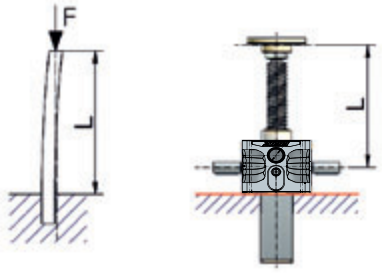
Resistenza alla flessione delle viti (carico di punta)

Eulero 1



Non guidato

Formula:

$$I = \frac{F \times v \times (L \times 2)^2}{\pi^2 \times E} \qquad \text{allora } d = \sqrt[4]{\frac{I \times 64}{\pi}}$$

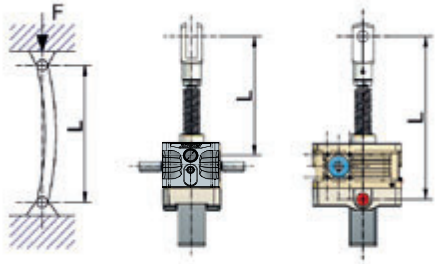
Esempio:

$$I = \frac{45.000\ N \times 3 \times (1.320\ mm \times 2)^2}{\pi^2 \times 210.000\ N/mm^2} = \frac{9{,}40896^{11}\ mm^4}{2.072.616{,}924} = 453.965{,}22\ mm^4$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{453.965{,}22\ mm^4 \times 64}{\pi}}$$

= 55,15 mm diametro interno minimo
= Z-250 (Ø interno vit = 59,6 mm)

Eulero 2



Versione S guidato

Trasmissione oscillante

Formula:

$$I = \frac{F \times v \times L^2}{\pi^2 \times E} \qquad \text{allora } d = \sqrt[4]{\frac{I \times 64}{\pi}}$$

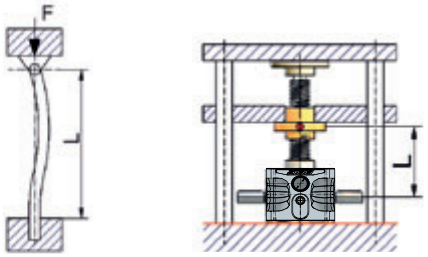
Esempio:

$$I = \frac{45.000\ N \times 3 \times (1.320\ mm)^2}{\pi^2 \times 210.000\ N/mm^2} = \frac{2{,}35224^{11}\ mm^4}{2.072.616{,}924} = 113.491{,}305\ mm^4$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{113.491{,}305\ mm^4 \times 64}{\pi}}$$

= 38,99 mm diametro interno minimo
= ZE-100 (Ø interno vite = 43,6 mm)

Eulero 3



Versione R guidato

Formula:

$$I = \frac{F \times v \times (L \times 0{,}7)^2}{\pi^2 \times E} \qquad \text{allora } d = \sqrt[4]{\frac{I \times 64}{\pi}}$$

Esempio:

$$I = \frac{45.000\ N \times 3 \times (1.320\ mm \times 0{,}7)^2}{\pi^2 \times 210.000\ N/mm^2} = \frac{1{,}15259^{12}\ mm^4}{2.072.616{,}924} = 55.610{,}7396\ mm^4$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{55.610{,}739\ mm^4 \times 64}{\pi}}$$

= 32,62 mm diametro interno minimo
= ZE-50/Tr50 (Ø interno vit = 39,8 mm)

	GSZ-2	ZE-5	ZE-10	ZE-25	ZE-35/50	ZE-50/ Tr50	ZE-100	ZE-150	ZE-200	ZE-250	ZE-350	Z-500	Z-750	Z-1000
Vite trapezoidale Tr Ø interno in mm (min.)	16x4	18x4	20x4	30x6	40x7	50x8	55x9	60x9	70x12	80x16	100x16	120x16	140x20	160x20
	10,9	12,9	14,9	22,1	31	39,8	43,6	48,6	55,2	59,6	80,6	99,6	115	135
Vite a sfere KGT Ø interno in mm (min.*)	16	16	25	32	40	-	50	63	80	80	100	125	140	160
	12,9	12,9	21,5	27,3	34,1	-	43,6	51,8	67	67	87,4	107,8	117	132,8

**Il Ø min. specifico delle viti a ricircolo, è riportato nel capitolo 2. Con passi lunghi, il Ø interno può anche essere maggiore.*

Spiegazioni:
I = Momento d'inerzia sup. di 2° grado in mm^4
F = Max. carico/martinetto in N
L = Lunghezza libera della vite in mm
E = Deformazione dell'acciaio (210.000N/mm^2)
v = Fattore di sicurezza (normalmente 3)
d = Diametro interno minimo della vite

Esempio:

F = 45.000N/Martinetto
L = 1320 mm
v = 3

Velocità critica per la flessione delle viti nei martinetti R

Numero di giri massimo ammesso della vite

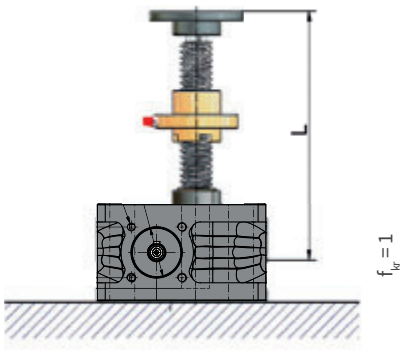
$n_{zul} = 0{,}8 \times n_{kr} \times f_{kr}$

n_{zul} numero di giri massimo ammesso della vite (rpm)

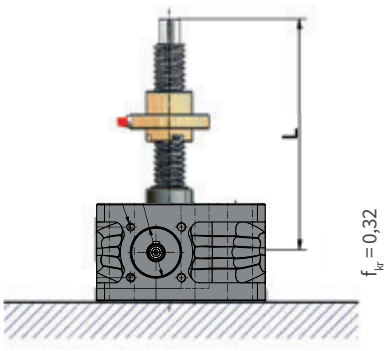
n_{kr} numero di giri teorico critico (rpm) che porta a oscillazioni di risonanza (vedere diagramma)

f_{kr} fattore di correzione che tiene conto del supporto della vite

Il numero di giri di esercizio può raggiungere al massimo 80 % del numero massimo di giri

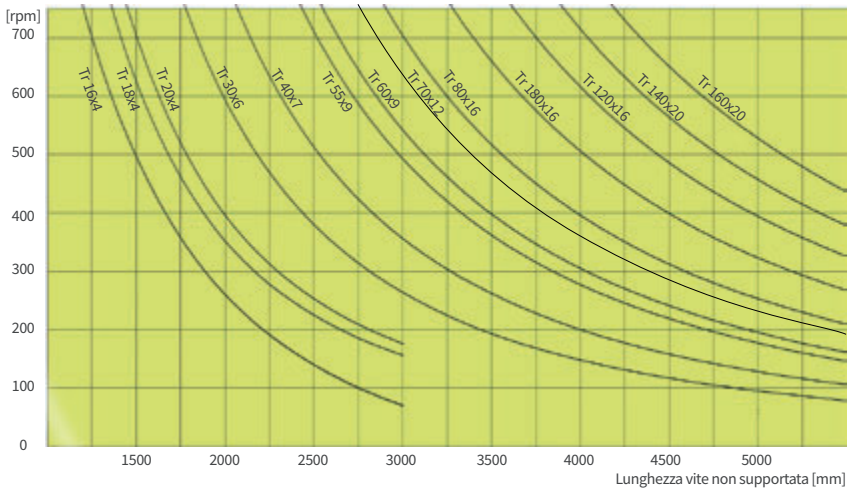


Vite supportata
(soluzione ideale)



vite non supportata
(possibilmente da evitare)

$$\text{Numero giri vite} = \frac{\text{Num. giri in ingresso}}{i_{Martinetto}}$$



Quando le viti sono particolarmente lunghe nei martinetti (R), si deve calcolare la velocità max ammessa. Per una vite non supportata, rilevare la velocità critica teorica dal grafico, calcolando la lunghezza complessiva della vite. Utilizzare infine la formula del fattore di correzione del supporto vite, per determinare la velocità massima ammessa.

Se il numero di giri massimo ammesso dalla vite è inferiore a quello necessario per l'applicazione, dovrà essere utilizzata una vite più grande oppure una vite a due principi. Anche questa sarà poi da verificare. Nella versione R vi è la possibilità di montare una "vite maggiorata" (vite di taglia immediatamente superiore). Tenete conto che in caso di vite con passo lungo è necessaria anche una coppia più alta in entrata.

ATTENZIONE:
Viti lunghe, sottili possono stridere nonostante il rispetto del numero di giri critico per la flessione! Utilizzare quindi, un margine di sicurezza adeguato.

Calcolo del momento torcente [MG] per un singolo martinetto

I calcoli seguenti, servono per determinare la coppia necessaria all'impianto.
Per i martinetti con vite trapezoidale ad un principio, il momento torcente è indicato nei dati tecnici riferiti ad ogni singola grandezza, nel secondo capitolo.

Formula:

1) Momento torcente: $M_G = \dfrac{F\,[kN] \times P\,[mm]}{2 \times \pi \times \eta_{Martinetto} \times \eta_{Vite} \times i}$

2) Pot. del motore: $P_M[kW] = \dfrac{M_G\,[Nm] \times n\,[min^{-1}]}{9550}$

3) Fattore di sicurezza :
È consigliabile moltiplicare il valore calcolato per un fattore di sicurezza da 1,3 a 1,5 (fino a 2 in caso di piccoli martinetti, velocità limitate e soprattutto basse temperature).

Carico minimo:
Con carichi dinamici limitati,, le perdite a vuoto hanno un effetto proporzionalmente maggiore. Pertanto, calcolare il momento con almeno il 15% del carico nominale del riduttore, anche se il carico effettivo è inferiore (ad esempio Z-50 con almeno 7,5 kN).

Esempio:

1) $M_G = \dfrac{12\,kN \times 6\,mm}{2 \times \pi \times 0{,}87 \times 0{,}39 \times 6} = \mathbf{5{,}63}$

2) $P_M = \dfrac{5{,}63\,Nm \times 1500\,min^{-1}}{9550} = \mathbf{0{,}88\,kW}$

3) Esempio:
0,88 kW x 1,5 = 1,32 kW ⟶ Motore 1,5 kW

Spiegazioni:

M_G	**Momento torcente [Nm]**
F	**Carico dinamico [kN]**
$\eta_{Martinetto}$	**Rendimento del riduttore**
η_{Vite}	**Rendimento della vite**
P	**Passo della vite [mm]**
i	**Rapporto di trasmissione**
P_M	**Potenza richiesta**

Esempio:

ZE-25-SN
F = 12 kN (carico dinamico)
ηMartinetto = 0,87 ηVite = 0,39
i = 6 P = 6

Rendimento dei riduttori $\eta_{Martinetto}$ (senza vite)

i	rpm	GSZ-2	ZE-5	ZE-10	ZE-25	ZE-35	ZE-50	ZE-100	ZE-150	ZE-200	Z-250	Z-350	Z-500	Z-750	Z-1000
N	3000	0,87	0,81	0,83	0,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N	1500	0,87	0,82	0,84	0,87	0,87	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	-	-	-
N	1000	0,86	0,82	0,82	0,86	0,87	0,86	0,87	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,88	0,90
N	750	0,86	0,82	0,84	0,85	0,86	0,85	0,87	0,88	0,90	0,90	0,91	0,92	0,88	0,90
N	500	0,85	0,82	0,84	0,83	0,85	0,84	0,85	0,87	0,90	0,89	0,9	0,92	0,87	0,89
N	100	0,74	0,77	0,79	0,78	0,78	0,78	0,78	0,8	0,85	0,83	0,86	0,87	0,81	0,84
L	3000	0,78	0,74	0,78	0,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L	1500	0,77	0,70	0,74	0,72	0,64	0,66	0,67	0,67	0,77	0,78	0,78	-	-	-
L	1000	0,75	0,67	0,72	0,7	0,64	0,66	0,65	0,66	0,77	0,77	0,78	0,76	0,67	0,76
L	750	0,74	0,65	0,7	0,68	0,64	0,66	0,65	0,65	0,77	0,76	0,78	0,75	0,66	0,76
L	500	0,71	0,62	0,67	0,65	0,63	0,65	0,65	0,63	0,76	0,75	0,77	0,73	0,65	0,75
L	100	0,54	0,53	0,59	0,54	0,52	0,55	0,57	0,53	0,67	0,65	0,67	0,61	0,58	0,66

Rendimento delle viti η_{Vite} **calcolati con coefficiente di attrito μ = 0,11**

Vite Tr ad un principio	16x4	18x4	20x4	30x6	40x7	50x8	55x9	60x9	70x12	80x16	100x16	120x16	140x20	160x20	Vite a sfere
Rendimento	0,45	0,42	0,39	0,39	0,35	0,33	0,34	0,32	0,35	0,39	0,33	0,29	0,30	0,27	
Vite Tr a due principi	16x8P4	18x8P4	20x8P4	30x12P6	40x14P7	50x16P8	55x18P9	60x18P9	70x24P12	80x32P16	100x32P16	120x32P16	140x40P20	160x40P20	0,9
Rendimento	0,62	0,59	0,56	0,56	0,53	0,50	0,51	0,48	0,52	0,56	0,50	0,45	0,47	0,44	

Coppie massime ammesse

Coppia massima in ingresso

Per avere una durata ottimale, non bisogna eccedere i valori riportati sotto.
Con fattori d'utilizzo limitati, potrebbe essere possibile oltrepassare dette soglie.

Coppia max. in ingresso MR [Nm]

i	rpm	GSZ-2	ZE-5	ZE-10	ZE-25	ZE-35	ZE-50	ZE-50/Tr50	ZE-100	ZE-150	ZE-200	ZE-250	ZE-350	Z-500	Z-750	Z-1000
N	3000	1,2	4	11	17	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
N	1500	1,4	4,7	13,5	18	19,8	31,5	31,5	53,4	75,1	155	152	230	-	-	-
N	1000	1,5	5,6	14	22	20,8	36,8	36,8	60,8	77,7	155	152	265	408	480	680
N	500	1,6	6,1	16,7	28	24,8	46,5	46,5	75,3	95	156	160	350	500	640	960
L	3000	0,5	1,4	5,7	8,5	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
L	1500	0,5	1,5	7,5	10	9	10,4	10,4	13,5	20,7	61	41,4	85	-	-	-
L	1000	0,5	1,8	8,7	11	9,7	14,9	14,9	15,4	23,7	61	47,4	100	170	210	450
L	500	0,6	2,2	10,7	14	11,1	19,2	19,2	18,9	29,4	62	63,5	112	220	240	580

Tenere conto dei valori limite in funzione dei fattori meccanici - termici a seconda del fattore d'utilizzo

Momento torcente nei martinetti in serie

In caso di martinetti montati in serie, il momento torcente può essere decisamente superiore
rispetto al momento torcente del singolo martinetto. Viene sollecitato in torsione soltanto l'albero e non la dentatura.

Momento torcente max vite senza fine [Nm]

GSZ-2	ZE-5	ZE-10	ZE-25	ZE-35	ZE-50	ZE-50/Tr50	ZE-100	ZE-150	ZE-200	ZE-250	ZE-350	Z-500	Z-750	Z-1000
9	39	57	108	130	260	260	540	540	700	770	1800	1940	4570	4570

Calcolo del momento torcente nei sistemi di sollevamento

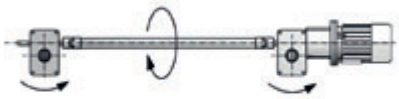
– calcolo approssimativo

Calcolo

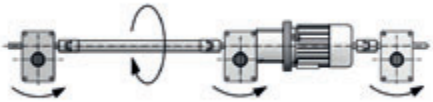
La coppia necessaria per azionare un sistema si sollevamento, è la somma delle coppie dei singoli martinetti aumentata in funzione
delle perdite di attrito dei componenti di trasmissione quali giunti, alberi di collegamento, rinvii angolari ecc.

Per semplificare il calcolo, indichiamo
i seguenti fattori per le applicazioni più comuni.

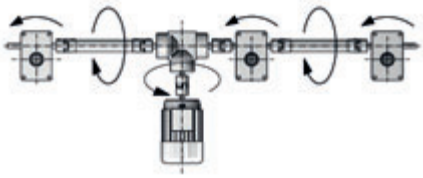
M_R – Momento torcente per l'intero impianto
M_G - Momento torcente per un singolo martinetto
M_A – Coppia di spunto max. 1,5 x M_R



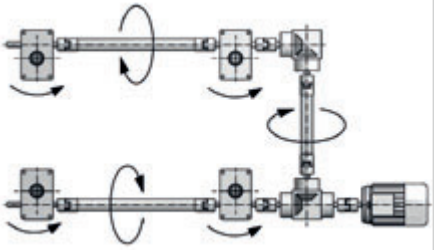
$M_R = M_G$ x 2,1



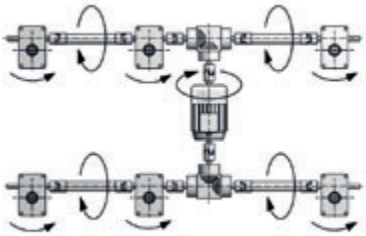
$M_R = M_G$ x 3,1



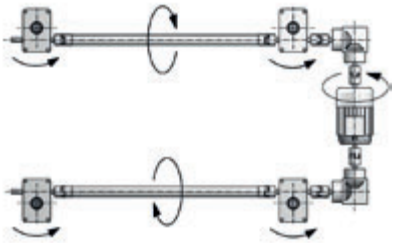
$M_R = M_G$ x 3,6



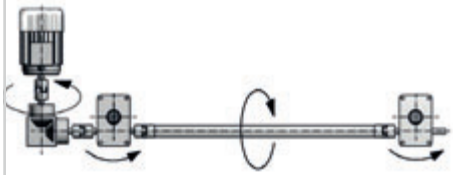
$M_R = M_G$ x 4,9



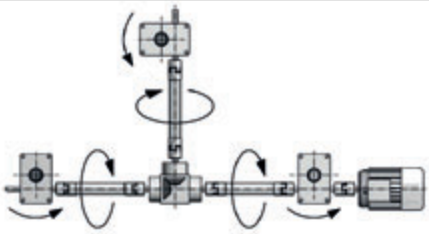
$M_R = M_G$ x 7,1



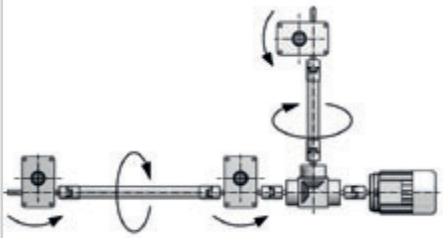
$M_R = M_G$ x 4,8



$M_R = M_G$ x 2,4



$M_R = M_G$ x 3,5

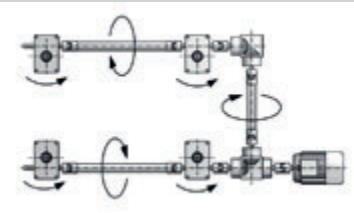


$M_R = M_G$ x 3,6

ATTENZIONE

È consigliabile moltiplicare il valore calcolato per un fattore di sicurezza da 1,3 a 1,5 (fino a 2 in caso di piccoli martinetti, velocità limitate e soprattutto basse temperature).

Esempio (12 kN per ogni martinetto)

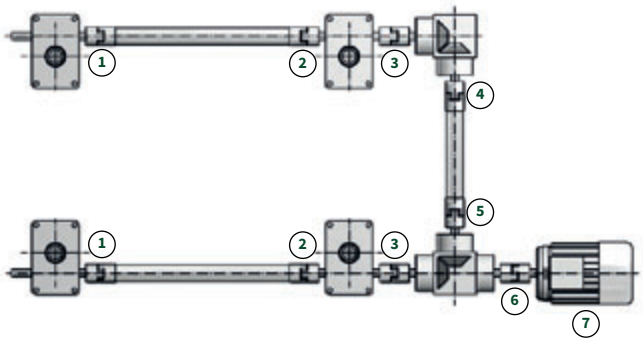


$M_R = M_G$ x 4,9 = 5,63 Nm x 4,9 = **27,59 Nm**
→ x sicurezza 1,5 = **41,38 Nm**
$M_A = M_R$ x 1,5 = 41,38 Nm x 1,5 = **62,07 Nm**

Calcolo del momento torcente nei sistemi di sollevamento

– calcolo esatto

Nei seguenti esempi vengono considerati per il calcolo anche i rendimenti di alberi di collegamento (η 0,95) e rinvii angolari (η 0,9).



Formula martinetto:

Momento torcente $M_G = \frac{F\,[kN] \times P\,[mm]}{2 \times \pi \times \eta_{Martinetto} \times \eta_{Vite} \times i}$

Rendimento:

Alberi di collegamento: η 0,95
Rinvii angolari: η 0,90

Esempio:

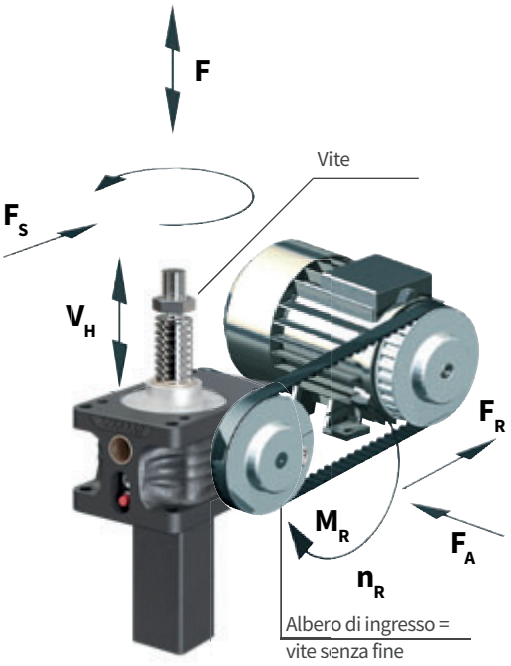
1)	$MG = \frac{12kN \times 6mm}{2 \times \pi \times 0{,}87 \times 0{,}39 \times 6}$	= **5,63**	**Z-25-SN** F = 12 kN (carico dinamico per martinetto) $\eta_{Martinetto}$ = 0,87 η_{Vite} = 0,39 i = 6 P = 6
2)	$\frac{5{,}63\ Nm}{0{,}95}$ (rendimento dell'albero di collegamento)	= **5,93 Nm**	
3)	5,63 Nm + 5,93 Nm	= **11,56 Nm**	11,56 Nm x 1,5 = 17,34 Nm (KSZ-H-25-L va bene (vedere Capitolo 5)
4)	$\frac{11{,}56\ Nm}{0{,}9}$ (rendimento del rinvio angolare)	= **12,84 Nm**	
5)	$\frac{12{,}84\ Nm}{0{,}95}$	= **13,52 Nm**	
6)	(11,56 Nm + 13,52 Nm)/0,9	= **27,87 Nm**	
7)	27,87 Nm x 1,5	= **41,8 Nm**	41,8 Nm (è necessario KSZ-H-35-T - vedere Capitolo 5)

Scelta del motore: 132M-P4-7,5 kW (50 Nm)
(motori vedere capitolo 3)

ATTENZIONE

È consigliabile moltiplicare il valore calcolato per un fattore di sicurezza da 1,3 a 1,5 (fino a 2 in caso di piccoli martinetti, velocità limitate e soprattutto basse temperature).

Carichi radiali ammessi



Forze laterali sulla vite

Le forze laterali massime ammesse sono indicate nella tabella sotto.
Fondamentalmente le forze laterali devono essere supportate da guide esterne.
Il supporto vite del martinetto ha solo una funzione secondaria. Le forze massime laterali effettive devono essere inferiori ai valori indicati in tabella!

ATTENZIONE: SONO AMMESSE SOLO QUELLE STATICHE!

Forza laterale massima F_S [N] (solo statica) — **lunghezza libera della vite in mm**

ZE/Z	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1500	2000	2500	3000
5	360	160	100	70	55	45	38	32	28	25	20	18	12	-	-
10	600	280	180	130	100	80	70	60	50	47	40	30	20	15	-
25	900	470	300	240	180	150	130	110	100	90	70	60	45	35	30
35	1300	700	450	360	270	220	190	160	150	130	100	90	60	50	40
50	3000	2000	1300	900	700	600	500	420	380	330	280	230	160	130	100
100	5000	4000	3000	2300	1800	1500	1300	1100	950	850	700	600	400	350	250
150	5500	5000	3900	2800	2300	1800	1500	1300	1200	1000	850	750	500	400	350
200	7500	7200	5400	4000	3200	2500	2100	1800	1700	1500	1200	1050	700	600	500
250	9000	9000	6500	4900	3800	3000	2500	2200	2000	1900	1450	1250	900	760	660
350	15000	13000	12000	10000	8800	7000	6000	5500	4800	4300	3500	3000	2000	1600	1400
500	29000	29000	29000	29000	24000	20000	17000	15000	15000	14000	12000	9000	7000	5600	4900
750	34800	34800	34800	34800	34800	28800	24000	20400	18000	16800	14400	10800	8400	6720	5880
1000	46000	46000	39000	36000	320000	30000	25000	290000	25000	23500	20000	17000	12000	10000	8000

Sollecitazione radiale dell'albero di ingresso

In caso di utilizzo di dispositivi a catena o cinghia, non devono essere superate le forze radiali indicate sotto.

max. sollecitazione radiale dell'albero di ingresso F_R [N]

	ZE-5	ZE-10	ZE-25	ZE-35	ZE-50	ZE-100	ZE-150	ZE-200	ZE-250	ZE-350	Z-500	Z-750	Z-1000
FR max.	110	190	260	260	420	650	670	1000	1100	1400	2600	3000	3400

Definizioni di sollecitazione o carico:

- F - Carico in trazione e/o spinta
- F_S - Carico laterale della vite
- v_H - Velocità della vite (o della chiocciola in caso di versione R)
- F_A - Sollecitazione assiale dell'albero di ingresso
- F_R - Sollecitazione radiale dell'albero di ingresso
- M_R - Momento torcente in serie
- n_R - Numero giri in entrata

Determinazione delle lunghezze - vite e tubo di protezione

Risparmiare tempo

Approfittate del configuratore online ZIMM per determinare facilmente e comodamente l'estensione della vite e del tubo di protezione necessari. In questo modo è possibile stabilire velocemente le quote di montaggio del martinetto.

In linea generale

In funzione della versione e degli accessori previsti, la vite (anche il tubo di protezione nella versione S) sarà necessariamente più lunga. I valori risultanti, sono il min richiesto dai rispettivi ingombri. Qualora vi siano esigenze particolari, vi invitiamo a contattare i nostri progettisti.

Corsa + lunghezza base (+ lunghezza necessaria per accessori e varianti)

Esempio S:

ZE-25-SN, Corsa 250 mm:
- Soffietto ZE-25-FB-300 (ZD=70mm)
- Terminale a flangia BF (quindi soffietto senza anello di fissaggio)
- Dispositivo antirotazione VS
- Finecorsa ESSET

Lunghezza vite Tr:

250 Corsa	+	180 Lunghezza base	+	44 Soffietto (70 - 26 = 44)	+	45 Finecorsa + Dispositivo antirotazione	=	**519 mm Lunghezza vite**

Lunghezza tubo di protezione SRO:

250 Corsa	+	53 Lunghezza base	+	72 Finecorsa + Dispositivo antirotazione	=	**375 mm Lunghezza tubo di protezione**

Esempio R:

ZE-25-RN, Corsa 250 mm:
- Vite con codolo (per terminale a flangia con cuscinetto a sfere GLP)
- Soffietto ZE-25-FB-300 (ZD=70mm) inferiore e superiore
- Chiocciola Duplex DM

Lunghezza vite Tr:

250 Corsa	+	189 Lungh. base	+	60 soffietto lato martinetto (70 - 10 = 60)	+	55 2. Soffietto (70 - 15 = 55)	+	50 Chiocciola Duplex	=	**554 mm Lunghezza vite**

Per calcolare la lunghezza degli alberi di collegamento consultare il Capitolo 4.