

RELAZIONE DI CALCOLO

CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE DELL'ANCORANTE PER TRASPORTO DI ELEMENTI IN LEGNO (cod. ATRE0315)

Cortaccia, lì 29/11/2012

IL CALCOLATORE DELLE STRUTTURE:

Ing. Albino Angeli

-NORMATIVE DI RIFERIMENTO-

EN 1995 1-1:2009. Eurocodice 5 ETA – 11/0030 NTC 2008 D.M. 14/01/2008

Rev 02 – 29/11/2012

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	PREMESSA.....	3
1.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
1.3	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI SOLLEVAMENTO.....	4
1.4	SISTEMI DI FISSAGGIO E PRESCRIZIONI D'USO	4
1.5	METODO DI CALCOLO	8
1.6	MATERIALI.....	10
2	CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE.....	11
2.1	INSTALLAZIONE INCLINATA	12
2.2	INSTALLAZIONE PERPENDICOLARE.....	20
2.3	INSTALLAZIONE FRESATA PERPENDICOLARE	29

1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il calcolo della capacità portante dell'ancorante per trasporto pareti (cod. ATRE0315) distribuito da *Rotho Blaas srl*.

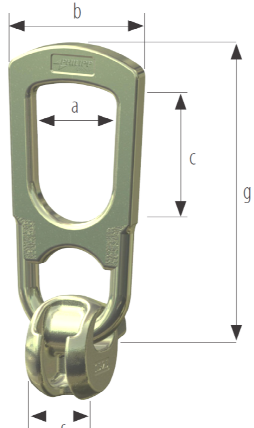
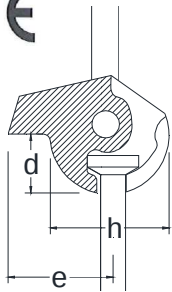
Il calcolo della portata viene eseguito in funzione delle differenti possibilità di installazione e di fissaggio dell'ancorante.

1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

EN 1995-1-1:2009 Eurocodice 5. "Progettazione delle strutture in legno"

NTC 2008. "Norme Tecniche"

1.3 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI SOLLEVAMENTO

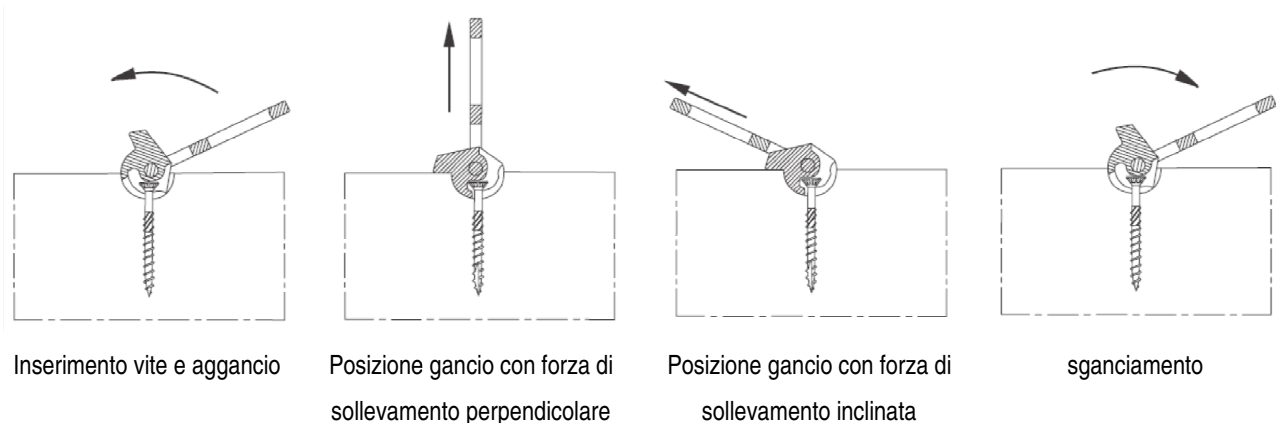
	Codice	Gruppo di carico [kg]	a [mm]	b [mm]	c [mm]	d [mm]	e [mm]	f [mm]	g [mm]	h [mm]
	ATRE0315	1000 - 1300	47,5	75,0	71,0	30,0	45,0	33,0	164,5	55,0
    										

L'ancorante è indicato per il sollevamento ed il trasporto di elementi in legno (travi, pannelli, elementi prefabbricati, ecc.). Il gancio con testa sferica è dotato di un sistema di bloccaggio che ne assicura la stabilità durante le operazioni di trasporto. L'ancorante è realizzato in getto di acciaio zincato, appartiene al gruppo di carico 1000 – 1300 kg, garantendo una **portata massima ammissibile di 13 kN**. Nei seguenti paragrafi si riportano i sistemi di fissaggio, le prescrizioni d'uso e le ipotesi di calcolo con i quali sono stati calcolati i valori di portata nel capitolo 2. La capacità portante del sistema di trasporto dipende infatti dal *sistema di fissaggio*, dalla tipologia di *installazione* e dalle caratteristiche dell'elemento trasportato.

1.4 SISTEMA DI FISSAGGIO E PRESCRIZIONI D'USO

L'ancorante deve essere fissato all'elemento ligneo da trasportare attraverso una vite; successivamente all'infissione della vite, l'ancorante viene agganciato a mano facendo ruotare il gancio in modo che le ganasce si ancorino alla testa della vite. E' molto importante che durante il sollevamento il punto di appoggio del gancio sia in direzione del mezzo di sollevamento; per sganciare l'ancorante è sufficiente ruotare il gancio in direzione opposta (come mostrato in figura).

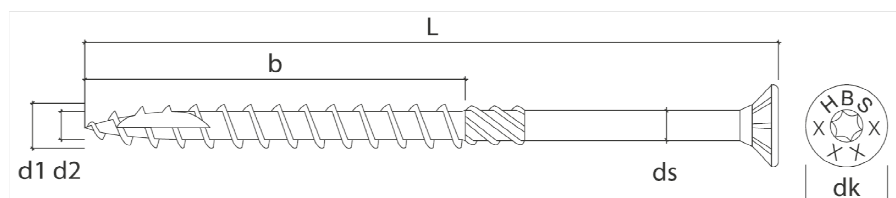
La normativa tedesca per la sicurezza sul lavoro BGR 500 "Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit" al capitolo 2.8 tratta i sistemi e le operazioni di sollevamento; il punto 3.5.2 prescrive che durante le operazioni di sollevamento tramite funi, catene e cinghie, l'angolo α di inclinazione tra la direzione dell'imbracatura e il piano dell'elemento non possa essere inferiore a 30° . Nei calcoli è stata considerata un'inclinazione della forza di sollevamento con angolo compreso tra 30° e 90° rispetto alla superficie dell'elemento.



Per quanto riguarda i sistemi di fissaggio si prevede l'utilizzo di viti per legno HBS Ø10 o VGS Ø11, entrambe dotate di certificazione CE conforme a ETA-11/0030, prodotte e distribuite da *Rotho Blaas srl*:

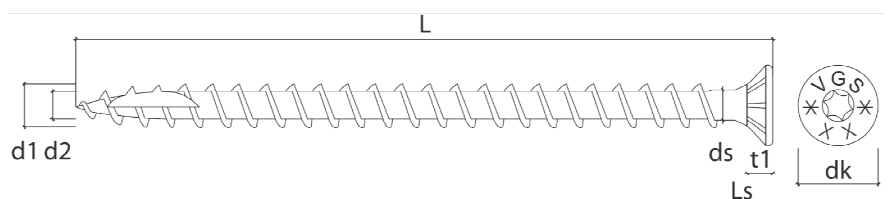
- Vite per legno a filetto parziale HBS Ø 10

d ₁ (mm)	10,00
TX	40
d ₂ (mm)	6,40
d _k (mm)	18,25
d _s (mm)	7,00

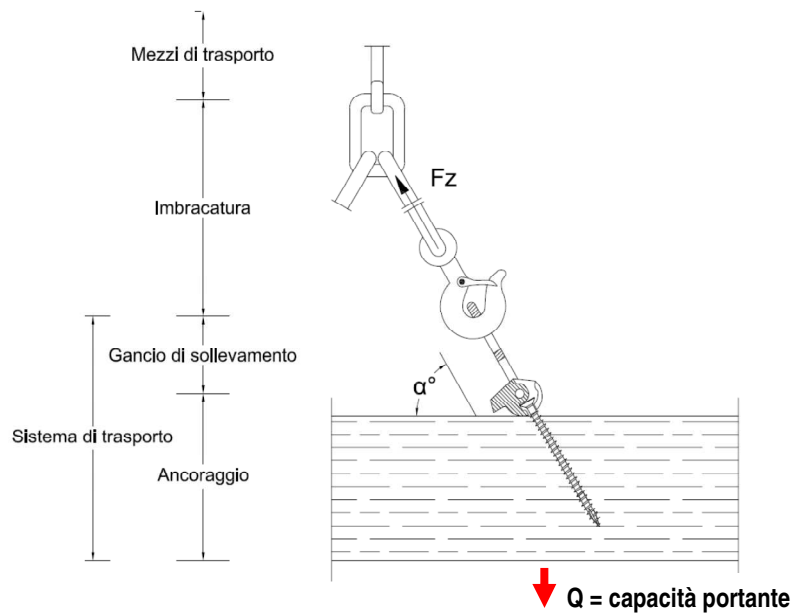


- Vite per legno a tutto filetto VGS Ø 11

d ₁ (mm)	11,00
TX	50
d ₂ (mm)	6,60
d _k (mm)	19,30
d _s (mm)	7,7
L-Ls	L-35
t1	8,20

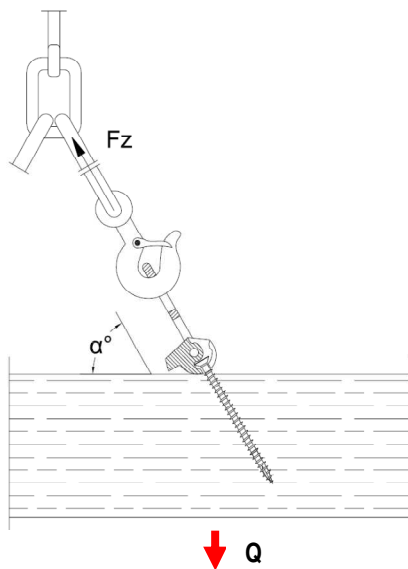


La figura seguente rappresenta un'applicazione tipo e riporta le componenti del sistema di sollevamento



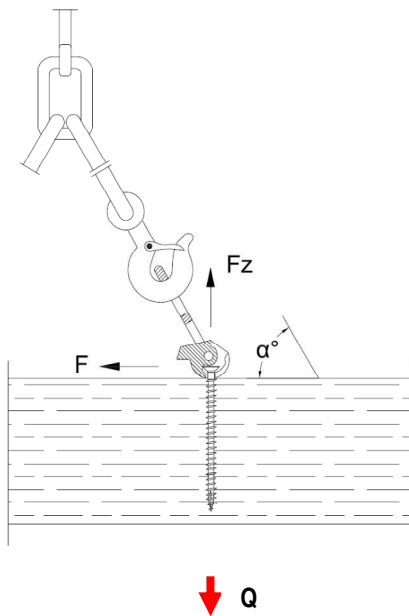
Per quanto riguarda la tipologia di installazione si possono considerare tre casi:

- *Installazione inclinata*



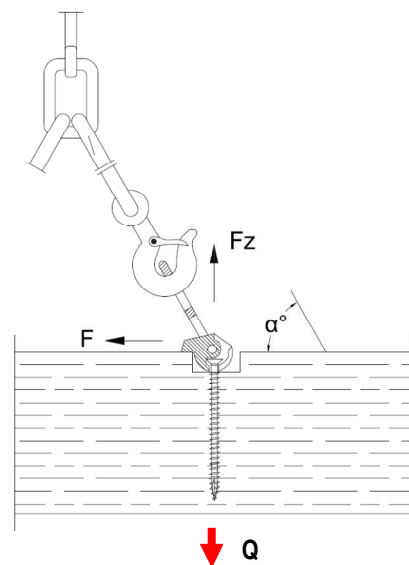
Questo tipo di installazione prevede l'inserimento delle viti inclinate dello stesso angolo di inclinazione della forza F_z rispetto al piano dell'elemento da trasportare. La distanza tra il sottotesta della vite e la superficie dell'elemento deve comunque essere la minima indispensabile per poter permettere l'ancoraggio del gancio, evitando spazi di gioco tra elemento e gancio. Con questa configurazione la vite è sollecitata assialmente ed il meccanismo di resistenza è ad estrazione del filetto della vite. L'ETA delle viti permette un'inclinazione α tra l'asse della vite e la direzione della fibratura compresa tra 30° e 90° .

- *Installazione perpendicolare*

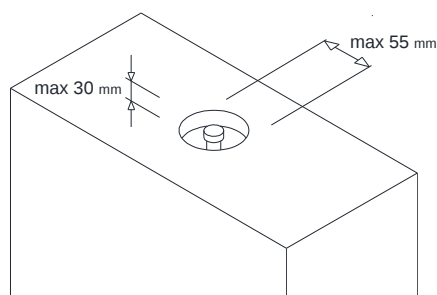


Questo tipo di installazione prevede l'inserimento delle viti perpendicolarmente alla direzione della fibratura. L'inclinazione α tra la direzione di imbracatura e il piano dell'elemento non può essere inferiore ai 30° . La distanza tra il sottotesta della vite e la superficie dell'elemento deve comunque essere la minima indispensabile per poter permettere l'ancoraggio del gancio, evitando spazi di gioco tra elemento e gancio. Questa configurazione determina sulle viti una combinazione di carico sia assiale che laterale; il meccanismo di resistenza dipenderà quindi dalla combinazione tra resistenza a taglio e ad estrazione della vite.

- *Installazione fresata perpendicolare*



Questo tipo di installazione prevede l'inserimento delle viti perpendicolarmente alla fibra del legno; si prevede inoltre la realizzazione di una fresata superficiale che permetta l'alloggiamento del gancio in modo che il punto di appoggio sia a contatto con la superficie dell'elemento in legno. L'inclinazione α tra la direzione di imbracatura e il piano dell'elemento non può essere inferiore ai 30° . La distanza tra il sottotesta della vite e la superficie dell'elemento deve comunque essere la minima indispensabile per poter permettere l'ancoraggio del gancio, evitando spazi di gioco tra elemento e gancio. Questa configurazione determina sulle viti una combinazione di carico sia assiale che laterale. La componente laterale si può considerare assorbita dal contatto tra gancio e legno fresato, per questo il meccanismo di resistenza finale è ad estrazione del filetto della vite sollecitata dalla componente assiale F_z . Nel punto di contatto tra gancio e legno verranno eseguite le verifiche di resistenza

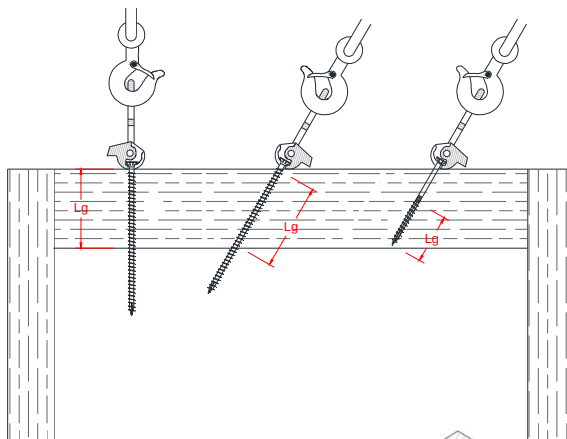


a compressione della parte lignea. Per garantire questo tipo di configurazione si prevede la realizzazione di

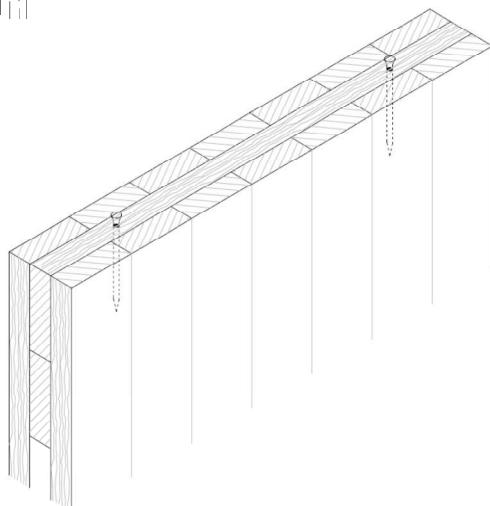
una fresata con le dimensioni indicate nella figura a lato: profondità massima di 30 mm e diametro massimo di 55 mm; questa geometria permette di avere una superficie laterale di contatto minima tra gancio e legno di 480 mm².

Prescrizioni d'uso

- Per poter utilizzare i valori di portata calcolati nel capitolo 2 è importante che venga garantita la *profondità di infissione del filetto* utilizzata nel calcolo (L_g) e un'inclinazione tra vite e fibra compresa tra 30° e 90°. Nel caso in cui le viti di fissaggio vengano infisse su elementi di spessore inferiore alla lunghezza della vite spessa, bisognerà tenere conto dell'effettiva lunghezza di infissione del filetto nel legno (L_g) per il calcolo della capacità portante.
- Particolare attenzione dovrà essere posta nel caso di trasporto di *pannelli tipo compensato strutturale di tavole*; in questo caso la vite dovrà essere inserita nello strato con tavole orizzontali (come mostrato nella figura sottostante), garantendo quindi la corretta inclinazione tra vite e fibre.
- Le viti utilizzate durante un sollevamento *non possono essere riutilizzate* per sollevamenti successivi, dovranno essere sostituite da viti nuove per poter garantire la portata calcolata.
- Il gancio dovrà essere soggetto annualmente ad una verifica da parte di un tecnico responsabile della sicurezza sul cantiere.
- Il gancio è marcato in superficie e contiene informazioni su: tipo, gruppo di carico, produttore, anno di produzione, marcatura CE.



L_g = lunghezza effettiva del filetto nell'elemento in legno da trasportare.



Inserimento viti nello strato di tavole orizzontali nel caso di pannelli di tavole (viti ortogonali alla fibra)

1.5 METODO DI CALCOLO

La portata viene calcolata in funzione della resistenza del gancio di sollevamento, dell'elemento in legno e delle viti di ancoraggio. Il carico applicato che costituisce l'azione di progetto viene classificato come un'azione statica accidentale.

La tabella riporta i valori dei coefficienti di carico dinamico che amplificano il carico statico per effetto delle forze dinamiche che si creano durante il sollevamento:

classe di sollevamento	coefficiente di carico dinamico f (V_H = velocità di sollevamento)	
	$V_H < 90$ m/min	$V_H > 90$ m/min
H1	$1,1 + 0,0022 V_H$	1,3
H2	$1,2 + 0,0044 V_H$	1,6
H3	$1,3 + 0,0066 V_H$	1,9
H4	$1,4 + 0,0088 V_H$	2,2

Ipotizzando una velocità di sollevamento inferiore a 90 m/min e massima cautela durante le operazioni di sollevamento è possibile assumere un fattore $f=1$.

Il calcolo della capacità portante viene eseguito in modo da fornire sia valori caratteristici che valori ammissibili; nel caso dei valori ammissibili viene confrontato il valore di portata ammissibile con la resistenza ammissibile calcolata in accordo alla DIN 1052:1988; nel caso dei valori caratteristici, l'azione di progetto e la resistenza di progetto si otterranno dai valori caratteristici calcolati in accordo alla normativa EN 1995:2009 ai quali devono essere applicati i coefficienti di sicurezza in accordo alla normativa (per l'Italia valgono i valori riportati nelle NTC 2008).

Azione di progetto

Durante operazioni di trasporto il carico trasportato viene classificato come carico permanente;

il coefficiente parziale γ_G da applicare all'azione di progetto in funzione della combinazione di carico dipende dalla normativa di riferimento; calcolato il valore della resistenza di progetto (R_d), verrà ricavato il valore della portata di progetto (F_d) dalla relazione $R_d = \gamma_G \times F_d$, da cui $F_d = R_d / \gamma_G$.

Per l'Italia, in accordo con il punto 2.5.1.3 delle NTC 2008 tale azione di carico viene classificata come azione permanente; il coefficiente parziale viene assunto pari a $\gamma_G = 1,3$. Il valore caratteristico della portata sarà dato quindi da $F_k = R_d / 1,3$.

Resistenza di progetto

Il calcolo della resistenza di progetto del sistema di fissaggio viene eseguito in accordo al punto 2.4.1 dell'Eurocodice EN 1995-1-1:2009:

$$X_d = \frac{k_{mod} X_k}{\gamma_M}$$

- K_{mod}

Il valore K_{mod} è il coefficiente di correzione definito in funzione della classe di durata del carico, della classe di servizio e del tipo di materiale strutturale.

Per l'Italia l'operazione di sollevamento e trasporto di elementi può essere classificata all'interno di una classe di durata "istantanea" e in una classe di servizio 3 in accordo al punto 4.4.4 delle NTC 2008.

Classe di durata del carico	Durata del carico
Permanente	più di 10 anni
Lunga durata	6 mesi -10 anni
Media durata	1 settimana – 6 mesi
Breve durata	meno di 1 settimana
Istantaneo	--

Tabella 4.4.IV -Valori di k_{mod} per legno e prodotti strutturali a base di legno

Materiale	Riferimento	Classe di servizio	Classe di durata del carico				
			Permanente	Lunga	Media	Breve	Istantanea
Legno massiccio Legno lamellare incollato	EN 14081-1 EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

In accordo alla normativa italiana il valore di k_{mod} è quindi assunto pari a **0,9**.

- γ_M

Il coefficiente γ_M rappresenta il coefficiente parziale di sicurezza in funzione delle proprietà del materiale.

La normativa EN 1995-1-1:2009 raccomanda i seguenti valori di γ_M :

Fundamental combinations:	
Solid timber	1,3
Glued laminated timber	1,25
LVL, plywood, OSB,	1,2
Particleboards	1,3
Fibreboards, hard	1,3
Fibreboards, medium	1,3
Fibreboards, MDF	1,3
Fibreboards, soft	1,3
Connections	1,3
Punched metal plate fasteners	1,25
Accidental combinations	1,0

Per l'Italia il coefficiente γ_M è assunto pari a **1,5** definendo come *unione* l'ancoraggio tra elemento in legno e gancio di sollevamento, in accordo alla tabella 4.4.III delle NTC 2008. Tale coefficiente è più restrittivo rispetto agli altri stati che assumono i valori contenuti nell'eurocodice.

Tabella 4.4.III -Coefficienti parziali γ_M per le proprietà dei materiali

Stati limite ultimi	γ_M
- combinazioni fondamentali	
legno massiccio	1,50
legno lamellare incollato	1,45
pannelli di particelle o di fibre	1,50
compensato, pannelli di scaglie orientate	1,40
unioni	1,50
- combinazioni eccezionali	1,00

1.6 MATERIALI

- Vite HBS :

vite autoforante per legno conforme al Benestare Tecnico Europeo ETA-11/0030;

	HBS Ø10,0
$f_{head,k}$ [Mpa]	10,50
$\rho_{a,head}$ [kg/mc]	350
$f_{ax,k}$ [Mpa]	11,70
$\rho_{a,ax}$ [kg/mc]	350
$M_{y,k}$ [Nm]	35829,6
$f_{tens,k} = R_{t,u,k}$ [kN]	31,40
Param _{filetto} [ZUL]	5

- Vite VGS :

vite autoforante per legno conforme al Benestare Tecnico Europeo ETA-11/0030;

	VGS Ø11,0
$f_{head,k}$ [Mpa]	10,50
$\rho_{a,head}$ [kg/mc]	350
$f_{ax,k}$ [Mpa]	11,70
$\rho_{a,ax}$ [kg/mc]	350
$M_{y,k}$ [Nm]	45905,4
$f_{tens,k} = R_{t,u,k}$ [kN]	38,0
Param _{filetto} [ZUL]	5

- Legno:

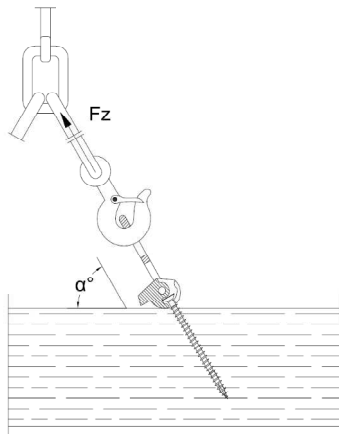
A favore di sicurezza, nel calcolo viene assunta una classe di resistenza del legno C20 e C24 (in accordo a EN338:2004):

Moduli di elasticità			C20	C24
Mod. elast. parall. medio	$E_{0,mean}$	9500	9500	11000
Mod. elast. parall. caratt.	$E_{0,05}$	6400	6400	7400
Mod. elast. ortog. medio	$E_{90,mean}$	320	320	370
Modulo di taglio medio	G_{mean}	590	590	690

Valori caratteristici di resistenza			C20	C24
Flessione	$f_{m,k}$	MPa	20,00	24,00
Traz. parallela alle fibre	$f_{t,0,k}$	MPa	12,00	14,00
Traz. ortog. alle fibre	$f_{t,90,k}$	MPa	0,50	0,50
Compr. parallela alle fibre	$f_{c,0,k}$	MPa	19,00	21,00
Compr. ortog. alle fibre	$f_{c,90,k}$	MPa	2,30	2,50
Taglio	$f_{v,k}$	MPa	2,20	2,50

Massa volumica caratteristica	ρ_k	kg/m ³	320	350
-------------------------------	----------	-------------------	-----	-----

2 CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE



Di seguito verranno calcolati i valori di portata del sistema di trasporto in funzione del tipo di installazione, del tipo di vite, della profondità di infissione del filetto e dell'inclinazione della forza di sollevamento rispetto all'orizzontale.

2.1 INSTALLAZIONE INCLINATA

Nel caso di installazione inclinata, la massima portata nella direzione dell'imbracatura (resistenza assiale della vite F_z) viene calcolata come il minimo tra la resistenza ad estrazione della vite (a seconda dell'inclinazione) e la massima capacità portante del gancio. La capacità portante Q sarà data dalla scomposizione di tale portata sulla verticale:

$$Q = F_z \cdot \sin \alpha$$

α = angolo di inclinazione tra orizzontale e direzione della forza di sollevamento

- Valori di resistenza ammissibile (normativa DIN 1052:1988)

Il valore della resistenza ammissibile di **estrazione del filetto** viene calcolato attraverso la formula:

$$N_{ax,zul} = d_1 \cdot L_g \cdot param_{filetto} [N]$$

dove:

d_1 = diametro esterno filetto

L_g = lunghezza del filetto

$param_{filetto}$ = parametro filetto

Il valore ammissibile non tiene conto della variazione dell'inclinazione tra vite e fibra del legno

$$F_z = \min \left\{ \begin{matrix} N_{ax,zul} \\ 13000 [N] \end{matrix} \right. \quad \text{massima portata ammissibile nella direzione dell'imbracatura}$$

da cui:

$$Q_{zul} = F_z \cdot \sin \alpha [N] \quad \text{massima capacità portante ammissibile}$$

- Valori di resistenza caratteristica (in accordo a ETA-11/0030)

Il valore di resistenza caratteristico di **estrazione del filetto**, per un angolo tra la vite e la direzione della fibratura compreso tra 30° e 90°, viene calcolato secondo la formula da ETA-11/0030 in accordo con la EN 1995:2009:

$$R_{ax,k} = \frac{n_{ef} \cdot f_{ax,k} \cdot d_1 \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8} [N]$$

dove:

d_1 = diametro esterno filetto

$f_{ax,k}$ = resistenza caratteristica all'estrazione

n_{ef} = numero efficace

l_{ef} = lunghezza di penetrazione del filetto

ρ_k = densità caratteristica del legno

Per passare dal valore di capacità portante caratteristico al valore di progetto si applicano i coefficienti K_{mod} e γ_M così come spiegato nel paragrafo 1.5, in accordo alla normativa tecnica italiana NTC 2008; bisognerà inoltre tenere conto del coefficiente parziale di sicurezza γ_G , perciò il valore della capacità portante si ottiene da:

$$F_{z,k} = \min \left\{ \begin{array}{l} R_{ax,k} \\ f_{tens,k} \end{array} \right. \quad \text{massima portata caratteristica nella direzione dell'imbracatura}$$

dove: $f_{tens,k} = 31,4 \text{ kN (HBS } \varnothing 10)$

$= 38,0 \text{ kN (VGS } \varnothing 11)$

$$F_{z,k,Q} = F_{z,k} \cdot \sin \alpha \quad \text{massima capacità portante della vite in direzione verticale}$$

da cui:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \cdot \sin \alpha \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right. \quad \text{massima portata caratteristica in direzione verticale}$$

dove per le NTC 2008:

$$K_{mod} = 0,9$$

$$\gamma_M = 1,5$$

$$\gamma_G = 1,3$$

viti HBS – C20

α	VITE HBS Ø 10		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$Q_{,k}^{(2)}$ [kN]	$Q_{,k}^{(3)}$ [kN]	$Q_{,k}^{(4)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]				
30°	80-100	52	1,30	2,46	1,26	1,14
	120-140	60	1,50	2,84	1,46	1,31
	160-280	80	2,00	3,79	1,94	1,75
	300-400	100	2,50	4,74	2,43	2,19
45°	80-100	52	1,84	3,64	1,87	1,68
	120-140	60	2,12	4,20	2,15	1,94
	160-280	80	2,83	5,60	2,87	2,58
	300-400	100	3,54	7,00	3,59	3,23
60°	80-100	52	2,25	4,67	2,40	2,16
	120-140	60	2,60	5,39	2,76	2,49
	160-280	80	3,46	7,19	3,69	3,32
	300-400	100	4,33	8,98	4,61	4,15
75°	80-100	52	2,51	5,40	2,77	2,49
	120-140	60	2,90	6,23	3,19	2,87
	160-280	80	3,86	8,30	4,26	3,83
	300-400	100	4,83	10,38	5,32	4,79
90°	80-100	52	2,60	5,66	2,90	2,61
	120-140	60	3,00	6,53	3,35	3,02
	160-280	80	4,00	8,71	4,47	4,02
	300-400	100	5,00	10,89	5,58	5,03

α =angolo di inclinazione tra la direzione di imbracatura ed il piano dell'elemento da trasportare

⁽¹⁾ I valori di capacità portante ammissibile sono calcolati secondo la normativa DIN 1052:1998

⁽²⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa EN 1995:2009 in accordo a ETA-11/0030.

⁽³⁾ Per passare dai valori di progetto ai valori caratteristici è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_k = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \gamma_G}, 13000 \cdot \sin \alpha \right\} \text{ [N]} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di}$$

carico. In questo caso si è utilizzato $k_{mod} = 0,9$; $\gamma_m = 1,3$; $\gamma_g = 1,35$.

⁽⁴⁾ Per passare dai valori di progetto ai valori caratteristici è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_k = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \gamma_G}, 13000 \cdot \sin \alpha \right\} \text{ [N]} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di}$$

carico. In questo caso si è utilizzato $k_{mod} = 0,9$; $\gamma_m = 1,5$; $\gamma_g = 1,3$.

viti HBS – C24

α	VITE HBS Ø 10		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$R_{ax,k}$ [kN]	$f_{tens,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_{k}^{(3)}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]	$Q_{k}^{(4)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]									
30°	80-100	52	1,30	5,29	31,40	5,29	3,66	2,65	1,36	3,17	1,22
	120-140	60	1,50	6,10	31,40	6,10	4,23	3,05	1,57	3,66	1,41
	160-280	80	2,00	8,14	31,40	8,14	5,63	4,07	2,09	4,88	1,88
	300-400	100	2,50	10,17	31,40	10,17	7,04	5,09	2,61	6,10	2,35
45°	80-100	52	1,84	5,53	31,40	5,53	3,83	3,91	2,01	3,32	1,81
	120-140	60	2,12	6,38	31,40	6,38	4,42	4,51	2,31	3,83	2,08
	160-280	80	2,83	8,51	31,40	8,51	5,89	6,02	3,09	5,11	2,78
	300-400	100	3,54	10,64	31,40	10,64	7,36	7,52	3,86	6,38	3,47
60°	80-100	52	2,25	5,79	31,40	5,79	4,01	5,02	2,57	3,48	2,32
	120-140	60	2,60	6,69	31,40	6,69	4,63	5,79	2,97	4,01	2,67
	160-280	80	3,46	8,91	31,40	8,91	6,17	7,72	3,96	5,35	3,56
	300-400	100	4,33	11,14	31,40	11,14	7,71	9,65	4,95	6,69	4,45
75°	80-100	52	2,51	6,00	31,40	6,00	4,16	5,80	2,97	3,60	2,68
	120-140	60	2,90	6,93	31,40	6,93	4,80	6,69	3,43	4,16	3,09
	160-280	80	3,86	9,24	31,40	9,24	6,39	8,92	4,58	5,54	4,12
	300-400	100	4,83	11,55	31,40	11,55	7,99	11,15	5,72	6,93	5,15
90°	80-100	52	2,60	6,08	31,40	6,08	4,21	6,08	3,12	3,65	2,81
	120-140	60	3,00	7,02	31,40	7,02	4,86	7,02	3,60	4,21	3,24
	160-280	80	4,00	9,36	31,40	9,36	6,48	9,36	4,80	5,62	4,32
	300-400	100	5,00	11,70	31,40	11,70	8,10	11,70	6,00	7,02	5,40

α = angolo di inclinazione tra la direzione di imbracatura ed il piano dell'elemento da trasportare

⁽¹⁾ I valori di capacità portante ammissibile sono calcolati secondo la normativa DIN 1052:1998

⁽²⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa EN 1995:2009 in accordo a ETA-11/0030.

⁽³⁾ Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_k = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G}, 13000 \cdot \sin \alpha \right\} \text{ [N]} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di}$$

carico. In questo caso si è utilizzato $k_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,3$; $\gamma_G = 1,35$.

⁽⁴⁾ Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_k = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G}, 13000 \cdot \sin \alpha \right\} \text{ [N]} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di}$$

carico. In questo caso si è utilizzato $k_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,5$; $\gamma_G = 1,3$.

viti VGS – C20

($\alpha = 30^\circ - 45^\circ$)

α	VITE VGS Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_{,k}^{(3)}$ [kN]	$Q_{,k}^{(4)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]				
30°	100	75	2,06	3,91	2,00	1,80
	150	125	3,44	6,50	3,34	3,00
	200	175	4,81	6,50	4,67	4,21
	250	225	6,19	6,50	6,01	5,41
	300	275	6,50	6,50	6,50	6,50
	350	325	6,50	6,50	6,50	6,50
	400	375	6,50	6,50	6,50	6,50
	450	425	6,50	6,50	6,50	6,50
	500	475	6,50	6,50	6,50	6,50
	550	525	6,50	6,50	6,50	6,50
	600	575	6,50	6,50	6,50	6,50
45°	100	75	2,92	5,78	2,96	2,67
	150	125	4,86	9,63	4,94	4,44
	200	175	6,81	13,48	6,91	6,22
	250	225	8,75	17,33	8,89	8,00
	300	275	9,19	21,18	9,19	9,19
	350	325	9,19	25,03	9,19	9,19
	400	375	9,19	26,87	9,19	9,19
	450	425	9,19	26,87	9,19	9,19
	500	475	9,19	26,87	9,19	9,19
	550	525	9,19	26,87	9,19	9,19
	600	575	9,19	26,87	9,19	9,19

α = angolo di inclinazione tra la direzione di imbracatura ed il piano dell'elemento da trasportare

⁽¹⁾ I valori di capacità portante ammissibile sono calcolati secondo la normativa DIN 1052:1998

⁽²⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa EN 1995:2009 in accordo a ETA-11/0030.

⁽³⁾ Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_k = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

carico. In questo caso si è utilizzato $k_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,3$; $\gamma_G = 1,35$.

⁽⁴⁾ Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_k = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

carico. In questo caso si è utilizzato $k_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,5$; $\gamma_G = 1,3$.

viti VGS – C20
($\alpha = 60^\circ - 75^\circ - 90^\circ$)

α	VITE VGS Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_{k}^{(3)}$ [kN]	$Q_{k}^{(4)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]				
60°	100	75	3,57	7,41	3,80	3,42
	150	125	5,95	12,35	6,33	5,70
	200	175	8,34	17,29	8,87	7,98
	250	225	10,72	22,23	11,26	10,26
	300	275	11,26	27,17	11,26	11,26
	350	325	11,26	32,11	11,26	11,26
	400	375	11,26	32,91	11,26	11,26
	450	425	11,26	32,91	11,26	11,26
	500	475	11,26	32,91	11,26	11,26
	550	525	11,26	32,91	11,26	11,26
	600	575	11,26	32,91	11,26	11,26
75°	100	75	3,98	8,56	4,39	3,95
	150	125	6,64	14,27	7,32	6,59
	200	175	9,30	19,98	10,25	9,22
	250	225	11,95	25,69	12,56	11,86
	300	275	12,56	31,40	12,56	12,56
	350	325	12,56	36,71	12,56	12,56
	400	375	12,56	36,71	12,56	12,56
	450	425	12,56	36,71	12,56	12,56
	500	475	12,56	36,71	12,56	12,56
	550	525	12,56	36,71	12,56	12,56
	600	575	12,56	36,71	12,56	12,56
90°	100	75	4,13	8,98	4,61	4,15
	150	125	6,88	14,97	7,68	6,91
	200	175	9,63	20,96	10,75	9,68
	250	225	12,38	26,95	13,00	12,44
	300	275	13,00	32,94	13,00	13,00
	350	325	13,00	38,00	13,00	13,00
	400	375	13,00	38,00	13,00	13,00
	450	425	13,00	38,00	13,00	13,00
	500	475	13,00	38,00	13,00	13,00
	550	525	13,00	38,00	13,00	13,00
	600	575	13,00	38,00	13,00	13,00

α =angolo di inclinazione tra la direzione di imbracatura ed il piano dell'elemento da trasportare

⁽¹⁾ I valori di capacità portante ammissibile sono calcolati secondo la normativa DIN 1052:1998

⁽²⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa EN 1995:2009 in accordo a ETA-11/0030.

⁽³⁾ Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_k = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G}, 13000 \cdot \sin \alpha \right\} \text{ [N]} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di}$$

carico. In questo caso si è utilizzato $k_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,3$; $\gamma_G = 1,35$.

⁽⁴⁾ Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_k = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

carico. In questo caso si è utilizzato $k_{mod} = 0,9$; $\gamma_m = 1,5$; $\gamma_G = 1,3$.

viti VGS – C24

($\alpha = 30^\circ - 45^\circ$)

α	VITE VGS Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$R_{ax,k}$ [kN]	$f_{tens,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_{k}^{(3)}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]	$Q_{k}^{(4)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]									
30°	100	75	2,06	8,39	38,00	8,39	5,81	4,20	2,15	5,04	1,94
	150	125	3,44	13,99	38,00	13,99	9,68	6,99	3,59	8,39	3,23
	200	175	4,81	19,58	38,00	19,58	13,56	9,79	5,02	11,75	4,52
	250	225	6,19	25,18	38,00	25,18	17,43	12,59	6,46	15,11	5,81
	300	275	6,50	30,78	38,00	30,78	21,31	15,39	6,50	18,47	6,50
	350	325	6,50	36,37	38,00	36,37	25,18	18,19	6,50	21,82	6,50
	400	375	6,50	41,97	38,00	38,00	26,31	19,00	6,50	22,80	6,50
	450	425	6,50	47,56	38,00	38,00	26,31	19,00	6,50	22,80	6,50
	500	475	6,50	53,16	38,00	38,00	26,31	19,00	6,50	22,80	6,50
	550	525	6,50	58,75	38,00	38,00	26,31	19,00	6,50	22,80	6,50
	600	575	6,50	64,35	38,00	38,00	26,31	19,00	6,50	22,80	6,50
45°	100	75	2,92	8,78	38,00	8,78	6,08	6,20	3,18	5,27	2,86
	150	125	4,86	14,63	38,00	14,63	10,13	10,34	5,30	8,78	4,77
	200	175	6,81	20,48	38,00	20,48	14,18	14,48	7,42	12,29	6,68
	250	225	8,75	26,33	38,00	26,33	18,23	18,61	9,19	15,80	8,59
	300	275	9,19	32,18	38,00	32,18	22,28	22,75	9,19	19,31	9,19
	350	325	9,19	38,03	38,00	38,00	26,31	26,87	9,19	22,80	9,19
	400	375	9,19	43,88	38,00	38,00	26,31	26,87	9,19	22,80	9,19
	450	425	9,19	49,73	38,00	38,00	26,31	26,87	9,19	22,80	9,19
	500	475	9,19	55,58	38,00	38,00	26,31	26,87	9,19	22,80	9,19
	550	525	9,19	61,43	38,00	38,00	26,31	26,87	9,19	22,80	9,19
	600	575	9,19	67,28	38,00	38,00	26,31	26,87	9,19	22,80	9,19

α = angolo di inclinazione tra la direzione di imbracatura ed il piano dell'elemento da trasportare

⁽¹⁾ I valori di capacità portante ammissibile sono calcolati secondo la normativa DIN 1052:1998

⁽²⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa EN 1995:2009 in accordo a ETA-11/0030.

⁽³⁾ Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_k = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

carico. In questo caso si è utilizzato $k_{mod} = 0,9$; $\gamma_m = 1,3$; $\gamma_G = 1,35$.

⁽⁴⁾ Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_k = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

carico. In questo caso si è utilizzato $k_{mod} = 0,9$; $\gamma_m = 1,5$; $\gamma_G = 1,3$.

viti VGS – C24
 $(\alpha = 60^\circ - 75^\circ - 90^\circ)$

α	VITE VGS Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$R_{ax,k}$ [kN]	$f_{tens,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_{k}^{(3)}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]	$Q_{k}^{(4)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]									
60°	100	75	3,57	9,19	38,00	9,19	6,36	7,96	4,08	5,52	3,67
	150	125	5,95	15,32	38,00	15,32	10,61	13,27	6,80	9,19	6,12
	200	175	8,34	21,45	38,00	21,45	14,85	18,58	9,53	12,87	8,57
	250	225	10,72	27,58	38,00	27,58	19,09	23,88	11,26	16,55	11,02
	300	275	11,26	33,71	38,00	33,71	23,34	29,19	11,26	20,22	11,26
	350	325	11,26	39,84	38,00	38,00	26,31	32,91	11,26	22,80	11,26
	400	375	11,26	45,96	38,00	38,00	26,31	32,91	11,26	22,80	11,26
	450	425	11,26	52,09	38,00	38,00	26,31	32,91	11,26	22,80	11,26
	500	475	11,26	58,22	38,00	38,00	26,31	32,91	11,26	22,80	11,26
	550	525	11,26	64,35	38,00	38,00	26,31	32,91	11,26	22,80	11,26
	600	575	11,26	70,48	38,00	38,00	26,31	32,91	11,26	22,80	11,26
75°	100	75	3,98	9,52	38,00	9,52	6,59	9,20	4,72	5,71	4,25
	150	125	6,64	15,87	38,00	15,87	10,99	15,33	7,86	9,52	7,08
	200	175	9,30	22,22	38,00	22,22	15,39	21,47	11,01	13,33	9,91
	250	225	11,95	28,57	38,00	28,57	19,78	27,60	12,56	17,14	12,56
	300	275	12,56	34,92	38,00	34,92	24,18	33,73	12,56	20,95	12,56
	350	325	12,56	41,27	38,00	38,00	26,31	36,71	12,56	22,80	12,56
	400	375	12,56	47,62	38,00	38,00	26,31	36,71	12,56	22,80	12,56
	450	425	12,56	53,97	38,00	38,00	26,31	36,71	12,56	22,80	12,56
	500	475	12,56	60,32	38,00	38,00	26,31	36,71	12,56	22,80	12,56
	550	525	12,56	66,67	38,00	38,00	26,31	36,71	12,56	22,80	12,56
	600	575	12,56	73,02	38,00	38,00	26,31	36,71	12,56	22,80	12,56
90°	100	75	4,13	9,65	38,00	9,65	6,68	9,65	4,95	5,79	4,46
	150	125	6,88	16,09	38,00	16,09	11,14	16,09	8,25	9,65	7,43
	200	175	9,63	22,52	38,00	22,52	15,59	22,52	11,55	13,51	10,40
	250	225	12,38	28,96	38,00	28,96	20,05	28,96	13,00	17,37	13,00
	300	275	13,00	35,39	38,00	35,39	24,50	35,39	13,00	21,24	13,00
	350	325	13,00	41,83	38,00	38,00	26,31	38,00	13,00	22,80	13,00
	400	375	13,00	48,26	38,00	38,00	26,31	38,00	13,00	22,80	13,00
	450	425	13,00	54,70	38,00	38,00	26,31	38,00	13,00	22,80	13,00
	500	475	13,00	61,13	38,00	38,00	26,31	38,00	13,00	22,80	13,00
	550	525	13,00	67,57	38,00	38,00	26,31	38,00	13,00	22,80	13,00
	600	575	13,00	74,00	38,00	38,00	26,31	38,00	13,00	22,80	13,00

α = angolo di inclinazione tra la direzione di imbracatura ed il piano dell'elemento da trasportare

⁽¹⁾ I valori di capacità portante ammissibile sono calcolati secondo la normativa DIN 1052:1998

⁽²⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa EN 1995:2009 in accordo a ETA-11/0030.

⁽³⁾ Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_k = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

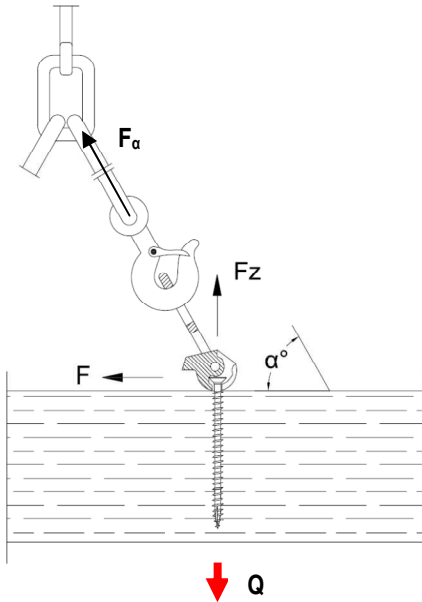
carico. In questo caso si è utilizzato $k_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,3$; $\gamma_G = 1,35$.

(4) Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_k = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G}, 13000 \cdot \sin \alpha \right\} [N] \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di carico.}$$

In questo caso si è utilizzato $k_{mod} = 0,9$; $\gamma_m = 1,5$; $\gamma_G = 1,3$.

2.2 INSTALLAZIONE PERPENDICOLARE



Nel caso di installazione della vite perpendicolare alla fibra e direzione della forza di sollevamento inclinata, la vite è soggetta ad azione combinata. La massima portata nella direzione dell'imbracatura viene calcolata in seguito all'ottimizzazione della verifica di resistenza biassiale (estrazione e taglio) della vite. La capacità portante Q sarà data dalla scomposizione di tale portata sulla verticale:

$$Q = F_z$$

α = angolo di inclinazione tra orizzontale e direzione della forza di sollevamento

Verifica viti caricate sia lateralmente sia assialmente (par. 8.3.3 della EN 1995-1-1:2009)

Per questo tipo di installazione è necessario eseguire la seguente verifica della vite di ancoraggio:

$$\left(\frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

dove:

$F_{ax,Ed}$ = carico assiale (F_z)

$F_{v,Ed}$ = carico laterale (F)

$F_{ax,Rd}$ = capacità portante assiale di progetto

$F_{v,Rd}$ = capacità portante laterale di progetto

- Valori di resistenza ammissibile (normativa DIN 1052:1988)

Il valore della resistenza ammissibile di **estrazione del filetto** viene calcolato attraverso la formula:

$$N_{ax,zul} = d_1 \cdot L_g \cdot param_{filetto} [N]$$

dove:

d_1 = diametro esterno filetto

L_g = lunghezza del filetto

$param_{filetto}$ = parametro filetto

Il valore ammissibile non tiene conto della variazione dell'inclinazione tra vite e fibra del legno

Il valore della resistenza ammissibile a **taglio** della vite viene calcolato considerando un'unione acciaio-legno ad un piano di taglio secondo la formula:

$$N_{v,zul} = 1,25 \cdot 17 \cdot d_1^2 \text{ [N]}$$

Per determinare la massima portata nella direzione dell'imbracatura, per tentativi si ottimizza la verifica della sollecitazione biassiale $\left(\frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}\right)^2 \leq 1$ calcolando le due componenti $F_{ax,Rd}$ (F_z) ed $F_{v,Rd}$ (F) che determinano il maggior valore di F_α .

da cui:

$$Q_{zul} = \min \left\{ \frac{F_z}{13000 \cdot \sin \alpha} \text{ [N]} \right. \quad \text{massima capacità portante ammissibile}$$

- **Valori di resistenza caratteristica** (in accordo a ETA-11/0030)

Il valore di resistenza caratteristico di **estrazione del filetto**, per un angolo tra vite e fibre compreso tra 30° e 90°, viene calcolato secondo la formula da ETA-11/0030 in accordo con la EN 1995:2009:

$$R_{ax,k} = \frac{n_{ef} \cdot f_{ax,k} \cdot d_1 \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0,8} \text{ [N]}$$

dove:

d_1 = diametro esterno filetto

n_{ef} = numero efficace

$f_{ax,k}$ = resistenza caratteristica ad estrazione del filetto

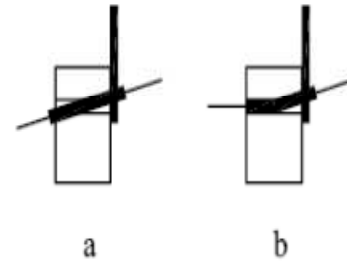
l_{ef} = lunghezza di penetrazione del filetto

ρ_k = densità caratteristica del legno

Per il calcolo della resistenza caratteristica a **taglio** della vite si considera un meccanismo di rottura per unione legno-acciaio ad un piano di taglio. Lo spessore del gancio che funge da piastra è di circa 5,5 mm; a favore di sicurezza si ipotizza che lo spessore non sia sufficiente a garantire una cerniera plastica nella vite in corrispondenza dell'interfaccia gancio-legno, di conseguenza si ipotizzano i modi di rottura per piastre sottili prescritti dalla EN 1995-1-1:2009:

For a thin steel plate in single shear:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} 0,4 f_{h,k} t_1 d \\ 1,15 \sqrt{2 M_{y,Rk} f_{h,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{cases} \quad \begin{matrix} (a) \\ (b) \end{matrix}$$



dove:

$f_{h,k}$ = resistenza caratteristica a rifollamento nell'elemento legno

Nel caso di viti HBS Ø 10 o VGS Ø 11, la resistenza caratteristica a rifollamento si calcola tramite:

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{(k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)}$$

dove:

$f_{h,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot \phi_c) \cdot \rho_k$ = resistenza caratteristica al rifollamento parallelamente alla fibratura

$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot \phi_c$ = parametro angolo

ϕ_c = diametro di calcolo (7 mm per HBS Ø 10, 7,26 mm per VGS Ø 11)

α = angolo tra sforzo e fibra nell'elemento in legno; a favore di sicurezza si considera $\alpha = 90^\circ$

$M_{y,k}$ = momento caratteristico di snervamento della vite

$F_{ax,Rk}$ = resistenza caratteristica ad estrazione della vite

Anche in questo caso per determinare la massima portata nella direzione dell'imbracatura, per tentativi si

ottimizza la verifica della sollecitazione biassiale $\left(\frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}\right)^2 \leq 1$ calcolando le due componenti $F_{ax,Ed}$

(F_z) ed $F_{v,Ed}$ (F) che determinano il maggior valore di F_α . In questo caso vengono utilizzati valori caratteristici di resistenza e non di progetto in modo da ottenere un valore di capacità portante caratteristico.

da cui:

$$F_{z,k} = \min \left\{ \begin{matrix} R_{ax,k} \\ f_{tens,k} \end{matrix} \right. \quad \text{massima capacità portante caratteristica}$$

dove: $f_{tens,k} = 31,4$ kN (HBS Ø 10)

$= 38,0$ kN (VGS Ø 11)

da cui:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{matrix} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{matrix} \right. \quad \text{massima capacità portante caratteristica}$$

dove per le NTC 2008:

$K_{mod} = 0,9$

$\gamma_M = 1,5$

$\gamma_G = 1,3$

viti HBS – C20

α	VITE HBS Ø 10		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]	$Q_k^{(4)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]				
30°	80	52	1,03	1,90	0,97	0,88
	100	52	1,10	2,33	1,19	1,07
	120-140	60	1,13	2,63	1,35	1,21
	160-280	80	1,15	2,98	1,53	1,37
	300-400	100	1,18	3,33	1,71	1,53
45°	80	52	1,56	2,97	1,52	1,37
	100	52	1,63	3,46	1,78	1,60
	120-140	60	1,73	3,92	2,01	1,81
	160-280	80	1,87	4,63	2,38	2,14
	300-400	100	1,94	5,27	2,70	2,43
60°	80	52	2,04	4,11	2,11	1,90
	100	52	2,12	4,55	2,33	2,10
	120-140	60	2,29	5,20	2,66	2,40
	160-280	80	2,68	6,41	3,29	2,96
	300-400	100	2,94	7,53	3,86	3,48
75°	80	52	2,41	5,17	2,65	2,39
	100	52	2,46	5,17	2,65	2,39
	120-140	60	2,80	6,13	3,15	2,83
	160-280	80	3,53	8,02	4,11	3,70
	300-400	100	4,20	9,80	5,03	4,52
90°	80	52	2,60	5,66	2,90	2,61
	100	52	2,60	5,66	2,90	2,61
	120-140	60	3,00	6,53	3,35	3,02
	160-280	80	4,00	8,71	4,47	4,02
	300-400	100	5,00	10,89	5,58	5,03

α =angolo di inclinazione tra la direzione di imbracatura ed il piano dell'elemento da trasportare

⁽¹⁾ I valori di capacità portante ammissibile sono calcolati secondo la normativa DIN 1052:1998

⁽²⁾ I valori di sollecitazioni caratteristici massimi in direzione della forza di gravità

⁽³⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa EN 1995:2009 in accordo a ETA-11/0030.

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_k \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,3$ e $\gamma_G = 1,35$.

⁽⁴⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa NTC 2008

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_k \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,5$ e $\gamma_G = 1,3$.

viti HBS – C24

α	VITE HBS Ø 10		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]	$Q_k^{(4)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]				
30°	80	52	1,03	2,08	1,06	0,96
	100	52	1,10	2,53	1,29	1,17
	120-140	60	1,13	2,78	1,42	1,28
	160-280	80	1,15	3,15	1,62	1,45
	300-400	100	1,18	3,53	1,81	1,63
45°	80	52	1,56	3,22	1,65	1,48
	100	52	1,63	3,78	1,94	1,75
	120-140	60	1,73	4,17	2,14	1,93
	160-280	80	1,87	4,91	2,52	2,27
	300-400	100	1,94	5,62	2,88	2,59
60°	80	52	2,04	4,46	2,29	2,06
	100	52	2,12	4,89	2,51	2,26
	120-140	60	2,29	5,54	2,84	2,56
	160-280	80	2,68	6,84	3,51	3,16
	300-400	100	2,94	8,05	4,13	3,72
75°	80	52	2,41	5,55	2,85	2,56
	100	52	2,46	5,75	2,95	2,65
	120-140	60	2,80	6,57	3,37	3,03
	160-280	80	3,53	8,60	4,41	3,97
	300-400	100	4,20	10,48	5,37	4,84
90°	80	52	2,60	6,08	3,12	2,81
	100	52	2,60	6,08	3,12	2,81
	120-140	60	3,00	7,02	3,60	3,24
	160-280	80	4,00	9,36	4,80	4,32
	300-400	100	5,00	11,70	6,00	5,40

α =angolo di inclinazione tra la direzione di imbracatura ed il piano dell'elemento da trasportare

⁽¹⁾ I valori di capacità portante ammissibile sono calcolati secondo la normativa DIN 1052:1998

⁽²⁾ I valori di sollecitazioni caratteristici massimi in direzione della forza di gravità

⁽³⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa EN 1995:2009 in accordo a ETA-11/0030.

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_k \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right. \\ \left. 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,3$ e $\gamma_G = 1,35$.

⁽⁴⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa NTC 2008

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_k \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right. \\ \left. 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,5$ e $\gamma_G = 1,3$.

viti VGS – C20
($\alpha = 30^\circ - 45^\circ$)

α	VITE VGS Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]	$Q_k^{(4)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]				
30°	100	75	1,38	2,53	1,29	1,17
	150	125	1,44	3,90	2,00	1,80
	200	175	1,46	4,33	2,22	2,00
	250	225	1,47	4,35	2,23	2,01
	300	275	1,48	4,38	2,24	2,02
	350	325	1,48	4,38	2,24	2,02
	400	375	1,48	4,40	2,26	2,03
	450	425	1,48	4,40	2,26	2,03
	500	475	1,48	4,40	2,26	2,03
	550	525	1,48	4,40	2,26	2,03
	600	575	1,48	4,40	2,26	2,03
45°	100	75	2,09	4,07	2,09	1,88
	150	125	2,37	6,33	3,25	2,92
	200	175	2,44	7,18	3,68	3,31
	250	225	2,47	7,35	3,77	3,39
	300	275	2,51	7,46	3,83	3,44
	350	325	2,51	7,50	3,84	3,46
	400	375	2,55	7,53	3,86	3,48
	450	425	2,55	7,57	3,88	3,49
	500	475	2,55	7,57	3,88	3,49
	550	525	2,55	7,60	3,90	3,51
	600	575	2,56	7,60	3,90	3,51

α =angolo di inclinazione tra la direzione di imbracatura ed il piano dell'elemento da trasportare

⁽¹⁾ I valori di capacità portante ammissibile sono calcolati secondo la normativa DIN 1052:1998

⁽²⁾ I valori di sollecitazioni caratteristici massimi in direzione della forza di gravità

⁽³⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa EN 1995:2009 in accordo a ETA-11/0030.

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right. \\ \left. 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,3$ e $\gamma_G = 1,35$.

⁽⁴⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa NTC 2008

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right. \\ \left. 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,5$ e $\gamma_G = 1,3$.

viti VGS – C20

(α= 60° - 75° - 90°)

α	VITE VGS Ø 11		Q _{zul} ⁽¹⁾ [kN]	F _{z,k} ⁽²⁾ [kN]	Q _k ⁽³⁾ [kN]	Q _k ⁽⁴⁾ [kN]
	L [mm]	L _g [mm]				
60°	100	75	2,81	5,93	3,04	2,74
	150	125	3,59	9,40	4,82	4,34
	200	175	3,94	11,22	5,75	5,18
	250	225	4,11	11,86	6,08	5,48
	300	275	4,20	12,30	6,31	5,68
	350	325	4,29	12,56	6,44	5,80
	400	375	4,33	12,73	6,53	5,88
	450	425	4,33	12,82	6,57	5,92
	500	475	4,37	12,90	6,62	5,96
	550	525	4,38	12,99	6,66	6,00
	600	575	4,40	13,03	6,68	6,02
75°	100	75	3,77	8,16	4,19	3,77
	150	125	5,55	13,67	7,01	6,31
	200	175	6,76	19,13	9,81	8,83
	250	225	7,58	24,58	12,56	11,35
	300	275	8,07	30,04	12,56	12,56
	350	325	8,45	35,40	12,56	12,56
	400	375	8,69	35,40	12,56	12,56
	450	425	8,84	35,40	12,56	12,56
	500	475	8,98	35,40	12,56	12,56
	550	525	9,08	35,40	12,56	12,56
	600	575	9,18	35,40	12,56	12,56
90°	100	75	4,13	8,98	4,61	4,15
	150	125	6,88	14,97	7,68	6,91
	200	175	9,63	20,96	10,75	9,68
	250	225	12,38	26,95	13,00	12,44
	300	275	13,00	32,94	13,00	13,00
	350	325	13,00	38,00	13,00	13,00
	400	375	13,00	38,00	13,00	13,00
	450	425	13,00	38,00	13,00	13,00
	500	475	13,00	38,00	13,00	13,00
	550	525	13,00	38,00	13,00	13,00
	600	575	13,00	38,00	13,00	13,00

α =angolo di inclinazione tra la direzione di imbracatura ed il piano dell'elemento da trasportare

⁽¹⁾ I valori di capacità portante ammissibile sono calcolati secondo la normativa DIN 1052:1998

⁽²⁾ I valori di sollecitazioni caratteristici massimi in direzione della forza di gravità

⁽³⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa EN 1995:2009 in accordo a ETA-11/0030.

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

 carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,3$ e $\gamma_G = 1,35$.

⁽⁴⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa NTC 2008

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,5$ e $\gamma_G = 1,3$.

viti VGS – C24

($\alpha = 30^\circ - 45^\circ$)

α	VITE VGS Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]	$Q_k^{(4)}$ [kN]
	L [mm]	L _g [mm]				
30°	100	75	1,38	2,75	1,41	1,27
	150	125	1,44	4,25	2,18	1,96
	200	175	1,46	4,53	2,32	2,09
	250	225	1,47	4,55	2,33	2,10
	300	275	1,48	4,58	2,35	2,11
	350	325	1,48	4,58	2,35	2,11
	400	375	1,48	4,58	2,35	2,11
	450	425	1,48	4,58	2,35	2,11
	500	475	1,48	4,58	2,35	2,11
	550	525	1,48	4,58	2,35	2,11
	600	575	1,48	4,58	2,35	2,11
45°	100	75	2,09	4,81	2,47	2,22
	150	125	2,37	7,46	3,83	3,44
	200	175	2,44	7,88	4,04	3,64
	250	225	2,47	8,06	4,13	3,72
	300	275	2,51	8,13	4,17	3,75
	350	325	2,51	8,13	4,17	3,75
	400	375	2,55	8,13	4,17	3,75
	450	425	2,55	8,13	4,17	3,75
	500	475	2,55	8,13	4,17	3,75
	550	525	2,55	8,13	4,17	3,75
	600	575	2,56	8,13	4,17	3,75

α = angolo di inclinazione tra la direzione di imbracatura ed il piano dell'elemento da trasportare

⁽¹⁾ I valori di capacità portante ammissibile sono calcolati secondo la normativa DIN 1052:1998

⁽²⁾ I valori di sollecitazioni caratteristici massimi in direzione della forza di gravità

⁽³⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa EN 1995:2009 in accordo a ETA-11/0030.

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,3$ e $\gamma_G = 1,35$.

⁽⁴⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa NTC 2008

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,5$ e $\gamma_G = 1,3$.

viti VGS – C24
 $(\alpha = 60^\circ - 75^\circ - 90^\circ)$

α	VITE VGS Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]	$Q_k^{(4)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]				
60°	100	75	2,81	6,41	3,29	2,96
	150	125	3,59	10,22	5,24	4,72
	200	175	3,94	11,82	6,06	5,46
	250	225	4,11	12,51	6,42	5,78
	300	275	4,20	12,90	6,62	5,96
	350	325	4,29	13,03	6,68	6,02
	400	375	4,33	13,03	6,68	6,02
	450	425	4,33	13,03	6,68	6,02
	500	475	4,37	13,03	6,68	6,02
	550	525	4,38	13,03	6,68	6,02
	600	575	4,40	13,03	6,68	6,02
75°	100	75	3,77	8,98	4,61	4,15
	150	125	5,55	14,97	7,68	6,91
	200	175	6,76	20,96	10,75	9,67
	250	225	7,58	27,00	12,56	12,46
	300	275	8,07	32,99	12,56	12,56
	350	325	8,45	35,40	12,56	12,56
	400	375	8,69	35,40	12,56	12,56
	450	425	8,84	35,40	12,56	12,56
	500	475	8,98	35,40	12,56	12,56
	550	525	9,08	35,40	12,56	12,56
	600	575	9,18	35,40	12,56	12,56
90°	100	75	4,13	9,65	4,95	4,46
	150	125	6,88	16,09	8,25	7,43
	200	175	9,63	22,52	11,55	10,40
	250	225	12,38	28,96	13,00	13,00
	300	275	13,00	35,39	13,00	13,00
	350	325	13,00	38,00	13,00	13,00
	400	375	13,00	38,00	13,00	13,00
	450	425	13,00	38,00	13,00	13,00
	500	475	13,00	38,00	13,00	13,00
	550	525	13,00	38,00	13,00	13,00
	600	575	13,00	38,00	13,00	13,00

α = angolo di inclinazione tra la direzione di imbracatura ed il piano dell'elemento da trasportare

⁽¹⁾ I valori di capacità portante ammissibile sono calcolati secondo la normativa DIN 1052:1998

⁽²⁾ I valori di sollecitazioni caratteristiche massimi in direzione della forza di gravità

⁽³⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa EN 1995:2009 in accordo a ETA-11/0030.

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di carico.} \right. \\ \left. 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \right.$$

In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,3$ e $\gamma_G = 1,35$.

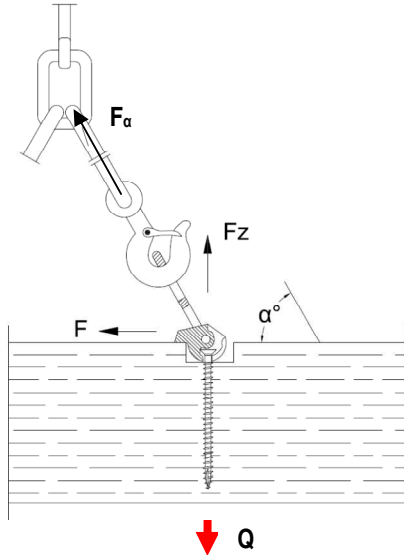
⁽⁴⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa NTC 2008

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di carico.} \right.$$

$$\left. 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \right.$$
 In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,5$ e $\gamma_G = 1,3$.

2.3 INSTALLAZIONE FRESATA PERPENDICOLARE

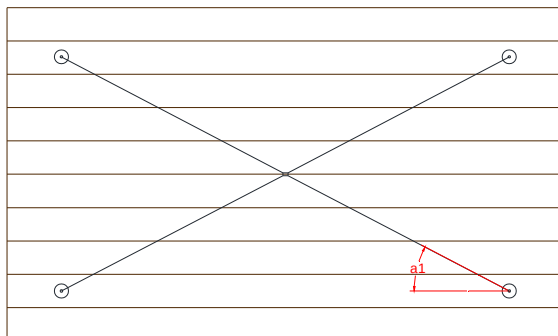


Nel caso di installazione della vite perpendicolare alla fibra e direzione della forza di sollevamento inclinata, la vite è soggetta ad azione combinata. La realizzazione della fresata permette di incassare il gancio in modo che sia lateralmente a contatto con il legno. Verificando localmente la resistenza a compressione si considera che per certe angolazioni tra sforzo e fibra la forza orizzontale sia assorbita dal contatto gancio-legno senza che la vite venga caricata a taglio. Nel momento in cui la resistenza a compressione risulta essere minore della resistenza a taglio della vite, si rimanda ai valori di capacità portante nel caso di installazione perpendicolare senza fresata. La capacità portante Q sarà data dalla

scomposizione della massima portata nella direzione dell'imbracatura sulla verticale:

$$Q = F_z$$

$\alpha =$ angolo di inclinazione tra orizzontale e direzione della forza di sollevamento



Es. Schema di trasporto del pannello orizzontale

Nel calcolo della capacità portante si è quindi tenuto conto anche dell'angolo α_1 di inclinazione orizzontale tra sforzo di compressione e direzione della fibra per quanto riguarda i primi 2 cm di spessore dell'elemento da trasportare. I valori si sono calcolati con un angolo $\alpha_1 = 0^\circ$ nel caso cioè di compressione parallela alla fibra. Per angoli $\alpha_1 > 0^\circ$ si ha una graduale diminuzione del beneficio statico fino ad arrivare ad un angolo limite per il quale la configurazione statica torna ad essere quella dell'installazione perpendicolare senza fresata.

- **Valori di resistenza ammissibile** (normativa DIN 1052:1988)

Il valore della resistenza ammissibile di **estrazione del filetto** viene calcolato attraverso la formula:

$$N_{ax,zul} = d_1 \cdot L_g \cdot param_{filetto} \text{ [N]}$$

dove:

d_1 = diametro esterno filetto

L_g = lunghezza del filetto

$param_{filetto}$ = parametro filetto

Il valore ammissibile non tiene conto della variazione dell'inclinazione tra vite e fibra del legno.

Il valore di resistenza ammissibile a **compressione del legno** nel contatto gancio-legno viene calcolato secondo la formula:

$$f_{c,\alpha_1,amm} = f_{c,/,amm} - (f_{c,/,amm} - f_{c,\perp,amm}) \cdot \sin \alpha_1$$

dove:

α_1 = angolo di inclinazione tra sforzo e fibre del legno

$f_{c,/, amm} = 6 \text{ MPa (C20 - S7)}$

$f_{c,\perp, amm} = 2 \text{ MPa (C20 - S7)}$

$f_{c,/, amm} = 8.5 \text{ MPa (C24 - S10)}$

$f_{c,\perp, amm} = 2 \text{ MPa (C24 - S10)}$

La resistenza ammissibile a compressione per il legno C20 nella normativa DIN 1052:1988 corrisponde alla resistenza del legno massiccio di conifera con classe di qualità III.

In funzione della superficie di contatto tra gancio e legno pari a 480 mm² è possibile calcolare la forza ammissibile orizzontale (F) applicabile:

$$F_{amm} = f_{c,\alpha,amm} \cdot \text{area di contatto}$$

da cui:

$$Q_{zul} = \min \left\{ \begin{array}{l} N_{ax,zul} \\ F_{amm} \cdot \tan \alpha \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right. \quad \text{massima capacità portante ammissibile}$$

- **Valori di resistenza caratteristica** (in accordo a ETA-11/0030)

Il valore di resistenza caratteristico di **estrazione del filetto**, per un angolo tra vite e fibre compreso tra 30° e 90°, viene calcolato secondo la formula da ETA-11/0030 in accordo con la EN 1995:2009:

$$R_{ax,k} = \frac{n_{ef} \cdot f_{ax,k} \cdot d_1 \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8} [N]$$

dove:

d_1 = diametro esterno filetto

n_{ef} = numero efficace

$f_{ax,k}$ = resistenza caratteristica ad estrazione del filetto

l_{ef} = lunghezza di penetrazione del filetto

ρ_k = densità caratteristica del legno

Il valore di resistenza caratteristica a **compressione del legno** nel contatto gancio-legno viene calcolato in accordo alla EN 1995-1-1:2009 secondo la formula:

$$f_{c,\alpha,k} = \frac{f_{c,0,k}}{\frac{f_{c,0,k}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,k}} \cdot \sin^2 \alpha_1 + \cos^2 \alpha_1}$$

Dove:

$f_{c,0,k}$ = resistenza caratteristica a compressione parallela alla fibra = 19 MPa (C20)

$f_{c,90,k}$ = resistenza caratteristica a compressione perpendicolare alla fibra = 2,3 MPa (C20)

$f_{c,0,k}$ = resistenza caratteristica a compressione parallela alla fibra = 21 MPa (C24)

$f_{c,90,k}$ = resistenza caratteristica a compressione perpendicolare alla fibra = 2,5 MPa (C24)

$k_{c,90}$ si assume pari a 1

α_1 = angolo di inclinazione tra sforzo e fibre del legno

$$F_k = f_{c,\alpha,k} \cdot \text{area di contatto}$$

da cui:

$$Q_k = \min \begin{cases} R_{ax,k} \\ F_k \cdot \tan \alpha \\ f_{tens,k} \end{cases} \quad \text{massima capacità portante caratteristica}$$

dove: $f_{tens,k}$ = 31,4 kN (HBS Ø 10)

= 38,0 kN (VGS Ø 11)

da cui:

$$Q_k = \min \begin{cases} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \\ 13000 \cdot \sin \alpha [N] \end{cases} \quad \text{massima capacità portante di progetto}$$

dove per le NTC 2008:

$$K_{mod} = 0,9$$

$$\gamma_M = 1,5$$

$$\gamma_G = 1,3$$

viti HBS – C20

α	VITE HBS Ø 10		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_{k}^{(3)}$ [kN]	$Q_{k}^{(4)}$ [kN]
	L (mm)	Lg [mm]				
30°	80-100	52	1,66	5,27	2,70	2,43
	120-140	52	1,66	5,27	2,70	2,43
	160-280	60	1,66	5,27	2,70	2,43
	300-400	80	1,66	5,27	2,70	2,43
45°	80-100	100	2,60	5,66	2,90	2,61
	120-140	52	2,88	6,53	3,35	3,02
	160-280	52	2,88	8,71	4,47	4,02
	300-400	60	2,88	9,12	4,68	4,21
60°	80-100	80	2,60	5,66	2,90	2,61
	120-140	100	3,00	6,53	3,35	3,02
	160-280	52	4,00	8,71	4,47	4,02
	300-400	52	4,99	10,89	5,58	5,03
75°	80-100	60	2,60	5,66	2,90	2,61
	120-140	80	3,00	6,53	3,35	3,02
	160-280	100	4,00	8,71	4,47	4,02
	300-400	52	5,00	10,89	5,58	5,03
90°	80-100	52	2,60	5,66	2,90	2,61
	120-140	60	3,00	6,53	3,35	3,02
	160-280	80	4,00	8,71	4,47	4,02
	300-400	100	5,00	10,89	5,58	5,03

α = angolo di inclinazione tra la direzione di imbracatura ed il piano dell'elemento da trasportare

⁽¹⁾ I valori di capacità portante ammissibile sono calcolati secondo la normativa DIN 1052:1998

⁽²⁾ I valori di sollecitazioni caratteristici massimi in direzione della forza di gravità

⁽³⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa EN 1995:2009 in accordo a ETA-11/0030.

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right. \\ \left. 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,3$ e $\gamma_G = 1,35$.

⁽⁴⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa NTC 2008

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right. \\ \left. 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,5$ e $\gamma_G = 1,3$.

viti HBS – C24

α	VITE HBS Ø 10		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_{k}^{(3)}$ [kN]	$Q_{k}^{(4)}$ [kN]
	L (mm)	Lg [mm]				
30°	80-100	52	2,36	5,82	2,98	2,69
	120-140	52	2,36	5,82	2,98	2,69
	160-280	60	2,36	5,82	2,98	2,69
	300-400	80	2,36	5,82	2,98	2,69
45°	80-100	100	2,60	6,08	3,12	2,81
	120-140	52	3,00	7,02	3,60	3,24
	160-280	52	4,00	9,36	4,80	4,32
	300-400	60	4,08	10,08	5,17	4,65
60°	80-100	80	2,60	6,08	3,12	2,81
	120-140	100	3,00	7,02	3,60	3,24
	160-280	52	4,00	9,36	4,80	4,32
	300-400	52	5,00	11,70	6,00	5,40
75°	80-100	60	2,60	6,08	3,12	2,81
	120-140	80	3,00	7,02	3,60	3,24
	160-280	100	4,00	9,36	4,80	4,32
	300-400	52	5,00	11,70	6,00	5,40
90°	80-100	52	2,60	6,08	3,12	2,81
	120-140	60	3,00	7,02	3,60	3,24
	160-280	80	4,00	9,36	4,80	4,32
	300-400	100	5,00	11,70	6,00	5,40

α =angolo di inclinazione tra la direzione di imbracatura ed il piano dell'elemento da trasportare

⁽¹⁾ I valori di capacità portante ammissibile sono calcolati secondo la normativa DIN 1052:1998

⁽²⁾ I valori di sollecitazioni caratteristici massimi in direzione della forza di gravità

⁽³⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa EN 1995:2009 in accordo a ETA-11/0030.

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,3$ e $\gamma_G = 1,35$.

⁽⁴⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa NTC 2008

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,5$ e $\gamma_G = 1,3$.

viti VGS – C20
($\alpha=30^\circ - 45^\circ - 60^\circ$)

α	VITE VGS Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_{k}^{(3)}$ [kN]	$Q_{k}^{(4)}$ [kN]
	L (mm)	Lg [mm]				
30°	100	75	1,66	5,27	2,70	2,43
	150	125	1,66	5,27	2,70	2,43
	200	175	1,66	5,27	2,70	2,43
	250	225	1,66	5,27	2,70	2,43
	300	275	1,66	5,27	2,70	2,43
	350	325	1,66	5,27	2,70	2,43
	400	375	1,66	5,27	2,70	2,43
	450	425	1,66	5,27	2,70	2,43
	500	475	1,66	5,27	2,70	2,43
	550	525	1,66	5,27	2,70	2,43
	600	575	1,66	5,27	2,70	2,43
45°	100	75	2,88	8,98	4,61	4,15
	150	125	2,88	9,12	4,68	4,21
	200	175	2,88	9,12	4,68	4,21
	250	225	2,88	9,12	4,68	4,21
	300	275	2,88	9,12	4,68	4,21
	350	325	2,88	9,12	4,68	4,21
	400	375	2,88	9,12	4,68	4,21
	450	425	2,88	9,12	4,68	4,21
	500	475	2,88	9,12	4,68	4,21
	550	525	2,88	9,12	4,68	4,21
	600	575	2,88	9,12	4,68	4,21
60°	100	75	4,13	8,98	4,61	4,15
	150	125	4,99	14,97	7,68	6,91
	200	175	4,99	15,80	8,10	7,29
	250	225	4,99	15,80	8,10	7,29
	300	275	4,99	15,80	8,10	7,29
	350	325	4,99	15,80	8,10	7,29
	400	375	4,99	15,80	8,10	7,29
	450	425	4,99	15,80	8,10	7,29
	500	475	4,99	15,80	8,10	7,29
	550	525	4,99	15,80	8,10	7,29
	600	575	4,99	15,80	8,10	7,29

α =angolo di inclinazione tra la direzione di imbracatura ed il piano dell'elemento da trasportare

⁽¹⁾ I valori di capacità portante ammissibile sono calcolati secondo la normativa DIN 1052:1998

⁽²⁾ I valori di sollecitazioni caratteristici massimi in direzione della forza di gravità

⁽³⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa EN 1995:2009 in accordo a ETA-11/0030.

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G}, 13000 \cdot \sin \alpha \right\} \text{ [N]} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di}$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,3$ e $\gamma_G = 1,35$.

⁽⁴⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa NTC 2008

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,5$ e $\gamma_G = 1,3$.

viti VGS – C20

($\alpha = 75^\circ - 90^\circ$)

α	VITE VGS Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_{k}^{(3)}$ [kN]	$Q_{k}^{(4)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]				
75°	100	75	4,13	8,98	4,61	4,15
	150	125	6,88	14,97	7,68	6,91
	200	175	9,63	20,96	10,75	9,68
	250	225	10,75	26,95	12,56	12,44
	300	275	10,75	32,94	12,56	12,56
	350	325	10,75	34,04	12,56	12,56
	400	375	10,75	34,04	12,56	12,56
	450	425	10,75	34,04	12,56	12,56
	500	475	10,75	34,04	12,56	12,56
	550	525	10,75	34,04	12,56	12,56
	600	575	10,75	34,04	12,56	12,56
90°	100	75	4,13	8,98	4,61	4,15
	150	125	6,88	14,97	7,68	6,91
	200	175	9,63	20,96	10,75	9,68
	250	225	12,38	26,95	13,00	12,44
	300	275	13,00	32,94	13,00	13,00
	350	325	13,00	38,00	13,00	13,00
	400	375	13,00	38,00	13,00	13,00
	450	425	13,00	38,00	13,00	13,00
	500	475	13,00	38,00	13,00	13,00
	550	525	13,00	38,00	13,00	13,00
	600	575	13,00	38,00	13,00	13,00

α = angolo di inclinazione tra la direzione di imbracatura ed il piano dell'elemento da trasportare

⁽¹⁾ I valori di capacità portante ammissibile sono calcolati secondo la normativa DIN 1052:1998

⁽²⁾ I valori di sollecitazioni caratteristici massimi in direzione della forza di gravità

⁽³⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa EN 1995:2009 in accordo a ETA-11/0030.

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,3$ e $\gamma_G = 1,35$.

⁽⁴⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa NTC 2008

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,5$ e $\gamma_G = 1,3$.

viti VGS – C24
($\alpha=30^\circ - 45^\circ - 60^\circ$)

α	VITE VGS Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_{k}^{(3)}$ [kN]	$Q_{k}^{(4)}$ [kN]
	L (mm)	Lg [mm]				
30°	100	75	2,36	5,82	2,98	2,69
	150	125	2,36	5,82	2,98	2,69
	200	175	2,36	5,82	2,98	2,69
	250	225	2,36	5,82	2,98	2,69
	300	275	2,36	5,82	2,98	2,69
	350	325	2,36	5,82	2,98	2,69
	400	375	2,36	5,82	2,98	2,69
	450	425	2,36	5,82	2,98	2,69
	500	475	2,36	5,82	2,98	2,69
	550	525	2,36	5,82	2,98	2,69
	600	575	2,36	5,82	2,98	2,69
45°	100	75	4,08	9,65	4,95	4,46
	150	125	4,08	10,08	5,17	4,65
	200	175	4,08	10,08	5,17	4,65
	250	225	4,08	10,08	5,17	4,65
	300	275	4,08	10,08	5,17	4,65
	350	325	4,08	10,08	5,17	4,65
	400	375	4,08	10,08	5,17	4,65
	450	425	4,08	10,08	5,17	4,65
	500	475	4,08	10,08	5,17	4,65
	550	525	4,08	10,08	5,17	4,65
	600	575	4,08	10,08	5,17	4,65
60°	100	75	4,13	9,65	4,95	4,46
	150	125	6,88	16,09	8,25	7,43
	200	175	7,07	17,46	8,95	8,06
	250	225	7,07	17,46	8,95	8,06
	300	275	7,07	17,46	8,95	8,06
	350	325	7,07	17,46	8,95	8,06
	400	375	7,07	17,46	8,95	8,06
	450	425	7,07	17,46	8,95	8,06
	500	475	7,07	17,46	8,95	8,06
	550	525	7,07	17,46	8,95	8,06
	600	575	7,07	17,46	8,95	8,06

α =angolo di inclinazione tra la direzione di imbracatura ed il piano dell'elemento da trasportare

⁽¹⁾ I valori di capacità portante ammissibile sono calcolati secondo la normativa DIN 1052:1998

⁽²⁾ I valori di sollecitazioni caratteristici massimi in direzione della forza di gravità

⁽³⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa EN 1995:2009 in accordo a ETA-11/0030.

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right. \\ \left. 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,3$ e $\gamma_G = 1,35$.

⁽⁴⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa NTC 2008

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,5$ e $\gamma_G = 1,3$.

viti VGS – C24

($\alpha = 75^\circ - 90^\circ$)

α	VITE VGS Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_{k}^{(3)}$ [kN]	$Q_{k}^{(4)}$ [kN]
	L [mm]	L _g [mm]				
75°	100	75	4,13	9,65	4,95	4,46
	150	125	6,88	16,09	8,25	7,43
	200	175	9,63	22,52	11,55	10,40
	250	225	12,38	28,96	12,56	12,56
	300	275	12,56	35,39	12,56	12,56
	350	325	12,56	37,62	12,56	12,56
	400	375	12,56	37,62	12,56	12,56
	450	425	12,56	37,62	12,56	12,56
	500	475	12,56	37,62	12,56	12,56
	550	525	12,56	37,62	12,56	12,56
	600	575	12,56	37,62	12,56	12,56
90°	100	75	4,13	9,65	4,95	4,46
	150	125	6,88	16,09	8,25	7,43
	200	175	9,63	22,52	11,55	10,40
	250	225	12,38	28,96	13,00	13,00
	300	275	13,00	35,39	13,00	13,00
	350	325	13,00	38,00	13,00	13,00
	400	375	13,00	38,00	13,00	13,00
	450	425	13,00	38,00	13,00	13,00
	500	475	13,00	38,00	13,00	13,00
	550	525	13,00	38,00	13,00	13,00
	600	575	13,00	38,00	13,00	13,00

α = angolo di inclinazione tra la direzione di imbracatura ed il piano dell'elemento da trasportare

⁽¹⁾ I valori di capacità portante ammissibile sono calcolati secondo la normativa DIN 1052:1998

⁽²⁾ I valori di sollecitazioni caratteristici massimi in direzione della forza di gravità

⁽³⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa EN 1995:2009 in accordo a ETA-11/0030.

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,3$ e $\gamma_G = 1,35$.

⁽⁴⁾ I valori di capacità portante caratteristica sono calcolati secondo normativa NTC 2008

Per passare dai valori caratteristici ai valori di progetto è necessario applicare i coefficienti di sicurezza indicati da normativa:

$$Q_d = \min \left\{ \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \quad \text{dove: } K_{mod} = \text{coeff. di correzione, } \gamma_M = \text{coeff. parziale di sicurezza, } \gamma_G = \text{coeff. di combinazione di} \right.$$

carico. In particolare, questi valori sono stati ricavati considerando $K_{mod} = 0,9$; $\gamma_M = 1,5$ e $\gamma_G = 1,3$.

Il calcolatore:

Ing. Albino Angeli

37