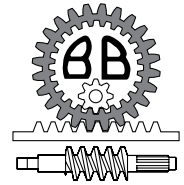


B.B.

INDUSTRIA

OFFICINA MECCANICA B.B.
WWW.OFFICINAMECCANICABB.COM



SYMBOLS AND UNITS OF MEASURE

α	<i>contact angle (degrees)</i>
ω	<i>angular motor acceleration (rad/s²)</i>
η_d	<i>direct efficiency (%)</i>
η_i	<i>indirect efficiency (%)</i>
C_a	<i>dynamic load (daN)</i>
C_o	<i>static load (daN)</i>
d_o	<i>nominal screw diameter (mm)</i>
d_m	<i>average screw diameter (on point of contact of balls) (mm)</i>
d_n	<i>screw core diameter (mm)</i>
D_w	<i>ball diameter (mm)</i>
E	<i>modulus of elasticity of steel (21,000 daN/mm²)</i>
F	<i>weight of screw (N)</i>
$F_1, F_2, \dots F_n$	<i>axial load values (daN)</i>
F_a	<i>axial load (N or daN)</i>
F_m	<i>average axial load (daN)</i>
F_{max}	<i>maximum axial load (daN)</i>
F_{min}	<i>minimum axial load (daN)</i>
F_p	<i>combined bending and compressive load (N)</i>
fm	<i>coefficient relative to type of support</i>
f_{max}	<i>maximum bending (mm)</i>
k_a	<i>load coefficient</i>
kf	<i>bending coefficient</i>
L	<i>life expressed in revolutions</i>
L_h	<i>life expressed in hours</i>
l_1	<i>unsupported length (mm)</i>
M_f	<i>braking moment (Nm)</i>
M_m	<i>running moment (Nm)</i>
n	<i>rotation speed (RPM)</i>
$n_1, n_2, \dots n_n$	<i>RPM values</i>
n_{cr}	<i>critical speed (RPM)</i>
n_m	<i>average RPM</i>
n_{max}	<i>maximum RPM</i>
n_{min}	<i>minimum RPM</i>
P_h	<i>pitch (mm)</i>
R_c	<i>nut rigidity (daN/μm)</i>
R_f	<i>rigidity of supports (daN/μm)</i>
R_s	<i>rigidity in ball contact zone (daN/μm)</i>
R_{tot}	<i>global rigidity (daN/μm)</i>
R_v	<i>screw rigidity (daN/μm)</i>
s	<i>geometric factor</i>
T	<i>working temperature (°C)</i>
$t_1, t_2, \dots t_n$	<i>intervention times (% of total time)</i>
W	<i>required motor power (kW)</i>

SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA

α	angolo di contatto (gradi)
ω	accelerazione angolare del motore (rad/s ²)
η_d	rendimento diretto (%)
η_i	rendimento indiretto (%)
C_a	carico dinamico (daN)
C_o	carico statico (daN)
d_o	diametro nominale della vite (mm)
d_m	diametro medio della vite (sul punto di contatto delle sfere) (mm)
d_n	diametro di nocciolo della vite (mm)
D_w	diametro delle sfere (mm)
E	modulo di elasticità dell'acciaio (21000 daN/mm ²)
F	peso proprio della vite (N)
$F_1, F_2, \dots F_n$	valori del carico assiale (daN)
F_a	carico assiale (N o daN)
F_m	carico assiale medio (daN)
F_{max}	carico assiale massimo (daN)
F_{min}	carico assiale minimo (daN)
F_p	carico di punta (N)
fm	coefficiente relativo al tipo di supporto
f_{max}	flessione massima (mm)
k_a	coefficiente di carico
kf	coefficiente di flessione
L	durata espressa in numero di rivoluzioni
L_h	durata espressa in ore
l_1	lunghezza non supportata (mm)
M_f	momento frenante (Nm)
M_m	momento motore (Nm)
n	velocità di rotazione (giri/1')
$n_1, n_2, \dots n_n$	valori del numero di giri (giri/1')
n_{cr}	velocità critica (giri/1')
n_m	numero di giri medio (giri/1')
n_{max}	numero di giri massimo (giri/1')
n_{min}	numero di giri minimo (giri/1')
P_h	passo (mm)
R_c	rigidezza della chiocciola (daN/ μ m)
R_f	rigidezza dei supporti (daN/ μ m)
R_s	rigidezza nella zona di contatto delle sfere (daN/ μ m)
R_{tot}	rigidezza totale (daN/ μ m)
R_v	rigidezza della vite (daN/ μ m)
s	fattore geometrico
T	temperatura di esercizio (°C)
$t_1, t_2, \dots t_n$	tempi di intervento (% del tempo totale)
W	potenza richiesta al motore (kW)

B.B.

CALCULATION ELEMENTS

ELEMENTI DI CALCOLO

The following arguments concern calculation elements for the sizing of recirculating ball screws. In the design of any mechanism including a recirculating ball screw the following values are of significant importance:

- *combined bending and compressive load*
- *nominal life*
- *axial load*
- *critical rotation speed*
- *rigidity*

Gli argomenti che seguiranno riguardano gli elementi di calcolo per il dimensionamento delle viti a ricircolo di sfere. Per il progetto di un meccanismo comprendente una vite a ricircolo di sfere sono importanti i seguenti valori:

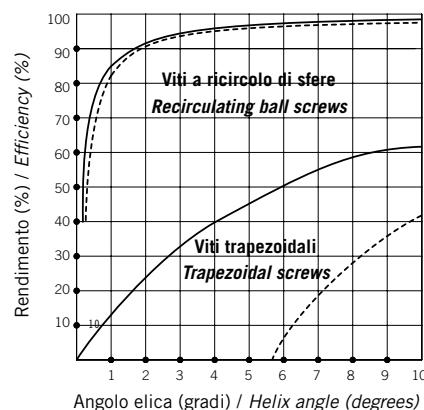
- carico di punta
- durata nominale
- carico assiale
- velocità di rotazione critica
- rigidità

EFFICIENCY

This measure depends on the different nature of the surfaces which come into contact with each other, rotation speed of the screw and, in particular, inclination of the helix and other parameters. It is therefore extremely variable and difficult to calculate accurately. To allow approximate calculation of the necessary torques in the various movements it is advisable to refer to the diagram below: this gives approximate curves from which both direct efficiency η_d (which refers to transformation of rotary movement in translation motion) and indirect efficiency η_i (when, vice versa, it is a translation motion being transformed into a rotary movement) can be calculated.

RENDIMENTO

Questa grandezza, condizionata dalla natura delle superfici a contatto, dalla velocità di rotazione della vite, oltre che in modo più sensibile, dall'inclinazione dell'elica e altri parametri, presenta un'estrema variabilità difficilmente valutabile con esattezza. Onde consentire un calcolo approssimativo delle coppie necessarie alle varie movimentazioni, riportiamo il diagramma sottostante, evidenziando le curve indicative da cui estrapolare i valori del rendimento diretto η_d (riferito alla trasformazione del moto rotatorio in traslatorio) e del rendimento indiretto η_i (quando, viceversa, è un moto traslatorio ad essere trasformato in rotatorio).



— η_d direct efficiency
 - - - η_i indirect efficiency
 d_o nominal screw diameter (mm)
 P_h screw pitch (mm)

— η_d rendimento diretto
 - - - η_i rendimento indiretto
 d_o diametro nominale vite (mm)
 P_h passo della vite (mm)

$$\eta_d = \frac{1}{1 + \left(\frac{0,018 \cdot d_o}{P_h} \right)}$$

$$\eta_i = 2 - \frac{1}{\eta_d}$$

TORQUE AND TRANSMISSION POWER

COPPIA E POTENZA DI TRASMISSIONE

M_m

Running moment required to shift load in axial direction (lead screw).

Momento motore necessario per spostare assialmente un carico (vite conduttrice).

F_a axial load (N)
 P_h screw pitch (mm)
 η_d direct efficiency

F_a carico assiale (N)
 P_h passo della vite (mm)
 η_d rendimento diretto

$$M_m = \frac{F_a \cdot P_h}{\eta_d \cdot 6283}$$

M_f

Braking torque needed to oppose rotation of the screw produced by an axial load (lead screw).

Momento frenante necessario per contrastare la rotazione della vite prodotta da un carico assiale (vite condotta).

F_a axial load (N)
 P_h screw pitch (mm)
 η_i indirect efficiency (Nm)

F_a carico assiale (N)
 P_h passo della vite (mm)
 η_i rendimento indiretto

$$M_f = \frac{F_a \cdot P_h \cdot \eta_i}{6283}$$

W

Required motor transmission power.

Potenza di trasmissione richiesta al motore.

M_m running moment (Nm)
 n working motor speed (RPM)
 ω angular motor acceleration (rad/s²)

M_m momento motore (Nm)
 n velocità di regime del motore (giri/1')
 ω accelerazione angolare del motore (rad/s²)

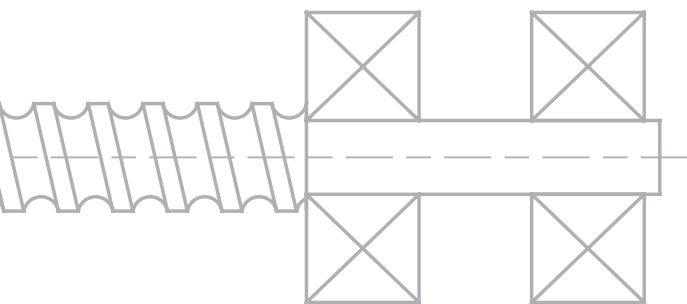
$$W = M_m \cdot \omega \quad (\text{KW})$$

dove / where

$$\omega = \frac{n \cdot 2\pi}{60 \cdot 10^3} \quad (\text{rad/s}^2)$$

segue / it follows

$$W = \frac{M_m \cdot n}{9549,2} \quad (\text{KW})$$



ASSEMBLY TYPES

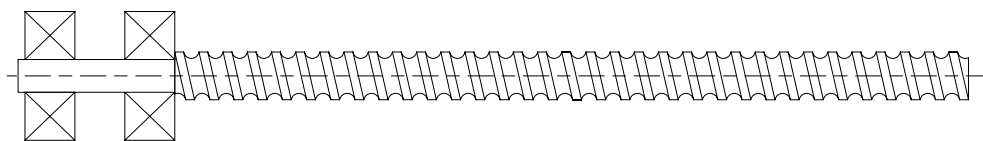
Screw assemblies may be divided into the following four types:

TIPO DI MONTAGGIO

I montaggi delle viti vengono distinti nei quattro tipi seguenti:

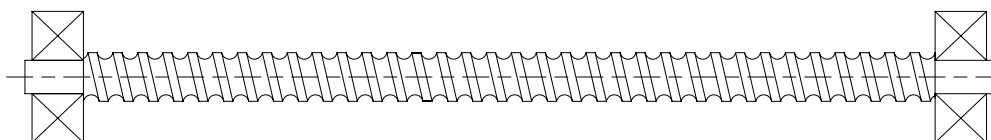
A *Screw fixed at one extremity and free at the other*

Vite incastrata ad un estremo e libera dall'altro



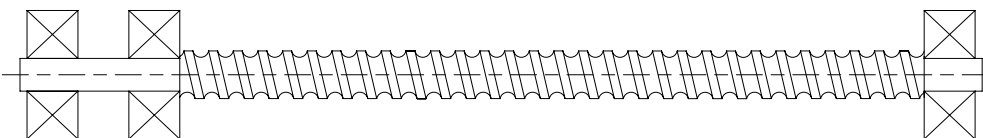
B *Screw supported at both extremities*

Vite appoggiata ai due estremi



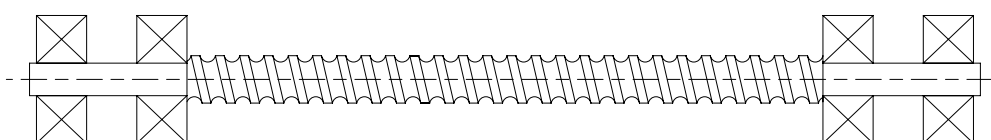
C *Screw fixed at one extremity and supported at the other*

Vite incastrata ad un estremo e appoggiata all'altro



D *Screw fixed at both ends*

Vite incastrata ai due estremi



COMBINED BENDING AND COMPRESSIVE LOAD

F_m This must be checked where there are applications in which ball screws are subject to compressive stress. The value resulting from the equation below (Euler's formula) must be compared to the value C_o . Value F_p must be lower than C_o .

F_p combined bending and compressive load (N)
 d_n screw nut diameter (mm)
 l_1 unsupported length (mm)
 fm coefficient relative to type of support

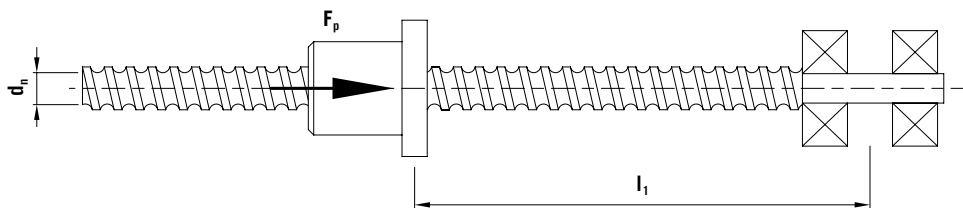
CARICO DI PUNTA

La verifica del carico di punta è necessaria quando si è in presenza di un carico che sollecita la vite a compressione. Il valore risultante dalla formula sotto riportata (formula di Eulero) dovrà essere confrontato con il valore di C_o . Il valore di F_p deve essere inferiore a C_o .

F_p carico di punta (N)
 d_n diametro di nocciolo della vite (mm)
 l_1 lunghezza non supportata (mm)
 fm coefficiente relativo al tipo di supportazione

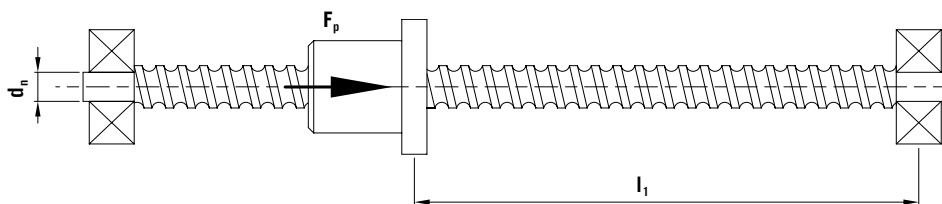
$$F_p = fm \cdot \frac{d_n^4}{l_1^2} \cdot 10^5 \quad (\text{N})$$

A



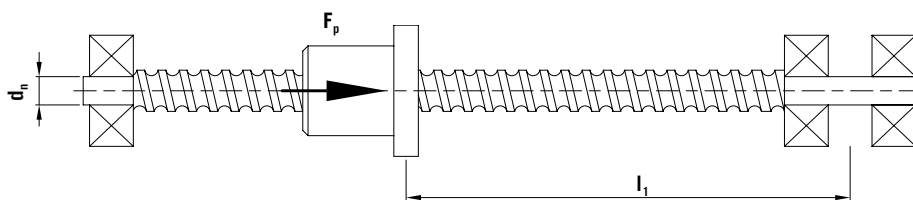
$fm = 0,11$

B



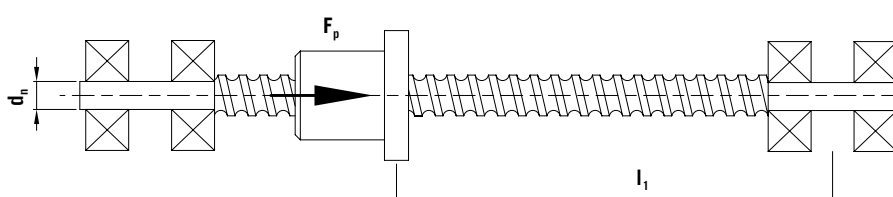
$fm = 0,46$

C



$fm = 0,9$

D



$fm = 1,82$

STATIC AND DYNAMIC LOAD

CARICO STATICO E CARICO DINAMICO

C_a

Dinamic load (daN)

This is the constant unidirectional concentric axial load under the effect of which 90% of a high number of screws having the same characteristics reach a working life of 10^6 rotations.

Carico dinamico (daN)

È il carico assiale concentrico e costante unidirezionale sotto l'effetto del quale il 90% di un numero elevato di viti con le stesse caratteristiche raggiunge una durata di impiego pari a 10^6 giri.

C_o

Static load (daN)

This is the concentric axial load applied to the non-rotating screw which produces a permanent deformation of both the balls and rolling track of 0.0001 times the diameter of the ball itself.

Carico statico (daN)

È il carico assiale concentrico applicato alla vite non rotante che produce una deformazione permanente delle sfere e della pista di rotolamento pari a 0.0001 volte il diametro della sfera stessa.

EXAMPLE

Life (in hours) in various recirculating ball screw application fields:

- 1,000÷5,000** *Electro-medical instruments and equipment*
- 5,000÷10,000** *Machines operated intermittently or for brief periods*
- 10,000÷20,000** *Machines run 8 hours a day but not continuously*
- 20,000÷30,000** *Machines run 8-10 hours a day continuously*
- 30,000÷50,000** *Machines run 16 hours a day continuously*
- oltre 50,000** *Machines run 24 hours a day continuously.*

ESEMPI

Durata (ore) nei vari campi di applicazione delle viti a ricircolo di sfere:

- 1.000÷5.000** Strumenti-attrezzature elettromedicali
- 5.000÷10.000** Macchine funzionanti ad intermittenza o per brevi periodi
- 10.000÷20.000** Macchine funzionanti 8 ore al giorno non continuative
- 20.000÷30.000** Macchine con funzionamento continuo per 8-10 ore al giorno
- 30.000÷50.000** Macchine in funzionamento continuo per 16 ore al giorno
- oltre 50.000** Macchine con funzionamento continuo per 24 ore al giorno.

LIFE CALCULATION

Taking into consideration the concept of "fatigue life", according to which in a series of screws having the same characteristics 90% of them will show no signs of wear after a certain number of cycles, their life can be calculated as follows (L_h stands for life in terms of hours and L for life in terms of number of revolutions).

n	RPM
K_a	load coefficient: 1-1.5 for moderate loads with no vibration 1.5-2 for loads with slight knocks and vibrations 2-3 for loads with strong knocks and vibrations
C_a	dynamic load (daN)
F_a	constant axial load or F_m if the load is variable (daN)

DURATA

Riferendoci al concetto di durata a fatica, secondo il quale in una serie di viti con caratteristiche uguali, il 90% di esse non presenta fenomeni di usura dopo un determinato numero di cicli, possiamo indicare le relazioni che ci consentono di calcolare la durata in ore L_h e il numero di rotazioni L .

n	numero di giri/1'
K_a	coefficiente di carico: 1-1.5 per carico leggero senza vibrazioni 1.5-2 per carico con leggeri urti e vibrazioni 2-3 per carico con forti urti e vibrazioni
C_a	carico dinamico (daN)
F_a	carico assiale costante oppure F_m se il carico è variabile (daN)

$$L = \left(\frac{C_a}{F_a \cdot k_a} \right)^3 \cdot 10^6 \quad (\text{n}^\circ \text{ rotazioni})$$

$$L_h = \frac{L}{60 \cdot n} \quad (\text{h})$$

When axial load is irregularly variable during operation, F_a must be replaced with average axial load F_m and the number of revolutions per minute n replaced with the average number of revolutions n_m .

Quando il carico assiale presenta una variabilità irregolare durante il funzionamento, si dovrà sostituire F_a con il carico assiale medio F_m ed il numero di giri n con il numero di giri medio n_m .

$$F_m = \sqrt[3]{\frac{F_1^3 \cdot n_1 \cdot t_1 + F_2^3 \cdot n_2 \cdot t_2 + \dots + F_n^3 \cdot n_n \cdot t_n}{n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + \dots + n_n \cdot t_n}} \quad (\text{daN})$$

$$n_m = \frac{n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + \dots + n_n \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \quad (\text{giri/1'} \text{ (RPM)})$$

F_1, F_2, \dots, F_n axial load values (daN)
 n_1, n_2, \dots, n_n RPM
 t_1, t_2, \dots, t_n intervention times in %
 F_1, F_2, \dots, F_n and n_1, n_2, \dots, n_n

F_1, F_2, \dots, F_n valori del carico assiale (daN)
 n_1, n_2, \dots, n_n numero di giri/1'
 t_1, t_2, \dots, t_n tempo di intervento in %
 di F_1, F_2, \dots, F_n e di n_1, n_2, \dots, n_n

If load varies linearly the following can be assumed:

Se il carico varia linearmente, si può assumere:

F_{min} minimum axial load value
 F_{max} maximum axial load value

F_{min} valore del carico assiale minimo
 F_{max} valore del carico assiale massimo

$$F_m = \frac{F_{min} + 2F_{max}}{3} \quad (\text{daN})$$

n_{min} minimum RPM
 n_{max} maximum RPM

n_{min} numero di giri minimo
 n_{max} numero di giri massimo

$$n_m = \frac{n_{min} + 2n_{max}}{3} \quad (\text{giri/1'})$$

CRITICAL SPEED

N_{cr} Another important factor to be taken into consideration when selecting recirculating ball screws is critical speed. This depends on the type of support, on core diameter d_n and on maximum free (unsupported) length l_1 . In practice, critical speed must be 20% higher than actual operating speed in order to provide a sufficient safety margin.

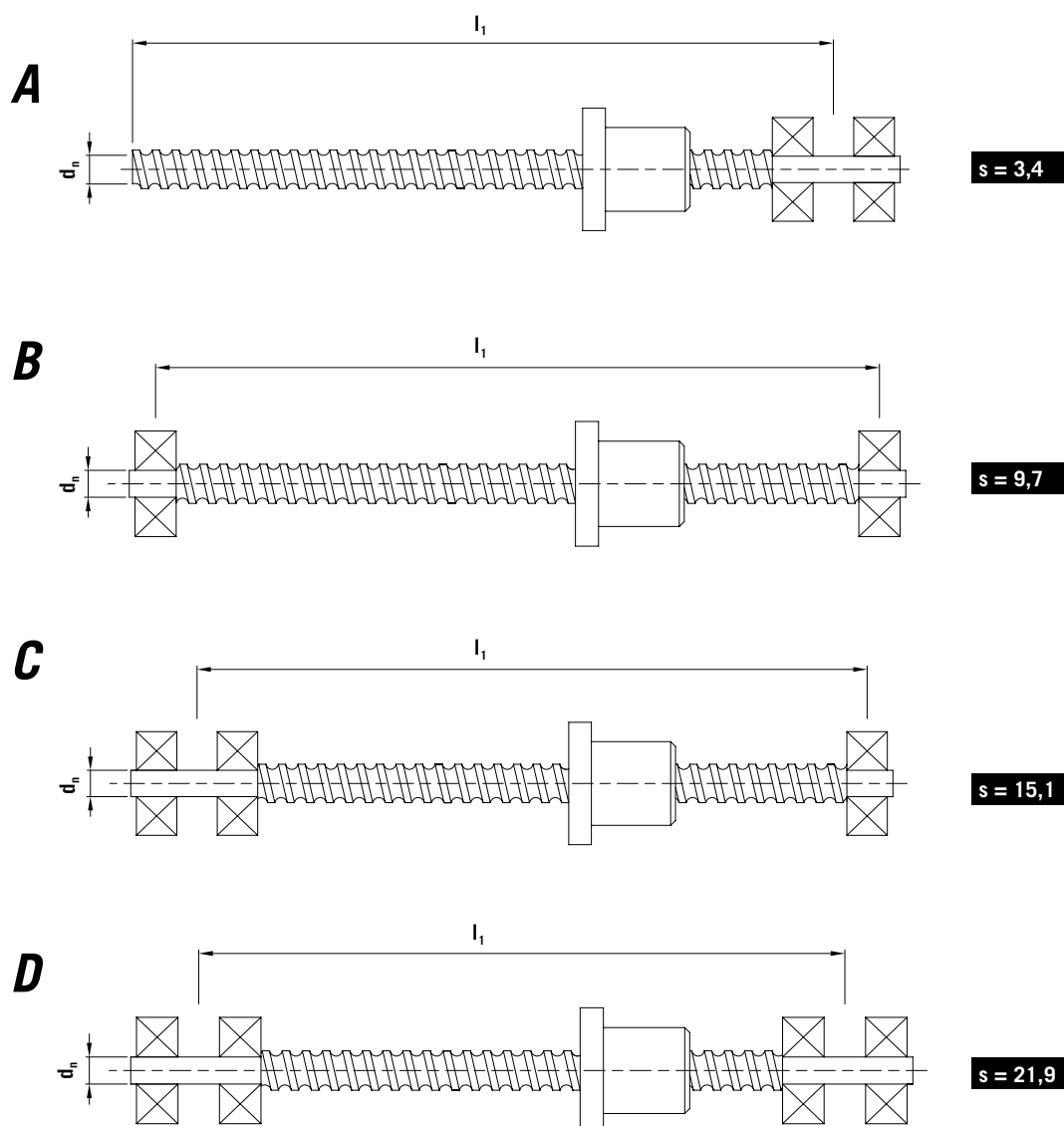
$$n_{cr} = s \cdot \frac{d_n}{l_1^2} \cdot 10^7 \quad \begin{matrix} \text{(giri/1')} \\ \text{(RPM)} \end{matrix}$$

n_{cr} critical speed (RPM)
 d_n screw core diameter (mm)
 l_1 free, unsupported length (mm)
 s geometric factor

VELOCITÀ CRITICA

Un altro elemento fondamentale nella scelta delle viti a ricircolazione di sfere è la velocità critica. Essa dipende dal tipo di supportazione, dal diametro di nocciolo d_n e dalla massima lunghezza libera l_1 (non supportata); nell'utilizzo pratico dovrà essere superiore almeno di un 20% alla effettiva velocità di utilizzo per garantire un sufficiente margine di sicurezza.

n_{cr} velocità critica (giri/1')
 d_n diametro di nocciolo della vite (mm)
 l_1 lunghezza libera non supportata (mm)
 s fattore geometrico



BENDING OF SCREW DUE TO OWN WEIGHT

F_{max}

Where ball screws are installed horizontally there is bending (f_{max}) caused by their own weight. While this effect is negligible where ball screws are of moderate length and weight, this bending becomes extremely important in larger screws as it leads to undesired radial (overhang) loads which influence both pitch error and the nuts. Where bending exceeds permissible values it is necessary to provide intermediate supports.

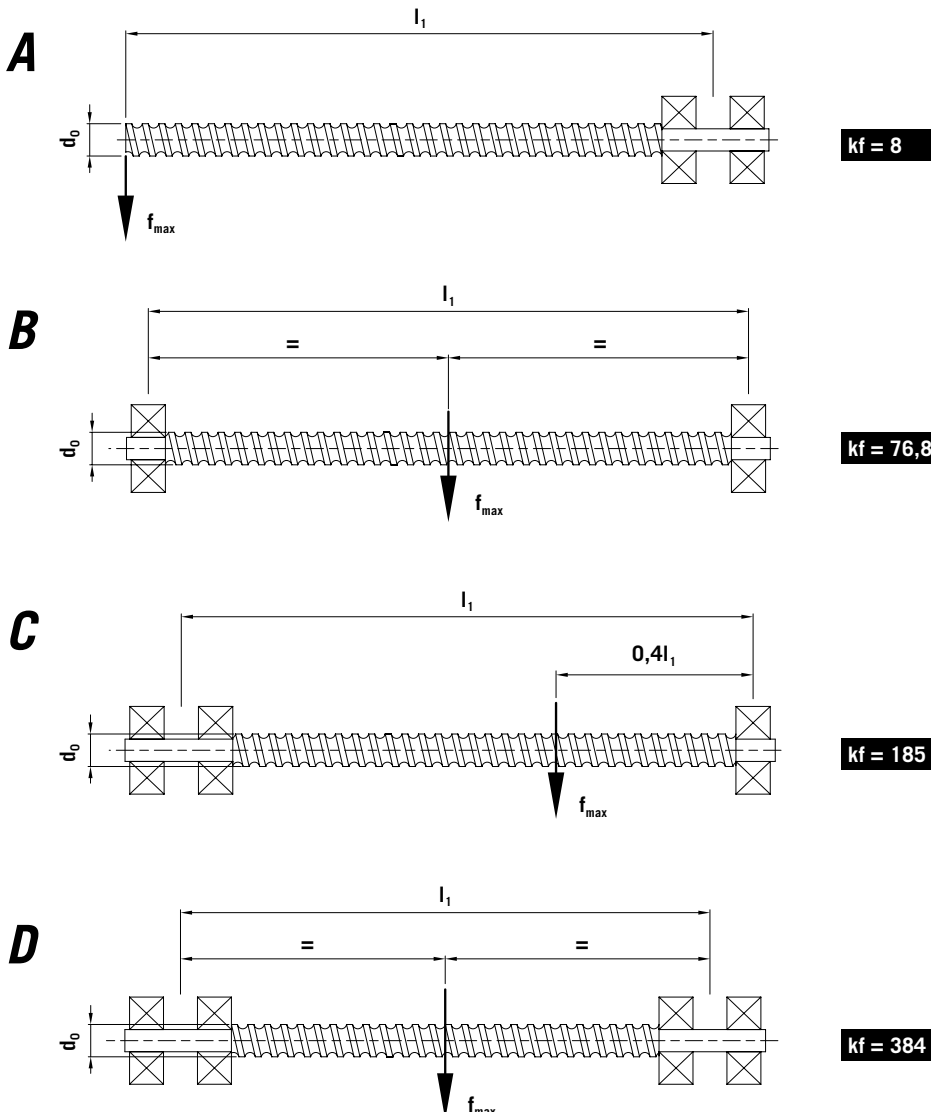
F weight of screw itself (N)
 d_0 nominal diameter of screw (mm)
 l_1 free, unsupported length (mm)
 f_{max} max bending (mm)
 k_f bending coefficient

FLESSIONE DELLA VITE DOVUTA AL PESO PROPRIO

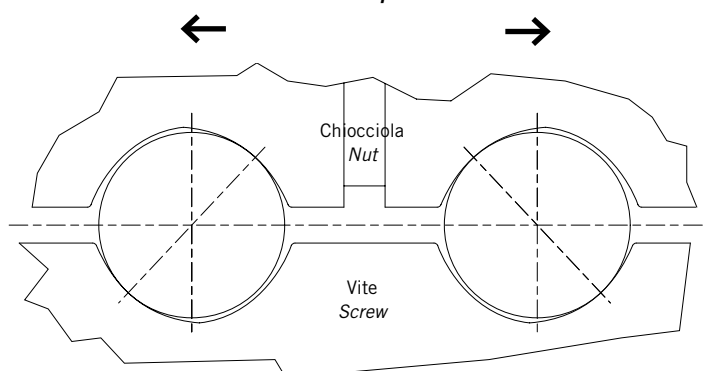
Nelle viti installate orizzontalmente si determina una flessione f_{max} dovuta al loro peso che, se trascurabile per lunghezze e pesi modesti, assume una notevole importanza nelle viti di dimensioni più elevate, in quanto essa influisce sia nell'errore di passo che sulla chiocciola determinando un carico radiale indesiderato. Ove il valore di questa flessione supera i valori ammessi, è necessario prevedere dei supporti intermedi.

F peso proprio della vite (N)
 d_0 diametro nominale della vite (mm)
 l_1 lunghezza libera non supportata (mm)
 f_{max} flessione max (mm)
 k_f coefficiente di flessione

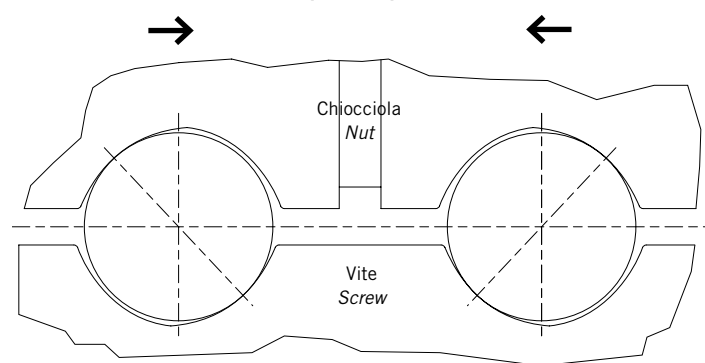
$$f_{max} = \frac{F \cdot l_1^3}{k_f \cdot d_0^4 \cdot 10^4} \quad (\text{mm})$$



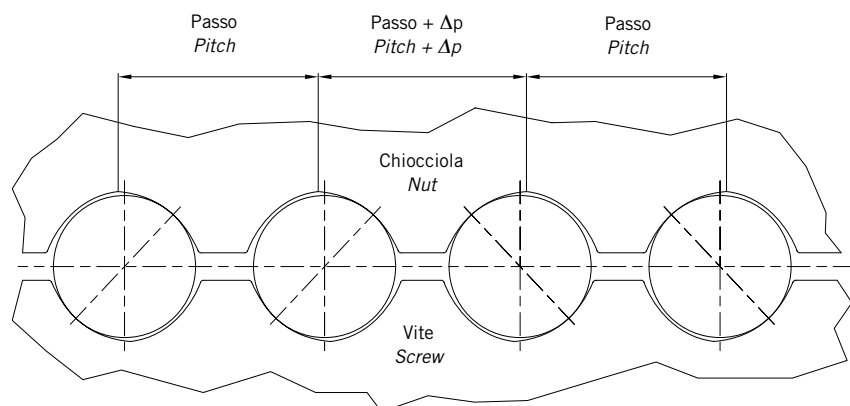
Precarico a trazione
Traction preload



Precarico a compressione
Compressive preload



Precarico su chiocciola singola
Preload on single screw



PRELOAD

In all those applications where extreme accuracy of positioning is essential, it is advisable to eliminate any play between the screw and the nut. This can be done by assembling two opposed nuts separated by a spacer and by applying a determined preload to eliminate any radial (overhang) and axial loads.

This procedure gives the whole system considerable rigidity; however, it is necessary to limit the preload according to certain values (approximately $0.12 \times Ca$) as higher values generate more friction and greater heating of the screw without conferring any appreciable advantage.

It is also possible to obtain a preload in a single nut via a variation in pitch at the centre of the nut itself during grinding (see diagram). If application data is known it is preferable to set the screw as a function of applied load and desired rigidity.

PRECARICO

Nelle applicazioni dove l'estrema precisione dei posizionamenti è fondamentale, è opportuno eliminare tutti i giochi esistenti fra la vite e la chiocciola; questo è possibile montando due chiocciole contrapposte separate da un distanziale e applicando un determinato precarico per annullare i giochi radiali e assiali. Questa operazione conferisce a tutto il sistema maggior rigidità, però è necessario limitare il precarico secondo valori prestabiliti (indicativamente $0.12 \times Ca$) in quanto valori più elevati producono un maggiore attrito e riscaldamento della vite senza ottenere dei vantaggi apprezzabili.

È inoltre possibile ottenere un precarico in una chiocciola singola, tramite una variazione di passo al centro della chiocciola stessa, in fase di rettifica (vedi figura).

Se i dati di applicazione sono noti è preferibile effettuare una taratura in funzione del carico applicato e della rigidità voluta.

RIGIDITY (daN/μm) **R_s**

This is the rigidity in the ball contact zone in the case of two opposing and preloaded nuts with preload $Pc = 0.10 \cdot C_a$ and applied external force $F_a = 3 \cdot Pc$. Rigidity R_c for a single nut under the same load F_a is equal to $0.5 \cdot R_s$.

In designing any precision machine with recirculating ball screws it is necessary to bear in mind the global rigidity of the kinematic complex (of which the screw is a part) made up of:

- screw
- nut
- support bearings

Screw rigidity is given by the following formula:

d_m average diameter (on point of ball contact) (mm)
 E modulus of elasticity of steel 21,000 (daN/mm²)
 l_1 unsupported length (mm)

Rigidity of the single nut is given by the following formula:

R_s rigidity of balls as indicated in double nut dimensional tables

The rigidity of the support bearings:

R_f depends on the type of bearings and on the type of support (values given in bearing catalogues)

Global rigidity of the system is given by the formula:

RIGIDEZZA (daN/μm)

È la rigidezza nella zona di contatto delle sfere per il caso di due chioccioline contrapposte e precaricate con precarico $Pc = 0.10 \cdot C_a$ e forza esterna applicata $F_a = 3 \cdot Pc$. La rigidezza R_c per una chiocciola singola sotto lo stesso carico F_a è uguale a $0.5 \cdot R_s$.

Nella progettazione di una qualsiasi macchina di precisione con vite a ricircolo di sfere, occorre tenere in considerazione la rigidezza globale del complesso cinematico di cui fa parte la vite stessa composto da:

- vite
- chiocciola
- cuscinetti di supporto

La rigidezza della vite è data dalla formula:

d_m diametro medio (sul punto di contatto sfere) (mm)
 E modulo di elasticità dell'acciaio pari a 21.000 (daN/mm²)
 l_1 lunghezza non supportata (mm)

La rigidezza della chiocciola singola è data da:

R_s rigidezza delle sfere indicata nelle tabelle dimensionali delle doppie chioccioline

La rigidezza dei cuscinetti di supporto:

R_f dipende dal tipo di cuscinetti e dal tipo di supporto (valori riportati sui cataloghi dei cuscinetti)

La rigidezza totale del sistema si ricava mediante la formula:

$$R_v = \frac{\pi d_m^2 \cdot E}{4 \cdot l_1 \cdot 10^3} \quad (\text{daN}/\mu\text{m})$$

$$R_c = 0,5 \cdot R_s \quad (\text{daN}/\mu\text{m})$$

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_v} + \frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_f}$$

MATERIALS

The table shows types of material used, types of heat treatment and obtained hardness values for the manufacture of B.B. recirculating ball screws.

	MATERIALI	TRATTAMENTO TERMICO	DUREZZA HRC
Screw	Hardened and tempered steel	Induction	58÷62
	Casehardening steel	Casehardening and hardening	
Nut	Casehardening steel	Casehardening and hardening	58÷62
Balls	100 Cr6	Tempra	60÷66

Where there are harsh environmental conditions, screws nuts and balls can be manufactured (on request) in corrosion-proof steel.

MATERIALI

Nella tabella sono riportati i materiali impiegati, i trattamenti termici adottati ed i valori di durezza ottenuti per la realizzazione delle viti a ricircolo di sfere BB.

	MATERIALI	TRATTAMENTO TERMICO	DUREZZA HRC
Vite	Acciaio da bonifica	Tempra induzione	58÷62
	Acciaio da cementazione	Cementazione e Tempra	
Chiocciola	Acciaio da cementazione	Cementazione e Tempra	58÷62
Sfere	100 Cr6	Tempra	60÷66

Dove particolari esigenze ambientali lo richiedono, possono essere fornite (a richiesta) viti, chiocciola e sfere costruite in acciaio resistente alla corrosione.

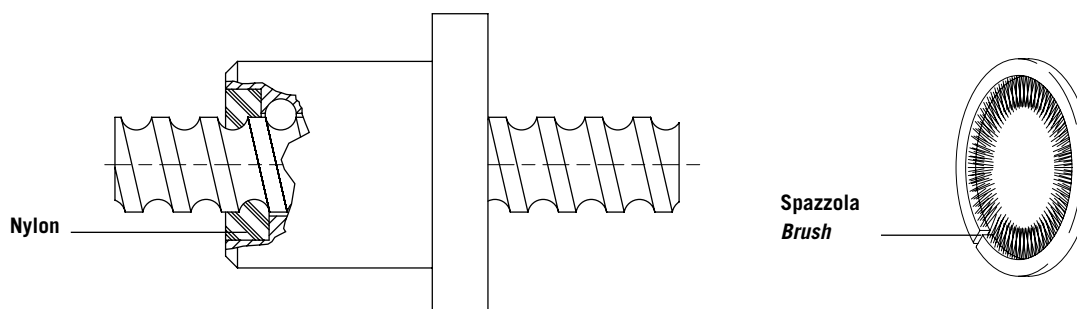
PROTECTION

For ground screws nylon seals are generally fitted; these are shaped specifically according to the profile and pitch of the product in question. For rolled screws brush-type seals are used. Brush seals are fitted to nuts to prevent any foreign bodies or abrasives coming into contact with the balls and thus maintain optimum system functionality.

PROTEZIONI

Per viti rettificata vengono comunemente forniti raschiaolio in nylon, sagomati secondo i vari profili e passi, mentre per le viti rullate vengono usati raschiaolio a spazzola.

L'adozione di raschiaolio applicati alle chiocciola evita che corpi estranei o abrasivi vengano a contatto con le sfere, preservando così la funzionalità del sistema.



LUBRICATION

Recirculating balls screws can be lubricated with both oil and grease. When choosing one or the other it is important to evaluate the following comparative characteristics of each system.

Oil lubrication

- Less heating on both nut and screw at high speed.
- Lubrication must be carried out more frequently; therefore a lubrication system will be required on continuous-operation applications.
- Lubricants to be used are generally the same as those used to lubricate the bearings.

Grease lubrication

- High speeds cause a substantial increase in working temperature.
- Lubrication required less frequently and therefore lubricating systems may not need to be installed.
- Grease can be used on bearings provided it is of adequate consistency.

Lubricant can be introduced via the special holes on the nut. The table below shows the approximate lubricant viscosity values to be adopted according to relevant operating conditions.

d_0 nominal screw diameter
 n RPM
 T working temperature

LUBRIFICAZIONE

Nella lubrificazione delle viti a ricircolazione di sfere è possibile utilizzare sia olio che grasso valutando attentamente le seguenti caratteristiche comparative fra i due sistemi.

Lubrificazione ad olio

- Riscaldamento vite e chiocciola più contenuto anche alle alte velocità.
- Intervalli di lubrificazione più frequenti (per cui per servizi continui è richiesto un impianto di lubrificazione).
- Utilizzo degli oli lubrificanti normalmente usati per la lubrificazione dei cuscinetti.

Lubrificazione a grasso

- Alle alte velocità si ha un sensibile aumento della temperatura di funzionamento.
- Intervalli di lubrificazione più lunghi con la possibilità, in molte applicazioni, di evitare gli impianti di lubrificazione.
- Impiego di grassi per cuscinetti di consistenza adeguata.

Il lubrificante potrà essere inserito tramite l'apposito foro filettato posto sulla chiocciola. La tabella sottostante riporta i valori indicativi delle viscosità degli oli da adottare in funzione delle condizioni di utilizzo.

esempio

d_0 40 mm
 n 800 giri/1' } viscosità = 45 mm²/s
 T 40 °C

example

d_0 40 mm
 n 800 RPM } viscosity = 45 mm²/s
 T 40 °C

d_0 diametro nominale della vite
 n numero di giri/1'
 T temperatura di esercizio

d_0	n													
	20	50	80	100	150	200	300	400	500	800	1000	1500	2000	3000
12														
16														
20														
25														
32														
40														
50														
63														
80														
100														
T 20°C		220	150	100	68	45	32	22	15	10				
40°C	460	320	220	150	100	68	45	32	22	15				
60°C	460	460	320	220	150	100	68	45	32	22				

VISCOSITY mm² / s - VISCOSITÀ mm² / s

PITCH ACCURACY

Standards indicate a determined pitch accuracy measured on specified actual length. Values refer to measurements taken at an ambient temperature of 20°C.

The 4 essential values (V_{300p} , V_{2tp} , e_p , V_{up}) which determine pitch accuracy are given in the tables below (in compliance with ISO 3408-3 standards).

PRECISIONE DEL PASSO

Le normative indicano una determinata precisione del passo rilevata sulla lunghezza utile specificata. I valori sono riferiti a rilievi effettuati ad una temperatura ambiente di 20°C. I 4 valori fondamentali (V_{300p} , V_{2tp} , e_p , V_{up}) che determinano la precisione del passo sono riportati nelle tabelle seguenti (Conformi a norme ISO 3408-3).

CLASSE ISO - ISO CLASSE

	1		3		5		7	
V_{300p} (mm)	0,006		0,012		0,023		0,052	
V_{2tp} (mm)	0,004		0,006		0,008		0,010	
L_u (mm)	e_p	V_{UP}	e_p	V_{UP}	e_p	V_{UP}	e_p	V_{UP}
0 ÷ 315	0,006	0,006	0,012	0,012	0,023	0,023		
315 ÷ 400	0,007	0,006	0,013	0,012	0,025	0,025		
400 ÷ 500	0,008	0,007	0,015	0,013	0,027	0,026		
500 ÷ 630	0,009	0,007	0,016	0,014	0,030	0,029		
630 ÷ 800	0,010	0,008	0,018	0,016	0,035	0,031		
800 ÷ 1000	0,011	0,009	0,021	0,017	0,040	0,035		
1000 ÷ 1250	0,013	0,010	0,024	0,019	0,046	0,039		
1250 ÷ 1600	0,015	0,011	0,029	0,022	0,054	0,044		
1600 ÷ 2000	0,018	0,013	0,035	0,025	0,065	0,051		
2000 ÷ 2500	0,022	0,015	0,041	0,029	0,077	0,059		
2500 ÷ 3150	0,026	0,017	0,050	0,034	0,093	0,069		
3150 ÷ 4000	0,032	0,021	0,062	0,041	0,115	0,082		
4000 ÷ 5000	-	-	0,076	0,049	0,140	0,099		
5000 ÷ 6300	-	-	-	-	0,170	0,119		

The following graphs show "admissible deviation of nominal threaded length" and "admissible deviation of specified threaded length".

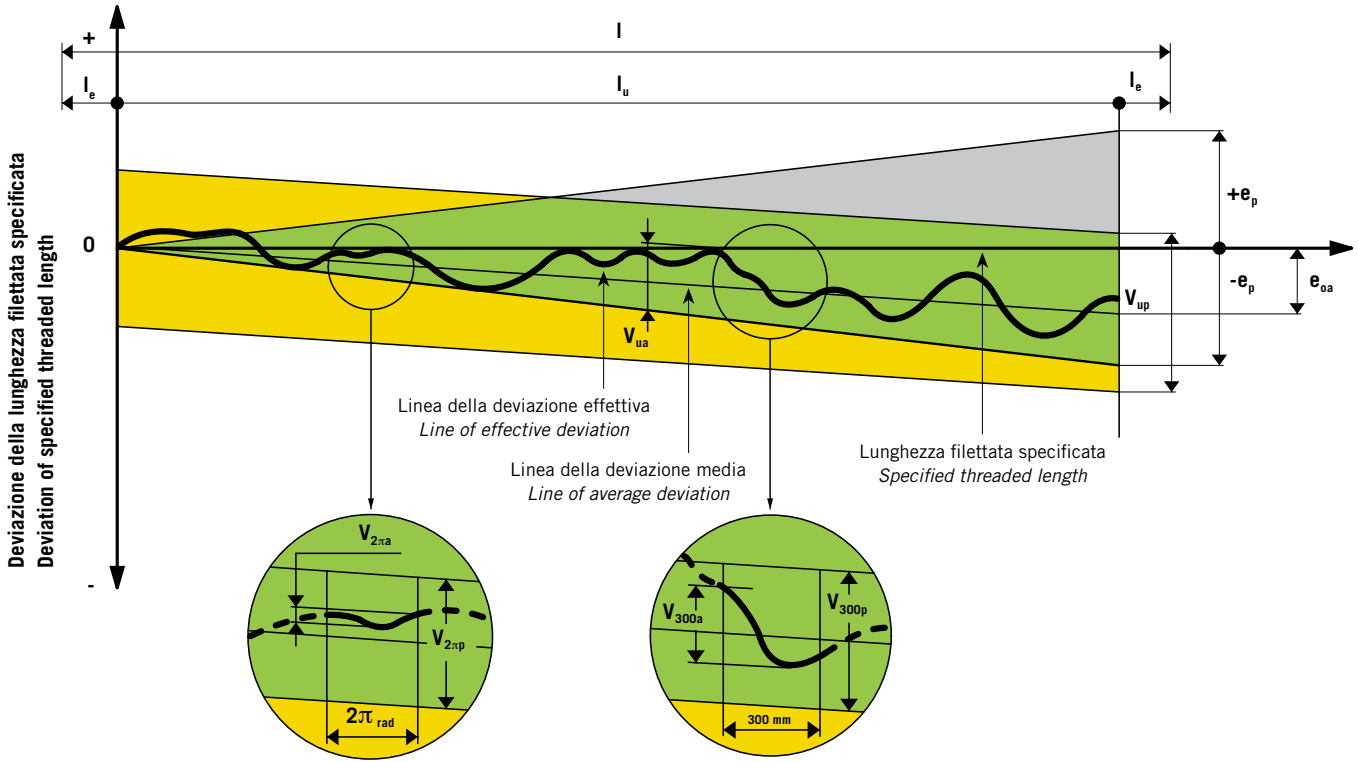
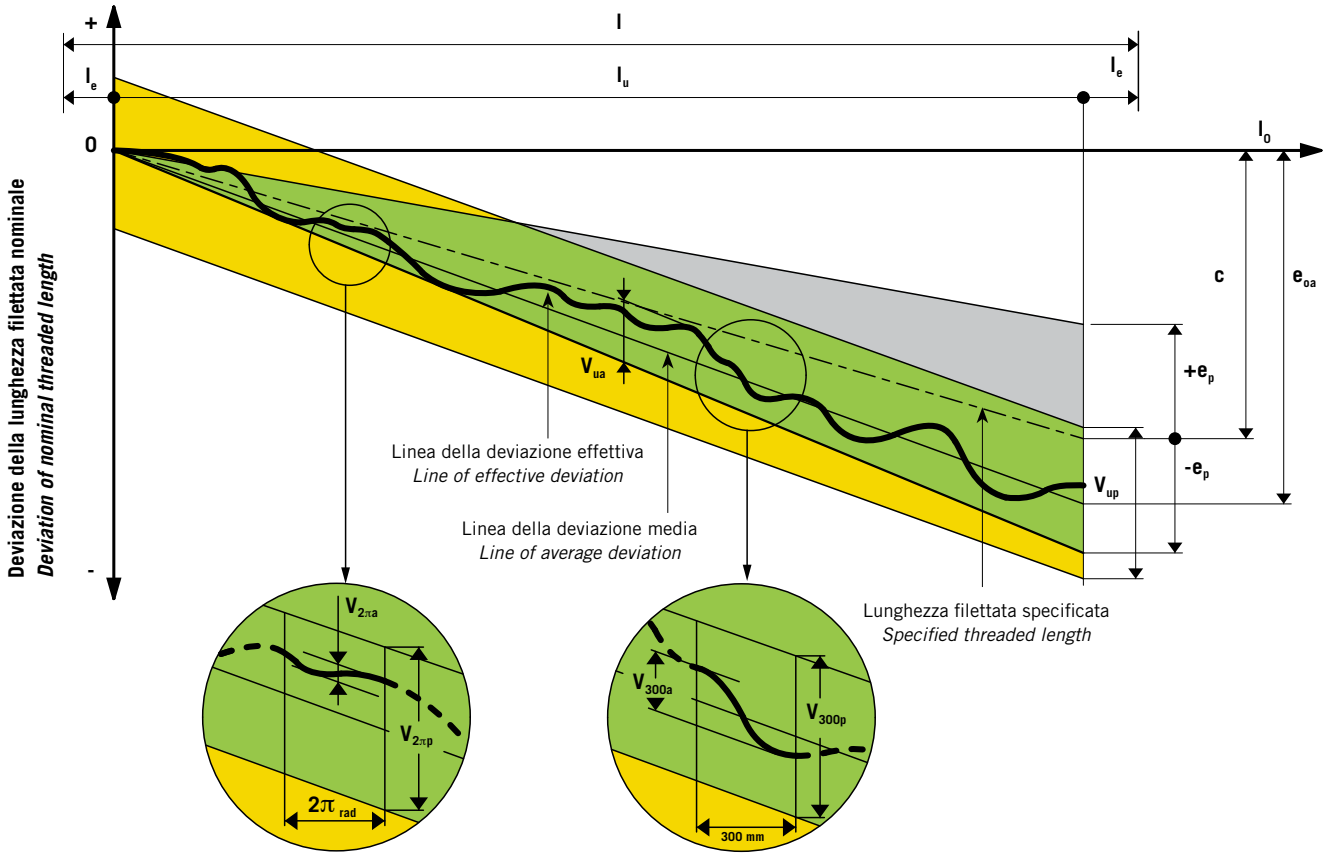
I grafici seguenti riportano rispettivamente la "Deviazione ammissibile della lunghezza filettata nominale" e la "Deviazione ammissibile della lunghezza filettata specificata".

Measurement symbols

l	Threaded length
l_0	Nominal length
l_u	Actual length (on which measurements have to be carried out)
l_e	Over-run (threaded length not subject to prescribed precision)
c	Any variation (usually negative) of specified actual length to compensate for the predictable lengthening caused by temperature increase or action of significant axial loads
e_p	Field of tolerance relative to average deviation of specified threaded length.
e_{oa}	Total deviation of nominal threaded length
e_{sa}	Total deviation of specified threaded length
V_{up}	Maximum admissible deviation of pitch on actual length l_u
V_{ua}	Maximum real deviation of pitch on actual length l_u
V_{300p}	Maximum admissible deviation of pitch over a 300 mm tract
V_{300a}	Maximum real deviation of pitch over a 300 mm tract
V_{2tp}	Maximum admissible deviation of pitch referred to one turn of screw
V_{2ta}	Maximum real deviation of pitch referred to one turn of screw

Simboli delle grandezze

l	Lunghezza filettata
l_0	Lunghezza nominale
l_u	Lunghezza utile (sulla quale devono essere effettuati i rilievi)
l_e	Extracorsa (tratto filettato non soggetto alla precisione prescritta)
c	Eventuale variazione (generalmente negativa) della lunghezza filettata specificata per compensare prevedibili allungamenti dovuti ad aumenti di temperatura o all'azione di carichi assiali rilevanti
e_p	Campo di tolleranza relativo alla deviazione media della lunghezza filettata specificata
e_{oa}	Deviazione totale della lunghezza filettata nominale
e_{sa}	Deviazione totale della lunghezza filettata specificata
V_{up}	Massima deviazione ammissibile del passo sul tratto utile l_u
V_{ua}	Massima deviazione reale del passo sul tratto utile l_u
V_{300p}	Massima deviazione ammissibile del passo in un tratto di 300 mm
V_{300a}	Massima deviazione reale del passo in un tratto di 300 mm
V_{2tp}	Massima deviazione ammissibile del passo riferita ad un giro della vite
V_{2ta}	Massima deviazione reale del passo riferita ad un giro della vite



Campo di tolleranza ammissibile per la linea della deviazione media
Admissible field of tolerance for line of average deviation

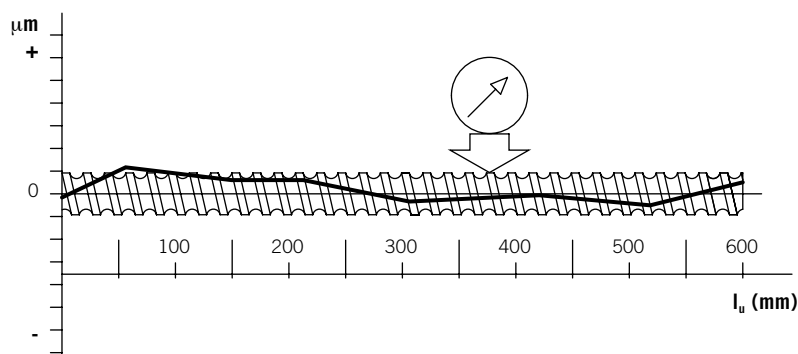
Campo di variazione ammissibile per la lunghezza filettata su tutta la lunghezza l_u
Admissible field of variation for threaded length over total length l_u

TESTS AND CERTIFICATIONS

Upon request the following certifications can be supplied:

Pitch test

A graph illustrating pitch deviation is provided by means of a laser measuring device and compared with the values of the specified accuracy class.



CONTROLLI E CERTIFICAZIONI

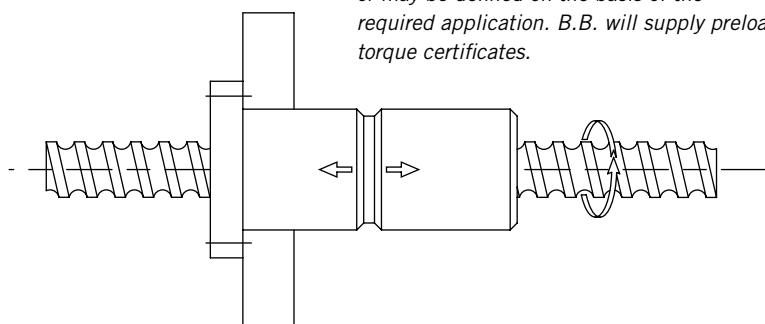
A richiesta possono essere fornite le seguenti certificazioni:

Controllo del passo

Verrà fornito il grafico con la deviazione del passo rilevata con un sistema laser e confrontata con i valori della classe di precisione specificata.

Preload torque

Preload (without application of any other forces) may be of traction or compressive type according to customer's specifications or may be defined on the basis of the required application. B.B. will supply preload torque certificates.



Coppia di precarico

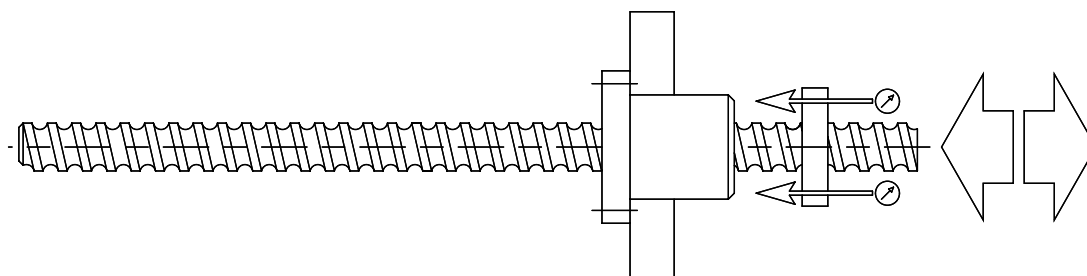
Il precarico, applicato a vuoto, può essere a trazione o a compressione, secondo le indicazioni del cliente oppure definito in base alle esigenze applicative. La B.B. produrrà la certificazione relativa alla coppia di precarico misurata con appositi strumenti.

Rigidity

Customers are supplied with a document indicating elastic deformation values under the effect of determined axial loads.

Rigidezza

Nel documento consegnato al cliente verranno indicati i valori delle deformazioni elastiche sotto l'effetto di determinati carichi assiali.

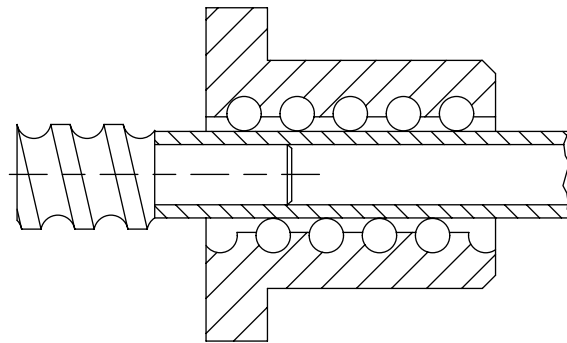


USE AND MAINTENANCE

- *It is good practice to remove screws and nuts from their packaging carefully so as to prevent any damage which might shorten their working life.*
- *Once removed from packaging screws should be laid on plastic or wooden "V" supports to avoid bending*
- *Do not remove the nut from the relative screw unless you are in possession of the bushing that keeps the balls in place.*
- *Our professional, highly skilled staff are at your disposal should you encounter any problems.*

USO E MANUTENZIONE

- È buona norma rimuovere con cautela le viti e le chiocciolate dai loro imballi per prevenire danneggiamenti che potrebbero ridurne la durata.
- Le viti conservate fuori dagli imballi devono giacere su blocchi a "V" di legno o di plastica in modo che non flettano.
- Evitare di smontare la chiocciola dalla relativa vite se non si è in possesso dell'apposita bussola che mantiene le sfere in posizione.
- Per qualsiasi problema la nostra professionalità ed esperienza è al Vostro servizio.



OVERHAULS

B.B. effects full overhauls on all types of recirculating ball screws, restoring them to full working order and optimum performance quickly.

REVISIONI

B.B. esegue revisioni su tutti i tipi di viti a ricircolo ripristinandone la funzionalità in tempi molto ristretti.

ROLLED RECIRCULATING BALL SCREWS VITI A RICIRCOLO DI SFERE RULLATE

In many applications it is possible to use ball screws manufactured using a special rolling process which gives acceptable accuracy at moderate costs.

During the raw material plastic deformation process a considerable increase in hardness, traction and fatigue resistance is determined by the retightening and lengthening of grains in the direction of the deforming forces.

Roughness of these surfaces is inferior to that obtained using any cutting process.

Screws are manufactured with hardened and tempered steel (hardness rating 58-62 HRC).

Nuts are made out of casehardening steel which is subsequently casehardened, tempered and ground.

The main characteristics of the ball screws in our production range are given below:

V_{300p}	C7	$\pm 0,05$ mm
	C8	$\pm 0,10$ mm
	C10	$\pm 0,21$ mm

In molte applicazioni è possibile utilizzare viti prodotte con un procedimento di rullatura che consente di ottenere precisioni accettabili a costi contenuti. Nella fase di deformazione plastica del materiale, si verifica un riavvitamento ed un allungamento dei grani nella direzione delle forze di deformazione che determina un sensibile aumento della durezza, della resistenza a trazione e della resistenza a fatica rispetto a quella iniziale di semilavorato.

Le superfici rullate presentano una rugosità inferiore a quella ottenuta con qualsiasi metodo di taglio; le viti vengono realizzate con acciaio da bonifica temprato a induzione (durezza 58÷62 HRC) e le chiocciole in acciaio da cementazione, successivamente cementate, temprate (58÷62 HRC) e rettificate.

Riportiamo di seguito le caratteristiche delle viti rullate previste nella nostra gamma di produzione.

ISO 3408-3 classes / Classi ISO 3408-3

RANGE OF ROLLED SCREWS

Standard rolled recirculating ball screws

A vast range of screws and nuts is available at our warehouse ready for shipment.

As these are sold separately we are unable to guarantee a play of less than 0.05 mm for diameters ranging from 14 to 25 or less than 0.10 mm for diameters ranging from 25 to 63 (RUD-RU-SC-FC nuts).

Selected rolled recirculating ball screws

These screws have been individually pitch tested and comply with ISO C7 precision standards (± 0.05 mm/300mm) (RUD-RU-SC-FC nuts).

Factory-assembled rolled recirculating ball screws

These have less axial play than those sold separately from the nuts, with values ranging from 0.005 mm to 0.010 mm via careful ball selection.

GAMMA DELLE VITI RULLATE

Viti a ricircolo di sfere rullate standard

Una vasta gamma di viti e chiocciole è disponibile a magazzino pronta per la consegna. Sono vendute separatamente quindi non possiamo garantire un gioco inferiore a 0,05 mm per diametri da 14 a 25, inferiore a 0,10 mm per diametri da 25 a 63 (chiocciole tipo RUD-RU-SC-FC).

Viti a ricircolo di sfere rullate selezionate

Si tratta di viti il cui passo è stato testato singolarmente ed è conforme al livello di precisione ISO C7 ($\pm 0,05$ mm/300 mm) (chiocciole tipo RUD-RU-SC-FC)

Viti a ricircolo di sfere rullate montate in stabilimento

Garantiscono un gioco assiale inferiore a quelle vendute separatamente dalle chiocciole, con valori da 0,005 mm a 0,010 mm tramite la selezione delle sfere.

MACHINING OF EXTREMITIES OF ROLLED SCREWS

The B.B. workshop produces rolled screws ranging in length from 3 m to 6 m and various types of standard nut (see dimensional tables) so as to meet every possible customer need: B.B. also guarantees warehouse availability of both screws and nuts and fast delivery times. The extremity may be machined by the customer or, if required, by BB.

In order to prevent errors which might compromise proper screw performance it is good practice to observe the following work cycle:

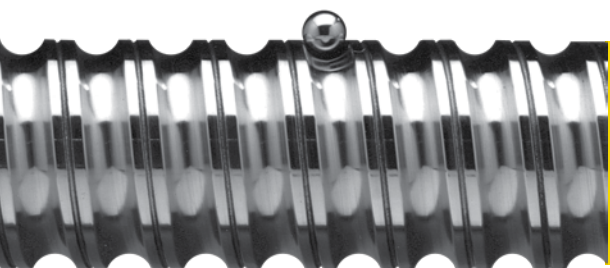
- Cut to desired length
- Tempering of the part to be worked
- Facing and alignment from both sides
- Straightening on the tailstock
- Lathe roughing
- Accurate straightening on the tailstock
- Lathe finishing
(metric screw threads, head holes etc)
- Milling (splines, flat surfaces etc.)
- Grinding shanks
- Accurate tapering of thread on both sides
- Assembly of nut
(see Use and Maintenance).

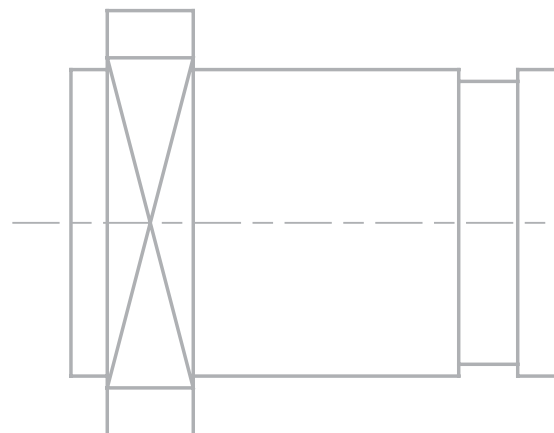
LAVORAZIONE DELLE ESTREMITÀ DELLE VITI RULLATE

L'Officina Meccanica B.B. produce viti rullate con lunghezze da 3 mt a 6 mt e varie tipologie di chioccioline standard (vedi tabelle dimensionali) per potere soddisfare ogni esigenza del cliente; garantisce inoltre disponibilità a magazzino sia di viti che di chioccioline, e consegna in tempi brevi. La lavorazione delle estremità può essere eseguita dal cliente oppure, su richiesta, dalla B.B. stessa.

Al fine di evitare errori costruttivi che andrebbero a pregiudicare il corretto funzionamento della vite, è buona norma attenersi al seguente ciclo di lavorazione:

- Taglio a lunghezza voluta
- Rinvenimento delle parti da lavorare
- Sfacciatura e centraggio da ambo i lati
- Raddrizzatura sulle contropunte
- Sgrossatura di tornitura
- Raddrizzatura accurata sulle contropunte
- Finitura di tornitura
(filetti metrici, forature di testa, ecc.)
- Fresature (chiavette, piani, ecc.)
- Rettifica coduli
- Rastrematura accurata del filetto da ambo i lati
- Montaggio chiocciola
(vedi "Uso e manutenzione")

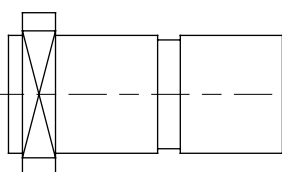




TYPES OF NUT

TIPOLOGIE DELLE CHIOCCIOLE

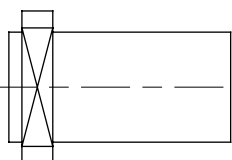
DF



Double preloaded nut
TYPE DIN 69051/5 (for ground screws)

Chiocciola doppia precaricata
TIPO DIN 69051/5 (per viti rettificate)

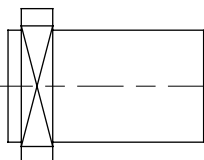
SFP



Single preloaded nut
TYPE DIN 69051/5 (for ground screws)

Chiocciola singola precaricata
TIPO DIN 69051/5 (per viti rettificate)

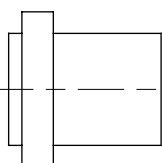
RUD



Single flanged nut
TYPE DIN 69051/5 (for rolled nuts)

Chiocciola singola flangiata
TIPO DIN 69051/5 (per viti rullate)

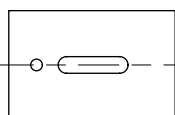
RU



Standard single flanged nut
(for rolled nuts)

Chiocciola singola flangiata standard
(per viti rullate)

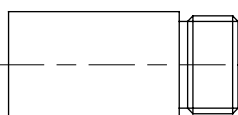
SC



Single cylindrical nut
(for ground and rolled screws)

Chiocciola singola cilindrica
(per viti rettificate e rullate)

FC



Single cylindrical nut with thread
(for rolled nuts)

Chiocciola singola cilindrica con filetto
(per viti rullate)

NOTE

B.B. can also supply
made-to-measure nuts according
to specific customer requirements

NOTA

La B.B. è in grado di fornire tipologie
di chioccioline personalizzate,
secondo le esigenze del cliente