left(\frac{90^\circ + \beta}{180^\circ}\right) = (0.19 + 0.012 \cdot 8) \cdot 385 \cdot \left(\frac{90^\circ + 90^\circ}{180^\circ}\right) = 110.11 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\ E_s \cdot I_s = E_s \cdot \frac{\pi \cdot d_1^4}{64} = 210000 \cdot \frac{\pi \cdot 5.2^4}{64} = 7.54 \cdot 10^6 \text{ Nmm}^2 \end{cases}$$

dove:

- c_h è un coeff;
- $E_s I_s$ è la rigidezza flessionale della vite.

Ne segue che:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{ki,k}}} = \sqrt{\frac{20.18}{28.81}} = 0.836; \quad \phi = 1.005; \quad \chi = 0.640 \rightarrow F_{ki,d} = \frac{0.640 \cdot 20.18}{1.10} = 11.74 \text{ kN}$$

da cui, nell'ipotesi di usare due coppie di viti **RoofRox CONSTRUCT TS 8x200** disposte con i seguenti interassi:

	Valore adottato	Valore minimo ETA-12/0373
a_1	60 mm	5 * d= 40 mm
$a_{1,CG}$	60 mm	5 * d= 40 mm

si ottiene:

$$R_{c,90,A} = k_{c,90} \cdot B \cdot l_{ef,1} \cdot f_{c,90,d} + n \cdot \min(F_{ax,\beta,d}; F_{ki,d}) = 127.57 \text{ kN}$$

in cui $n = n_0 \cdot n_{90} = 2 \cdot 2 = 4$.

Valutando ora la:

$$R_{c,90,B} = B \cdot l_{ef,2} \cdot f_{c,90,d} = 200 \cdot 460 \cdot 1.55 = 142.6 \text{ kN}$$

con:

$$l_{ef,2} = 2 \cdot l_{ef} + (n_0 - 1) \cdot a_1 = 460 \text{ mm, per appoggi intermedi (vedere ETA 12/0373)}$$

Perciò, completando la verifica si ottiene:

$$R_{c,90,d} = \min \begin{cases} R_{c,90,A} = 127.57 \text{ kN} \\ R_{c,90,B} = 142.60 \text{ kN} \end{cases} = 127.57 \text{ kN} > F_{c,90,d} = 120 \text{ kN} \rightarrow \text{VERIFICA OK!}$$

Viti CONSTRUCT tutto filetto

Esempio 3: Verifiche su connessioni inclinate

Si propone il dimensionamento della connessione di arcarecci di copertura in luce con il colmo; gli elementi sono in L.L.

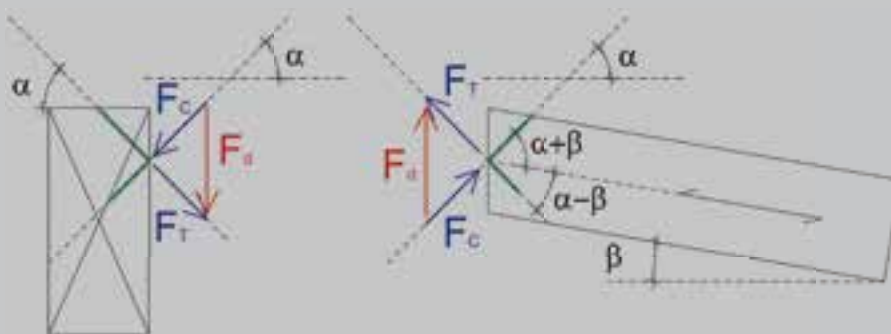
NB: Le verifiche effettuate riguardano solamente la giunzione.



Dati di progetto:

- Sezione dell'arcareccio: $b = 120 \text{ mm}; h = 200 \text{ mm}$
- Sezione del trave di colmo: $B = 160 \text{ mm}; H = 360 \text{ mm}$
- Angolo di inserimento delle viti: $\alpha = 45^\circ$
- Inclinazione della copertura: $p = 30\%; \beta = 16.7^\circ$
- Carico agente di progetto ($G_1 + G_2 + Q$): $V_{Ed} = 6.0 \text{ kN}$
- Classe di durata del carico d'uso (breve): $k_{mod} = 0.90$
- Classe di servizio per la struttura: 1
- Coefficiente di sicurezza: secondo NTC 2018
- Legname: GL24h ($\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$)
- Viti proposte: **1 coppia di viti RoofRox CONSTRUCT TC 8x200**

Al fine di verificare la connessione è necessario valutare come agisce il sistema di forze sulla connessione travetto-colmo; in particolar modo si può scomporre l'azione tagliante verticale in un sistema di forze di trazione e compressione che vanno a caricare le viti **RoofRox CONSTRUCT TC** in senso assiale, così come riportato nella figura a seguire:



Si rendono perciò necessarie due verifiche: una a taglio a lato del trave di colmo e l'altra, sempre a taglio a lato del travetto di falda.

Verifica a taglio a lato del trave di colmo (viti posizionate nel centro del piano di taglio)

La prima verifica richiesta riguarda la resistenza a trazione della vite "superiore" con la ben nota formula:

$$F_{ax,T,\phi,Rd} = \frac{f_{ax,90^\circ,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1.2 \cdot \cos^2 \phi + \sin^2 \phi} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0.8} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{conn}} = 6786 \text{ N} = 6.79 \text{ kN}$$

in cui: $\phi = 90^\circ$ e $l_{ef} = 100 \text{ mm}$ per configurazione della connessione (viti nel centro del piano di taglio)..

Chiaramente, la seconda verifica riguarderà il tratto "inferiore" del giunto che invece sarà soggetto a compressione; in particolar modo, la resistenza della vite sarà la minore tra:

- la resistenza del filetto e
- la resistenza ad instabilità per compressione.

La prima resistenza è facilmente nota in quanto uguale a quella a trazione (per configurazione del giunto) e vale perciò:

$$F_{ax,T,\phi,Rd} = F_{ax,C,\phi,Rd} = 6.79 \text{ kN}$$

mentre la resistenza ad instabilità si calcola come fatto in precedenza (vedere Esempio 2 di questo manuale):

$$F_{ki,d} = \frac{\chi \cdot N_{pl,k}}{\gamma_{M1}} = \frac{0.640 \cdot 20.18}{1.10} = 11.74 \text{ kN}$$

A seguire si riportano i valori dei parametri necessari al calcolo della resistenza a compressione nei confronti dell'instabilità:

- $N_{pl,k} = 20.18 \text{ kN}$
- $c_h = 110.11 \text{ N/mm}^2$;
- $N_{k,i} = 28.81 \text{ kN} \rightarrow \lambda_k = 0.837 \rightarrow \varnothing = 1.005 \rightarrow \chi = 0.6403$

A questo punto è chiaro come la vite compressa vada in crisi per cedimento lato filetto perciò la resistenza finale della connessione sarà data dalla composizione delle resistenze, ovvero:

$$V_{Rd} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot (F_{ax,T,\phi,Rd} + F_{ax,C,\phi,Rd}) = 0.707 \cdot (6.79 + 6.79) = 9.60 \text{ kN} > V_{Ed} = 7.5 \text{ kN} \rightarrow \text{VERIFICA OK!}$$

Verifica a taglio a lato del travetto di falda (viti posizionate nel centro del piano di taglio)

La seconda verifica richiesta riguarda la resistenza a trazione della vite "inferiore" sempre con la relazione:

$$F_{ax,T,\phi,Rd} = \frac{k_{ax} \cdot f_{ax,90^\circ,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1.2 \cdot \cos^2 \phi + \sin^2 \phi} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0.8} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{conn}} = 4349 \text{ N} = 4.35 \text{ kN}$$

in cui: $\varnothing = \alpha - \beta = 45^\circ - 16.7^\circ = 28.3^\circ$, possibile grazie a quanto riportato al par. A.6.2 della certificazione ETA 12/0373, $l_{ef} = 100 \text{ mm}$ per configurazione della connessione e

$$k_{ax} = 0.3 + 0.7 \cdot \frac{\phi}{45^\circ} = 0.3 + 0.7 \cdot \frac{28.3^\circ}{45^\circ} = 0.740$$

Chiaramente, la seconda verifica riguarderà il tratto "superiore" del giunto che invece sarà soggetto a compressione; in particolar modo, la resistenza della vite sarà la minore tra:

- la resistenza del filetto e
- la resistenza ad instabilità per compressione.

La prima resistenza è calcolabile con la relazione:

$$F_{ax,C,\phi,Rd} = \frac{f_{ax,90^\circ,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1.2 \cdot \cos^2 \phi + \sin^2 \phi} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0.8} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{conn}} = 6494 \text{ N} = 6.49 \text{ kN}$$

in cui: $\varnothing = \alpha - \beta = 45^\circ + 16.7^\circ = 61.7^\circ$ e $l_{ef} = 100 \text{ mm}$ per configurazione della connessione, mentre la resistenza ad instabilità si calcola come fatto in precedenza (vedere Esempio 2 di questo manuale):

$$F_{ki,d} = \frac{\chi \cdot N_{pl,k}}{\gamma_{M1}} = \frac{0.616 \cdot 20.18}{1.10} = 11.30 \text{ kN}$$

A seguire si riportano i valori dei parametri necessari al calcolo della resistenza a compressione nei confronti dell'instabilità:

- $N_{pl,k} = 20.18 \text{ kN}$
- $c_h = 92.80 \text{ N/mm}^2$;
- $N_{k,i} = 26.45 \text{ kN} \rightarrow \lambda_k = 0.873 \rightarrow \varnothing = 1.046 \rightarrow \chi = 0.616$

A questo punto è chiaro come la vite compressa vada in crisi per cedimento lato filetto, tuttavia a governare la resistenza della connessione sarà la resistenza della vite tesa che, una volta raggiunto il valore limite, porterà a collasso l'intero giunto:

$$V_{Rd} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot (F_{ax,T,\phi,Rd} + F_{ax,T,\phi,Rd}) = 0.707 \cdot (4.35 + 4.35) = 6.15 \text{ kN} > V_{Ed} = 6.0 \text{ kN} \rightarrow \text{VERIFICA OK!}$$

Spaziature minime [ETA 12/0373].

	Valore adottato	Valore minimo ETA-12/0373
$a_{1,CG}$	83 mm	5 * d=40 mm
$a_{2,CG}$	50 mm	4 * d=32 mm

Viti CONSTRUCT tutto filetto

Esempio 4: Verifiche su connessioni piane

Si propone il dimensionamento della connessione in luce tra i travetti di un solaio interpiano e la trave principale; gli elementi sono in L.L.

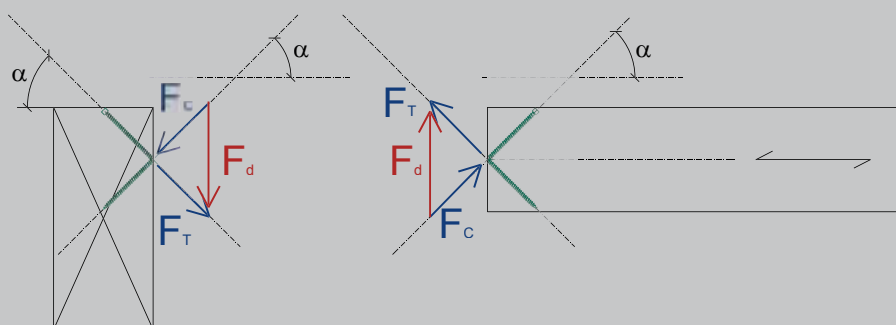
NB: Le verifiche effettuate riguardano solamente la giunzione.

Dati di progetto:

- | | |
|--|--|
| - Sezione del travetto: | b= 120 mm; h= 200 mm |
| - Sezione del trave principale: | B= 200 mm; H= 440 mm |
| - Angolo di inserimento delle viti: | = 45° |
| - Carico agente di progetto (G ₁ +G ₂ +Q): | V _{Ed} = 19.0 kN |
| - Classe di durata del carico d'uso (breve): | k _{mod} = 0.90 |
| - Classe di servizio per la struttura: | 1 |
| - Coefficiente di sicurezza: | secondo NTC 2018 |
| - Legname: | GL24h (ρ _k = 385 kg/m ³) |
| - Viti proposte: | 2 coppie di viti RoofRox CONSTRUCT TS 8x280 |



Al fine di verificare la connessione è necessario valutare come agisce il sistema di forze sulla connessione travetto-trave principale; in particolar modo si può scomporre l'azione tagliante verticale in un sistema di forze di trazione e compressione che vanno a caricare le viti **RoofRox CONSTRUCT TS** in senso assiale, così come riportato nella figura a seguire:



Si rendono perciò necessarie due verifiche: una a taglio a lato del trave principale e l'altra, a taglio a lato del travetto.

Verifica a taglio a lato del trave principale (viti posizionate a filo bordo superiore)

La prima verifica richiesta riguarda la resistenza a trazione della vite "superiore" con la ben nota formula:

$$F_{ax,T,\phi,Rd} = \frac{f_{ax,90^\circ,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1.2 \cdot \cos^2 \phi + \sin^2 \phi} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0.8} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{conn}} = 9405 \text{ N} = 9.40 \text{ kN}$$

in cui: $\phi = 90^\circ$ e $l_{ef} = 138.6$ mm per configurazione della connessione.

Chiaramente, la seconda verifica riguarderà il tratto "inferiore" del giunto che invece sarà soggetto a compressione; in particolar modo, la resistenza della vite sarà la minore tra:

- la resistenza del filetto e
- la resistenza ad instabilità per compressione.

La prima resistenza è facilmente nota in quanto uguale a quella a trazione (per configurazione del giunto) e vale perciò:

$$F_{ax,T,\phi,Rd} = F_{ax,C,\phi,Rd} = 9.40 \text{ kN}$$

mentre la resistenza ad instabilità si calcola come fatto in precedenza (vedere Esempio 2 di questo manuale):

$$F_{ki,d} = \frac{\chi \cdot N_{pl,k}}{\gamma_{M1}} = \frac{0.640 \cdot 20.18}{1.10} = 11.74 \text{ kN}$$

A seguire si riportano i valori dei parametri necessari al calcolo della resistenza a compressione nei confronti dell'instabilità:

- $N_{pl,k} = 20.18 \text{ kN}$
- $c_h = 110.11 \text{ N/mm}^2$;
- $N_{k,i} = 28.81 \text{ kN} \rightarrow \lambda_k = 0.837 \rightarrow \phi = 1.005 \rightarrow \chi = 0.640$

A questo punto è chiaro come la vite compressa vada in crisi per cedimento lato filetto perciò la resistenza finale della connessione sarà data dalla composizione delle resistenze, ovvero:

$$V_{Rd,1 \text{ vite}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot (F_{ax,T,\phi,Rd} + F_{ax,C,\phi,Rd}) = 0.707 \cdot (9.40 + 9.40) = 13.30 \text{ kN}$$

Considerando la doppia coppia di viti ipotizzata si avrà:

$$V_{Rd,tot} = V_{Rd,1 \text{ vite}} \cdot n_{coppie} = 13.30 \cdot 2 = 26.6 \text{ kN} > V_{Ed} = 19.0 \text{ kN} \rightarrow \text{VERIFICA OK!}$$

Verifica a taglio a lato del travetto (viti posizionate a filo bordo superiore)

La seconda verifica richiesta riguarda la resistenza a trazione della vite "inferiore" sempre con la relazione:

$$F_{ax,T,\phi,Rd} = \frac{f_{ax,90^\circ,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1.2 \cdot \cos^2 \phi + \sin^2 \phi} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0.8} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{conn}} = 8723 \text{ N} = 8.72 \text{ kN}$$

in cui: $\phi = \alpha = 45^\circ$ e $l_{ef} = 141.4 \text{ mm}$ per configurazione della connessione.

Chiaramente, la seconda verifica riguarderà il tratto "superiore" del giunto che invece sarà soggetto a compressione; in particolar modo, la resistenza della vite sarà la minore tra:

- la resistenza del filetto e
- la resistenza ad instabilità per compressione.

La prima resistenza, per configurazione della connessione vale:

$$F_{ax,C,\phi,Rd} = F_{ax,T,\phi,Rd} = 8.72 \text{ kN}$$

mentre la resistenza ad instabilità si calcola come fatto in precedenza (vedere Esempio 2 di questo manuale):

$$F_{ki,d} = \frac{\chi \cdot N_{pl,k}}{\gamma_{M1}} = \frac{0.600 \cdot 20.18}{1.10} = 11.01 \text{ kN}$$

A seguire si riportano i valori dei parametri necessari al calcolo della resistenza a compressione nei confronti dell'instabilità:

- $N_{pl,k} = 20.18 \text{ kN}$
- $c_h = 82.58 \text{ N/mm}^2$;
- $N_{k,i} = 24.95 \text{ kN} \rightarrow \lambda_k = 0.899 \rightarrow \phi = 1.076 \rightarrow \chi = 0.600$

A questo punto è chiaro come la vite compressa vada in crisi per cedimento lato filetto, perciò si avrà:

$$V_{Rd,1 \text{ vite}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot (F_{ax,T,\phi,Rd} + F_{ax,C,\phi,Rd}) = 0.707 \cdot (8.72 + 8.72) = 12.34 \text{ kN}$$

Considerando la doppia coppia di viti ipotizzata si avrà:

$$V_{Rd,tot} = V_{Rd,1 \text{ vite}} \cdot n_{ef} = 12.34 \cdot 2^{0.9} = 23.02 \text{ kN} > V_{Ed} = 19.00 \text{ kN} \rightarrow \text{VERIFICA OK!}$$

Spaziature minime [ETA 12/0373].

	Valore adottato	Valore minimo ETA-12/0373
$a_{1,CG}$	83 mm	5 * d= 40 mm
$a_{2,CG}$	50 mm	4 * d= 32 mm

Viti CONSTRUCT tutto filetto

Esempio 5: Rinforzo travetto esistente

Si propone il rinforzo di un travetto in legno massiccio esistente classe C20 con un Elemento in L.L. GL24h posto superiormente e connesso mediante viti a tutto filetto. Inserite a con inclinazione pari a 45°.

NB: Le verifiche effettuate riguardano solamente la giunzione.



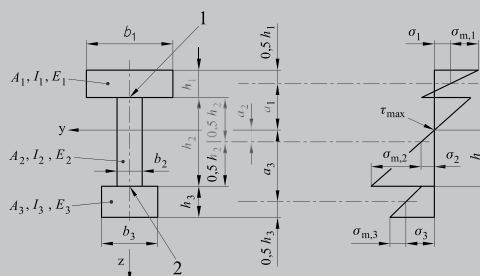
Dati di progetto:

- Sezione del travetto esistente: $b_2 = 140 \text{ mm}; h_2 = 180 \text{ mm}$
- Sezione del rinforzo: $b_1 = 140 \text{ mm}; h_1 = 120 \text{ mm}$
- Luce travetti: $L = 5000 \text{ mm}$
- Angolo di inserimento delle viti: $\alpha = 45^\circ$
- Carico agente di progetto ($G_1 + G_2 + Q$): $q_d = 5 \text{ kN/m}$
- Classe di durata del carico d'uso (breve): $k_{mod} = 0.90$
- Classe di servizio per la struttura: 1
- Coefficiente di sicurezza: secondo NTC 2018
- Legname: GL24h ($\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$); C20 ($\rho_k = 330 \text{ kg/m}^3$)
- Viti proposte: **viti RoofRox CONSTRUCT TC 8x400**

E' possibile determinare, partendo dai dati sopra riportati, le sollecitazioni massime cui è soggetto il travetto, ovvero:

$$V_{Ed} = \frac{q_d \cdot l}{2} = \frac{5 \cdot 5}{2} = 12.5 \text{ kN}; \quad M_{Ed} = \frac{q_d \cdot l^2}{8} = \frac{5 \cdot 5^2}{8} = 15.625 \text{ kNm}$$

Al fine del calcolo del rinforzo, viene utilizzata la procedura descritta all'Appendice B della EN 1995-1-1, riguardante le travi giuntate meccanicamente, la quale permette, sulla base di ipotesi semplificative, di determinare la rigidezza del sistema costituito da travetto ed elemento di rinforzo e di conseguenza di andare a valutare la forza di scorrimento agente sulla connessione.



Calcolo della rigidezza del sistema composto (travetto + rinforzo)

Le caratteristiche geometriche e meccaniche fondamentali dei due elementi sono le seguenti:

Rinforzo:	Travetto:
- $E_1 = 11500 \text{ N/mm}^2$	- $E_1 = 11500 \text{ N/mm}^2$
- $A_1 = 16800 \text{ mm}^2$	- $A_2 = 25200 \text{ mm}^2$
- $J_1 = 20.68 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$	- $J_2 = 68.04 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
- $(EA)_1 = 1.932 \cdot 10^8 \text{ N}$	- $(EA)_2 = 2.394 \cdot 10^8 \text{ N}$
- $(EJ)_1 = 2.32 \cdot 10^{11} \text{ Nmm}^2$	- $(EJ)_2 = 6.46 \cdot 10^{11} \text{ Nmm}^2$

Seguendo quanto riportato all'Appendice B del Eurocodice 5 la rigidezza globale efficace dell'intero sistema è data dalla seguente relazione:

$$(EJ)_{ef} = (EJ)_1 + (EJ)_2 + \gamma_1 \cdot (EA)_1 \cdot a_1^2 + \gamma_2 \cdot (EA)_2 \cdot a_2^2$$

E' quindi necessario andare a ricavare in prima istanza i due coefficienti γ_1 e γ_2 :

$$\gamma_1 = \left[1 + \frac{\pi^2 \cdot (EA)_1 \cdot s}{K_u \cdot l^2} \right]^{-1}; \quad \gamma_2 = 1$$

in cui:

- s è il valore della spaziatura efficace tra le viti di connessione, che, nell'ipotesi in cui $s_{min}=125$ mm (quarti laterali); $s_{max}=250$ mm (zona centrale), vale:

$$s = 0.75 \cdot s_{min} + 0.25 \cdot s_{max} = 156.25 \text{ mm}$$

- K_u è la rigidezza di una vite caricata assialmente agli SLU e vale da ETA 12/0373:

$$K_u = \frac{2}{3} \cdot K_{ser} = \frac{2}{3} \cdot 25 \cdot d \cdot l_{ef} = 22560 \text{ N/mm}$$

in cui $l_{ef} = l_{ef,min} = 169.2$ mm e $d = 8$ mm.

A questo punto è possibile calcolare il coefficiente γ_1 (noto che $\gamma_2 = 1.0$); si ha dunque:

$$\gamma_1 = \left[1 + \frac{\pi^2 \cdot (EA)_1 \cdot s}{K_u \cdot l^2} \right]^{-1} = 0.654$$

Infine, per determinare la rigidezza globale del sistema, restano da determinarsi le distanze a , a_1 e a_2 , come segue:

$$\begin{cases} a = \frac{h_1}{2} + \frac{h_2}{2} = 150 \text{ mm} \\ a_2 = \frac{\gamma_1 \cdot (EA)_1 \cdot a}{\gamma_1 \cdot (EA)_1 + \gamma_2 \cdot (EA)_2} = 51.84 \text{ mm} \\ a_1 = a - a_2 = 98.16 \text{ mm} \end{cases}$$

È ora possibile calcolare la rigidezza totale del sistema composto secondo la relazione già vista: [EC-5 Appendice B]:

$$(EJ)_{ef} = (EJ)_1 + (EJ)_2 + \gamma_1 \cdot (EA)_1 \cdot a_1^2 + \gamma_2 \cdot (EA)_2 \cdot a_2^2 = 2.74 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

Verifica della connessione travetto-rinforzo

La forza di scorrimento che va ad insistere sulla connessione è valutabile mediante la relazione proposta da EC5:

$$F_{Ed,scorr} = \frac{\gamma_1 \cdot (EA)_1 \cdot a_1 \cdot s_1}{(EJ)_{ef}} \cdot V_{Ed} = 7.08 \text{ kN}$$

La massima forza di trazione a cui può essere sollecitata ciascuna vite, è pari al valore minimo tra:

- estrazione del filetto lato punta;
- attraversamento al lato della testa, che risulta trascurabile se vengono utilizzate viti con testa cilindrica, come in questo caso.

E' necessario prestare attenzione al fatto che gli elementi lignei hanno densità e comportamenti differenti, nonché le lunghezze di penetrazione delle viti sono altresì differenti.

Nell'elemento di rinforzo si ha perciò:

$$F_{ax,1,T,\phi,Rd} = \frac{f_{ax,90^\circ,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1.2 \cdot \cos^2 \phi + \sin^2 \phi} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0.8} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{conn}} = \frac{13.1 \cdot 8 \cdot 169}{1.2 \cdot \cos^2 45 + \sin^2 45} \cdot \left(\frac{385}{350}\right)^{0.8} \cdot \frac{0.9}{1.5} = 10442 \text{ N} = 10.44 \text{ kN}$$

mentre nell'elemento esistente si avrà:

$$F_{ax,2,T,\phi,Rd} = \frac{f_{ax,90^\circ,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1.2 \cdot \cos^2 \phi + \sin^2 \phi} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0.8} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{conn}} = \frac{13.1 \cdot 8 \cdot 231}{1.2 \cdot \cos^2 45 + \sin^2 45} \cdot \left(\frac{330}{350}\right)^{0.8} \cdot \frac{0.9}{1.5} = 12591 \text{ N} = 12.59 \text{ kN}$$

Il valore di progetto della forza massima di trazione è quindi:

$$F_{\phi,Rd} = 10.44 \text{ kN} \rightarrow F_{Rd} = F_{\phi,Rd} \cdot 0.707 = 7.38 \text{ kN} > F_{Ed} = 7.08 \text{ kN} \rightarrow \text{VERIFICA OK!}$$



Sede operativa:
Via Brughiera, 12
22060 Novedrate (CO)

Contatti:
Tel. +39 031-789-959
Fax +39 031-794-00-98
info@roofrox.com
www.roofrox.com

SOFTWARE DI CALCOLO PER VITI CONSTRUCT TC - TS

1) Rinforzo di trave con intaglio



2) Rinforzo di trave a compressione



3) Verifiche su connessioni inclinate



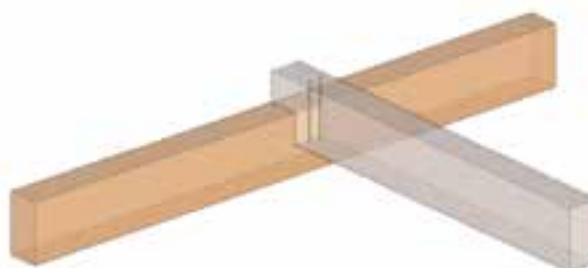
4) Verifiche su connessioni piane



RINFORZO DI TRAVE CON INTAGLIO

DATI DI PROGETTO

B =	160	mm
H =	360	mm
H _{ef} =	180	mm
H - H _{ef} =	180	mm
L _{appoggio} =	160	mm
L _{intaglio} =	0	mm
F _{V,d} =	19	kN
Legno =	GL24h	<input type="button" value="▼"/>



VERIFICA DELLA TENSIONE A TAGLIO - TRAVE NON RINFORZATA - SEZIONE RIDOTTA

τ _d =	1.48	MPa
x =	80	mm
α _h =	0.500	-
i =	0	-
k _n =	6.5	-
k _v =	0.466	-
f _{v,k} =	3.5	MPa

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot F_d}{b_d \cdot h_d} < k_v \cdot f_{v,d}$$

$$k_v = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ k_n \left(1 + \frac{1,1 i^{1,5}}{\sqrt{h}} \right) \\ \frac{\sqrt{h} \left(\sqrt{\alpha(1-\alpha)} + 0,8 \frac{x}{h} \sqrt{\frac{1-\alpha^2}{\alpha}} \right)}{\alpha^2} \end{array} \right.$$

EN 1995:2008		NTC '08	
$k_{mod} = 0.9$	-	$k_{mod} = 0.9$	-
$\gamma_L = 1.25$	-	$\gamma_L = 1.45$	-
$f_{v,d} = 2.52$	MPa	$f_{v,d} = 2.17$	MPa
$k_v * f_{v,d} = 1.17$	MPa	$k_v * f_{v,d} = 1.01$	MPa
VERIFICA NON SODDISFATTA		VERIFICA NON SODDISFATTA	
1.17 MPa	<	1.01 MPa	<
			1.48 MPa
VERIFICA DELLA TENSIONE A TAGLIO - TRAVE NON RINFORZATA - SEZIONE PIENA			
$\tau_d = 0.49$	MPa		
EN 1995:2008		NTC '08	
$f_{v,d} = 2.52$	MPa	$f_{v,d} = 2.17$	MPa
2.52 MPa	>	2.18 MPa	>
			0.5 MPa
VERIFICA SODDISFATTA		VERIFICA SODDISFATTA	
RINFORZO SEZIONE 1 - CALCOLO TRAZIONE ORTOGONALE ALLE FIBRE - DIN 1052:2008			
$F_{t,90,d} = 1,3 \cdot F_d \cdot (3 \cdot (1 - \alpha_k)^2 - 2 \cdot (1 - \alpha_k)^3)$		$V_d = F_{t,90,d} =$	12.35 kN
RESISTENZA A TRAZIONE DEL CONNETTORE			
Scelta connettore:	Vite Testa Cilindrica	$R_{tens,k} =$	24.1 kN
	Construct TC - 8x280		
Angolo inserimento connettore: α [°] =	90		
$f_{ax,k,90^\circ} = 13.1$	MPa		
$d = 8$	mm		
$L_{vite} = 280$	mm		
$R_{ax,Rd} = \min [R_{ax,\alpha,Rk} * k_{mod} / \gamma_L; R_{tens,k} / \gamma_{m2}]$			
		$R_{ax,\alpha,Rk} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_d}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left(\frac{\rho_k}{\rho_u} \right)^{0,8}$	
EN 1995:2008		NTC '08	
$k_{mod} = 0.9$	-	$k_{mod} = 0.9$	-
$\gamma_L = 1.30$	-	$\gamma_L = 1.50$	-
$\gamma_{m2} = 1.25$	-	$\gamma_{m2} = 1.25$	-
$R_{ax,90^\circ,Rd} = 7.83$	kN	$R_{ax,90^\circ,Rd} = 6.79$	kN
$R_{tens,d} = 19.28$	kN	$R_{tens,d} = 19.28$	kN
$R_{ax,Rd} = 7.83$	kN	$R_{ax,Rd} = 6.79$	kN
NUMERO MINIMO CONNETTORI			
EN 1995:2008		NTC '08	
$n_{conn,min} = 1.577$	-	$n_{conn,min} = 1.820$	-
Connettori impiegati: →		$n_0 = 1$	$n_{90} = 2$
		$n_{eff,ax} = 1.866$	-
EN 1995:2008		NTC '08	
$R_{ax,d} [kN] = 14.61$	>	$R_{ax,d} [kN] = 12.66$	>
			12.35
VERIFICA SODDISFATTA		VERIFICA SODDISFATTA	



RoofRox srl

**Sede Operativa: Via Brughiera, 12
22060 Novedrate (CO)**

Tel. +39 031-789-959 Fax +39 031-794-00-98

e.mail: info@roofrox.com – www.roofrox.com