

MBI

METAL BUSHINGS ITALIA

APPENDICE TECNICA

1. SUDDIVISIONE DEI CUSCINETTI VOLVENTI
1.1 Denominazione dei cuscinetti volventi - Pag.4

2. APPELLATIVO DEI CUSCINETTI VOLVENTI
2.1 Sigle dei cuscinetti volventi - Pag.5
2.2 Schermi ed anelli di tenuta - Pag.7
2.2.1 Anelli di tenuta - Pag.7
2.2.2 Schermi in lamiera - Pag.7

3. SCELTA DEL TIPO DI CUSCINETTO
3.1 Generalità - Pag.8
3.2 Capacità di carico e durata - Pag.10
3.2.1 Durata modificata - Pag.12
3.2.2 Coefficiente di carico statico - Pag.12
3.3 Scelta di funzione delle dimensioni - Pag.12

4. TOLLERANZE DEI CUSCINETTI VOLVENTI
4.1 Dimensioni dei raggi di raccordo - Pag.19
4.2 Fori conici e relative tolleranze - Pag.20
4.3 Anelli di ancoraggio: gole relative e tolleranze - Pag.21

5. MATERIALI
5.1 Materiale degli anelli e delle sfere - Pag.22
5.2 Materiali delle gabbie - Pag.22
5.3 Materiale delle tenute - Pag.22

6. GIUOCO DEL CUSCINETTO
6.1 Generalità - Pag.23
6.2 Regole per la scelta del gioco del cuscinetto - Pag.24

7. TOLLERANZE DI MONTAGGIO ED ESECUZIONE DELLE SEDI DEL CUSCINETTO
7.1 Determinazione delle tolleranze di montaggio - Pag.28
7.2 Tolleranze di montaggio raccomandate - Pag.29
7.3 Esecuzione delle sedi - Pag.30
7.4 Tolleranze e qualità delle superfici dei particolari di montaggio - Pag.31

8. NUMERO DI GIRI LIMITE
8.1 Generalità - Pag.35
8.2 Attrito e temperatura di funzionamento - Pag.36

9. LUBRIFICAZIONE
9.1 Generalità - Pag.37
9.2 Lubrificazione a grasso - Pag.37
9.3 Lubrificazione ad olio - Pag.39
9.3.1 Sistemi di lubrificazione ad olio - Pag.39

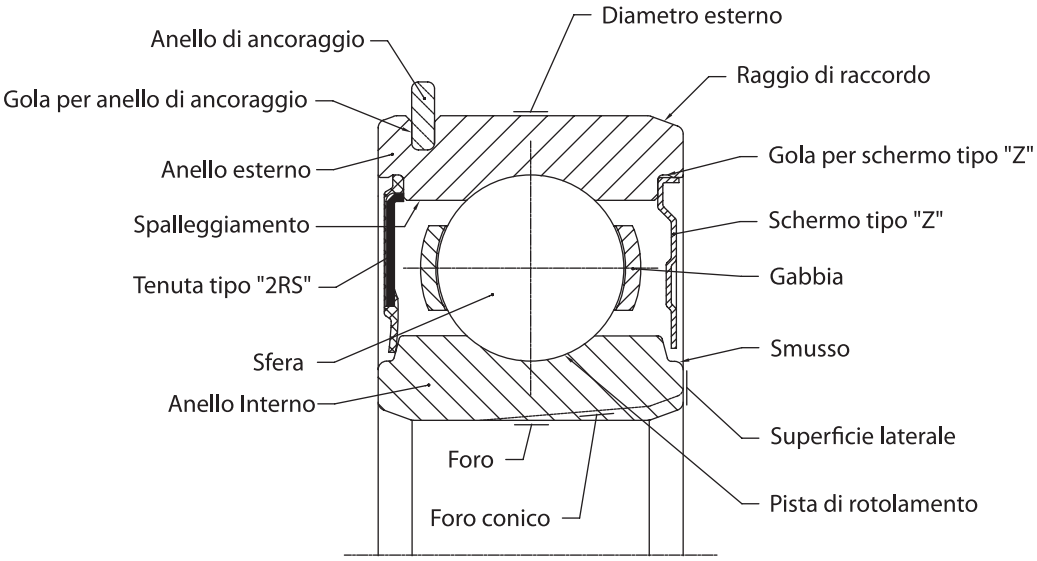
10. TABELLE

1. SUDDIVISIONE DEI CUSCINETTI VOLVENTI

1.1 Denominazione dei cuscinetti volventi

Tutti i tipi di cuscinetti volventi sono costituiti da: anello interno, anello esterno, corpi volventi (sfere o rulli), gabbia e, a seconda delle necessità, schermi o tenute. Inoltre, per i casi particolari, ai cuscinetti volventi possono essere collegati anelli di ancoraggio, O-Ring e bussole di trazione o di pressione.

Nella figura viene indicata la denominazione delle varie parti che costituiscono il cuscinetto volvente.



2. APPELLATIVO DEI CUSCINETTI VOLVENTI

2.1 Sigle dei cuscinetti volventi

Es:

6202	TN	ZZ	N	P6	C3	S1
1	2	3	4	5	6	7

1 - Appellativo

L'appellativo base è costituito dalla sigla del tipo di cuscinetto e dal codice del diametro del foro. I primi numeri indicano il tipo di cuscinetto mentre, quelli sotto riportati, rappresentano i codici del diametro del foro.
Esempio nell'appellativo 6202 il diametro interno è indicato da 02.

...00 Diametro del foro = 10 mm
...01 Diametro del foro = 12 mm
...02 Diametro del foro = 15 mm
...03 Diametro del foro = 17 mm
...04 Diametro del foro = 20 mm

Da 04 in su il diametro del foro si ottiene moltiplicando il codice relativo x 5
Esempio:
Il diametro del foro del cuscinetto 6205 si ottiene dal prodotto 05 x 5 = 25 mm

P.S.: Per i cuscinetti con foro inferiore a 10 mm gli ultimi numeri dell'appellativo indicano direttamente il diametro del foro.
Esempio:
Il cuscinetto 608 ha un foro avente diametro 8 mm.

2 - Gabbia

J	Gabbia stampata in acciaio
Y	Gabbia stampata in ottone
TN	Gabbia in plastica poliammide 6.6
TN1	Gabbia in plastica di poliammide 6-6 rinforzata in fibre di vetro

3 - Protezione del cuscinetto (tenute)

Z	Schermo su un lato
ZZ	Schermi su entrambi i lati
RS	Tenuta su un lato
2RS	Tenute su entrambi i lati
LLU	Doppio labbro su entrambi i lati
RSR **RS1** **RSS** **RDD**	Esecuzioni diverse di tenute in gomma

Il normale materiale delle tenute è gomma NBR70 e non è indicato nell'appellativo.
"A" indica tenute in materiale acrilico e "V" indica tenute in Viton.

ZN Schermo ad un lato e gola per anello di ancoraggio al lato opposto
ZNB Schermo o anello di tenuta al lato dove si trova la gola per anello
RSNB di ancoraggio
ZNBR Schermo o anello di tenuta al lato dove si trova la gola per anello
RSNBR di ancoraggio

4 - Costruzione interna e profilo esterno

B Cuscinetto obliquo a sfere; angolo di contetto di 40°
K Cuscinetto con foro conico (Conicità 1:12)
K30 Cuscinetto con foro conico (Conicità 1:30)
N Cuscinetto con gola per anello di ancoraggio nell'anello esterno
NR Cuscinetto con anello di ancoraggio montato
V Cuscinetto con foro di lubrificazione nell'anello esterno
NO Cuscinetto con gola per anello di ancoraggio ed O-Ring

5 - Classi di tolleranza

Le classi di tolleranza corrispondono alla norma ISO492/TS6229
-P0 = classe di tolleranza normale (non indicata)
P 6 Classe di tolleranza più stretta di P0
P 5 Classe di tolleranza più stretta di P6
P 4 Classe di tolleranza più stretta di P5
P 2 Classe di tolleranza più stretta di P4

6 - Giuoco del cuscinetto

-C0 = giuoco normale (non indicato)
C2 Giuoco radiale inferiore a C0
C3 Giuoco radiale superiore a C0
C4 Giuoco radiale superiore a C3
C5 Giuoco radiale superiore a C4
Le lettere H,M ed L indicano un giuoco selezionato
H Campo superiore del giuoco
M Campo medio del giuoco
L Campo inferiore del giuoco
La classe di tolleranza ed il giuoco radiale possono venire indicate unitamente.
Es.: P63 = P6 + C3

7 - Trattamento termico

-S0 = massima temperatura di funzionamento 150°C
(normale)(non indicato)(durezza degli anelli: Hrc 60 - 64)
S1 Massima temperatura di funzionamento 200°C
(durezza degli anelli: Hrc 57 - 61)
S2 Massima temperatura di funzionamento 250°C
(durezza degli anelli: Hrc 53 - 57)
S3 Massima temperatura di funzionamento 300°C
(durezza degli anelli: Hrc 51 - 55)
S4 Massima temperatura di funzionamento 350°C
(durezza degli anelli: Hrc 50 - 54)

2.2 Schermi ed anelli di tenuta

Gli schermi o gli anelli di tenuta vengono inseriti in una apposita sede ricavata nell'anello esterno del cuscinetto, lo proteggono dalla contaminazione ed impediscono la fuoriuscita del grasso.

2.2.1 Anelli di tenuta

Gli anelli di tenuta svolgono il loro compito grazie all'azione di un labbro elastico che striscia su di una superficie dell'anello interno. Come materiale normale viene impiegata della gomma in nitrilbutadiene (NBR). Se la temperatura di funzionamento supera il valore di 100°C, per gli anelli di tenuta viene impiegato il materiale acrilico (ACM) e talvolta il Viton (V). Lo strisciamento, delle tenute causa una riduzione del numero di giri limite e quindi, prima dell'applicazione, si rende necessario verificare i valori riportati nelle tabelle dimensionali dei cuscinetti. Le tenute radiali hanno un labbro elastico in contatto radiale costante con l'anello interno (Fig.2.1). Quando l'applicazione lo richiede le tenute radiali possono avere due labbri elastici in contatto radiale con l'anello interno, in questo caso il suffisso da apporre al cuscinetto sarà **2LLU**. Le tenute assiali hanno un contatto assiale con l'anello interno (Fig.2.2). Per le applicazioni ad elevato regime di rotazione, come nel caso dei cuscinetti per alternatori di autoveicoli, vengono applicate delle tenute a contatto leggero (Fig.2.3). Esistono poi ancora le tenute non a contatto che hanno una luce rispetto all'anello interno (Fig.2.4). Anche queste ultime trovano applicazione nei casi analoghi a quelli delle tenute a leggero contatto.

Fig. 2.1 Tenuta RSR

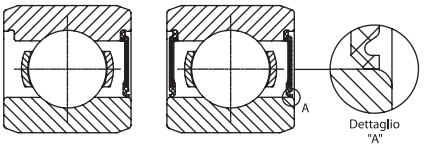


Fig. 2.2 Tenuta RS1

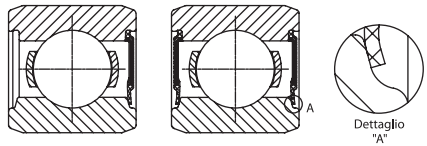


Fig. 2.3 Tenuta RDDL a contatto leggero

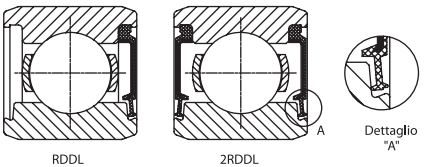
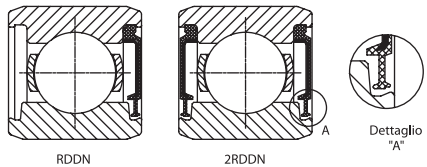


Fig. 2.4 Tenuta RDDN non a contatto

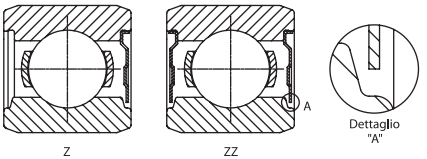


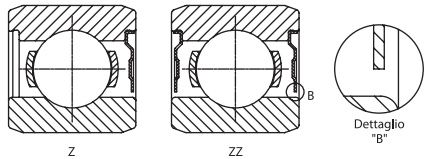
2.2.2 Schermi in lamiera

In genere lo schermo è in lamiera di acciaio, è fissato in un'apposita sede dell'anello esterno e non ha alcun contatto rispetto all'altro anello (Fig.2.5). Lo schermo in lamiera non ha funzione di tenuta ma impedisce unicamente l'ingresso di particelle contaminanti tra gli anelli del cuscinetto. In confronto agli anelli di tenuta gli schermi in lamiera sono più economici e nelle condizioni operative gravose sono più resistenti e quindi più affidabili.

Fig. 2.5

SCHERMI IN LAMIERA





3. SCELTA DEL TIPO DI CUSCINETTO

3.1 Generalità

La famiglia dei cuscinetti a sfere è costitutita da una grande varietà di tipi e di dimensioni. Per la scelta del tipo di cuscinetto più idoneo ad una determinata applicazione, si rende necessaria un'analisi delle condizioni operative, eseguita da diversi punti di vista. Poichè non esiste una regola valida e definita per la scelta del cuscinetto più appropriato, è opportuno considerare la seguente linea di guida.

Descrizione del tipo di applicazione

Il passo più importante nella scelta del cuscinetto è una conseguenza dal tipo di applicazione; per determinare le esigenze operative ed ambientali è necessario considerare i punti sotto indicati:

- Tipo di applicazione (motore elettrico, asse di autoveicolo, mandrino di macchina utensile, ecc.)
- Regime di rotazione e durata richiesta
- Carico applicato (entità, direzione e tipo), presenza di vibrazioni
- Condizioni di montaggio e di smontaggio
- Possibilità di lubrificazione e metodo relativo

Scelta preliminare del cuscinetto

Il cuscinetto più idoneo deve essere scelto confrontando le prestazioni e le funzioni che ci si attendono con le caretteristiche dei diversi tipi di cuscinetti. A tale scopo si devono considerare i seguenti punti:
- Tipo di cuscinetto
- Dimensioni
- Limiti di applicabilità

Dettagli per la richiesta d'offerta

Quando si richiede l'offerta di un cuscinetto si devono specificare i seguenti parametri:
- Tipo di cuscinetto
- Precisione, giuoco, trattamento termico e livello sonoro del cuscinetto
- Caratteristiche del cuscinetto come: materiale, materiale della gabbia e delle tenute, tipo e quantità di grasso, esigenze di lubrificazione (frequenza e quantità di lubrificante).

Confronto delle offerte

- La validità di un'offerta si decide dopo la valutazione dei seguenti punti:

- Soluzioni alternative
- Costi
- Termini di consegna
- Reperibilità e tipo di assistenza tecnica

In ultima analisi si può quindi procedere con l'ordine, il controllo dei cuscinetti forniti, il montaggio e la messa in opera.

1. SPAZIO DISPONIBILE PER IL CUSCINETTO

Nella maggior parte dei casi lo spazio disponibile per il cuscinetto è molto limitato. Malgrado ciò, a parità di diametro dell'albero esiste una grande scelta di cuscinetti normali di catalogo aventi larghezze e diametri esterni diversi.

2. ERRORI DI ALLINEAMENTO

A causa di tolleranze di produzione o di inflessioni dell'albero si possono avere dei disallineamenti tra gli assi dei cuscinetti e l'asse dell'albero. Nei casi citati possono essere impiegati i cuscinetti orientabili a sfere o quelli rigidi a sfere con giuoco maggiorato.

3. SUPPORTO FISSO E SUPPORTO MOBILE

In un albero di lunghezza rilevante si manifestano delle dilatazioni termiche causate dalla temperatura di funzionamento. In tali condizioni ed anche per l'assorbimento delle spinte assiali, uno dei cuscinetti deve svolgere la funzione di supporto fisso (ovvero non mobile assialmente); tutti gli altri cuscinetti costituiscono quindi dei supporti mobili (ovvero mobili assialmente ed idonei unicamente al supporto dei carichi radiali).
Come supporti mobili possono venire impiegati degli specifici cuscinetti a rulli cilindrici privi di spalleggiamenti delle serie N o NU. Le due serie citate sono strutturate in modo tale da poter permettere degli spostamenti assiali all'interno del cuscinetto stesso. Uno dei due anelli può quindi essere montato bloccato assialmente.
I cuscinetti con foro conico vengono montati mediante bussole di trazione e vengono bloccati nella posizione desiderata. La ghiera di fissaggio deve essere serrata con cura estrema poichè, in caso contrario, si corre il rischio di conferire un giuoco di funzionamento troppo limitato.

4. PRECISIONE

Tutti i tipi di cuscinetti volventi in classe di tolleranza normale (tolleranze dimensionali e di rotazione) sono adatti alla maggior parte delle applicazioni. Per le macchine utensili e per gli alberi operanti ad un elevato numero di giri sono disponibili dei cuscinetti con tolleranze ristrette. Questi ultimi però esigono dei particolari di montaggio aventi una precisione adeguata (ved. il: tolleranze di montaggio ed esecuzione dei supporti).
Le tolleranze ristrette possono essere apllicate a tutte le serie ed i tipi di cuscinetti.

***5.* RUMOROSITÀ**

Nella maggior parte dei casi la rumorosità del cuscinetto è rilevante rispetto a quella degli organi adiacenti.
Per applicazioni speciali, come i motori elettrici, elettrodomestici e ascensori, si rende necessario l'utilizzo di cuscinetti più silenziosi. Sebbene a tale scopo non siano ancora state stabilite delle norme precise, tutti i produttori di cuscinetti volventi stanno ottenendo simili limiti di rumorosità. Analizzando gli impieghi che il cuscinetto deve svolgere si eseguirà la scelta più adeguata.

3.2 Capacità di carico e durata

Generalmente la determinazione della durata di un cuscinetto volvente è ottenuta dalla valutazione dei carichi conseguenti alle condizioni operative. La durata teorica o calcolata viene indicata con il simbolo "L10".
Tale durata corrisponde al numero di giri o cicli ottenuti dalle prove di fatica eseguite su di un numero significativo di cuscinetti uguali, operanti nelle stesse condizioni, prima che si manifesti il cedimento per usura del 10% dei cuscinetti in prova.
Le curve di durata, sono il risultato delle prove sperimentali, hanno evidenziato ripetutamente che la maggior parte dei cuscinetti ha una durata superiore al previsto e che il 50% degli stessi funzionano per un periodo almeno cinque volte superiore a quello della durata teorica:

- Montaggio corretto
- Lubrificazione sufficiente
- Sistema di tenuta perfetto

La durata teorica in numero di giri totalizzati si ottiene con la formula seguente, dove:

L_{10} : Durata teorica espressa in 10^6 giri

P: Carico dinamico equivalente (N)

C: Coefficiente di carico dinamico (da rilevarsi dalle tabelle dimensionali dei cuscinetti) (N)
Per i cuscinetti radiali rigidi a sfere C= Cr

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$$

Se il numero di giri rimane costante, la durata può essere calcolata anche in ore come segue, dove:

$L_{10,h}$: Durata in ore di funzionamento

n: Numero di giri di funzionamento (1/min)

$$L_{10,h} = \frac{(10^6 \cdot L_{10})^3}{60n}$$

Inoltre, per i cuscinetti ruote, la durata può essere calcolata in Km come segue, dove:

$L_{10,s}$: Percorrenza in Km

D: Diametro esterno della ruota sopportata (mm)

$$L_{10,s} = \pi \cdot D \cdot L_{10}$$

Le tabelle 3.2.1 e 3.2.2 riportano i valori delle durate in ore ed in Km, rilevate dall'esperienza, di alcuni esempi di applicazione di cuscinetti.

Per quanto concerne il valore del carico dinamico, si prega di consultare l'assistenza tecnica.
Se i cuscinetti devono operare ad elevata temperatura, il loro materiale subisce una riduzione della durezza che comporta una riduzione della durata. Il coefficiente di carico dinamico ridotto che si deve considerare nel calcolo della durata, si ottiene dalla formula sotto riportata, ovvero moltiplicando il valore rilevato dalle tabelle per il fattore della temperatura di funzionamento (vedere capitolo del trattamento termico di stabilizzazione dimensionale e dei codici indicanti la massima temperatura operativa).

$$Ct = Ft \cdot C$$

dove:
Ct = Coefficiente di carico corretto per il funzionamento a temperatura elevata (N)
Ft = Fattore della temperatura (ved. Tab. 3.3)
C = Coefficiente di carico (ved. le tabelle generali dei cuscinetti)

TABELLA 3.2.1

Valori empirici della durata $L_{10,h}$ in ore di funzionamento

CONDIZIONI OPERATIVE	$L_{10,h}$
Apparecchi usati di rado es. elettrodomestici	500...2000
Apparecchi usati per brevi periodi es. autovetture	2000...4000
Macchine di uso quotidiano, per periodi di media durata senza eccessive esigenze della sicurezza operativa es. macchine agricole	4000...8000
Macchine di uso quotidiano, per periodi di media durata con esigenze di affidabilità operativa es. ascensori	8000...12000
Macchine usate quotidianamente per lunghi periodi di tempo, normalmente a pieno carico es. nastri trasportatori	12000...20000
Macchine usate quotidianamente per lunghi periodi di tempo, normalmente a pieno carico es. macchine utensili, veicoli ferroviari	20000...40000
Funzionamento continuo es: compressori e motori di grandi dimensioni	40000...80000
Funzionamento continuo con grande affidabilità operativa es: macchine per carta, generatori di centrali elettriche	80000...200000

TABELLA 3.2.2

Valori empirici della durata $L_{10,s}$ in Km percorsi

TIPO DI VEICOLO	$L_{10,S}$
Cuscinetti ruote per: Autovetture Autobus e Autocarri	 100.000 200.000/300.000
Assali di veicoli ferroviari Vagoni merci (in servizio continuo) Veicoli usati per brevi distanze, Tram Carrozze ferroviarie per lunghi percorsi Locomotori diesel per lunghi percorsi Locomotori diesel elettrici per lunghi percorsi	 800.000 1.500.000 3.000.000 3.000.000/4.000.000 3.000.000/5.000.000

3.2.1 Durata modificata

Per una determinata applicazione esiste un tipo di cuscinetto il quale, rispetto ad altri, offre dei particolari vantaggi. A titolo di esempio, in molte applicazioni al cuscinetto vengono richieste le seguenti caratteristiche: compensazione degli errori di allineamento, sopporto dei carichi radiali e di quelli assiali, permettere un elevato numero di giri o combinazioni delle caratteristiche citate. Ciascuna di tali caratteristiche influisce in modo diverso sulla durata. Nel calcolo della durata devono quindi essere prese in considerazione le condizioni operative, la qualità del materiale e l'affidabilità che vengono valutate mediante specifici fattori. La durata modificata viene calcolata con la formula seguente:

$$L_{n,a} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_{10}$$

dove:
$L_{n,a}$: Durata teorica modificata (fattore di sicurezza n=100)
L_{10}: Durata corrispondente al 90% di affidabilità
Quando L_{10} non sia sufficiente e si desideri un'affidabilità superiore al 90%, deve essere modificato il valore di L_{10}

a_1: Fattore di correzione per l'affidabilità
a_2: Fattore di correzione per il materiale
a_3: Fattore di correzione per le condizioni operative
Poichè la determinazione dei fattori a2 e a3 risulta difficoltosa, normalmente si assumono entrambi uguali a 1.

TABELLA 3.3 Fattori di temperatura, ft

Temperatura di funzionamento (°C)				
	≤150	175	200	250
f_t	1,00	0,95	0,90	0,75

TABELLA 3.4 Fattori di affidabilità, a1

Affidabilità						
	%90	%95	%96	%97	%98	%99
a_1	1,00	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

3.2.2 Coefficiente di carico

Nelle applicazioni con limitato numero di giri (inferiore a 33 giri/minuto), con lenti movimenti di oscillazione o nei casi di carichi ad urto, si deve prendere in considerazione il coefficiente di carico.

3.3 Scelta in funzione delle dimensioni

Tutti i tipi di cuscinetti a sfere aventi lo stesso codice del foro ed appartenenti alla stessa serie di diametro esterno e larghezza, sono dimensionalmente intercambiabili. A titolo di esempio il cuscinetto 6203 ed il 7203 hanno lo stesso foro di 17mm, il diametro esterno di 42mm e la larghezza di 12mm. Ciò significa che la scelta del tipo più idoneo avviene in considerazione del regime di rotazione, del carico assiale applicato, dell'errore di allineamento ed altre particolari specifiche applicative. In tal modo si può ottenere la durata richiesta.

4. TOLLERANZE DEI CUSCINETTI VOLVENTI

Le dimensioni d'ingombro dei cuscinetti volventi e le loro tolleranze sono stabilite dalle specifiche norme internazionali. Nella tabella 4.1 sono riportate e messe a confronto le varie normative. Tutti i cuscinetti volventi possono essere prodotti con tolleranze normali (classe di tolleranza 0) e con tolleranze ristrette (classi di tolleranza P6, P5, P4, ecc.). Nei simboli delle classi di tolleranza ristrette, più piccola è la cifra, più elevata è la precisione. È necessario tener presente che, applicando dei cuscinetti con tolleranze ristrette, l'albero, l'alloggiamento e le altre parti di montaggio devono essere prodotti con tolleranze analoghe.

TABELLA 4.1 Confronto tra le norme internazionali delle tolleranze dei cuscinetti volventi

Norma		Classe di tolleranza					Tipo di cuscinetto
Normativa Giapponese	JIS B 1514	Classe 0	Classe 6	Classe 5	Classe 4	Classe 2	Tutti i cuscinetti
Normativa Internazionale ISO	ISO 492	Classe Normale	Classe 6	Classe 5	Classe 4	Classe 2	Cuscinetti radiali rigidi a sfere
Normativa Tedesca	DIN 620	P0	P6	P5	P4	P2	Tutti i cuscinetti
American National Standards Institute (ANSI)	ANSI/ AFBMA Stan. 20	ABEC-1	ABEC-3	ABEC-5	ABEC-7	ABEC-9	Cuscinetti radiali rigidi a sfere

Le serie di diametro riportate nelle tabelle del presente catalogo corrispondono alle norme ISO 15 (E). La tabella sotto riportata indica le reazioni tra i tipi di cuscinetti e le serie diametrali.

Tipi di cuscinetti	ISO - Serie diametrali						
	8	9	0	1	2	3	4
	Serie dei cuscinetti						
Cuscinetti radiali rigidi a sfere	618..	619..	60.. 160.. 630..	161..	2.. 42.. 62.. 622..	3.. 43.. 63.. 623..	64..
Cuscinetti obliqui a sfere ad una corona					32.. 72.. QJ2..	33.. 73.. QJ3..	
Cuscinetti orientabili					12.. 22.. 122..	13.. 23.. 113..	14..

Nella tabella delle tolleranze da 4.2 a 4.6 vengono impiegate le seguenti sigle:

(1) Dimensioni

d	: Dimensione nominale del diametro del foro
d_1	: Diametro del foro del lato maggiore di un foro conico
d_s	: Misura singola del diametro del foro
d_m	: Diametro medio del foro
d_{mp}	: Diametro medio del foro in una sezione
D	: Diametro esterno nominale
D_s	: Misura singola del diametro esterno
D_m	: Diametro esterno
D_{mp}	: Diametro esterno medio in una sezione
B	: Dimensione nominale della larghezza dell'anello interno
C	: Dimensione nominale della larghezza dell'anello esterno
B_s, C_s	: Misura singola della larghezza di un anello
B_m, C_m	: Dimensione media della larghezza di un anello
r	: Dimensione nominale del raggio di raccordo
r_s	: Misura singola del raggio di raccordo
r_{smin}	: Dimensione minima ammessa del raggio di raccordo
r_{smax}	: Dimensione massima ammessa del raggio di raccordo

(2) Scostamenti dimensionali

Δd_s	: Scostamento della misura singola del diametro del foro
Δd_m	: Scostamento della misura singola del diametro medio del foro
Δd_{mp}	: Scostamento della misura singola del diametro medio del foro in un piano
Δd_{1mp}	: Scostamento della misura singola del diametro medio di un foro conico
Δd_s	: Scostamento di una misura singola del diametro esterno
Δd_m	: Scostamento di una misura media del diametro esterno
Δd_{mp}	: Scostamento di una misura singola del diametro esterno in un piano
$\Delta B_s, C_s$	: Scostamento di una larghezza dell'anello

(3) Variazioni dimensionali

$V d_s$	: Variazione della dimensione del diametro del foro
$V d_p$	: Variazione della dimensione del diametro del foro in un piano radiale
$V d_{mp}$	: Variazione della dimensione media del foro
$V D_p$	: Variazione della dimensione del diametro esterno in un piano radiale
$V D_{mp}$	: Variazione della dimensione media del diametro esterno
VB, VC_s	: Variazione della dimensione della larghezza dell'anello

(4) Tolleranze di rotazione

KiA	: Runout radiale del foro dell'anello interno di un cuscinetto assemblato rispetto all'asse della superficie esterna dell'anello esterno.
KeA	: Runout assiale del diametro dell'anello esterno di un cuscinetto assemblato rispetto all'asse del foro dell'anello interno.
SiA	: Runout radiale della faccia dell'anello interno di un cuscinetto assemblato rispetto all'asse della superficie esterna dell'anello esterno.
SeA	: Runout assiale della faccia dell'anello esterno di un cuscinetto assemblato rispetto all'asse del foro dell'anello interno.
Sd	: Perpendicolarità della faccia dell'anello interno rispetto all'asse del foro
SD	: Perpendicolarità dell'asse della superficie esterna dell'anello esterno rispetto al riferimento determinato dalla facciata dell'anello esterno

TABELLA 4.2 Tolleranze dei cuscinetti a sfera

TABELLA 4.2.1.1 Tolleranze dimensionali e di rotazione degli anelli interni della classe P0 Dimensioni in mm

d (mm)		Δd_{mp}		V_{dp}			V_{dmp}	K_{ia}	S_d	S_{ia}	ΔB_s			V_{Bs}
				Serie di diametro							Normale			
				8,9	0,1	2,3,4					Modif	Norm	Modif 1)	
oltre	incl.	sup.	inf.	max.			max.	max.	max.	max.	sup.	inferiore		max.
2,5	10	0	-8	10	8	6	6	10	10	25	0	-120	-250	15
10	18	0	-8	10	8	6	6	10	14	25	0	-120	-250	20
18	30	0	-10	13	10	8	8	13	16	25	0	-120	-250	20
30	50	0	-12	15	12	9	9	15	16	25	0	-120	-250	20
50	80	0	-15	19	19	11	11	20	16	30	0	-150	-380	25
80	120	0	-20	25	25	15	15	25	18	33	0	-200	-380	25
120	180	0	-25	31	31	19	19	30	18	35	0	-250	-500	30
180	250	0	-30	38	38	23	23	40	20	38	0	-300	-500	30

1) Questi valori si applicano ai singoli anelli per essere combinati

TABELLA 4.2.1.2 Tolleranze dimensionali e di rotazione degli anelli esterni della classe P0 Dimensioni in mm

D (mm)		ΔD_{mp}		V_{dp} 2)				V_{dmp} 2)	K_{ea}	S_D	S_{ea}	ΔC_s		VC_s
				Cuscinetto a sfere sup./incl. in esecuzione aperta			Cuscinetto con schermo o tenuta 1)							
				Serie di diametro										
				8,9	0,1	2,3,4	2,3,4							
oltre	incl.	sup.	inf.	max.				max.	max.	max.	max.	sup.	incl.	max.
6	18	0	-8	10	8	6	10	6	15	10	25	Identico a Bs e VBs dell'anello interno		
18	30	0	-9	12	9	7	12	7	15	14	25			
30	50	0	-11	14	11	8	16	8	20	16	25			
50	80	0	-13	16	13	10	20	10	25	16	30			
80	120	0	-15	19	19	11	26	11	35	16	30			
120	150	0	-18	23	23	14	30	14	40	18	35			
150	180	0	-25	31	31	19	38	19	45	18	35			
180	250	0	-30	38	38	23	-	23	50	18	40			
250	315	0	-35	44	44	26	-	26	60	20	40			
315	400	0	-40	50	50	30	-	30	70	20	45			
400	500	0	-45	56	56	34	-	34	80	25	45			

1) Le tolleranze per le serie diametrali 8,9,0 ed 1 non sono indicate
2) Applicabili prima del montaggio e senza anello di ancoraggio

TABELLA 4.2.2.1 Tolleranze dimensionali e di rotazione degli anelli interni della classe P6
Dimensioni in mm

d (mm)		Δd_{mp}		Vdp			Vd_{mp}	K_{ia}	S_d	S_{ia}	ΔB_s			VB_s
				Serie di diametro							Normale			
				8,9	0,1	2,3,4					Modif	Norm	Modif 1)	
oltre	incl.	sup.	inf.	max.			max.	max.	max.	max.	sup.	inferiore		max.
2,5	10	0	-7	9	7	5	5	6	8	15	0	-120	-250	15
10	18	0	-7	9	7	5	5	7	8	15	0	-120	-250	20
18	30	0	-8	10	8	6	6	8	9	16	0	-120	-250	20
30	50	0	-10	13	10	8	8	10	9	16	0	-120	-250	20
50	80	0	-12	15	15	9	9	10	10	16	0	-150	-380	25
80	120	0	-15	19	19	11	11	13	10	18	0	-200	-380	25
120	180	0	-18	23	23	14	14	18	12	20	0	-250	-500	30
180	250	0	-22	28	28	17	17	20	14	26	0	-300	-500	30

1) Questi valori si applicano ai singoli anelli per essere combinati

TABELLA 4.2.2.2 Tolleranze dimensionali e di rotazione degli anelli esterni della classe P6
Dimensioni in mm

D (mm)		ΔD_{mp}		Vdp 2)				Vd_{mp} 2)	K_{ea}	S_D	S_{ea}	ΔC_s		VC_s
				Cuscinetto a sfere in esecuzione aperta		Cuscinetto con schermo o tenuta								
				Serie di diametro										
				8,9	0,1	2,3,4	2,3,4							
oltre	incl.	sup.	inf.	max.				max.	max.	max.	max.	sup.	incl.	max.
6	18	0	-7	9	7	5	9	5	8	10	18	Identico a Bs e VBs dell'anello interno		
18	30	0	-8	10	8	6	10	6	9	10	18			
30	50	0	-9	11	9	7	13	7	10	10	18			
50	80	0	-11	14	11	8	16	8	13	10	22			
80	120	0	-13	16	16	10	20	10	18	11	23			
120	150	0	-15	19	19	11	25	11	20	12	25			
150	180	0	-18	23	23	14	30	14	23	12	28			
180	250	0	-20	25	25	15	-	15	25	13	30			
250	315	0	-25	31	31	19	-	19	30	13	30			
315	400	0	-28	35	35	21	-	21	35	15	35			
400	500	0	-33	41	41	25	-	25	40	17	40			

1) Le tolleranze per le serie diametrali 8,9,0 ed 1 non sono indicate
2) Applicabili prima del montaggio e senza anello di ancoraggio

TABELLA 4.2.3.1 Tolleranze dimensionali e di rotazione degli anelli interni della classe P5
Dimensioni in mm

d (mm)		Δd_{mp}		Vdp		$V d_{mp}$	K_{ia}	S_d	S_{ia}	ΔB_s			VB_s
				Serie di diametro						Normale			
				8,9	0,1,2,3,4					Modif	Norm	Modif	
oltre	incl.	sup.	inf.	max.		max.	max.	max.	max.	sup.	inferiore		max.
10	18	0	-5	5	4	3	4	7	7	0	-80	-250	5
30	50	0	-8	8	6	4	5	8	8	0	-120	-250	5
80	120	0	-10	10	8	5	6	9	9	0	-200	-380	7
180	250	0	-15	15	12	8	10	1	13	0	-300	-500	10

1) Questi valori si applicano ai singoli anelli per essere combinati

TABELLA 4.2.3.2 Tolleranze dimensionali e di rotazione degli anelli esterni della classe P5
Dimensioni in mm

D (mm)		ΔD_{mp}		Vdp 1)		$V d_{mp}$ 2)	K_{ea}	S_D	S_{ea}	ΔC_s		VC_s
				Serie di diametro								
				8,9	0,1,2,3,4							
oltre	incl.	sup.	inf.	max.		max.	max.	max.	max.	sup.	incl.	max.
6	18	0	-5	5	4	3	5	8	8	Identico a Bs e VBs dell'anello interno		5
18	30	0	-6	6	5	3	6	8	8			5
30	50	0	-7	7	5	4	7	8	8			5
50	80	0	-9	9	7	5	8	8	10			6
80	120	0	-10	10	8	5	10	9	11			8
120	150	0	-11	11	8	6	11	10	13			8
150	180	0	-13	13	10	7	13	10	14			8
180	250	0	-15	15	11	8	15	11	15			10
250	315	0	-18	18	14	9	18	13	18			11
315	400	0	-20	20	15	10	20	13	20			13
400	500	0	-23	23	17	12	23	15	23			15

1) Non vengono indicate le tolleranze

TABELLA 4.2.4.1 Tolleranze dimensionali e di rotazione degli anelli interni della classe P4
Dimensioni in mm

d (mm)		Δd_{mp}		Δd_s 1)		Vdp		V_{dmp}	K_{ia}	S_d	S_{ia}	ΔB_s			VB_s
						Serie di diametro						Normale			
						8,9	0,1,2,3,4					Modif	Norm	Modif2	
oltre	incl.	sup.	inf.	sup.	inf.	max.		max.	max.	max.	max.	sup.	inferiore		max.
2,5	10	0	-4	0	-4	4	3	2	2,5	3	3	0	-40	-250	2,5
10	18	0	-4	0	-4	4	3	2	2,5	3	3	0	-80	-250	2,5
18	30	0	-5	0	-5	5	4	2,5	3	4	4	0	-120	-250	2,5
30	50	0	-6	0	-6	6	5	3	4	4	4	0	-120	-250	3
50	80	0	-7	0	-7	7	5	3,5	4	5	5	0	-150	-250	4
80	120	0	-8	0	-8	8	6	4	5	5	5	0	-200	-380	4
120	180	0	-10	0	-10	10	8	5	6	6	7	0	-250	-380	5
180	250	0	-12	0	-12	12	9	6	8	7	8	0	-300	-500	6

1) Applicabili unicamente ai cuscinetti delle serie di diametro 0,1,2,3 e 4
2) Questi valori si applicano ai singoli anelli per essere combinati

TABELLA 4.2.4.2 Tolleranze dimensionali e di rotazione degli anelli esterni della classe P4
Dimensioni in mm

D (mm)		ΔD_{mp}		ΔD_s 1)		VDp 2)		V_{Dmp} 2)	K_{ea}	S_D	S_{ea}	ΔC_s		VC_s
						Serie di diametro								
						8,9	0,1,2,3,4							
oltre	incl.	sup.	inf.	sup.	inf.	max.		max.	max.	max.	max.	sup.	incl.	max.
6	18	0	-4	0	-4	4	3	2	3	4	5	Identico a Bs dell'anello interno		2,5
18	30	0	-5	0	-5	5	4	2,5	4	4	5			2,5
30	50	0	-6	0	-6	6	5	3	5	4	5			2,5
50	80	0	-7	0	-7	7	5	3,5	5	4	5			3
80	120	0	-8	0	-8	8	6	4	6	5	6			4
120	150	0	-9	0	-9	9	7	5	7	5	7			5
150	180	0	-10	0	-10	10	8	5	8	5	8			5
180	250	0	-11	0	-11	11	8	6	10	7	10			7
250	315	0	-13	0	-13	13	10	7	11	8	10			7
315	400	0	-15	0	-15	15	11	8	13	10	13			8

1) "Applicabili unitamente" cuscinetti delle serie di diametro 0,1,2,3 e 4
2) Non vengono indicate le tolleranze dei cuscinetti con schermi o tenute

4.1 Dimensioni dei raggi di raccordo unità in mm

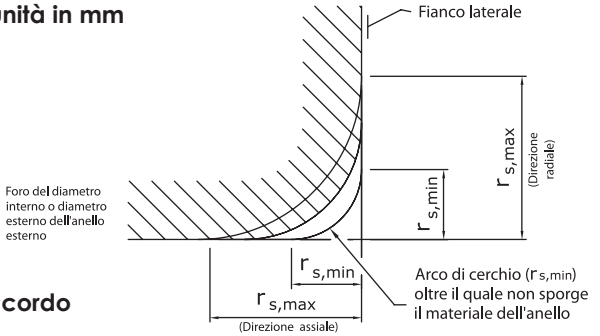


TABELLA 4.3 Tolleranze dei raggi di raccordo

$r_{s,min}$ 1)	d		$r_{s,msx}$	
	>	≤	In direzione radiale	In direzione assiale
0,05	-	-	0,1	0,2
0,08	-	-	0,16	0,3
0,1	-	-	0,2	0,4
0,15	-	-	0,3	0,6
0,2	-	-	0,5	0,8
0,3	-	40	0,6	1
	40	-	0,8	1
0,6	-	40	1	2
	40	-	1,3	2
1	-	50	1,5	3
	50	-	1,9	3
1,1	-	120	2	3,5
	120	-	2,5	4
1,5	-	120	2,3	4
	120	-	3	5
2	-	80	3	4,5
	80	220	3,5	5
	220	-	3,8	6
2,1	-	280	4	6,,5
	280	-	4,5	7
2,5	-	100	3,8	6
	100	280	4,5	6
	280	-	5	7
3	-	280	5	8
	280	-	5,5	8
4	-	-	6,5	9
5	-	-	8	10
6	-	-	10	13
7,5	-	-	12,5	17
9,5	-	-	15	19
12	-	-	18	24
15	-	-	21	30
19	-	-	25	38

1) Il limite superiore della dimensione del raggio di raccordo dell'albero o dell'alloggiamento del cuscinetto non deve essere superiore al limite inferiore della dimensione del raggio di raccordo di quest'ultimo.

4.2 Fori conici - Dimensioni e tolleranze (Classe di tolleranza normale)

Le tolleranze delle dimensioni nominali dei fori conici corrispondono unicamente alla classe di tolleranza P0. Se non diversamente specificato, la conicità è di 1/12 che corrisponde ad un angolo di inclinazione o semiangolo di conicità:

$\alpha = 2°23'9.4'' = 2.38594° = 0.041643$ rad

La dimensione nominale teorica del foro, al lato maggiore è:

$d_1 = d + (1/12)\ B$

Le dimensioni e le tolleranze dei fori conici dipendono dalla dimensione nominale di questi ultimi, come indicato dalla tabella 4.4

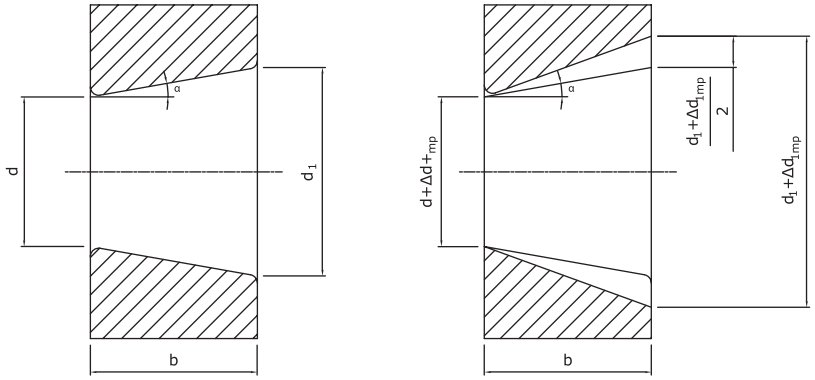


TABELLA 4.4 Fori conici d - Dimensioni e tolleranze

d (mm)		Δdmp		Δd1mp - Δdmp		Vdp 1)
oltre	incluso	max.	min.	max.	min.	max.
-	10	+15	0	+15	0	10
10	18	+18	0	+18	0	10
18	30	+21	0	+21	0	13
30	50	+25	0	+25	0	15
50	80	+30	0	+30	0	19
80	120	+35	0	+35	0	25
120	180	+40	0	+40	0	31
180	250	+46	0	+46	0	38
250	315	+52	0	+52	0	44
315	400	+57	0	+57	0	50
400	500	+63	0	+63	0	56

1) Applicabile a tutti i piani radiali del foro conico

4.3 Anelli elastici. Gole e relative tolleranze

Gli anelli elastici sono prodotti in accordo alla norma DIN 5417 e vengono utilizzati per il bloccaggio assiale dei cuscinetti.

[Per i raggi di raccordo vedere la tabella]

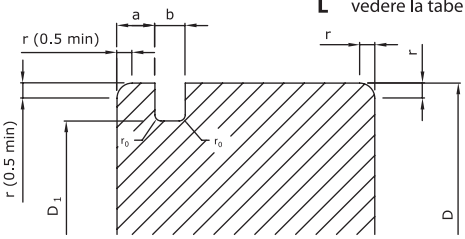


TABELLA 4.5

D Dimensione nominale del diametro	D1 Diametro della gola per anello di ancoraggio		a Distanza della gola dalla superficie laterale			b Larghezza della gola		ro Raggio di raccordo della gola	
		Scosta-mento ammesso	0	2,3,4	Scosta-mento ammesso		Scosta-mento ammesso		Scosta-mento ammesso
30	28,17			2,06		1,35		0,4	
32	30,15		2,06	2,06		1,35		0,4	
35	33,17		2,06	2,06		1,35		0,4	
37	34,77			2,06		1,35		0,4	
40	38,1			2,06		1,35		0,4	
42	39,75	-0,25	2,06	2,06	-0,15	1,35		0,4	-0,20
47	44,6		2,06	2,46		1,35		0,4	
50	47,6			2,46		1,35		0,4	
52	49,73		2,06	2,46		1,35		0,4	
55	52,6		2,06			1,35		0,4	
56	53,6			2,46		1,35		0,4	
58	55,6		2,06	2,46		1,35		0,4	
62	59,61		2,06	3,28		1,9		0,6	
65	62,6			3,28		1,9		0,6	
68	64,82		2,49	3,28		1,9		0,6	
72	68,81			3,28		1,9		0,6	
75	71,83		2,49	3,28		1,9		0,6	
80	76,81		2,49	3,28		1,9	+0,30	0,6	
85	81,81			3,28		1,9		0,6	
90	86,79		2,87	3,28	-0,20	2,7		0,6	
95	91,82		2,87			2,7		0,6	
100	96,8		2,87	3,28		2,7		0,6	
110	106,81		2,87	3,28		2,7		0,6	
115	111,81		2,87			2,7		0,6	
120	115,21	-0,50		4,06		3,1		0,6	-0,30
125	120,22		2,87	4,06		3,1		0,6	
130	125,22		2,87	4,06		3,1		0,6	
140	135,23		3,71	4,9		3,1		0,6	
145	140,23		3,71			3,1		0,6	
150	145,24		3,71	4,9		3,1		0,6	
160	155,22		3,71	4,9	-0,25	3,1		0,6	
170	163,65		3,71	5,69		3,5		0,6	
180	173,66		3,71	5,69		3,5		0,6	
190	183,64			5,69		3,5		0,6	
200	193,65		5,69	5,69		3,5		0,6	
210	203,6		5,69			3,5		1	
215	208,6			5,69	-0,30	3,5	+0,40	1	
225	217		6,5	6,5		4,5		1	

5. MATERIALI

Il materiale determina in modo decisivo la durata e le prestazioni di un cuscinetto volvente. I fattori come: il carico da sopportare, le sollecitazioni nei punti di contatto, la durezza, le temperature operative, l'usura, i carichi ad urto, le vibrazioni e la stabilità dimensionale influenzano la scelta del tipo di materiale.

5.1 Materiale degli anelli e delle sfere

Per la costruzione dei cuscinetti volventi viene impiegato generalmente l'acciaio 100Cr6 ad alto tenore di carbonio adatto per la tempra in profondità. L'acciaio per cuscinetti volventi è codificato nelle norme DIN con il numero 1.3505; la relativa composizione chimica è riportata nella tabella 5.1 mentre la tabella 5.2 indica la definizione di tale materiale secondo altre norme nazionali. Generalmente gli anelli e le sfere vengono prodotti mediante deformazione o lavorazione meccanica e, come fase finale, si ha il trattamento termico (tempra e rinvenimento) che viene eseguito a seconda della temperatura di funzionamento prevista. Il trattamento termico, per i cuscinetti in esecuzione normale (suffisso P0), conferisce al materiale una durezza di 60 - 64 Hrc ed altre caratteristiche strutturali. L'ultima operazione produttiva è la rettifica dei particolari che ha lo scopo di conferire la necessaria precisione dimensionale. Oltre al 100 Cr 6 possono essere impiegati degli acciai legati, degli acciai da cementazione e degli acciai speciali.

TABELLA 5.1 Composizione chimica del 100 Cr 6, secondo norma DIN 1.3505 (%)

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo
min.	0,95	0,15	0,25	0,0	0,0	1,35	0,0	0,0	0,0
max	1,10	0,35	0,45	0,03	0,025	1,65	0,20	0,20	0,15

TABELLA 5.2 Denominazione del 100 Cr 6 secondo alcune norme nazionali

Paese	USA	Giappone	Inghilterra	Germania
Norma	AISI	JIS	GS	DIN
Denominazione	52100	SUJ 2	534A 99	1.3505

5.2 Materiale delle gabbie

Le gabbie hanno lo scopo di separare uno dall'altro i corpi volventi (sfere o rulli) e quindi di evitarne lo strisciamento sotto carico nei punti di contatto. Le gabbie vengono prodotte in lamiera di acciaio o di ottone, in ottone massiccio o in materiale plastico. Quest'ultimo viene impiegato sempre più di frequente e normalmente è il PA 6.6 (Poliammide con o senza rinforzo in fibra di vetro) ed ha i seguenti vantaggi: leggerezza, migliori prestazioni nelle condizioni di emergenza, effetto smorzante e minori emissioni sonore.

5.3 Materiale delle tenute

Gli anelli di tenuta sono costituiti da un'armatura in lamiera di acciaio sulla quale viene vulcanizzato un materiale elastico. Quest'ultimo può essere NBR (gomma sintetica nitril-butadiene), ACM (gomma acrilica) o V (viton).
Per la scelta del materiale delle tenute ci si deve attenere alle seguenti temp. di funz.
NBR: -25/+100°C (il limite superiore, per breve periodo, può raggiungere i 120°C
ACM: -15/+150°C (il limite superiore, per breve periodo, può raggiungere i 175°C
Viton: -30/+300°C (il limite superiore, per breve periodo, può raggiungere i 230°C

6. GIUOCO DEL CUSCINETTO

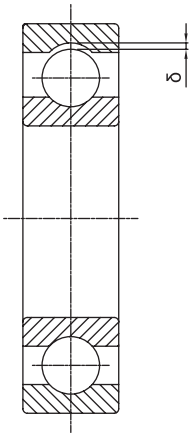
6.1 Generali

Tenendo bloccato uno dei due anelli di un cuscinetto, l'altro anello può essere spostato sia in direzione radiale che in quella assiale. L'entità di tale spostamento determina il giuoco del cuscinetto che può essere distinto in giuoco radiale ed in giuoco assiale.

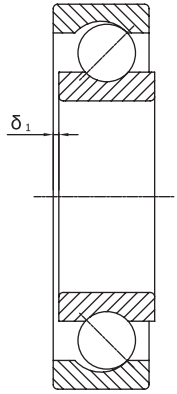
Le sedi sugli alberi e negli alloggiamenti devono essere eseguite con la massima cura poichè le condizioni ottimali di funzionamento di un cuscinetto richiedono un giuoco molto limitato (pochi micron). Tale situazione può essere realizzata solo prendendo in considerazione alcuni fattori. Infatti le diverse dilatazioni termiche dell'anello interno e di quello esterno e di quelle dei particolari adiacenti possono causare il precarico del cuscinetto. Inoltre il montaggio con interferenza positiva o con forzamento causa la riduzione del giuoco del cuscinetto. In linea di massima avviene che il giuoco di un cuscinetto montato sia inferiore a quello del cuscinetto stesso prima del montaggio. Il giuoco del cuscinetto deve quindi essere scelto a seconda del tipo di applicazione e delle condizioni operative. A tale scopo i cuscinetti sono disponibili con giuoco superiore o inferiore a quello normale.
I cuscinetti con giuoco normale sono privi di qualsiasi particolare suffisso. Tali cuscinetti sono adatti per essere montati nelle applicazioni normali e con normali tolleranze.

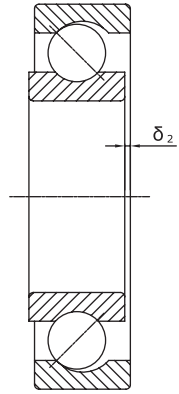
I cuscinetti con giuoco inferiore a quello normale vengono contraddistinti con il suffisso C2 mentre, quelli con giuoco superiore a quello normale, recano i suffissi C3, C4 o C5. Nei suffissi citati la grandezza del numero è direttamente proporzionale al valore del giuoco.

Il giuoco del cuscinetto viene misurato tenendo bloccato l'anello interno e spostando in direzione radiale l'anello esterno. Lo sforzo di misura causa una deformazione elastica degli anelli e pertanto il valore rilevato del giuoco del cuscinetto risulta essere superiore a quello reale. La differenza viene corretta con l'impiego dello specifico fattore riportato nella tabella 6.1. Sottraendo il fattore di correzione del valore misurato, si ottiene il valore del giuoco reale che è indicato nel catalogo. Per i cuscinetti con il suffisso CH si deve usare il valore minimo del fattore per i cuscinetti con il giuoco minimo ed il valore maggiore per i cuscinetti con giuoco prossimo al valore massimo.



Giuoco radiale= δ





Giuoco assiale = $\delta_1 + \delta_2$

TABELLA 6.1 Fattori di correzione del giuoco radiale

Dimensione nominale del foro del cuscinetto d (mm)		sforzo di misura (N)	fattori di correzione (µm)				
oltre	incluso		C2	normale	C3	C4	C5
10 incluso	18	25	3-4	4	4	4	4
18	50	50	4-5	5	6	6	6
50	280	150	6-8	8	9	9	9

I cuscinetti con giuoco normale sono idonei per la maggior parte delle applicazioni. I valori del giuoco normale sono riportati nelle tabelle. Per le applicazioni speciali devono essere presi in considerazione i valori indicati nella tabella 6.4.

Per i cuscinetti con foro conico si deve controllare assolutamente il giuoco dopo il forzamento dell'anello interno sulla relativa sede dell'albero. Come regola si deve tener presente che il giuoco radiale di un cuscinetto con foro conico è maggiore di quello dei cuscinetti con foro cilindrico.

Per i cuscinetti obliqui a due corone di sfere anzichè il giuoco radiale viene indicato il giuoco assiale. Per i cuscinetti obliqui a sfere ad una corona disposti in tandem (o accoppiati ad "X" o ad "O") il giuoco assiale deve essere registrato in fase di montaggio. Il conferimento di un giuoco o di un precarico dipende dalle condizioni operative.

6.2 Regole per la scelta del giuoco del cuscinetto

Per la scelta del giuoco del cuscinetto si deve tener conto dei seguenti punti, frutto dell'esperienza:

1. I cuscinetti con giuoco normale sono consigliati per tutte le applicazioni normali nelle quali viene raccomandato il montaggio con leggera interferenza di uno degli anelli.

2. Il giuoco ridotto del gruppo C2 deve essere applicato nei casi in cui sia richiesto un funzionamento con giuoco prossimo a zero e dove sia possibile ottenere una elevata precisione dei particolari accoppiati.

3. Nelle applicazioni con carichi elevati in combinazione con accoppiamenti con forzamento, in presenza di carichi di direzione indeterminata, quando vi sia una elevata differenza di temperatura tra gli anelli del cuscinetto, raffreddamento dell'alloggiamento o riscaldamento dell'albero devono essere utilizzati dei cuscinetti con giuoco radiale maggiorato come C3, C4 e anche C5.

Il suffisso del giuoco radiale può essere combinato con quello relativo alla classe di tolleranza. In tal caso il suffisso C viene eliminato: Es. P6 + C3 = P 63.

TABELLA 6.2 Giuoco radiale dei cuscinetti *radiali rigidi a sfere* ad una corona con foro cilindrico senza cava di introduzione

Dimensione nominale del ø del foro d (mm)		Giuoco radiale (µm)									
		C2		normale (C0)		C3		C4		C5	
oltre	incluso	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
6	10	0	7	2	13	8	23	14	29	20	37
10	18	0	9	3	18	11	25	18	33	25	45
18	24	0	10	5	20	13	28	20	36	28	48
24	30	1	11	5	20	13	28	23	41	30	53
30	40	1	11	6	20	15	33	28	46	40	64
40	50	1	11	6	23	18	36	30	51	45	73
50	65	1	15	8	28	23	43	38	61	55	90
65	80	1	15	10	30	25	51	46	71	65	105
80	100	1	18	12	36	30	58	53	84	75	120
100	120	2	20	15	41	36	66	61	97	90	140
120	140	2	23	18	48	41	81	71	114	105	160
140	160	2	23	18	53	46	91	81	130	120	180
160	180	2	25	20	61	53	102	91	147	135	200
180	200	2	30	25	71	63	117	107	163	150	230
200	225	4	38	32	79	72	127	116	184	170	274
225	250	4	41	34	89	80	144	132	204	188	304
250	280	4	48	40	94	85	154	142	229	212	334

TABELLA 6.3.1 Giuoco radiale dei cuscinetti *orientabili a sfere* con foro cilindrico

Dimensione nominale del ø del foro d (mm)		Giuoco radiale (µm)									
		C2		normale (C0)		C3		C4		C5	
oltre	incluso	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
6	10	2	9	6	17	12	25	19	33	27	42
10	14	2	10	6	19	13	26	21	35	30	48
14	18	3	12	8	21	15	28	23	37	32	50
18	24	4	14	10	23	17	30	25	39	34	52
24	30	5	16	11	24	19	35	29	46	40	58
30	40	6	18	13	29	23	40	34	53	46	66
40	50	6	19	14	31	25	44	37	57	50	71
50	65	7	21	16	36	30	50	45	69	62	88
65	80	8	24	18	40	35	60	54	83	76	108
80	100	9	27	22	48	42	70	64	96	89	124
100	120	10	31	25	56	50	83	75	114	105	145
120	140	10	38	30	68	60	100	90	135	125	175
140	160	15	44	35	80	70	120	110	161	150	210

TABELLA 6.3.2 Giuoco radiale dei cuscinetti *orientabili a sfere* con foro conico

Dimensione nominale del ø del foro d (mm)		Giuoco radiale (µm)									
		C2		normale (C0)		C3		C4		C5	
oltre	incluso	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
18	24	7	17	13	26	20	33	28	42	37	55
24	30	9	20	15	28	23	39	33	50	44	62
30	40	12	24	19	35	29	46	40	59	52	72
40	50	14	27	22	39	33	52	45	65	58	79
50	65	18	32	27	47	41	61	56	80	73	99
65	80	23	39	35	57	50	75	69	98	91	123
80	100	29	47	42	68	62	90	84	116	109	144
100	120	35	56	50	81	75	108	100	139	130	170
120	140	40	68	60	98	90	130	120	165	155	205
140	160	45	74	65	110	100	150	140	191	180	240

TABELLA 6.4 Giuoco radiale ridotto (per cuscinetti della tabella 6.2) ***Radiali rigidi a sfere***

Dimensione nominale del foro		Giuoco radiale (µm)													
		C2								C0					
oltre	incluso	C2		C2L		C2M		C2H		C0		C0L		C0M		C0H	
6	10	0	7	0	4	2	5	4	7	2	13	2	8	5	10	8	13
10	18	0	9	0	5	2	7	5	9	3	18	3	11	7	14	11	18
18	24	0	10	0	5	3	8	5	10	5	20	5	15	9	16	13	20
24	30	1	11	1	6	4	9	6	11	5	20	5	13	9	16	13	20
30	40	1	11	1	6	4	9	6	11	6	20	6	13	10	17	13	20
40	50	1	11	1	6	4	9	6	11	6	23	6	15	10	19	15	23
50	65	1	15	1	8	5	12	8	15	8	28	8	18	13	23	18	28
65	80	1	15	1	8	5	12	8	15	10	30	10	20	15	25	20	30
80	100	1	18	1	10	5	14	10	18	12	36	12	24	18	30	24	36
100	120	2	20	2	11	7	16	11	20	15	41	15	28	22	35	28	41
120	140	2	23	2	13	7	18	13	23	18	48	18	33	26	41	33	48
140	160	2	23	2	13	7	18	13	23	18	53	18	36	27	44	36	53

d (mm)		C3								C4								C5							
oltre	incl.	C3		C3L		C3M		C3H		C4		C4L		C4M		C4H		C5		C5L		C5M		C5H	
6	10	8	23	8	16	12	19	16	23	14	29	14	22	18	25	22	29	20	37	20	29	24	33	29	37
10	18	11	25	11	18	15	22	18	25	18	33	18	26	22	29	26	33	25	45	25	35	30	40	35	45
18	24	13	28	13	21	17	24	21	28	20	36	20	28	24	32	28	36	28	48	28	38	33	43	38	48
24	30	13	28	13	21	17	24	21	28	23	41	23	32	28	37	32	41	30	53	30	42	36	47	42	53
30	40	15	33	15	24	20	29	24	33	28	46	28	37	33	42	37	46	40	64	40	52	46	58	52	64
40	50	18	36	18	27	23	32	27	36	30	51	30	41	35	46	41	51	45	73	45	59	52	66	59	73
50	65	23	43	23	33	28	38	33	43	38	61	38	50	44	55	50	61	55	90	55	73	64	81	73	90
65	80	25	51	25	38	32	45	38	51	46	71	46	59	52	65	59	71	65	105	65	85	75	95	85	105
80	100	30	58	30	44	37	51	44	58	53	84	53	69	61	76	69	84	75	120	75	98	86	109	98	120
100	120	36	66	36	51	44	59	51	66	61	97	61	79	70	88	79	97	90	140	90	115	103	128	115	140
120	140	41	81	41	61	51	71	61	81	71	114	71	93	82	103	93	114	105	160	105	133	119	146	133	160
140	160	46	91	46	69	57	80	69	91	81	130	81	106	93	118	106	130	120	180	120	150	135	165	150	180

7. TOLLERANZE DI MONTAGGIO ED ESECUZIONE DELLE SEDI DEL CUSCINETTO

7.1 Determinazione delle tolleranze di montaggio

Nella determinazione delle tolleranze di montaggio sarebbe necessario prevedere il bloccaggio di entrambi gli anelli del cuscinetto, al fine di evitarne lo scorrimento rispetto alle proprie sedi durante il funzionamento.
Di norma però viene bloccato il solo anello soggetto a rotazione e quindi l'anello interno sull'albero o l'anello esterno nell'alloggiamento; per l'anello statico viene invece previsto un accoppiamento scorrevole. Comunque, parecchi fattori possono far derogare dalla regola sopre citata e quindi influenzare l'entità dell'interferenza o del giuoco. In questi casi sarà decisivo il tipo e l'entità del carico applicato.

1. Carico circonferenziale:
Se il carico è stazionario rispetto ad un anello rotante o se il carico ruota rispetto ad un anello fisso, si definisce che il carico agisce circonferenzialmente.
2. Carico concentrato in un punto:
Se il carico è stazionario rispetto ad un anello fisso o il carico ruota con l'anello stesso, si definisce che il carico è concentrato su di un punto.
3. Carico di direzione indeterminata:
Con carico di direzione indeterminata si definisce quella condizione nella quale i carichi agiscono sugli anelli sia concentrati in un punto che circonferenzialmente.

TABELLA 7.1 Carichi radiale ed accoppiamenti

Rotazione del cuscinetto e tipo di carico	Rappresentazione	Carico sull'anello	Accoppiamento
Anello interno: Rotante Anello esterno: Fisso Direzione del carico: Costante	carico statico	Carico rotante con l'anello interno	Anello interno: accoppiamento fisso
Anello interno: Rotante Anello esterno: Fisso Direzione del carico: Rotante con anello esterno	carico sbilanciato	Carico statico sull'anello esterno	Anello esterno: accoppiamento scorrevole
Anello interno: Rotante Anello esterno: Rotante Direzione del carico: Costante	carico statico	Carico statico sull'anello esterno	Anello interno: accoppiamento scorrevole
Anello interno: Rotante Anello esterno: Fisso Direzione del carico: Rotante con anello interno	carico sbilanciato	Carico rotante con l'anello esterno	Anello esterno: accoppiamento fisso

7.2 Tolleranze di montaggio raccomandate

Nelle tabelle sono indicate le tolleranze degli alberi e degli alloggiamenti che consentono di realizzare gli accoppiamenti di impiego più frequente per il montaggio dei cuscinetti nelle rispettive sedi.
Generalmente è sufficiente eseguire l'albero con qualità IT6 e l'alloggiamento nella qualità IT7. Nel caso sia necessaria una maggiore precisione le sedi devono essere ottenute con una combinazione della qualità IT5 e IT6. Le tolleranze relative alla microgeometria come la rotondità, la forma, la conicità e la rugosità superficiale influenzano il giuoco e la precisione del cuscinetto. Le tolleranze relative alla microgeometria non devono quindi essere superiori al 50 % dei valori delle tolleranze dimensionali. Per le sedi ricavate negli alloggiamenti in lega leggera, quelli a parete sottile in ghisa o in acciaio e gli alberi cavi pure in acciaio richiedono accoppiamenti più stretti di quelli degli alloggiamenti a parete spessa e degli alberi massicci.

Le tolleranze IT e gli accoppiamenti raccomandati per gli alberi e gli alloggiamenti sono riportati nelle tabelle 7.2, 7.3 e 7.4
Le tolleranze per gli accoppiamenti con giuoco e con interferenza sono indicate nelle tabelle 7.5.1 e 7.5.2, rispettivamente per l'albero nel foro del cuscinetto e per l'anello esterno del foro di alloggiamento.

Figura 7.1

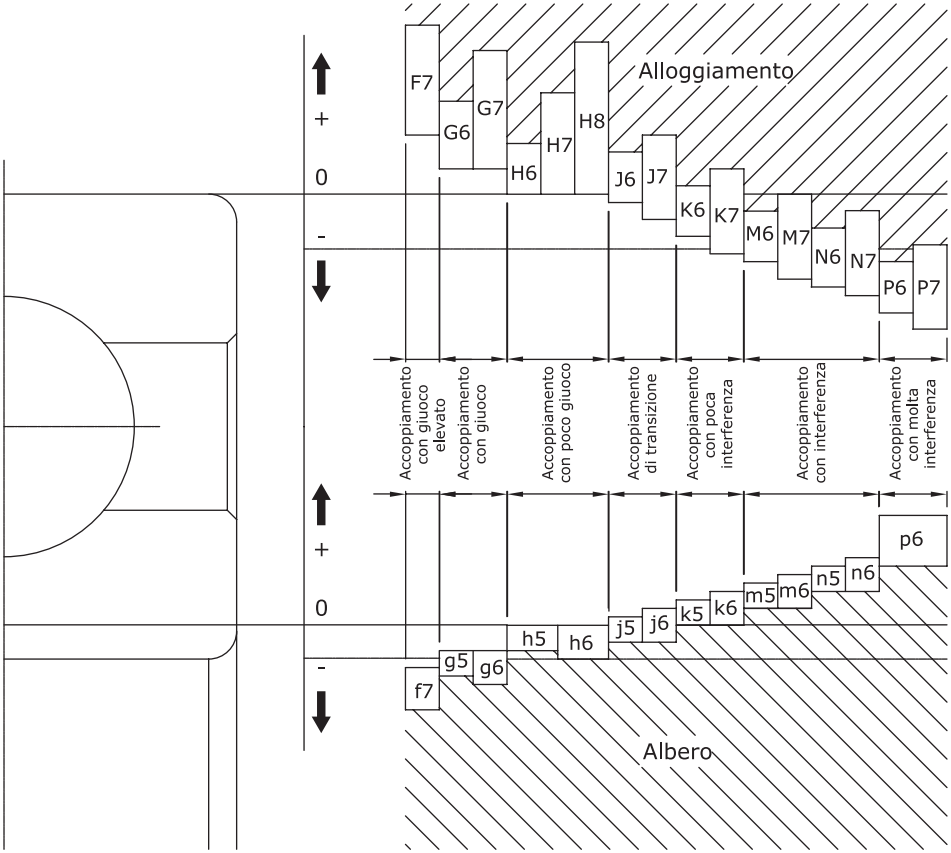


TABELLA 7.2 Tolleranze IT dimensioni in mm **dimensioni in (µm)**

oltre incluso	1 3	3 6	6 10	10 18	18 30	30 50	50 80	80 120	120 180	180 250	250 315
IT 0	0,5	0,6	0,6	0,8	1	1	1,2	1,5	2	3	4
IT 1	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6
IT 2	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8
IT 3	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12
IT 4	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16
IT 5	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23
IT 6	6	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32
IT 7	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52
IT 8	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72	81
IT 9	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130
IT 10	40	48	58	70	84	10	120	140	160	185	210
IT 11	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290	320
IT 12	100	120	150	180	210	250	300	350	400	460	520

7.3 Esecuzione delle sedi del cuscinetto

Per l'esecuzione delle sedi di un cuscinetto (sull'albero e nell'alloggiamento), è necessario tener presente quanto segue:
1. Alberi corti e massicci garantiscono minori deformazioni.
2. Alloggiamenti massicci garantiscono minori deformazioni sotto carico
Nota: Nel caso di alloggiamenti in lega leggera, la rigidità può essere aumentata mediante l'adozione di bussole in acciaio.
3. Le sedi devono essere ottenute con le adeguate tolleranze dimensionali e di forma e con la dovuta finitura superficiale. Gli spalleggiamenti devono essere perpendicolari all'asse dell'albero.
4. I raggi di raccordo (ra) sull'albero e nell'alloggiamento devono essere inferiori a quelli del cuscinetto.
Nota: Le superfici di transizione sull'albero e nell'alloggiamento possono essere eseguite in modo semplice ad arco di cerchio. Se le superfici delle sedi sono rettificate, i raccordi devono essere sostituiti dagli appositi scarichi.
5. Se, per motivi progettuali, i raggi di raccordo sull'albero e nell'alloggiamento sono superiori a quelli del cuscinetto, tra quest'ultimo e lo spalleggiamento deve essere interposto uno specifico anello.
6. Allo scopo di agevolare lo smontaggio, l'altezza (h) degli spalleggiamenti dell'albero e dell'alloggiamento deve essere inferiore allo spessore rispettivamente dell'anello interno e di quello esterno.
7. Gli assi delle filettature e delle ghiere di serraggio devono corrispondere a quello dell'albero. È da preferirsi che il senso delle filettature e quindi quello di serraggio delle ghiere sia contrario a quello di rotazione dell'albero.
8. Nel caso degli alloggiamenti divisi in due parti, le superfici di accoppiamento devono essere ottenute con una finitura superficiale adeguata e devono essere raccordate.

TABELLA 7.3 Accoppiamenti raccomandati tra l'anello esterno e l'alloggiamento

Tipo di carico	Accoppiamento	Alloggiamento e carico	Tol.	Osservazioni	Applicazioni
Carico concentrato in un punto dell'anello esterno	Accoppiamento con giuoco	Alloggiamento monolitico	F7 H6 H7		Applicazioni normali Supporti ferroviari Organi di trasmissione
		Alloggiamento diviso	H7 H8		
			G7		Supporti di essiccatoi
	Accoppiamento scorrevole	Alloggiamento monolitico Alloggiamento diviso	J6 J7	Elevata differenza di temperatura tra l'anello interno e quello esterno	Motori elettrici Pompe Alberi a gornito
Carico tangenziale o di direzione indeterminato sull'anello esterno	Accoppiamento di transizione	Carico limitato o normale	K7		
	Accoppiamento forzato	Carico normale ad urto o carico elevato	M7		Motori ferriviari
		Elevato carico ad urto P/C>0,15	N7		Rulli trasportatori o di tensione per funivie
	Accoppiamento con elevata interferenza	Alloggiamento a parete sottile e carichi elevati carichi ad urto	P7	Applicato generalmente ai rulli trasportatori	

TABELLA 7.4 Accoppiamenti raccomandati tra l'anello interno e l'albero

Tipo di carico	Diametro dell'albero	Carico	Tipo di accoppiamento	Tol.	Osservazioni	Applicazioni
Carico concentrato in un punto dell'anello interno	Tutti i diametri albero		Accoppiamento con giuoco	g5 g6	Per i casi con maggiore precisione g5, h5, j5 sono meglio di g6, h6 e j6	Macchine elettriche Macchine utensili Pompe Ventilatori
			Accoppiamento con giuoco	h5 h6		
Carico circonferenza od indeterminato sull'anello interno	d < 50	Carichi normali P/C < 0,1	Accoppiamento scorrevole	j5 j6		
	50 < d < 100	Carichi limitati P/C < 0,08	Accoppiamento scorrevole	j6		
		Carichi normali ed elevati P/C > 0,08	Accoppiamento di transizione	k5 k6		Motori elettrici Turbine Motori a combustione Macchine per la lavorazione del legno
	100 < d < 200	Carichi limitati P/C < 0,1	Accoppiamento di transizione	k6		
		Carichi normali ed elevati	Accoppiamento forzato	m6		
Cuscinetti con foro conico						
Tutti i tipi di carico				h9	Per alberi di trasmissione è meglio h10 e IT 7	

7.4 Tolleranze e qualità superficiali delle sedi dei cuscinetti

Per la maggior parte delle applicazioni è sufficiente che le sedi dei cuscinetti siano eseguite di tornitura fine. Per le esigenze come: elevata precisione e riduzione al minimo possibile delle vibrazioni e della rumorosità, le sedi dei cuscinetti devono essere finite di rettifica. La tabella riporta le tolleranze e le finiture superficiali raccomandate degli alberi e degli alloggiamenti per la maggior parte delle applicazioni.

TABELLA 7.5.1
Tolleranze per l'accoppiamento tra l'albero e l'anello interno del cuscinetto

Nota: (+) Cifre positive - Giuoco, (-) Cifre negative - interferenza
OT: Limite superiore della tolleranza
UT: Limite inferiore della tolleranza

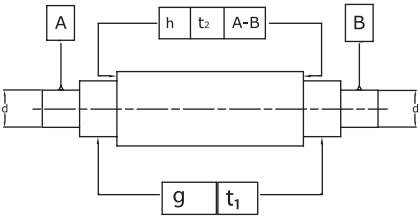
Cuscinetti PO															
Diametro del foro (mm)		Tolleranza del diametro del foro (µm)		g5		g6		h5		h6		j5		j6	
		OT	UT												
10	18	0	-8	-2	14	-2	17	-8	8	-8	11	-13	3	-16	3
18	30	0	-10	-3	16	-3	20	-10	9	-10	13	-15	4	-19	4
30	50	0	-12	-3	20	-3	25	-12	11	-12	16	-18	5	-23	5
50	80	0	-15	-5	23	-5	29	-15	13	-15	19	-21	7	-27	7
80	120	0	-20	-8	27	-8	34	-20	15	-20	22	-26	9	-33	9
120	180	0	-25	-11	32	-11	39	-25	18	-25	25	-32	11	-39	11
180	250	0	-30	-15	35	-15	44	-30	20	-30	29	-37	13	-46	13
250	315	0	-35	-18	40	-18	49	-35	23	-35	32	-42	16	-51	16
315	400	0	-40	-22	43	-22	54	-40	25	-40	36	-47	18	-58	18

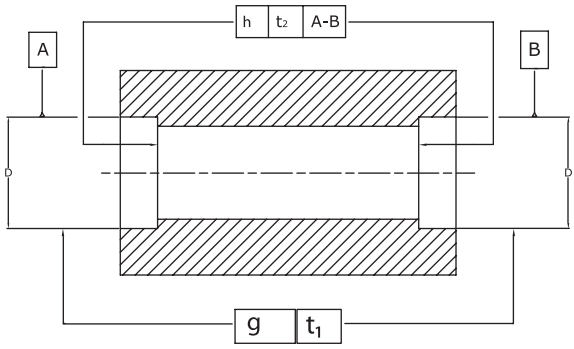
Cuscinetti PO															
Diametro del foro (mm)		Tolleranza del diametro del foro (µm)		k5		k6		m5		m6		n5		n6		p6	
		OT	UT														
10	18	0	-8	-17	-1	-20	-1	-23	-7	-26	-7	-28	-12	-31	-12	-37	-18
18	30	0	-10	-21	-2	-25	-2	-27	-8	-31	-8	-34	-15	-38	-15	-45	-22
30	50	0	-12	-25	-2	-30	-2	-32	-9	-37	-9	-40	-17	-45	-17	-54	-26
50	80	0	-15	-30	-2	-36	-2	-39	-11	-45	-11	-48	-20	-54	-20	-66	-32
80	120	0	-20	-38	-3	-45	-3	-48	-13	-55	-13	-58	-23	-65	-23	-79	-37
120	180	0	-25	-46	-3	-53	-3	-58	-15	-65	-15	-70	-27	-77	-27	-93	-43
180	250	0	-30	-54	-4	-63	-4	-67	-17	-76	-17	-81	-31	-90	-31	-109	-50
250	315	0	-35	-62	-4	-71	-4	-78	-20	-87	-20	-92	-34	-101	-34	-123	-56
315	400	0	-40	-69	-4	-80	-4	-86	-21	-97	-21	-102	-37	-113	-37	-138	-62

TABELLA 7.5.2 Tolleranze per l'accoppiamento tra l'anello esterno del cuscinetto e l'alloggiamento
Nota: (+) Cifre positive - Giuoco, (-) Cifre negative - interferenza
OT: Limite superiore della tolleranza
UT: Limite inferiore della tolleranza

Cuscinetti - PO																	
Diametro del foro (mm)		Tolleranza del diametro del foro (µm)		G6		G7		H6		H7		H8		J6		J7	
		OT	UT														
10	18	0	-8	6	25	6	32	0	9	0	26	0	35	-5	14	-8	18
18	30	0	-9	7	29	7	37	0	22	0	30	0	42	-5	17	-9	21
30	50	0	-11	9	36	9	45	0	27	0	36	0	50	-6	21	-11	25
50	80	0	-13	10	42	10	53	0	32	0	43	0	59	-6	26	-12	31
80	120	0	-15	12	49	12	62	0	37	0	50	0	69	-6	31	-13	37
120	150	0	-18	14	57	14	72	0	43	0	58	0	81	-7	36	-14	44
150	180	0	-25	14	64	14	79	0	50	0	65	0	88	-7	43	-14	51
180	250	0	-30	15	74	15	91	0	59	0	76	0	102	-7	52	-16	60
250	315	0	-35	17	84	17	104	0	67	0	87	0	116	-7	60	-16	71
315	400	0	-40	18	94	18	115	0	76	0	97	0	129	-7	69	-18	79
400	500	0	-45	20	105	20	128	0	85	0	108	0	142	-7	78	-20	88

Cuscinetti - PO																	
Diametro del foro (mm)		Tolleranza del diametro del foro (µm)		K6		K7		M6		M7		N6		N7		P6		P7	
		OT	UT																
10	18	0	-8	-9	10	-12	14	-15	4	-18	8	-20	-1	-23	3	-26	-7	-29	-3
18	30	0	-9	-11	11	-15	15	-17	5	-21	9	-24	-2	-28	2	-31	-9	-35	-5
30	50	0	-11	-13	14	-18	18	-20	7	-25	11	-28	-1	-33	3	-37	-10	-42	-6
50	80	0	-13	-15	17	-21	22	-24	8	-30	13	-33	-1	-39	4	-45	-13	-51	-8
80	120	0	-15	-18	19	-25	25	-28	9	-35	15	-38	-1	-45	5	-52	-15	-59	-9
120	150	0	-18	-21	22	-28	30	-33	10	-40	18	-45	-2	-52	6	-61	-18	-68	-10
150	180	0	-25	-21	29	-28	37	-33	17	-40	25	-45	5	-52	13	-61	-11	-68	-3
180	250	0	-30	-24	35	-33	43	-37	22	-46	30	-51	8	-60	16	-70	-11	-79	-3
250	315	0	-35	-27	40	-36	51	-41	26	-52	35	-57	10	-66	21	-79	-12	-88	-1
315	400	0	-40	-29	47	-40	57	-46	30	-57	40	-62	14	-73	24	-87	-11	-98	-1
400	500	0	-45	-32	53	-45	63	-50	35	-63	45	-67	18	-80	28	-95	-10	-108	0





t_1 Tolleranza di cilindricità

t_2 Tollerzanza di rotondità

TABELLA 7.6 Tolleranze raccomandate per le sedi del cuscinetto, sull'albero e nell'alloggiamento

Classe di tolleranza del cuscinetto	Posizione della sede del cuscinetto	Tolleranza di produzione	Tolleranza della cilindricità		Tolleranza di rotazione t2	Rugosità superficiale Ra max (µm)
			Carico circonferenziale t1	Carico concentrato in un punto t1		
Normale	Albero	IT 6	IT 4	IT 5	IT 4	1,6
			2	2		
	Alloggiamento	IT7	IT 5	IT 6	IT 5	2,4
			2	2		
P6	Albero	IT5	IT 3	IT 4	IT 3	0,8
			2	2		
	Alloggiamento	IT6	IT 4	IT 4	IT 3	1,6
			2	2		
P5	Albero	IT5	IT 2	IT 3	IT 2	0,8
			2	2		
	Alloggiamento	IT6	IT 3	IT 4	IT 3	0,8
			2	2		

La tolleranza t1 della cilindricità dipende dalla dimensione del raggio (d/2 o D/2). La tolleranza della cilindricità deve essere raddoppiata quando si misura in due punti un diametro dell'albero o dell'alloggiamento (2 x t1). La tolleranza della forma indica lo scostamento ammesso della rotondità e della cilindricità e non può essere superiore al 50% della tolleranza dimensionale. Le tolleranze di forma devono essere prese particolarmente in considerazione quando si impiegano dei cuscinetti con anelli sottili poichè gli errori delle sedi si trasferiscono automaticamente alle piste volventi degli anelli montati forzati e quindi ne influenzano la precisione.

8. NUMERO DI GIRI LIMITE

8.1 Generalità

Il numero di giri limite di un cuscinetto volvente dipende principalmente da:
- Forma costruttiva, dimensioni e tolleranze del cuscinetto
- Carico applicato (tipo di carico, entità, direzione, ecc
- Giuoco radiale
- Struttura e materiale della gabbia
- Mezzo lubrificante, quantità e tipo di lubrificazione
- Possibilità di raffreddamento

La determinazione del numero di giri limite non è facile. I valori indicati nelle tabelle dimensionali valgono per i cuscinetti della classe di tolleranza P0, con gabbia in lamiera di acciaio, montati in modo corretto, soggetti a solo carico radiale (per i cuscinetti assiali a solo carico assiale), sufficiente lubrificazione e manutenzione regolare, inoltre, per le condizioni indicate, il rapporto di carico per determinare il numero di giri limite deve essere C/P>=13. Per i rapporti di carico C/P>13 il numero di giri limite deve essere calcolato con la formula seguente:

$$ng = n \cdot fn_1 \cdot fn_2 \cdot fn_3 \cdot fn_4 \cdot fn_5 \cdot fn_6$$

Dove:
ng: Numero di giri limite corretto
n : Numero giri limite in condizioni normali
(valori delle tabelle dei cuscinetti)
$fn_{1,2,3,4,5,6}$: Fattori di correzione (Tabella 8.1)

TABELLA 8.1 Fattori di correzione, fn

Precisione, fn_1	P0, P6 P5 P4 e migliore	1,0 1,2 1,4
Precisione, fn_2	Lubrificazione a grasso Lubrificazione a nebbia d'olio	da1,0 a1,25
Tenuta, fn_3	Esecuzione aperta, con schermi in acciaio o tenute non a contatto o tenute a contatto	1,0 da 0,88 a 0,67
Gabbia, fn_4	Y/J (dmn < 625000) TN (dmn < 1200000) TN1 (dmn < 1400000) M (dmn < 1350000)	1,0 1,4 1,6 1,5
Cinematica, fn_5	Anello interno rotante Anello esterno rotante	1,0 0,6
Disposizione dei cuscinetti Montaggio in tandem, fn_6	Cuscinetti singoli precaricati con molle Cuscinetti obliqui a sfere con disposizione in tandem	da 1,0 a 0,8

La consistenza del grasso o la viscosità dell'olio lubrificante sono di secondaria importanza per i regimi di rotazione di valore medio. È importante però che, in funzionamento, la viscosità cinematica non scenda al di sotto di 12mm^2/sec (cSt). Con la lubrificazione a grasso è decisiva la viscosità dell'olio base. Il valore del numero di giri limite può essere aumentato se:

- Per dimensioni e rotazione vengono adottate tolleranze di elevata precisione (P6,P5)
- Si utilizza un cuscinetto con giuoco maggiorato
- Se il tipo di gabbia e la guida relativa sono di tipo adeguato
- Se vengono migliorate le condizioni di lubrificazione

8.2 Attrito e temperatura di funzionamento

L'attrito e la temperatura di funzionamento dipendono da:

- Resistenza al rotolamento tra i corpi volventi e la pista
- Strisciamento tra i corpi volventi e la pista nelle zone di contatto
- Resistenza molecolare del lubrificante
- Strisciamento tra le tenute e gli anelli del cuscinetto

La coppia di attrito si ottiene dalla formula seguente:

$$M = \mu \cdot F \cdot d/2$$

dove:

M : Coppia di attrito
μ : Coefficiente di attrito
F : Carico sul cuscinetto (N)
d : Diametro nominale del foro del cuscinetto (mm)

Il coefficiente di attrito dipende dal tipo di cuscinetto, dal regime di rotazione, dal carico applicato e dalla lubrificazione. I valori del coefficiente di attrito per le condizioni di funzionamento normale riportati nelle tabelle 8.2.

TABELLA 8.2 Coefficiente di attrito μ

Tipo di cuscinetto	μ
Cuscinetti radiali rigidi a sfere	0.0015...0.0020
Cuscinetti obliqui a sfere o dispositivi in tandem Cuscinetti obliqui a sfere a due colonne	0.0020...0.0025 0.0024...0.0027
Cuscinetti orientabili a sfere	0.0012...0.0015

Nel primo periodo di funzionamento la coppia di attrito può essere superiore del 50% a quella calcolata, inoltre, per i cuscinetti con tenute, è necessario tener conto della coppia di attrito aggiuntiva. L'attrito genera del calore e quindi un aumento della temperatura del cuscinetto. In condizioni operative normali, durante la fase iniziale la temperatura aumenta rapidamente e poi raggiunge una situazione di stabilità. Poichè la temperatura con l'aumentare del regime di rotazione aumenta, è importante prevedere un tipo di lubrificazione adeguata. Si può manifestare un elevato sviluppo di calore nei seguenti casi: sollecitazione del cuscinetto da parte di un momento, sovraccarico, troppo o troppo poco lubrificante, inclusione di impurità e tenute troppo precaricate. La tempertura di funzionamento del cuscinetto viene inoltre influenzata da quella ambientale ovvero temperatura dell'albero e/o dell'alloggiamento e dalle possibilità di questi ultimi di smaltire il calore.

9. LUBRIFICAZIONE

9.1 Generalità

Un funzionamento affidabile dei cuscinetti volventi ed una separazione sicura dei contatti metallici tra le piste ed i corpi volventi si ottiene esclusivamente con una lubrificazione adeguata. Per tale motivo, la scelta giusta del tipo di lubrificante e del sistema di lubrificazione riveste il carattere della massima importanza.
Come mezzi lubrificanti sono adeguati i grassi e gli oli e, nei casi particolari, i lubrificanti solidi. La lubrificazione riduce l'attrito, l'usura ed agisce contemporaneamente come mezzo anti corrosione. Inoltre, la lubrificazione può essere impiegata per il raffreddamento e come sistema di tenuta. Un film di olio portante, durante il funzionamento del cuscinetto, dipende dal regime di rotazione, dall'entità del carico che deve essere sopportato, dalla viscosità operativa dell'olio e dalle dimensioni del cuscinetto.
Nella scelta del tipo di lubrificante devono essere tenute in considerazione le leggi teoriche (micro e macrogeometria delle aree di contatto, situazione della lubrificazione nelle zone di strisciamento) e l'esperienza. In particolare se si utilizzano degli additivi EP (EP = Estrema Precisione) si deve tener conto del fatto che il lubrificante a volte contiene dei componenti chimici che sono incompatibili con le tenute e con gli oli protettivi.

9.2 Lubrificazione a grasso

Il grasso rappresenta il lubrificante impiegato nella maggior parte dei casi per la lubrificazione dei cuscinetti volventi; circa il 90% delle applicazioni. La lubrificazione a grasso è economica e facilita la progettazione del supporto.
Normalmente, la quantità di grasso inserita al montaggio è sufficiente per tutta la vita del cuscinetto.
I grassi lubrificanti sono costituiti da un olio a base minerale o di sintesi e da un mezzo addensante (sapone). Come mezzi addensanti vengono impiegati saponi a base di litio, calcio e sodio. La consistenza del grasso dipende principalmente dall'olio base, dalla viscosità di quest'ultimo e dalla quantità e dal tipo del mezzo addensante.
La consistenza di un grasso è definita come la resistenza opposta alla deformazione causata da un'azione esterna e viene indicata con la sigla NLGI. I grassi impiegati per la lubrificazione dei cuscinetti volventi hanno una consistenza 1,2 e 3.
Come norma generale la quantità di grasso che viene inserita in un cuscinetto è pari al 20/30% del volume libero del cuscinetto stesso. Tali percentuali possono essere variate a seconda della richiesta del cliente. Come esempio, nei cuscinetti operanti ad elevato regime di rotazione la quantità di grasso inserito viene ridotta. Le caratteristiche salienti dei grassi utilizzati sono riportate nella tabella 9.2.

TABELLA 9.2 Grassi utilizzati per i cuscinetti e loro caratteristiche

Sigla grasso (produttore)	Sapone	Cons. NLGI	Punto di Goccia (C°)	Temperatura Operativa (C°)	Osservazioni
G1 Shell Alvania RS	Litio	2	180	-25/120	Basse temperature, elevato numero di giri e bassa rumorosità
G2 Chevron SRI/2	Poliurea	2	240	-30/175	Elevate temperature, alto numero di giri, lunga durata, adatto alla norma G3545B
G3 Shell Alvania R3	Litio	3	185	-30/140	Grasso multifunzione per cuscinetti di grandi dimensioni per carichi elevati
G6 Molykote Longterm 2 Plus	Litio	2	180	-25/110	Per carichi molto elevati e numeri di giri medi. Contiene additivi (EP) per esterne pressioni
G8 Kluber Isoflex LDS 18 Special A	Litio con olio base di sintesi	2	>185	-55/130	Basse temperature e regimi molto elevati. Adatto ai piccoli cuscinetti con gabbia in plastica
G10 Kluber Barrierta L55/2	Olio base di sintesi	2		-40/260	Grasso per alta temperatura. Non miscelabile con altri grassi ad oli a base minerale. Anche adatto come anticorrosivo
G11 Esso Unirex N3	Litio	3	300	-30/170	Grasso universale adatto alle alte temperature ed alle applicazioni con anello esterno rotante, vibrazioni e alti carichi
G27 Kyodo Multemp SRL	Litio	2 - 3	192	-40/150	Grasso per cuscinetti di motori elettrici. Molto valido per elevati regimi, alte temperature e basso livello sonoro
G33 Shell Retinax A (EP)	Litio - EP	2	185	-30/120	Grasso per cuscinetti di ruote dell'industria automobilistica, per pompe acqua e per generatori
G64 Shell Retinax HD2	Litio - Calcio	2	184	-15/130	Grasso per supporti automobilistici in genere soggetti a carichi elevati. Elevate idrorepellenze e anticorrosione

9.3 Lubrificazione ad olio
La lubrificazione ad olio viene impiegata nei casi che prevedono un elevato numero di giri ed alte temperature di funzionamento per le quali non è possibile la lubrificazione a grasso. Inoltre, la lubrificazione ad olio è particolarmente adatta nelle applicazioni che richiedono un basso attrito, un limitato livello sonoro e sviluppo di vibrazioni ed il raffreddamento del supporto.

1. Lubrificazione a bagno d'olio
La lubrificazione a bagno d'olio è adatta ai regimi di rotazione variabili. Il tipo di lubrificazione in oggetto richiede un controllo costante del livello dell'olio il quale, per i casi ad albero orizzontale, deve arrivare approssimativamente al centro del corpo volvente posto più in basso quando il cuscinetto non ruota.

2. Lubrificazione a sbattimento d'olio
La lubrificazione a sbattimento d'olio si applica nei casi con elevati regimi di rotazione. Un particolare dispositivo o gli stesso organi rotanti prelevano l'olio e lo spingono nei cuscinetti.

3. Lubrificaizone a goccia d'olio
La lubrificazione a goccia d'olio si applica nei casi con regimi di rotazione relativamente elevati e con carichi da limitati a medi. Un dispositivo temporizzato prevvede all'alimentazione del numero di gocce necessarie.
La quantità di olio alimentato dipende dal tipo e dalla dimenisone del cuscinetto. Nella maggior parte dei casi sono sufficienti poche gocce al minuto.

4. Lubrificazione a circolazione d'olio
Nella lubrificazione a circolaizone d'olio è presente un sistema centralizzato che provvede alla lubrificazione ed al raffreddamento dei supporti.L'alimentazione dell'olio è separata dallo scarico dello stesso.
Come particolare vantaggio, il tipo di lubrificazione in esame pemette di filtrare l'olio lubrificante con la conseguenza di un controllo costante della purezza dello stesso.

5. Lubrificazione a nebbia d'olio e ad aria-olio
In una corrente d'aria filtrata e sotto pressione vengono inserite delle gocce d'olio. La miscela aria-olio esce da un ugello e lubrifica il cuscinetto. Col sistema descritto, particolarmente valido per gli elevati regimi di rotazione, si possono lubrificare più cuscinetti. Con la lubrificazione aria-olio viene inviato al cuscinetto il quantitativo minimo predeterminato di lubrificante fresco. Poichè l'aria compressa realizza un'asportazione di calore, la temperatura di funzionamento può essere mantenuta al minimo. Con la lubrificazione aria-olio, il fabbisogno di lubrificante è molto ridotto.

6. Lubrificazione a getto d'olio
Con la lubrificazione a getto d'olio il lubrificante viene iniettato direttamente nel lato aperto del cuscinetto. Il sistema descritto è particolarmente valido per i casi che prevedono un elevato regime di rotazione e temperatura come avviene nei motori e nelle turbine a gas.

TABELLA 9.3 Controllo tra la lubrificazione ad olio e quella a grasso

Nella tabella vengono messe a confronto le caratteristiche della lubrificazione a grasso e di quella ad olio.

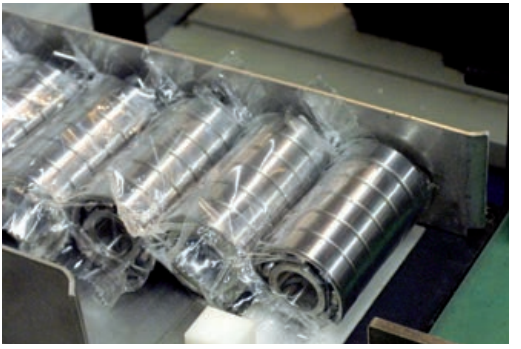
Parametro	Lubrificazione a grasso	Lubrificazione ad olio
Tenuta	Facile	A volte difficoltosa e necessita di manutenzione accurata
Efficacia	Buona	Molto buona
Regime operativo	Numero di giri bassi e medi	Possibilità di elevati regimi di rotazione
Rilubrificazione	A volte complicato	Facile
Durata del lubrificante	Uguale a quello del cuscinetto	Molto lunga
Capacità di raffreddamento	Modesta possibilità di raffreddamento	Con la circolazione molto buona
Filtraggio e contaminazione	Impossibile	Facile





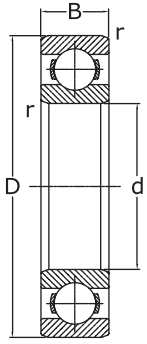

TABELLE DEI CUSCINETTI



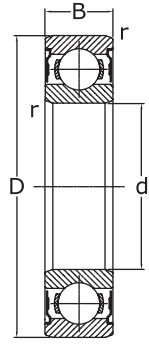




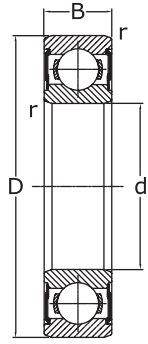

CUSCINETTI RIGIDI A SFERE



Aperto



Con schermi ZZ

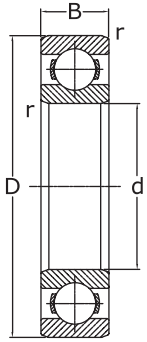


Con tenute 2RS

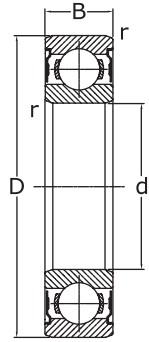
SERIE 600

d mm	Tipo di cuscinetto			Dimensioni			Massa
	aperto	schermato	con anello di tenuta	D	B	indicativo (r)	Kg
				mm			
3	693	693 ZZ	693 2RS	8	3	0,15	0,0006
4	694	694 ZZ	694 2RS	11	4	0,15	0,0018
4	604	604 ZZ	604 2RS	12	4	0,2	0,0020
4	624	624 ZZ	624 2RS	13	5	0,2	0,0032
5	685	685 ZZ	685 2RS	11	5	0,15	0,0011
5	695	695 ZZ	695 2RS	13	4	0,2	0,0024
5	605	605 ZZ	605 2RS	14	5	0,2	0,0035
5	625	625 ZZ	625 2RS	16	5	0,3	0,0048
5	635	635 ZZ	635 2RS	19	6	0,3	0,0200
6	686	686 ZZ	686 2RS	13	5	0,15	0,0019
6	696	696 ZZ	696 2RS	15	5	0,2	0,0038
6	606	606 ZZ	606 2RS	17	6	0,3	0,0060
6	626	626 ZZ	626 2RS	19	6	0,3	0,0081
7	687	687 ZZ	687 2RS	14	5	0,15	0,0021
7	697	697 ZZ	697 2RS	17	5	0,3	0,0052
7	607	607 ZZ	607 2RS	19	6	0,3	0,0080
7	627	627 ZZ	627 2RS	22	7	0,3	0,0130
8	688	688 ZZ	688 2RS	16	5	0,2	0,0031
8	698	698 ZZ	698 2RS	19	6	0,3	0,0073
8	608	608 ZZ	608 2RS	22	7	0,3	0,0120
8	628	628 ZZ	628 2RS	24	8	0,3	0,0170
9	609	609 ZZ	609 2RS	24	7	0,3	0,0140
9	689	689 ZZ	689 2RS	17	5	0,2	0,0032
9	699	699 ZZ	699 2RS	20	6	0,3	0,0082
9	629	629 ZZ	629 2RS	26	8	0,3	0,0200

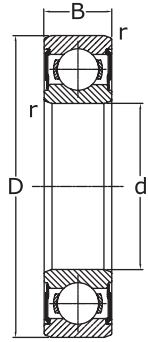
CUSCINETTI RIGIDI A SFERE



Aperto



Con schermi ZZ

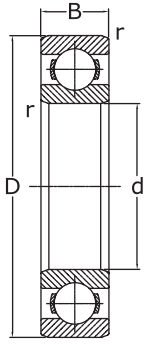


Con tenute 2RS

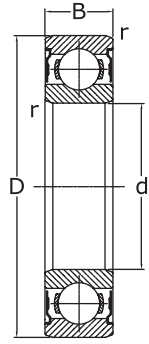
SERIE 6000

d mm	Tipo di cuscinetto			Dimensioni			Massa
	aperto	schermato	con anello di tenuta	D	B	indicativo (r)	Kg
				mm			
10	6000	6000 ZZ	6000 2RS	26	8	03,	0,0190
12	6001	6001 ZZ	6001 2RS	28	8	0,3	0,0220
15	6002	6002 ZZ	6002 2RS	32	9	0,3	0,0300
17	6003	6003 ZZ	6003 2RS	35	10	0,3	0,0390
20	6004	6004 ZZ	6004 2RS	42	12	0,6	0,0690
25	6005	6005 ZZ	6005 2RS	47	12	0,6	0,0800
30	6006	6006 ZZ	6006 2RS	55	13	1,0	0,1200
35	6007	6007 ZZ	6007 2RS	62	14	1,0	0,1600
40	6008	6008 ZZ	6008 2RS	68	15	1,0	0,1900
45	6009	6009 ZZ	6009 2RS	75	16	1,0	0,2500
50	6010	6010 ZZ	6010 2RS	80	16	1,0	0,2600
55	6011	6011 ZZ	6011 2RS	90	18	1,1	0,3900
60	6012	6012 ZZ	6012 2RS	95	18	1,1	0,4200
65	6013	6013 ZZ	6013 2RS	100	18	1,1	0,4400
70	6014	6014 ZZ	6014 2RS	110	20	1,1	0,6000
75	6015	6015 ZZ	6015 2RS	115	20	1,1	0,6400
80	6016	6016 ZZ	6016 2RS	125	22	1,1	0,8500
85	6017	6017 ZZ	6017 2RS	130	22	1,1	0,8900
90	6018	6018 ZZ	6018 2RS	140	24	1,5	1,1500
95	6019	6019 ZZ	6019 2RS	145	24	1,5	1,2000
100	6020	6020 ZZ	6020 2RS	150	24	1,5	1,2500
105	6021	6021 ZZ	6021 2RS	160	26	2,0	1,6000
110	6022	6022 ZZ	6022 2RS	170	28	2,0	1,9500
120	6024	6024 ZZ	6024 2RS	180	28	2,0	2,0500
130	6026	6026 ZZ	6026 2RS	200	33	2,0	3,1500
140	6028	6028 ZZ	6028 2RS	210	33	2,0	3,3500

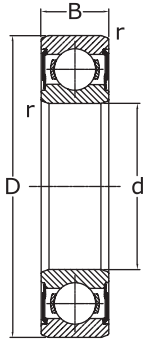
CUSCINETTI RIGIDI A SFERE



Aperto



Con schermi
ZZ

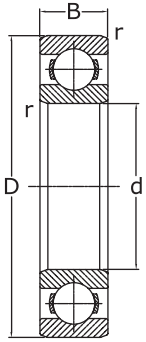


Con tenute
2RS

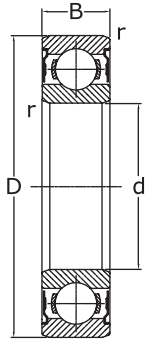
SERIE 6200

d mm	Tipo di cuscinetto			Dimensioni			Massa
	aperto	schermato	con anello di tenuta	D	B	indicativo (r)	Kg
				mm			
10	6200	6200 ZZ	6200 2RS	30	9	0,6	0,030
12	6201	6201 ZZ	6201 2RS	32	10	0,6	0,037
15	6202	6202 ZZ	6202 2RS	35	11	0,6	0,046
17	6203	6203 ZZ	6203 2RS	40	12	0,6	0,065
20	6204	6204 ZZ	6204 2RS	47	14	1,0	0,107
25	6205	6205 ZZ	6205 2RS	52	15	1,0	0,125
30	6206	6206 ZZ	6206 2RS	62	16	1,0	0,205
35	6207	6207 ZZ	6207 2RS	72	17	1,0	0,290
40	6208	6208 ZZ	6208 2RS	80	18	1,0	0,370
45	6209	6209 ZZ	6209 2RS	85	19	1,0	0,410
50	6210	6210 ZZ	6210 2RS	90	20	1,0	0,460
55	6211	6211 ZZ	6211 2RS	100	21	1,5	0,610
60	6212	6212 ZZ	6212 2RS	110	22	1,5	0,780
65	6213	6213 ZZ	6213 2RS	120	23	1,5	0,990
70	6214	6214 ZZ	6214 2RS	125	24	1,5	1,050
75	6215	6215 ZZ	6215 2RS	130	25	1,5	1,200
80	6216	6216 ZZ	6216 2RS	140	26	2,0	1,400
85	6217	6217 ZZ	6217 2RS	150	28	2,0	1,800
90	6218	6218 ZZ	6218 2RS	160	30	2,0	2,150
95	6219	6219 ZZ	6219 2RS	170	32	2,0	2,600
100	6220	6220 ZZ	6220 2RS	180	34	2,0	3,150
105	6221	6221 ZZ	6221 2RS	190	36	2,0	3,700
110	6222	6222 ZZ	6222 2RS	200	38	2,0	4,350
120	6224	6224 ZZ	6224 2RS	215	40	2,0	5,150
130	6226	6226 ZZ	-	230	40	2,5	5,800

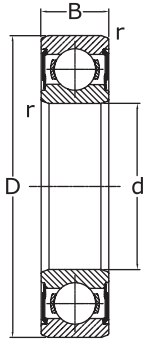
CUSCINETTI RIGIDI A SFERE



Aperto



Con schermi ZZ

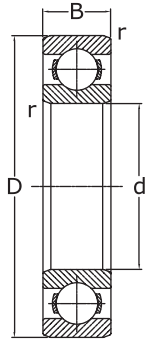


Con tenute 2RS

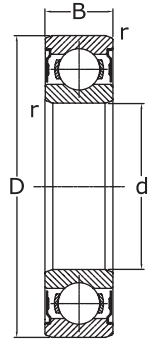
SERIE 6300

d mm	Tipo di cuscinetto			Dimensioni			Massa
	aperto	schermato	con anello di tenuta	D	B	indicativo (r)	Kg
				mm			
10	6300	6300 ZZ	6300 2RS	35	11	0,6	0,053
12	6301	6301 ZZ	6301 2RS	37	12	1,0	0,059
15	6302	6302 ZZ	6302 2RS	42	13	1,0	0,082
17	6303	6303 ZZ	6303 2RS	47	14	1,0	0,120
20	6304	6304 ZZ	6304 2RS	52	15	1,1	0,142
25	6305	6305 ZZ	6305 2RS	62	17	1,1	0,230
30	6306	6306 ZZ	6306 2RS	72	19	1,0	0,350
35	6307	6307 ZZ	6307 2RS	80	21	1,5	0,460
40	6308	6308 ZZ	6308 2RS	90	23	1,5	0,630
45	6309	6309 ZZ	6309 2RS	100	25	1,5	0,830
50	6310	6310 ZZ	6310 2RS	110	27	2,0	1,050
55	6311	6311 ZZ	6311 2RS	120	29	2,0	1,350
60	6312	6312 ZZ	6312 2RS	130	31	2,0	1,700
65	6313	6313 ZZ	6313 2RS	140	33	2,0	2,100
70	6314	6314 ZZ	6314 2RS	150	35	2,0	2,500
75	6315	6315 ZZ	6315 2RS	160	37	2,0	3,000
80	6316	6316 ZZ	6316 2RS	170	39	2,0	3,600
85	6317	6317 ZZ	6317 2RS	180	41	2,5	4,250
90	6318	6318 ZZ	6318 2RS	190	43	2,5	4,900
95	6319	6319 ZZ	-	200	45	2,5	5,650
100	6320	6320 ZZ	-	215	47	2,5	7,000
105	6321	6321 ZZ	-	225	49	2,5	8,250
110	6322	-	-	240	50	2,5	9,550

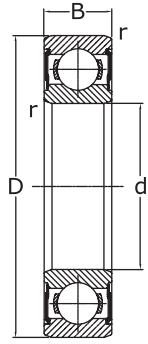
CUSCINETTI RIGIDI A SFERE



Aperto



Con schermi ZZ

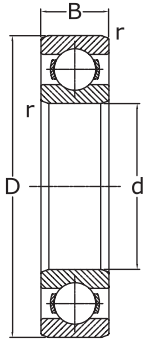


Con tenute 2RS

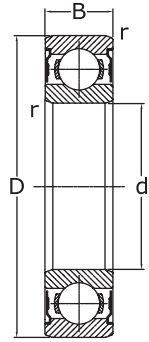
SERIE 61800

d mm	Tipo di cuscinetto			Dimensioni			Massa
	aperto	schermato	con anello di tenuta	D	B	indicativo (r)	Kg
				mm			
10	61800	61800 ZZ	61800 2RS	19	5	0,3	0,0055
12	61801	61801 ZZ	61801 2RS	21	5	0,3	0,0063
15	61802	61802 ZZ	61802 2RS	24	5	0,3	0,0074
17	61803	61803 ZZ	61803 2RS	26	5	0,3	0,0082
20	61804	61804 ZZ	61804 2RS	32	7	0,3	0,0180
25	61805	61805 ZZ	61805 2RS	37	7	0,3	0,0220
30	61806	61806 ZZ	61806 2RS	42	7	0,3	0,0270
35	61807	61807 ZZ	61807 2RS	47	7	0,3	0,0300
40	61808	61808 ZZ	61808 2RS	52	7	0,3	0,0340
45	61809	61809 ZZ	61809 2RS	58	7	0,3	0,0400
50	61810	61810 ZZ	61810 2RS	65	7	0,3	0,0520
55	61811	61811 ZZ	61811 2RS	72	9	0,3	0,0830
60	61812	61812 ZZ	61812 2RS	78	10	0,3	0,1100
65	61813	61813 ZZ	61813 2RS	85	10	0,6	0,1300
70	61814	61814 ZZ	61814 2RS	90	10	0,6	0,1400
75	61815	61815 ZZ	61815 2RS	95	10	0,6	0,1500
80	61816	61816 ZZ	61816 2RS	100	10	0,6	0,1500
85	61817	61817 ZZ	61817 2RS	110	13	1,0	0,2700
90	61818	61818 ZZ	61818 2RS	115	13	1,0	0,2800
95	61819	61819 ZZ	61819 2RS	120	13	1,0	0,3000
100	61820	61820 ZZ	61820 2RS	125	13	1,0	0,3100
105	61821	61821 ZZ	61821 2RS	130	13	1,0	0,3200
110	61822	61822 ZZ	61822 2RS	140	16	1,0	0,6000

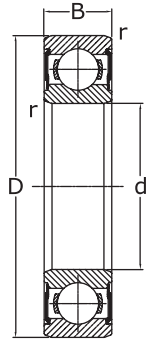
CUSCINETTI RIGIDI A SFERE



Aperto



Con schermi ZZ

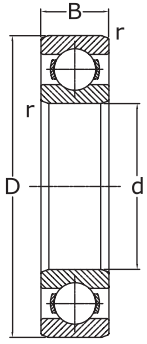


Con tenute 2RS

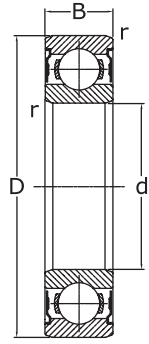
SERIE 61900

d mm	Tipo di cuscinetto			Dimensioni			Massa
	aperto	schermato	con anello di tenuta	D	B	indicativo (r)	Kg
				mm			
10	61900	61900 ZZ	61900 2RS	22	6	0,3	0,010
12	61901	61901 ZZ	61901 2RS	24	6	0,3	0,011
15	61902	61902 ZZ	61902 2RS	28	7	0,3	0,016
17	61903	61903 ZZ	61903 2RS	30	7	0,3	0,018
20	61904	61904 ZZ	61904 2RS	37	9	0,3	0,038
25	61905	61905 ZZ	61905 2RS	42	9	0,3	0,045
30	61906	61906 ZZ	61906 2RS	47	9	0,3	0,051
35	61907	61907 ZZ	61907 2RS	55	10	0,6	0,080
40	61908	61908 ZZ	61908 2RS	62	12	0,6	0,120
45	61909	61909 ZZ	61909 2RS	68	12	0,6	0,140
50	61910	61910 ZZ	61910 2RS	72	12	0,6	0,140
55	61911	61911 ZZ	61911 2RS	80	13	1,0	0,190
60	61912	61912 ZZ	61912 2RS	85	13	1,0	0,200
65	61913	61913 ZZ	61913 2RS	90	13	1,0	0,22,
70	61914	61914 ZZ	61914 2RS	100	16	1,0	0,350
75	61915	61915 ZZ	61915 2RS	105	16	1,0	0,370
80	61916	61916 ZZ	61916 2RS	110	16	1,0	0,400
85	61917	-	-	120	18	1,0	0,550
90	61918	-	-	125	18	1,0	0,590
95	61919	-	-	130	18	1,0	0,610
100	61920	-	-	140	20	1,0	0,830
105	61921	-	-	145	20	1,0	0,870
110	61922	-	-	150	20	1,0	0,900
120	61924	-	-	165	22	1,0	1,200
170	61934	-	-	230	28	2,0	3,400
180	61936	-	-	250	33	2,0	5,050

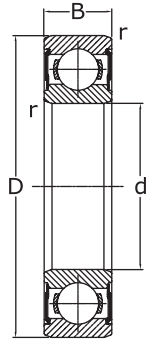
CUSCINETTI RIGIDI A SFERE



Aperto



Con schermi
ZZ

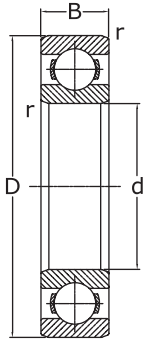


Con tenute
2RS

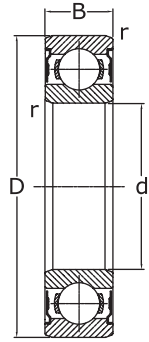
SERIE 62200

d mm	Tipo di cuscinetto con anello di tenuta	Dimensioni D mm	Dimensioni B mm	Dimensioni Indicativo (r) mm	Massa Kg
10	62200 2RS	30	14	0,6	0,040
12	62201 2RS	32	14	0,6	0,045
15	62202 2RS	35	14	0,6	0,054
17	62203 2RS	40	16	0,6	0,083
20	62204 2RS	47	18	1,0	0,130
25	62205 2RS	52	18	1,0	0,150
30	62206 2RS	62	20	1,0	0,240
35	62207 2RS	72	23	1,0	0,370
40	62208 2RS	80	23	1,0	0,440
45	62209 2RS	85	23	1,0	0,480
50	62210 2RS	90	23	1,0	0,520
55	62211 2RS	100	25	1,5	0,700
60	62212 2RS	110	28	1,5	0,970
65	62213 2RS	120	31	1,5	1,250
70	62214 2RS	125	31	1,5	1,300

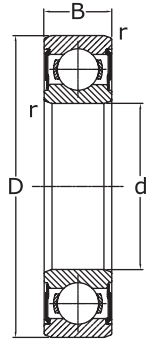
CUSCINETTI RIGIDI A SFERE



Aperto



Con schermi
ZZ

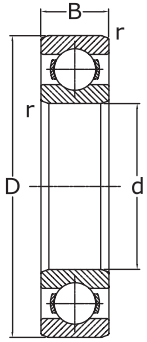


Con tenute
2RS

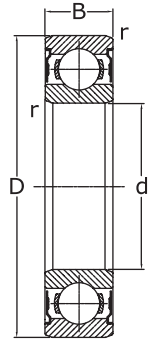
SERIE 62300

d mm	Tipo di cuscinetto	Dimensioni			Massa
	con anello di tenuta	D	B	Indicativo (r)	Kg
		mm			
10	62300 2RS	35	17	0,6	0,06
12	62301 2RS	37	17	1,0	0,07
15	62302 2RS	35	17	1,0	0,11
17	62303 2RS	47	19	1,0	0,15
20	62304 2RS	52	21	1,0	0,20
25	62305 2RS	62	24	1,0	0,32
30	62306 2RS	72	27	1,0	0,48
35	62307 2RS	80	31	1,5	0,66
40	62308 2RS	90	33	1,5	0,89
45	62309 2RS	100	36	1,5	1,15
50	62310 2RS	110	40	2,0	1,55
55	62311 2RS	120	43	2,0	1,95
60	62312 2RS	130	46	2,0	2,50
65	62313 2RS	140	48	2,0	3,00
70	62314 2RS	150	51	2,0	3,55

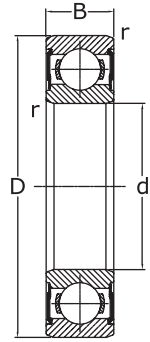
CUSCINETTI RIGIDI A SFERE



Aperto



Con schermi
ZZ

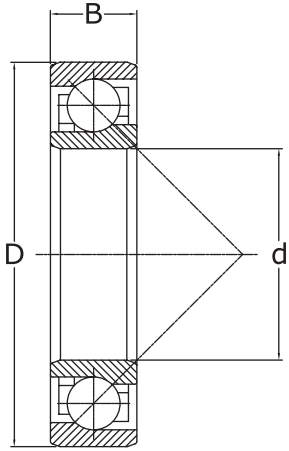


Con tenute
2RS

SERIE 63000

d mm	Tipo di cuscinetto	Dimensioni			Massa
	con anello di tenuta	D	B	Indicativo (r)	Kg
		mm			
10	63000 2RS	26	12	0,3	0,025
12	63001 2RS	28	12	0,3	0,029
15	63002 2RS	32	13	0,3	0,039
17	63003 2RS	35	14	0,3	0,052
20	63004 2RS	42	16	0,6	0,086
25	63005 2RS	47	16	0,6	0,100
30	63006 2RS	55	19	1,0	0,160
35	63007 2RS	62	20	1,0	0,210
40	63008 2RS	68	21	1,0	0,260
45	63009 2RS	75	23	1,0	0,340
50	63010 2RS	80	23	1,0	0,370

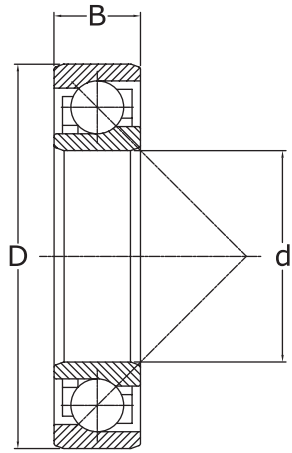
CUSCINETTI A CONTATTO OBLIQUO



SERIE 7200

d mm	Tipo di cuscinetto	Dimensioni		Massa
		D	B	Kg
		mm		
10	7200	30	9	0,030
12	7201	32	10	0,036
15	7202	35	11	0,045
17	7203	40	12	0,065
20	7204	47	14	0,110
25	7205	52	15	0,130
30	7206	62	16	0,200
35	7207	72	17	0,280
40	7208	80	18	0,370
45	7209	85	19	0,420
50	7210	90	20	0,470
55	7211	100	21	0,620
60	7212	110	22	0,800
65	7213	120	23	1,000
70	7214	125	24	1,100
75	7215	130	25	1,200
80	7216	140	26	1,450
85	7217	150	28	1,850
90	7218	160	30	2,300
95	7219	170	32	2,700
100	7220	180	34	3,300
105	7221	190	36	3,950
110	7222	200	38	4,600

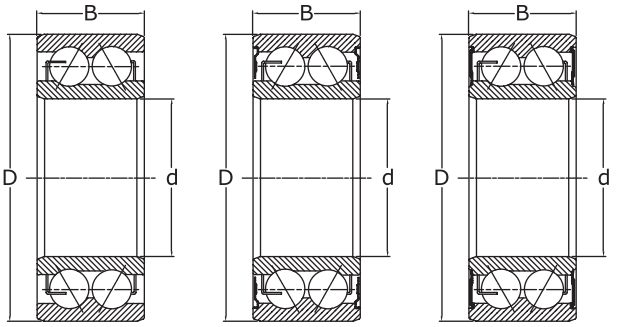
CUSCINETTI A CONTATTO OBLIQUO



SERIE 7300

d mm	Tipo di cuscinetto	Dimensioni		Massa
		D	B	Kg
		mm		
10	7300	37	12	0,06
12	7301	42	13	0,08
15	7302	47	14	0,11
17	7303	52	15	0,14
20	7304	62	17	0,23
25	7305	72	19	0,34
30	7306	80	21	0,45
35	7307	90	23	0,63
40	7308	100	25	0,85
45	7309	110	27	1,10
50	7310	120	29	1,40
55	7311	130	31	1,75
60	7312	140	33	2,15
65	7313	150	35	2,65
70	7314	160	37	3,20
75	7315	170	39	3,80
80	7316	180	41	4,45
85	7317	190	43	5,20
90	7318	200	45	6,05
95	7319	215	47	7,50
100	7320	225	49	8,55
105	7321	240	50	10,00

CUSCINETTI A DUE CORONE DI SFERE A CONTATTO OBLIQUO

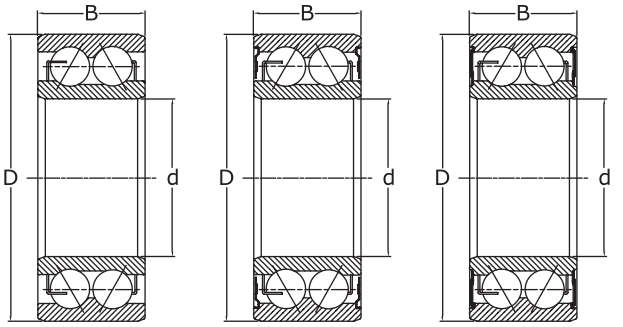


Aperto | Con schermi ZZ | Con tenute 2RS

SERIE 32

d mm	Tipo di cuscinetto			Dimensioni		Massa
	aperto	schermato	con anello di tenuta	D	B	Kg
				mm		
10	3200	3200 -ZZ	3200 -2RS	30	14,3	0,051
12	3201	3201 -ZZ	3201 -2RS	32	15,9	0,058
15	3202	3202 -ZZ	3202 -2RS	35	15,9	0,066
17	3203	3203 -ZZ	3203 -2RS	40	17,5	0,096
20	3204	3204 -ZZ	3204 -2RS	47	20,6	0,160
25	3205	3205 -ZZ	3205 -2RS	52	20,6	0,180
30	3206	3206 -ZZ	3206 -2RS	62	23,8	0,290
35	3207	3207 -ZZ	3207 -2RS	72	27,0	0,440
40	3208	3208 -ZZ	3208 -2RS	80	30,2	0,580
45	3209	3209 -ZZ	3209 -2RS	85	30,2	0,630
50	3210	3210 -ZZ	3210 -2RS	90	30,2	0,660
55	3211	3211 -ZZ	3211 -2RS	100	33,3	0,960
60	3212	3212 -ZZ	3212 -2RS	110	36,5	1,360
65	3213	3213 -ZZ	3213 -2RS	120	38,1	1,660
70	3214	3214 -ZZ	3214 -2RS	125	39,7	1,810

CUSCINETTI A DUE CORONE DI SFERE A CONTATTO OBLIQUO

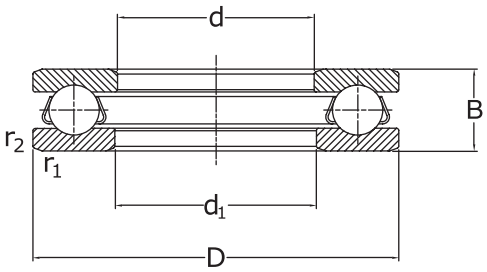


Aperto | Con schermi ZZ | Con tenute 2RS

SERIE 33

d mm	Tipo di cuscinetto			Dimensioni		Massa
	aperto	schermato	con anello di tenuta	D	B	Kg
				mm		
15	3302	3302 -ZZ	3302 -2RS	42	19,0	0,13
17	3303	3303 -ZZ	3303 -2RS	47	22,2	0,18
20	3304	3304 -ZZ	3304 -2RS	52	22,2	0,22
25	3305	3305 -ZZ	3305 -2RS	62	25,4	0,35
30	3306	3306 -ZZ	3306 -2RS	72	30,2	0,53
35	3307	3307 -ZZ	3307 -2RS	80	34,9	0,73
40	3308	3308 -ZZ	3308 -2RS	90	36,5	0,95
45	3309	3309 -ZZ	3309 -2RS	100	39,7	1,42
50	3310	3310 -ZZ	3310 -2RS	110	44,4	1,93
55	3311	3311 -ZZ	3311 -2RS	120	49,2	2,30
60	3312	3312 -ZZ	3312 -2RS	130	54,0	3,16
65	3313	3313 -ZZ	3313 -2RS	140	58,7	3,91
70	3314	3314 -ZZ	3314 -2RS	150	63,5	4,89
75	3315	3315 -ZZ	3315 -2RS	160	68,3	5,97

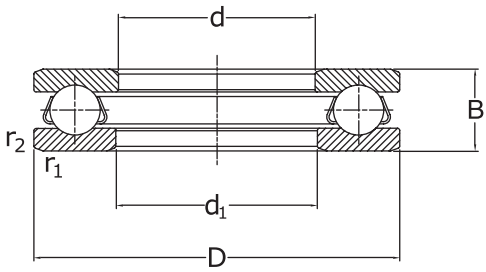
CUSCINETTI ASSIALI A SFERE



SERIE 511

d mm	Tipo di cuscinetto	Dimensioni mm				Massa
		D	B	d1	indicativo r1,2 min	Kg
10	51100	24	9	11	0,3	0,020
12	51101	26	9	13	0,3	0,022
15	51102	28	9	16	0,3	0,023
17	51103	30	9	18	0,3	0,025
20	51104	35	10	21	0,3	0,038
25	51105	42	11	26	0,6	0,056
30	51106	47	11	32	0,6	0,063
35	51107	52	12	37	0,6	0,080
40	51108	60	13	42	0,6	0,120
45	51109	65	14	47	0,6	0,140
50	51110	70	14	52	0,6	0,160
55	51111	78	16	57	0,6	0,230
60	51112	85	17	62	1,0	0,200
65	51113	90	18	67	1,0	0,330
70	51114	95	18	72	1,0	0,350
75	51115	100	19	77	1,0	0,400
80	51116	105	19	82	1,0	0,420
85	51117	110	19	87	1,0	0,440
90	51118	120	22	92	1,0	0,670
100	51119	135	25	102	1,0	0,970
110	51120	145	25	112	1,0	1,050
120	51122	155	25	122	1,0	1,150

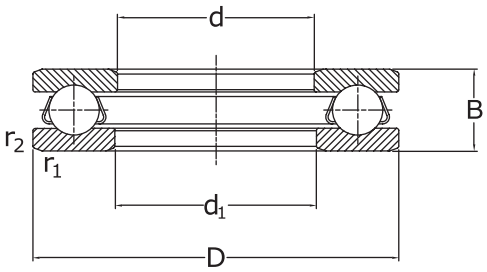
CUSCINETTI ASSIALI A SFERE



SERIE 512

d mm	Tipo di cuscinetto	Dimensioni mm				Fatica	Massa
		D	B	d1	indicativo r1,2 min	Carico limite Pu N	Kg
10	51200	26	11	12	0,6	1,5	0,031
12	51201	28	11	14	0,6	1,9	0,034
15	51202	32	12	17	0,3	3,3	0,046
17	51203	35	12	19	0,6	3,9	0,053
20	51204	40	14	22	0,6	7,3	0,083
25	51205	47	15	27	0,6	13	0,110
30	51206	52	16	32	0,6	1	0,130
35	51207	62	18	37	1,0	23	0,220
40	51208	68	19	42	1,0	49	0,280
45	51209	73	20	47	1,0	33	0,300
50	51210	78	22	52	1,0	58	0,370
55	51211	90	25	57	1,0	93	0,590
60	51212	95	26	62	1,0	100	0,650
65	51213	100	27	67	1,0	120	0,780
70	51214	105	27	72	1,0	130	0,790
75	51215	110	27	77	1,0	150	0,830
80	51216	115	28	82	1,0	190	0,910
85	51217	125	31	88	1,0	330	1,200
90	51218	135	35	93	1,1	470	1,700
100	51220	150	38	103	1,1	530	2,200
110	51222	160	38	113	1,1	670	2,400
120	51224	170	39	123	1,1	830	2,650

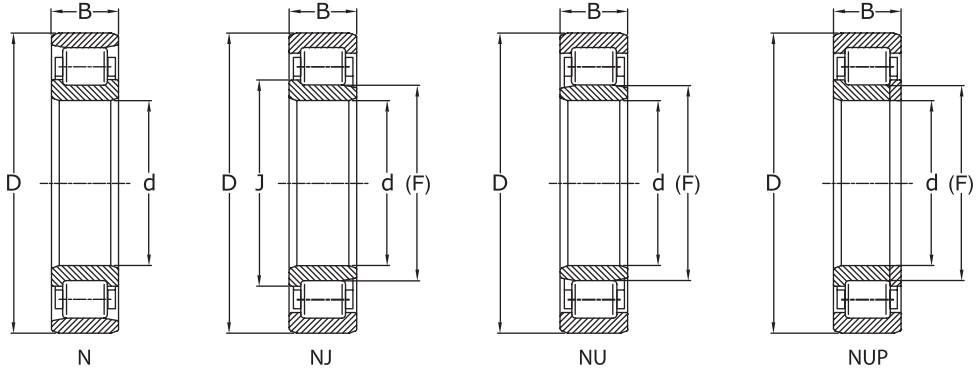
CUSCINETTI ASSIALI A SFERE



SERIE 513

d mm	Tipo di cuscinetto	Dimensioni mm				Fatica	Massa
		D	B	d1	indicativo r1,2 min	Carico limite Pu N	Kg
25	51305	52	18	27	1,0	15	0,17
30	51306	60	21	32	1,0	22	0,26
35	51307	68	24	37	1,0	40	0,38
40	51308	78	26	42	1,0	65	0,53
45	51309	85	28	47	1,0	100	0,66
50	51310	95	31	52	1,1	160	0,94
55	51311	105	35	57	1,1	220	1,30
60	51312	110	35	62	1,1	220	1,35
65	51313	115	36	67	1,1	250	1,50
70	51314	125	40	72	1,1	470	2,00
75	51315	135	44	77	1,5	670	2,60
80	51316	140	44	82	1,5	670	2,70
85	51317	150	49	88	1,5	940	3,55
90	51318	155	50	93	1,5	1100	3,80
100	51320	170	55	103	1,5	1600	4,95
110	51322	190	63	113	2,0	2700	7,85
120	51324	210	70	123	2,1	4400	11,00

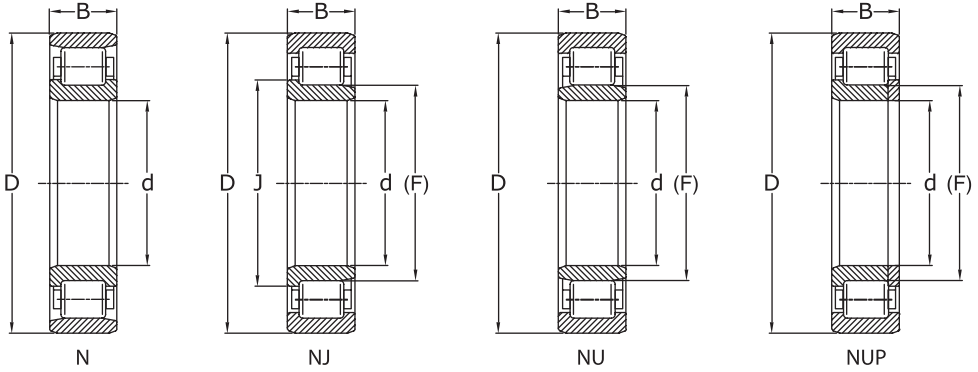
CUSCINETTI RADIALI A RULLI CILINDRICI



SERIE N, NJ, NU E NUP 200

d mm	Tipo di cuscinetto		Dimensioni mm			Massa
			D	B	indicaticvo (F)	Kg
15	202		35	11	19,3	0,047
17	203		40	12	22,1	0,068
20	204		47	14	26,5	0,110
25	205		52	15	31,5	0,130
30	206		62	16	37,5	0,200
35	207		72	17	44,0	0,300
40	208		80	18	49,5	0,370
45	209		85	19	54,5	0,430
50	210		90	20	59,5	0,480
55	211		100	21	66,0	0,660
60	212		110	22	72,0	0,810
65	213		120	23	78,5	1,050
70	214		125	24	83,5	1,150
75	215		130	25	88,5	1,250
80	N NJ NU NUP	216	140	26	95,3	1,500
85		217	150	28	100,5	1,900
90		218	160	30	107,0	2,350
95		219	170	34	112,5	3,450
100		220	180	36	119,0	3,850
105	221		190	38	125,0	4000
110	222		200	40	132,05	4,800
120	224		215	40	143,5	5,750

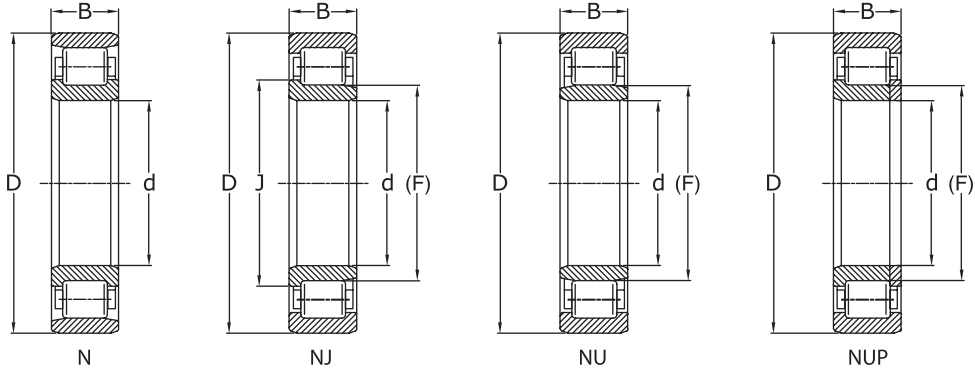
CUSCINETTI RADIALI A RULLI CILINDRICI



SERIE NJ, NU E NUP 2200

d mm	Tipo di cuscinetto		Dimensioni mm			Massa
			D	B	indicaticvo (F)	Kg
20	2204		47	18	26,5	0,14
25	2205		52	18	31,5	0,16
30	2206		62	20	37,5	0,26
35	2207		72	23	44,0	0,40
40	2208		80	23	49,5	0,49
45	2209		85	23	54,5	0,52
50	2210		90	23	59,5	0,56
55	2211		100	25	66,0	0,79
60	2212		110	28	72,0	1,10
65	2213		120	31	78,5	1,40
70	2214		125	31	83,5	1,50
75	2215		130	31	88,5	1,60
80	2216		140	33	95,3	2,00
85	2217		150	36	100,5	2,45
90	NJ NU NUP	2218	160	40	107,0	3,15
95		2219	170	43	112,5	4,00
100		2220	180	46	119,0	4,75
110		2222	200	53	132,5	6,70
120		2204	215	58	143,5	8,30

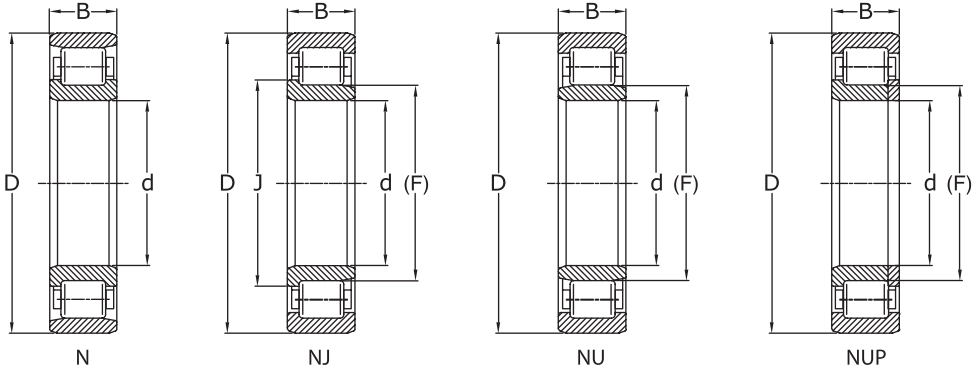
CUSCINETTI RADIALI A RULLI CILINDRICI



SERIE NJ, NU E NUP 2300

d mm	Tipo di cuscinetto		Dimensioni mm			Massa
			D	B	indicaticvo (F)	Kg
20	2304		52	21	27,5	0,21
25	2305		62	24	34,0	0,35
30	2306		72	27	40,5	0,53
35	2307		80	31	46,2	0,72
40	2308		90	33	52,0	0,94
45	2309		100	36	58,5	1,30
50	2310		110	40	65,0	1,70
55	2311		120	43	70,5	2,20
60	2312		130	46	77,0	2,75
65	2313		140	48	82,5	3,30
70	2314		150	35	89,0	2,85
70	2314		150	51	89,0	4,00
75	2315		160	55	95,0	4,90
80	2316		170	58	101,0	5,85
85	NJ NU NUP	2317	180	60	108,0	6,85
90		2318	190	64	113,5	8,00
95		2319	200	67	121,5	9,35
100		2320	215	73	127,5	12,00
110		2322	240	80	143,0	17,00

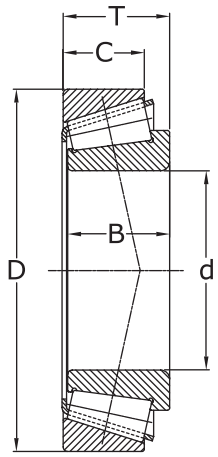
CUSCINETTI RADIALI A RULLI CILINDRICI



SERIE N, NJ, NU E NUP 300

d mm	Tipo di cuscinetto		Dimensioni mm			Massa
			D	B	indicaticvo (F)	Kg
15	302		42	13	21,0	0,086
20	304		52	15	27,5	0,150
25	305		62	17	34,0	0,240
30	306		72	19	40,5	0,360
35	307		80	21	46,2	0,480
40	308		90	23	52,0	0,650
45	309		100	25	58,5	0,900
50	310		110	27	65,0	1,150
55	311		120	29	70,5	1,450
60	312		130	31	77,0	1,800
65	313		140	33	82,5	2,250
70	314		150	35	89,0	2,750
75	315		150	37	95,0	3,300
80	316		160	39	101,0	3,950
85	N NJ NU NUP	317	170	41	108,0	4,700
90		318	180	43	113,5	5,450
95		319	190	45	121,5	6,250
100		320	200	47	127,5	7,600
105		321	215	49	133,0	8,800
110		322	240	50	143,0	10,500

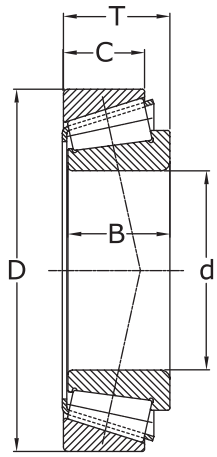
CUSCINETTI A RULLI CONICI



SERIE 30200

d mm	Tipo di cuscinetto	Dimensioni mm				Massa
		D	T	B	C	Kg
17	30203	40	13,25	12	11	0,075
20	30204	47	15,25	14	12	0,120
25	30205	52	16,25	15	13	0,150
30	30206	62	17,25	16	14	0,230
35	30207	72	18,25	17	15	0,320
40	30208	80	19,75	18	16	0,420
45	30209	85	20,75	19	16	0,480
50	30210	90	21,75	20	17	0,540
55	30211	100	22,75	21	18	0,700
60	30212	110	23,75	22	19	0,880
65	30213	120	24,75	23	20	1,150
70	30214	125	26,25	24	21	1,250
75	30215	130	27,25	25	22	1,400
80	30216	140	28,25	26	22	1,600
85	30217	150	30,50	28	24	2,050
90	30218	160	32,50	30	26	2,550
95	30219	170	34,50	32	27	3,000
100	30220	180	37,00	34	29	3,650

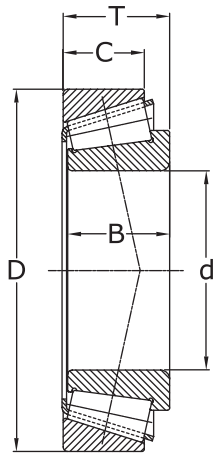
CUSCINETTI A RULLI CONICI



SERIE 30300

d mm	Tipo di cuscinetto	Dimensioni mm				Massa
		D	T	B	C	Kg
15	30302	42	14,25	13,0	11	0,095
17	30303	47	15,25	14,0	12	0,130
20	30304	52	16,25	15,0	13	0,170
25	30305	62	18,25	17,0	15	0,260
30	30306	72	20,75	19,0	16	0,390
35	30307	80	22,75	21,0	18	0,520
40	30308	90	25,25	32,5	28	0,720
45	30309	100	27,25	25,0	22	0,970
50	30310	110	29,25	27,0	23	1,250
55	30311	120	31,50	29,0	25	1,550
60	30312	130	33,50	31,0	26	1,950
65	30313	140	36,00	33,0	28	2,400
70	30314	150	38,00	35,0	30	2,900
75	30315	160	40,00	37,0	31	3,450
80	30316	170	42,50	39,0	33	4,100
85	30317	180	44,50	41,0	34	4,850
90	30318	190	46,50	43,0	36	5,650
95	30319	200	49,50	45,0	38	6,700
100	30320	215	51,50	47,0	39	8,050

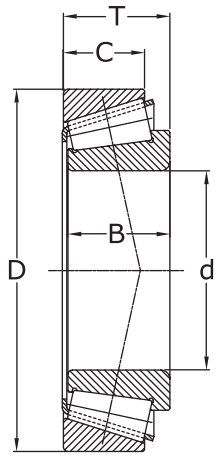
CUSCINETTI A RULLI CONICI



SERIE 31300

d mm	Tipo di cuscinetto	Dimensioni mm				Massa
		D	T	B	C	Kg
25	31305	62	18,25	17	13	0,26
30	31306	72	20,75	19	14	0,39
35	31307	80	22,75	21	15	0,52
40	31308	90	25,25	23	20	0,72
45	31309	100	27,25	25	18	0,95
50	31310	110	29,25	27	19	1,20
55	31311	120	31,50	29	21	1,55
60	31312	130	33,50	31	22	1,90
65	31313	140	36,00	33	23	2,35
70	31314	150	38,00	35	25	2,95
75	31315	160	40,00	37	26	3,50
80	31316	170	42,50	39	27	4,05
85	31317	180	44,50	41	28	4,60
90	31318	190	46,50	43	30	5,90
95	31319	200	49,50	45	32	6,95
100	31320 X	215	56,50	51	35	8,60

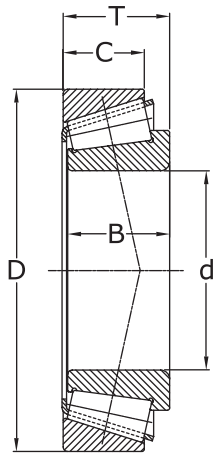
CUSCINETTI A RULLI CONICI



SERIE 32000

d mm	Tipo di cuscinetto	Dimensioni mm				Massa
		D	T	B	C	Kg
20	32004 X	42	15	15	12,0	0,097
22	320/22 X	44	15	15	11,5	0,100
25	32005 X	47	15	15	11,5	0,110
28	320/28 X	52	16	16	12,0	0,150
30	32006 X	55	17	17	13,0	0,170
32	320/32 X	58	17	17	13,0	0,190
35	32007 X	62	18	18	14,0	0,220
40	32008 X	68	19	19	14,5	0,270
45	32009 X	75	20	20	15,5	0,340
50	32010 X	80	20	20	15,5	0,370
55	32011 X	90	23	23	17,5	0,550
60	32012 X	95	23	23	17,5	0,590
65	32013 X	100	23	23	17,5	0,630
70	32014 X	110	25	25	19,0	0,840
75	32015 X	115	25	25	19,0	0,900
80	32016 X	125	29	29	22,0	1,300
85	32017 X	130	29	29	22,0	1,350
90	32018 X	140	32	32	24,0	1,750
95	32019 X	145	32	32	24,0	1,800
100	32020 X	150	32	32	24,0	1,900

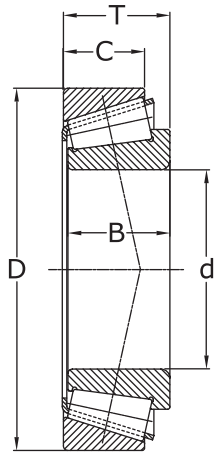
CUSCINETTI A RULLI CONICI



SERIE 33000

d mm	Tipo di cuscinetto	Dimensioni mm				Massa
		D	T	B	C	Kg
50	33010	80	24	24	19,0	0,45
55	33011	90	27	27	21,0	0,67
60	33012	95	27	27	21,0	0,71
65	33013	100	27	27	21,0	0,78
70	33014	110	31	31	25,5	1,10
75	33015	115	31	31	25,5	1,15
80	33016	125	36	36	29,5	1,65
85	33017	130	36	36	29,5	1,75
90	33018	140	39	39	32,5	2,20
95	33019	145	39	39	32,5	2,30
100	33020	150	39	39	32,5	2,40

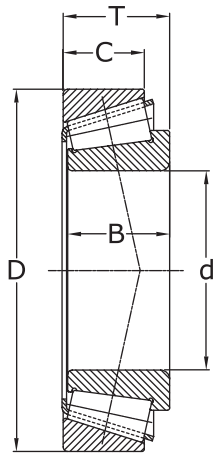
CUSCINETTI A RULLI CONICI



SERIE 33100

d mm	Tipo di cuscinetto	Dimensioni mm				Massa
		D	T	B	C	Kg
40	33108	75	26	26	20,5	0,51
45	33109	80	26	26	20,5	0,56
50	33110	85	26	26	20,0	0,59
55	33111	95	30	30	23,0	0,86
60	33112	100	30	30	23,0	0,92
65	33113	110	34	34	26,5	1,30
70	33114	120	37	37	29,0	1,70
75	33115	125	37	37	29,0	1,80
80	33116	130	37	37	29,0	1,90
85	33117	140	41	41	32,0	2,45
90	33118	150	45	45	35,0	3,10
110	33122	180	56	56	43,0	5,55

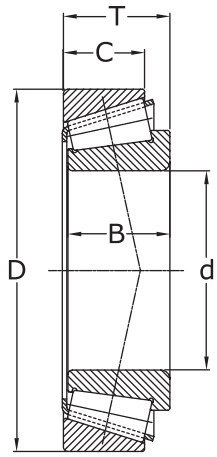
CUSCINETTI A RULLI CONICI



SERIE 33200

d mm	Tipo di cuscinetto	Dimensioni mm				Massa
		D	T	B	C	Kg
25	33205	52	22	22	18,0	0,23
30	33206	62	25	25	19,5	0,37
35	33207	72	28	28	22,0	0,56
40	33208	80	32	32	25,0	0,77
45	33209	85	32	32	25,0	0,82
50	33210	90	32	32	24,5	0,90
55	33211	100	35	35	27,0	1,20
60	33212	110	38	38	29,0	1,60
65	33213	120	41	41	32,0	2,05
70	33214	125	41	41	32,0	2,10
75	33215	130	41	41	31,0	2,25
80	33216	140	46	46	35,0	2,90
85	33217	150	49	49	37,0	3,70
100	33220	180	63	63	48,0	6,95

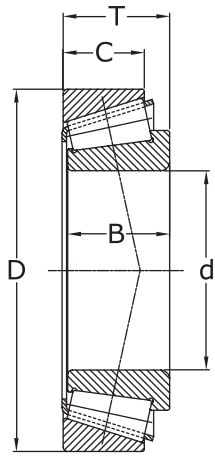
CUSCINETTI A RULLI CONICI



SERIE 32200

d mm	Tipo di cuscinetto	Dimensioni mm				Massa
		D	T	B	C	Kg
25	32205 B	52	19,25	18	15	0,19
28	322/28 B	58	20,25	19	16	0,25
30	32206 B	62	21,25	20	17	0,30
30	32206	62	21,25	20	17	0,28
35	32207 B	72	24,25	23	19	0,44
35	32207	72	24,25	23	19	0,43
40	32208	80	24,75	23	19	0,53
45	32209 B	85	24,75	23	19	0,60
45	32209	85	24,75	23	19	0,58
50	32210 B	90	24,75	23	18	0,65
50	32210	90	24,75	23	19	0,61
55	32211 B	100	26,75	25	19	0,87
55	32211	100	26,75	25	21	0,83
60	32212	110	29,75	28	24	1,15
65	32213	120	32,75	31	27	1,50
70	32214	125	33,25	31	27	1,60
75	32215	130	33,25	31	27	1,70
80	32216	140	35,25	33	28	2,05
85	32217	150	38,50	36	30	2,60
90	32218	160	42,50	40	34	3,35
95	32219	170	45,50	43	37	4,05
100	32220	180	49,00	46	39	4,90

CUSCINETTI A RULLI CONICI



SERIE 32300

d mm	Tipo di cuscinetto	Dimensioni mm				Massa
		D	T	B	C	Kg
17	32303	47	20,25	19	13	0,17
20	32304	52	22,50	21	18	0,23
25	32305	62	25,25	24	20	0,36
30	32306	72	28,75	27	23	0,55
35	32307 B	80	32,75	31	25	0,80
35	32307	80	32,75	31	25	0,73
40	32308 B	90	35,25	33	27	1,10
40	32308	90	35,25	23	17	1,00
45	32309 B	100	38,25	36	30	1,45
45	32309	100	38,25	36	30	1,35
50	32310 B	110	42,25	40	33	1,85
50	32310	110	42,25	40	33	1,80
55	32311	120	45,50	43	35	2,30
55	32311 B	120	45,50	43	35	2,50
60	32312	130	48,50	46	37	2,85
60	32312 B	130	48,50	46	37	2,80
65	32313	140	51,00	48	39	3,45
65	32313 B	140	51,00	48	39	3,35
70	32314	150	54,00	51	42	4,30
70	32314 B	150	54,00	51	42	4,25
75	32315	160	58,00	55	45	5,20
75	32315 B	160	58,00	55	45	5,55
80	32316	170	61,50	58	48	6,20
80	32316 B	170	61,50	58	48	5,70
85	32317	180	63,50	60	49	6,85
85	32317 B	180	63,50	60	49	7,50
90	32318	190	67,50	64	53	8,40
95	32319	200	71,50	67	55	11,00
100	32320	215	77,50	73	60	12,50

METAL BUSHINGS ITALIA

M.B.I. metal bushings italia s.p.a.
Via Brescia, 65 - 36040
Torri di Quartesolo (VI) IT
Tel. 0039 0444 218000
www.metalbushings.it
mbi@metalbushings.it

Edizione 4/2024