



17

Unità sensorizzate



17 Unità sensorizzate

Unità sensorizzate per motori	988	Tabella di prodotto
Design e varianti	989	17.1 Unità encoder per motori.
Tecnologia dei sensori	989	
Connessione dei cavi	990	
Lubrificazione.....	990	
Unità sensorizzate per motori in condizioni di esercizio estreme.....	990	
Dati relativi al prodotto	991	
Requisiti dell'interfaccia ricevente	991	
Compatibilità elettromagnetica	991	
Filtri ad alte prestazioni	991	
Dati sui cuscinetti	992	
(Standard dimensionali, tolleranze, gioco interno)		
Carichi	992	
Limiti di temperatura	992	
Velocità ammissibile	993	
Considerazioni di progettazione	993	
Uscita cavi	993	
Unità sensorizzate per motori montate nella posizione libera	993	
Unità sensorizzate per motori in posizione di vincolo dei cuscinetti	993	
Unità sensorizzate per motori in disposizioni di cuscinetti flottanti	993	
Montaggio	994	
Unità sensorizzate per motori su un albero	994	
Montaggio di un'unità in un supporto	995	
Connessione dei cavi	995	
Sistema di denominazione	995	
Unità encoder a rulli	996	
Tecnologia dei sensori	996	
Unità sensorizzate per sistemi sterzanti	997	
Tecnologia dei sensori e dati elettrici	998	
Unità che forniscono dati assoluti sulla posizione	998	
Unità sensorizzate posizionamento rotore	998	
Le unità per il controllo con onda sinusoidale o vettoriale.....	998	
Cuscinetti posizionamento rotore	1000	
Applicazioni	1000	

1002



17 Unità sensorizzate

17



Maggiori informazioni

Conoscenze generali sui cuscinetti 17

Procedura di scelta dei cuscinetti 59

Lubrificazione 109

Interfacce cuscinetto 139

Tolleranze per la sede in
condizioni standard 148

Scelta del gioco interno o
precarico 182

Sistema di tenuta, montaggio e
smontaggio 193

**Istruzioni di montaggio per
cuscinetti singoli** → skf.com/mount

Le unità sensorizzate di SKF sono utilizzate per monitorare accuratamente lo stato dei componenti rotanti o lineari e sono:

- compatte
- robuste e affidabili
- semplici e pronte al montaggio

Queste soluzioni con sensore integrato messe a punto da SKF sono utilizzate da tempo in numerose applicazioni industriali e automobilistiche, tra cui motori elettrici, veicoli elettrici, rulli compattatori, trattori, carrelli elevatori e nastri trasportatori.

Alcuni utilizzi tipici:

- gestione del motore
- controllo dello sterzo
- rilevamento di velocità e posizione
- misurazione della posizione angolare

Unità sensorizzate per motori

Il monitoraggio accurato dello stato dei componenti è fondamentale per numerose applicazioni, in particolare per i motori AC che necessitano di encoder per misurare costantemente la velocità e il senso di rotazione.

Le unità sensorizzate SKF (**fig. 1**) combinano la tecnologia dei sensori attivi con un cuscinetto radiale a sfere SKF e:

- offrono una risoluzione di segnale da 32 a 80 impulsi digitali a giro
- sono compatte, sono più larghe di soli 6,2 mm rispetto al corrispondente cuscinetto radiale rigido a sfere standard (**fig. 2**)
- sono pronte al montaggio e possono essere montate nelle posizioni che prevedono un cuscinetto all'interno di un motore ACC

Fig. 1

Unità sensorizzate per motori



- sono disponibili per diametri albero nella gamma dimensionale compresa tra 15 e 45 mm

Design e varianti

Le unità sensorizzate per motori SKF sono unità compatte e integrate costituite da (fig. 3):

- un cuscinetto radiale a sfere SKF Explorer della serie 62 con scanalatura per anello di ancoraggio sull'anello esterno e una tenuta strisciante (*Cuscinetti radiali a una corona di sfere*, **pagina 241**)
- un anello generatore di impulsi
- un corpo sensore
- un cavo di connessione

L'anello generatore di impulsi, che si innesta sull'anello interno del cuscinetto, è un anello

composito magnetizzato contenente un numero di poli nord e sud compreso tra 32 e 80. Il numero di poli dipende dalle dimensioni del cuscinetto. Il corpo sensore, collegato all'anello esterno, protegge la cellula brevettata SKF a effetto Hall. Il cavo di connessione multifilo si estende in senso radiale.

Da un lato, il cuscinetto è protetto da una tenuta strisciante, mentre sul lato opposto l'anello generatore di impulsi e il corpo sensore creano un'efficace tenuta a labirinto che impedisce al lubrificante di fuoriuscire dal cuscinetto e agli agenti contaminanti di penetrarvi.

Tecnologia dei sensori

Le unità sensorizzate SKF utilizzano un sensore compatto e robusto che produce un segnale di tipo incrementale. La precisione del sensore è prossima a 0 giri al minuto.

Un circuito attivo integrato (che necessita di un'alimentazione di tensione esterna) nel corpo sensore contiene due celle a effetto Hall che generano un segnale di uscita costituito da due onde quadre (fig. 4).

I segnali possono essere valutati dai controlli del motore in modi diversi:

- Il senso di rotazione può essere determinato dallo sfasamento dei segnali, in funzione del fronte di salita degli stessi.
- Le basse velocità si possono determinare misurando il tempo intercorso tra due eventi elettrici, ovvero il fronte di salita e di discesa su ciascuna onda quadra.
- Le alte velocità si possono misurare conteggiando il numero di eventi elettrici entro un determinato periodo di tempo.

Le due onde quadre sono sfasate di 90° tra loro. Questo sfasamento cambia di segno con il senso della rotazione. La fig. 4 mostra le specifiche generali del segnale.

17



Fig. 2

Maggiore larghezza rispetto ad un cuscinetto radiale a sfere standard

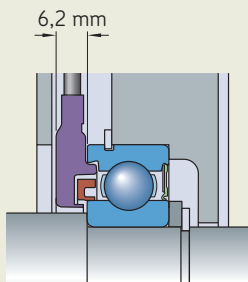


Fig. 3

Unità sensorizzate per motori

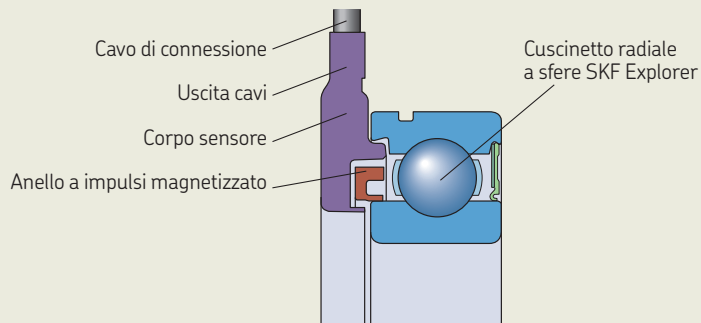
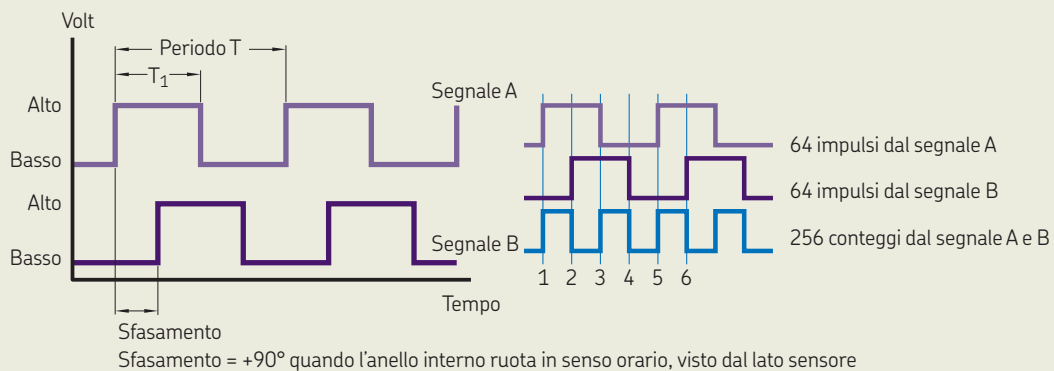


Fig. 4

Tecnologia dei sensori



La presenza di due segnali in quadratura consente a un'unità di controllo di moltiplicare il numero di incrementi della posizione angolare per giro. Se, ad esempio, si usa un cuscinetto sensorizzato standard SKF con 64 impulsi per giro e un'interfaccia elettronica standard che può rilevare i tempi di salita (basso/alto) e di discesa (alto/basso) di ciascuno dei due segnali, è possibile ottenere 256 eventi elettrici per giro, il che si traduce in una risoluzione angolare di $1,4^\circ$ (**fig. 4, pagina 989**).

Le unità sensorizzate SKF, sono testate al 100% per ciò che riguarda la precisione del periodo, ciclo di lavoro e sfasamento, offrendo segnali accurati e affidabili che garantiscono un efficace controllo del motore.

Connessione dei cavi

Le unità sensorizzate per motori SKF sono disponibili nella versione standard con:

- un'estremità cavo libera con segnale in uscita costituito da due onde quadre, suffisso 008A nell'appellativo (**fig. 5**)
- un raccordo AMP Superseal™ (AMP Nos. 282106-1 and 282404-1), suffisso 108A nell'appellativo (**fig. 6**)

Le lunghezze dei cavi sono riportate nella **tabella di prodotto, pagina 1002**. Per connettori o lunghezze dei cavi alternativi, rivolgetevi a SKF.

Lubrificazione

Le unità sensorizzate SKF per motori sono:

- riempite di grasso di ottima qualità in condizioni di elevata pulizia (**tabella 2, pagina 245**) adatto per le più comuni condizioni di esercizio dei motori elettrici
- praticamente a manutenzione zero

La durata del grasso nel cuscinetto si può calcolare secondo il metodo descritto in *Durata del grasso per cuscinetti schermati*, **pagina 246**.

Unità sensorizzate per motori in condizioni di esercizio estreme

I sensori magnetici hanno limiti di temperatura e di potenza del motore. Per applicazioni in cui i sensori magnetici non costituiscono una soluzione pratica, è possibile utilizzare invece una tecnologia induttiva di elevata performance. I sensori induttivi utilizzano bobine per rilevare la rotazione di un anello dentato a induzione appositamente studiato. Per ulteriori informazioni sulle unità sensorizzate per condizioni estreme, rivolgetevi a SKF.



Fig. 5

Un'estremità cavo libera, suffisso 008A nell'appellativo, (compreso il dongle, eccetto per l'unità BMD-6206)

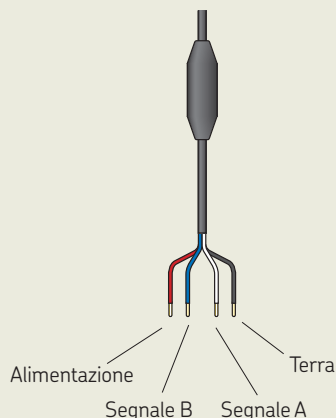
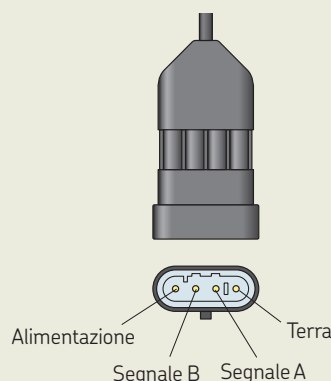


Fig. 6

Connettore AMP Superseal™, suffisso 108A nell'appellativo



Dati relativi al prodotto

Requisiti dell'interfaccia ricevente

L'interfaccia ricevente deve essere in grado di elaborare i segnali, restituiti da circuiti a collettore aperto (fig. 7). Le caratteristiche del segnale in uscita sono riportate nella **tabella 1**. Per sfasamento si intende il ritardo tra due eventi di insorgenza dei segnali (fig. 4, pagina 989). È 1/4 del periodo, o 90 gradi elettrici. Il valore del ciclo di lavoro è l'elevato stato del segnale rispetto al periodo intero (fig. 4). Nominalmente è pari al 50%.

Alimentazione

Le unità sensorizzate SKF necessitano di una tensione di alimentazione regolata, che può andare da 5 a 18 V DC. Per applicazioni oltre a 18 volt, rivolgetevi a SKF.

Resistori

I resistori pull-up (**tabella 2**) vanno inseriti tra l'alimentazione di tensione e i conduttori dei segnali in uscita per limitare la corrente in uscita a 20 mA. La resistenza del carico dell'applicazione tra la linea di terra e i conduttori per i segnali di output deve essere almeno 10 volte superiore rispetto alla resistenza del resistore di pull-up, per consentire la lettura dei segnali di uscita.

Rilevamento del senso di rotazione

Uno sfasamento positivo corrisponde al verificarsi del segnale B prima del segnale A e indica la rotazione in senso orario dell'anello interno visto dal lato sensore.

Compatibilità elettromagnetica

Le unità sensorizzate SKF possono essere utilizzate in sistemi operanti in ambienti elettromagnetici particolarmente gravosi, secondo le indicazioni della norma internazionale IEC 61000-6-2.

Fig. 7

Disegno schematico tipico di un'interfaccia ricevente

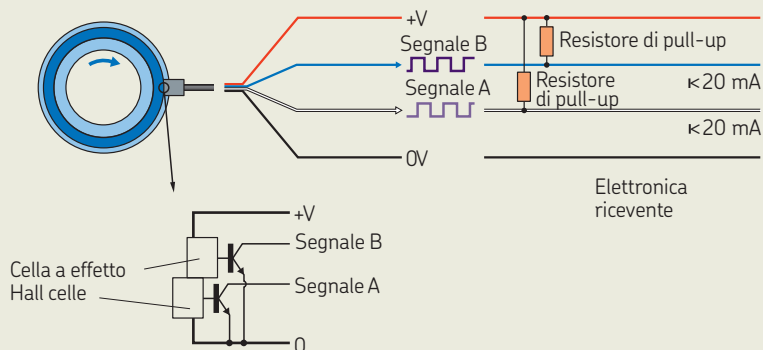


Tabella 1

Caratteristiche del segnale di uscita

Tipo di segnale	Onda quadra
Numero di segnali	2
Sfasamento	90°
Ciclo di lavoro	50% di un periodo

Tabella 2

Resistori di pull-up consigliati

Alimentazione della tensione	Resistenza min.	Alimentazione
V DC	Ω	W
5	270	0,25
9	470	0,25
12	680	0,25

Filtri ad alte prestazioni

Tutte le unità sensorizzate SKF standard sono protette da un filtro ad alte prestazioni che ne consente l'adeguamento all'ambiente elettrico tipico delle applicazioni industriali e automobilistiche:

- Le unità con un'estremità del cavo libera hanno il filtro incluso nel profilo superiore del cavo,
- mentre le unità provviste di connettore AMP Superseal™ hanno il filtro integrato nel connettore stesso.



Dati sui cuscinetti

Specifiche dimensionali	Dimensioni d'ingombro: ISO 15 La larghezza dell'unità completa, tuttavia, è maggiore di 6,2 mm.
Tolleranze	$d \leq 25$ mm: P5 $d \geq 30$ mm: P6
Per ulteriori informazioni → pagina 35	Valori: ISO 492 (tabella 3, pagina 39, e fig. 4, pagina 989)
Gioco interno	C3 Valori: ISO 5753-1 (fig. 6, pagina 990) Valori validi per cuscinetti prima del montaggio e carico pari a zero.
Per ulteriori informazioni → pagina 182	

Carichi

Per informazioni relative al carico minimo e ai carichi equivalenti sui cuscinetti, fare riferimento alla sezione *Carichi*, **pagina 254**.

Il fattore per il carico minimo richiesto k_T e il fattore di calcolo f_0 sono indicati nella **tabella di prodotto, pagina 1002**.

Limiti di temperatura

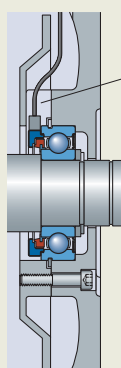
Le unità sensorizzate SKF sono state sottoposte a test a varie velocità e con carichi diversi:

- 500 ore a 125 °C (255 °F), con picchi intermittenti fino a 10 minuti a 150 °C (300 °F)
- 100 ore a -40 °C (-40 °F)

In caso di temperature differenti, rivolgersi a SKF.

Fig. 8

Intaglio radiale nell'alloggiamento



Intaglio, larghezza
in direzione della
circonferenza
15-20 mm

Fig. 9

Unità sensorizzata per motore montata nella posizione libera

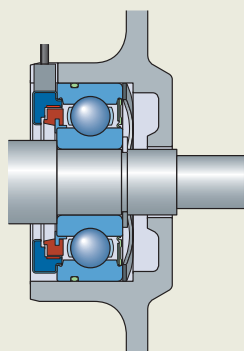
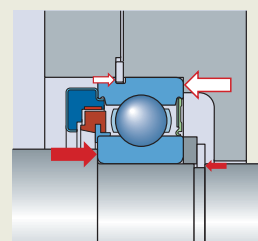


Fig. 10

Consigli per la trasmissione del carico



Velocità ammissibile

La velocità di esercizio ammessa è limitata dalla tenuta contattante nel cuscinetto. Il sensore può rilevare con precisione velocità da zero giri al minuto fino alla velocità limite indicata nella **tabella di prodotto**, **pagina 1002**.

Considerazioni di progettazione

In linea di principio, le unità sensorizzate SKF si possono integrare nella progettazione allo stesso modo dei cuscinetti radiali a sfere SKF. Sotto sono riportate specifiche raccomandazioni. Per informazioni supplementari sulle applicazioni con motori elettrici, si rimanda al manuale SKF *Cuscinetti volventi nei motori elettrici e nei generatori*.

Uscita cavi

Il cavo sporge radialmente dall'unità sensorizzata per motori. Occorre prevedere un condotto adeguatamente dimensionato nel supporto del cuscinetto o nel coperchio del supporto. L'intaglio radiale nel supporto dovrebbe avere una larghezza nel senso della circonferenza compresa tra 15 e 20 mm (**fig. 8**).

Unità sensorizzate per motori montate nella posizione libera

SKF consiglia di utilizzare unità sensorizzate per motori montati dal lato assialmente libero (**fig. 9**). Sussiste tuttavia il rischio che l'anello esterno possa girare nel foro del supporto, specialmente in presenza di vibrazioni. SKF perciò consiglia di inserire un O-ring nella scanalatura per anello di ancoraggio che impedisca all'anello di girare e di conseguenza danneggiare il cavo.

Unità sensorizzate per motori in posizione di vincolo dei cuscinetti

Quando si utilizzano unità sensorizzate in posizioni di vincolo, l'anello generatore di impulsi, il corpo sensore e il cavo di connessione non devono, per quanto possibile, essere sottoposti a carico assiale. Quando il cuscinetto è soggetto a un carico assiale agente in entrambi i sensi, l'unità sensorizzata per motori andrebbe montata in modo che il carico assiale più pesante si trasmetta alla facciata laterale dell'anello esterno del cuscinetto opposta al sensore (**fig. 10**).

Le unità sensorizzate possono essere fissate assialmente nel supporto in diversi modi:

- con un anello di ancoraggio nell'anello esterno e un coperchio imbullonato nel supporto (**fig. 11**)
- con un distanziale e un anello di ancoraggio nel supporto (**fig. 12**)

- con un coperchio innestato sull'anello esterno (**fig. 13**)

Le unità sensorizzate con $d \leq 25$ mm si possono fissare assialmente solo mediante un anello di ancoraggio nell'anello esterno.

Unità sensorizzate per motori in disposizioni di cuscinetti flottanti

Quando si utilizzano unità sensorizzate in disposizioni di cuscinetti flottanti (**pagina 76**) è opportuno evitare la rotazione dell'anello esterno, collocando un O-ring nella scanalatura dell'anello di ancoraggio. L'unità sensorizzata per motori andrebbe montata in modo che il carico assiale agisca sulla facciata laterale dell'anello esterno del cuscinetto opposta al sensore.

17



Fig. 11

Fissaggio assiale mediante anello di ancoraggio nell'anello esterno e coperchio imbullonato nel supporto

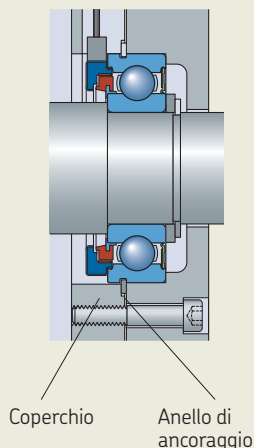


Fig. 12

Fissaggio assiale mediante distanziale e anello di ancoraggio nel supporto

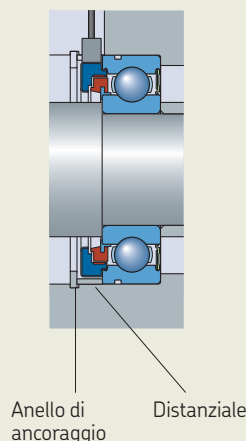
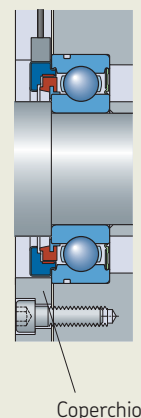


Fig. 13

Fissaggio assiale mediante coperchio innestato sull'anello esterno



Montaggio

Le unità sensorizzate SKF devono essere maneggiate con cura per evitare danni al cuscinetto, al sensore e al cavo di connessione. Non applicare mai alcuna forza sul cavo, sull'uscita cavo, sul corpo del sensore o sull'anello generatore di impulsi.

Su richiesta, SKF può fornire assistenza per ottimizzare le fasi di montaggio e collegamento.

Unità sensorizzate per motori su un albero

Le unità sensorizzate per motore solitamente vengono montate sull'albero con interferenza. Possono essere fissate sull'albero applicando la forza di montaggio con una bussola o un canotto appositi, poggiati sulla facciata laterale dell'anello interno (**fig. 14**). Per facilitare il montaggio, è possibile riscaldare l'anello interno del cuscinetto:

- Utilizzare una piastra riscaldante elettrica a temperatura controllata
- Non riscaldare l'unità oltre 80 °C (175 °F).
- Posizionare il cuscinetto su un mandrino per riscaldare efficacemente l'anello interno (**fig. 15**).
- Posizionare il cuscinetto in modo che la tenuta sia nella posizione in basso per evitare perdite di grasso dal cuscinetto.
- Per evitare possibili danneggiamenti ai componenti elettronici, non utilizzare riscaldatori a induzione.

17



Fig. 14

Forza di montaggio applicata attraverso un canotto di montaggio in appoggio sulla facciata laterale dell'anello interno

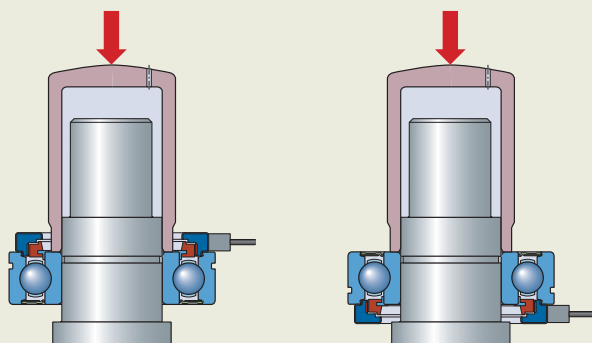
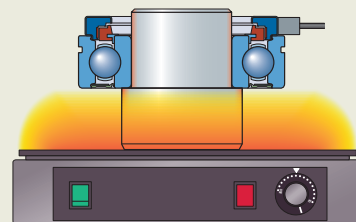


Fig. 15

Cuscinetto su mandrino per riscaldare l'anello interno



Montaggio di un'unità in un supporto

Quando l'unità sensorizzata viene montata con interferenza in un supporto, può essere calettata nel supporto stesso o quest'ultimo dev'essere riscaldato. La forza di montaggio deve essere applicata con una bussola o un canotto appositi, poggiati sulla facciata laterale dell'anello esterno o mediante un anello di ancoraggio sull'anello esterno (**fig. 16**).

Nei tipici motori elettrici, il cuscinetto può essere posizionato utilizzando dei bulloni che uniscono lo scudo e il coperchio del motore (**fig. 17**).

Connessione dei cavi

Il cavo va protetto da un condotto per impedire che si torca, che venga compresso o entri a contatto con parti in movimento. Per evitare interferenze con il segnale del sensore, non collocare il connettore vicino ad altri cavi o fili elettrici.

Sistema di denominazione

Fare riferimento alla sezione *Sistema di denominazione*, **pagina 258**.

Di seguito sono spiegati i prefissi e i suffissi utilizzati per identificare le unità encoder per motori.

Prefissi

- BMB-** Unità encoder per motori della serie BMB
- BMD-** Unità encoder per motori della serie BMD
- BMO-** Unità encoder per motori della serie BMO

Suffissi

- /032** 32 impulsi digitali a giro
- /048** 48 impulsi digitali a giro
- /064** 64 impulsi digitali a giro
- /080** 80 impulsi digitali a giro
- S2** Due segnali
- /U** Area commerciale nel mondo
- A** Cuscinetto con gabbia in acciaio stampata, centrata sulle sfere
- B** Cuscinetto con gabbia in PA66 rinforzata con fibra di vetro, centrata sulle sfere
- 008A** Estremità del cavo libera
- 108A** Connettore AMP Superseal™ (AMP n. 282106-1 e 282404-1)

17



Fig. 16

Forza di montaggio applicata attraverso un anello di ancoraggio montato sull'anello esterno

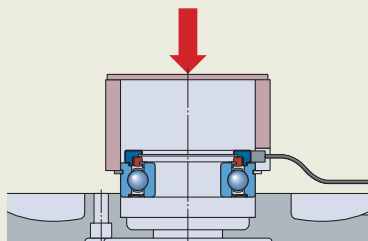
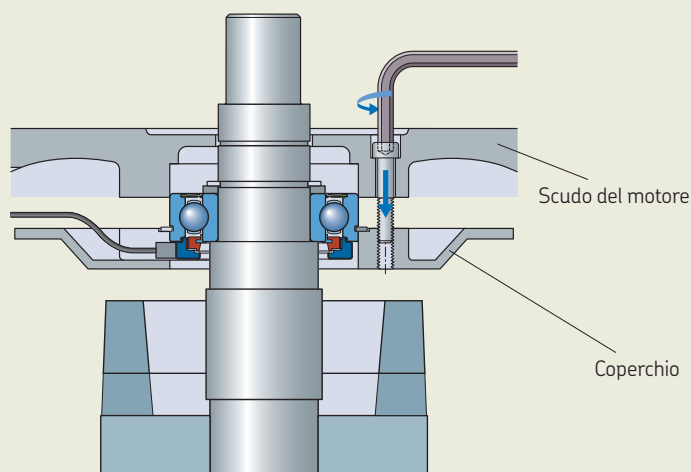


Fig. 17

Cuscinetto posizionato utilizzando bulloni per unire lo scudo e il coperchio motore



Unità encoder a rulli

Le unità encoder a rulli SKF (fig. 18, tabella 3) sono unità sensorizzate plug-and-play progettate per applicazioni con anello esterno rotante.

Le unità encoder:

- sono dotate di un cuscinetto radiale a sfere SKF Explorer serie 6201 schermato, lubrificato per la sua intera durata
- si possono facilmente montare in pulegge, camme, rulli o ruote per offrire un sistema encoder compatto con rotazione dell'anello esterno
- su richiesta, possono essere fornite complete di ingranaggi, ruote o pulegge personalizzati

17

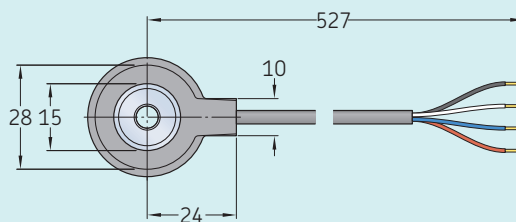
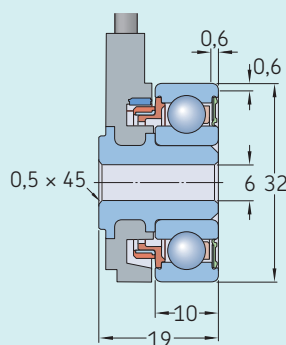


Fig. 18

Unità encoder a rulli



Unità encoder a rulli



Descrizione
Tipo di cavo connettore
Numero di impulsi per giro, N
Precisione periodo
Segnale di uscita sfasamento
Tolleranza per segnale di uscita sfasamento
Ciclo di lavoro
Tolleranza per ciclo di lavoro
Velocità limite
Massa

AHE-5509A
 Estremità del cavo libera
 32
 $\pm 4\%$
 90°
 $\pm 30^\circ$
 50%
 $\pm 10\%$
 5 000 giri/min
 0,066 kg

Tabella 3

Unità sensorizzate per sistemi sterzanti

Le unità sensorizzate SKF per sistemi sterzanti (**fig. 19, tabella 4**) sono dispositivi per sistemi steer-by-wire che combinano l'affidabilità della tecnologia sensorizzata con la semplicità del plug-and-play.

Il design di precisione delle unità si basa sulle collaudate tecnologie SKF.

Le unità sono formate da:

- un cuscinetto radiale a sfere SKF Explorer schermato che garantisce lunga durata di esercizio e prestazioni affidabili
- tecnologia encoder del cuscinetto per il monitoraggio di precisione
- un dispositivo della coppia di attrito che fornisce un feedback all'operatore garantendo una resistenza adeguata nel volante
- un'interfaccia meccanica per il montaggio
- un albero per il collegamento al volante

Queste unità soddisfano in maniera affidabile i requisiti dei sistemi steer-by-wire dei veicoli industriali e off-highway e:

- non richiedono alcuna regolazione
- non necessitano rilubrificazione durante la vita utile prevista e sono praticamente esenti da manutenzione
- sono fornite pronte al montaggio (il collegamento al sistema steer-by-wire è realizzato mediante connettori)

Fig. 19

Unità sensorizzata per sistema sterzante

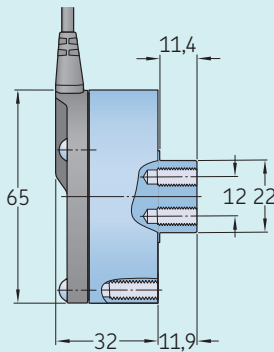


17



Tabella 4

Unità sensorizzate per sistemi sterzanti



Descrizione

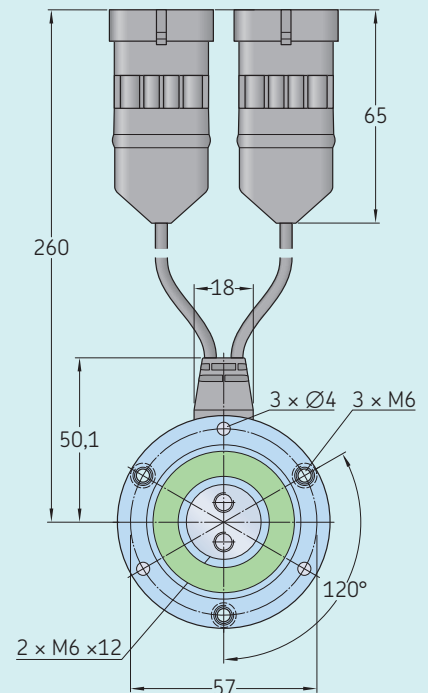
Tipo di cavo connettore
Numero di impulsi per giro, N
Precisione periodo
Segnale di uscita sfasamento
Tolleranza per segnale di uscita sfasamento
Ciclo di lavoro
Tolleranza per ciclo di lavoro
Velocità limite
Massa

AHE-5401D™

AMP Superseal
64
± 8%
90°
± 30°
50%
± 10%
300 giri/min
0,57 kg

AHE-5701C™

AMP Superseal
256
± 8%
90°
± 30°
50%
± 10%
300 giri/min
0,57 kg



- sono magnetici
- sono incrementali e non contattanti
- non sono soggetti a Usura
- sono protetti da interferenze esterne
- sono concepiti per offrire la massima durata di esercizio

Unità che forniscono dati assoluti sulla posizione

Per applicazioni che richiedono una combinazione di dati sulla posizione assoluta, sensore di sterzo variabile e fine corsa attivi, SKF può fornire unità per sistemi sterzanti personalizzate. Per ulteriori informazioni, rivolgetevi a SKF.

Unità sensorizzate posizionamento rotore

I motori sincroni necessitano di un sensore che fornisca la posizione del rotore in maniera molto precisa, per consentire un accurato controllo della coppia motore e ottenere massima efficienza e dinamismo. Questi motori utilizzano un controllo ad azionamento diretto o con onda sinusoidale. Le unità sensorizzate posizionamento rotore SKF (**fig. 21, tabella 5**) possono contribuire a ottimizzare l'efficienza del motore per entrambi i sistemi.

Le unità per il controllo con onda sinusoidale o vettoriale

- forniscono la posizione dell'angolo dell'albero in tempo reale per tutta la gamma di velocità del motore
- forniscono un segnale (**diagramma 1**) paragonabile a quello generato da un resolver, che può essere quindi utilizzato dal software del controller del motore
- comunicano la posizione dell'angolo dell'albero mediante un segnale d'onda seno/coseno
- sono più compatte ed economiche dei resolver induttivi
- sono facili da montare (*Montaggio*, **pagina 994**)
- non richiedono gradi di precisione speciali per albero o alloggiamento, rispetto ai resolver induttivi (*Considerazioni di progettazione*, **pagina 993**)

SKF può adattare l'elettronica in modo che sia conforme all'interfaccia dell'applicazione.

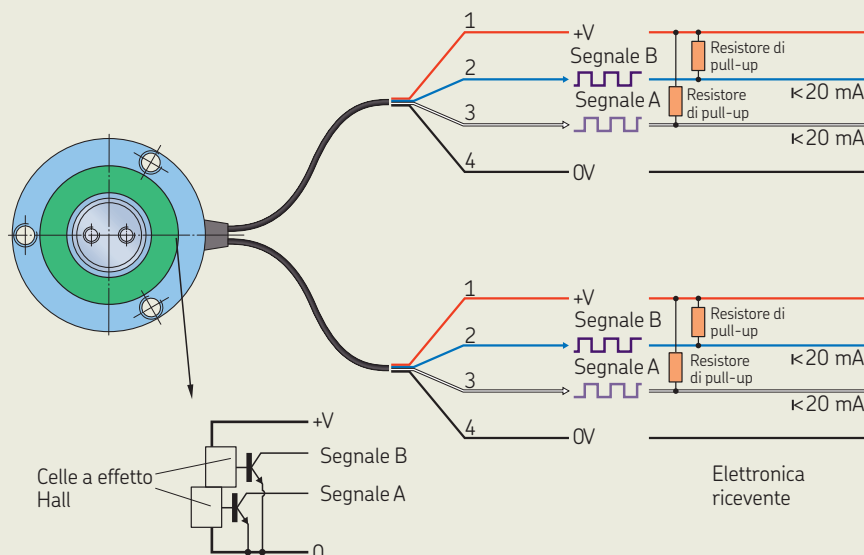
Le unità sensorizzate per sistemi sterzanti SKF sono conformi ai requisiti di sicurezza dei sistemi di controllo per la sicurezza in conformità con la norma ISO 13849.

Le unità sensorizzate per sistemi sterzanti SKF dispongono di due set indipendenti di segnali a onde quadre (**fig. 20**) attraverso circuiti a collettori aperti. Richiedono:

- una tensione di alimentazione regolata, che può essere compresa tra 5 e 24 V DC
- resistori pull-up (**tabella 2, pagina 991**) che vanno inseriti tra l'alimentazione di tensione e i conduttori dei segnali in uscita per limitare la corrente in uscita a 20 mA.

La resistenza del carico dell'applicazione tra la linea di terra e i conduttori per i segnali di output deve essere almeno 10 volte superiore

Tecnologia dei sensori e dati elettrici

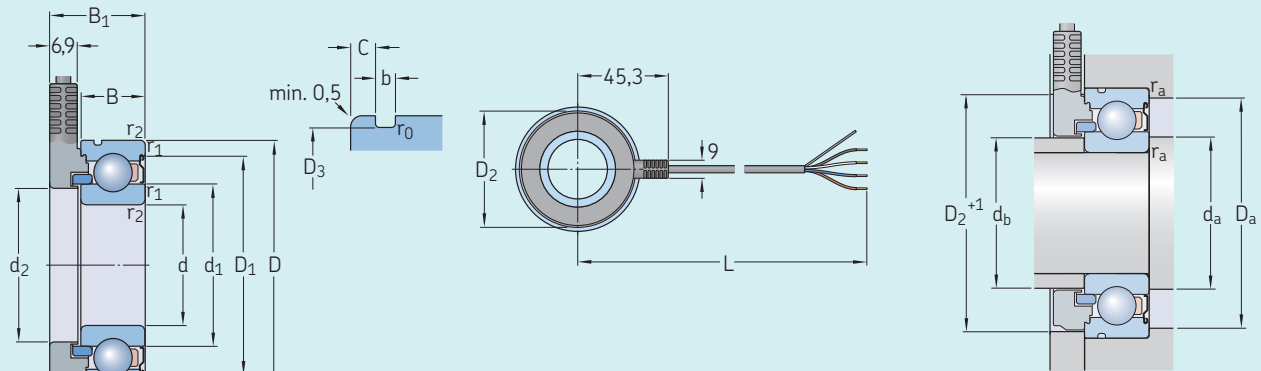


Unità sensorizzata posizionamento rotore



Tabella 5

Unità sensorizzata posizionamento rotore

Diametro del foro del coperchio di estremità $\geq D_2 + 1$ mm

Dimensioni														Dimensioni dello spallamento				
d	D	B ₁	B	d ₁ ≈	d ₂	D ₁ ≈	D ₂	D ₃	C	b	r ₀	r _{1,2} min.	L	d _a min.	d _b min.	d _b max.	D _a max.	r _a max.
mm														mm				
30	62	24,6	16	40,36	38,1	54,1	57,96	59,61	3,28	1,9	0,6	1	515 ±10	35	35	37,5	57	1

Descrizione

Tipo di cavo connettore

Numero di impulsi per giro, N

Errore angolare

Sfasamento

Tolleranza allo sfasamento

Coefficiente di carico dinamico di base, C

Coefficiente di carico statico di base C₀Carico limite di fatica, P_u

Velocità limite

Fattore di calcolo k_rFattore di calcolo f₀

Massa

Anello di ancoraggio associato

BMB-7052A

Estremità del cavo libera

1

± 3,5°

90°

± 3°

0,0195 N

0,0112 N

0,000475 N

12 000 giri/min

0,025

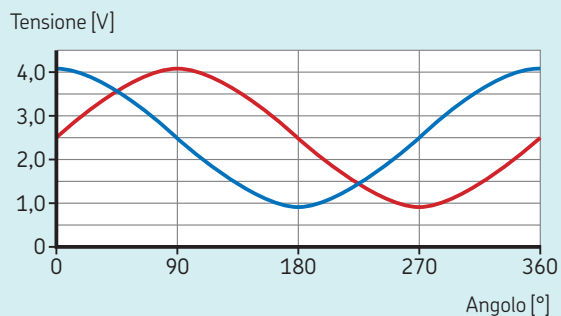
14

0,25 kg

SP 62

Diagramma 1

Uscita segnale analogico



Cuscinetti posizionamento rotore

I cuscinetti posizionamento rotore di SKF (fig. 22, tabella 6) sono unità personalizzate con integrazione meccanica ottimizzata tra un anello a impulsi magnetici e un cuscinetto in un'applicazione. Le unità integrate:

- consentono l'impiego di quasi tutti i tipi di cuscinetti
- consentono velocità e temperature elevate
- generano forti impulsi magnetici in relazione alla posizione angolare del rotore
- possono creare il campo magnetico in direzione assiale o radiale, su alberi passanti o sull'estremità albero
- grazie al potente campo magnetico, assicurano elevata robustezza in condizioni operative gravose

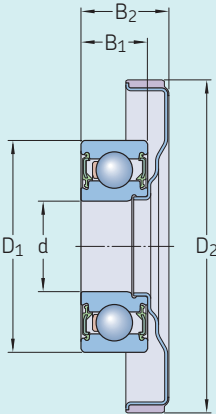
Applicazioni

- informazioni sulla posizione angolare assoluta per il controllo dei motori elettrici in applicazioni, quali:
 - alternatori-starter azionati a cinghia
 - motori di trazione
 - sovralimentatori e turbocompressori elettrici
- rilevamento della velocità o posizione angolare a bassa risoluzione in applicazioni quali:
 - alberi a gomiti
 - alberi di trasmissione



Tabella 6

Cuscinetti posizionamento rotore

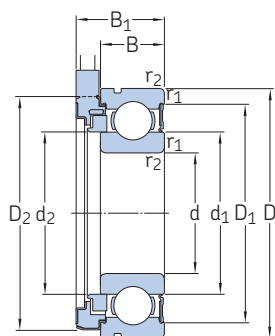


Descrizione	Dimensioni del cuscinetto	Dimensioni principali					Numero di coppie di poli	Velocità limite	Temperature di esercizio
		d	D ₁	D ₂	B ₁	B ₂			
–	–	mm					–	–	°C (°F)
BMD-0123/ZJ6	6202	15	35	55	11	14,5	6	22 000	da -40 a 150 (da -40 a 300)
BMD-0123/ZJ8	6202	15	35	55	11	14,5	8	22 000	da -40 a 150 (da -40 a 300)

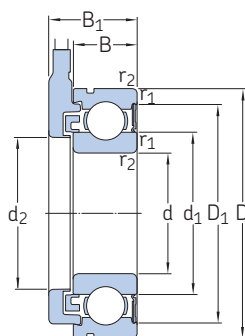


17.1 Unità encoder per motori

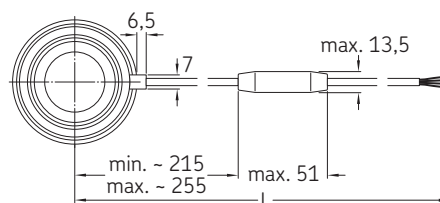
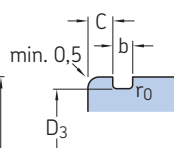
d 15 – 45 mm



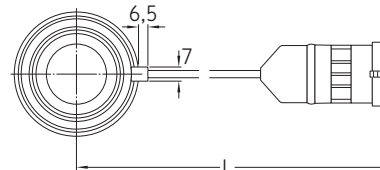
BMB
BMO



BMD



BMB ... 008A (estremità del cavo libera)
BMO ... 008A (estremità del cavo libera)

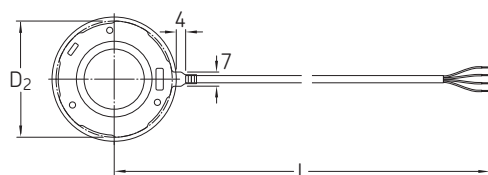


BMB ... 108A (Supersea™)
BMO ... 108A (Supersea™)

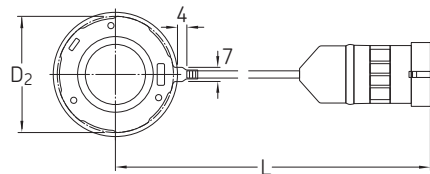
17.1



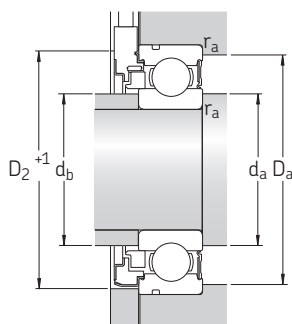
Cuscinetto			Unità sensorizzata							Cavo, lunghezza L ±10	Massa	Appellativo
Dimensioni principali			Coefficiente di carico base dinamico C	Coefficiente di carico base statico C ₀	Carico limite di fatica P _u	Velocità limite	N° di impulsi N	Preci- sione periodo	Segnale di uscita sfasa- mento			
d	D	B										
mm			kN		kN	giri/min	–	%	°	mm	kg	–
15	35	11	7,8	3,75	0,16	13 000	32	±3	90 ±30	525	0,062	BMB-6202/032S2/UB008A
	35	11	7,8	3,75	0,16	13 000	32	±3	90 ±30	550	0,07	BMB-6202/032S2/UB108A
20	47	14	12,7	6,55	0,28	10 000	48	±3	90 ±20	535	0,13	BMO-6204/048S2/UA008A
	47	14	12,7	6,55	0,28	10 000	48	±3	90 ±20	560	0,14	BMO-6204/048S2/UA108A
25	52	15	14	7,8	0,335	8 500	48	±3	90 ±30	535	0,16	BMO-6205/048S2/UA008A
	52	15	14	7,8	0,335	8 500	48	±3	90 ±30	560	0,17	BMO-6205/048S2/UA108A
30	62	16	19,5	11,2	0,475	7 500	64	±4	90 ±30	540	0,22	BMD-6206/064S2/UA008A
	62	16	19,5	11,2	0,475	7 500	64	±4	90 ±30	565	0,24	BMD-6206/064S2/UA108A
40	80	18	30,7	19	0,8	5 600	80	±5	90 ±30	545	0,45	BMB-6208/080S2/UB008A
	80	18	30,7	19	0,8	5 600	80	±5	90 ±30	570	0,46	BMB-6208/080S2/UB108A
45	85	19	33,2	21,6	0,915	5 000	80	±5	90 ±30	545	0,54	BMB-6209/080S2/UB008A
	85	19	33,2	21,6	0,915	5 000	80	±5	90 ±30	570	0,54	BMB-6209/080S2/UB108A



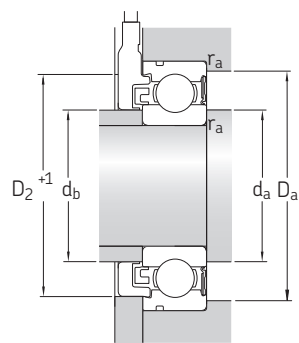
BMD ... 008A (estremità del cavo libera)



BMD ... 108A (Superseal™)



BMB
BMO
Diametro foro di coperchio di estremità
 $\geq D_2 + 1 \text{ mm}$



BMD
Diametro foro di coperchio
di estremità
 $\geq D_2 + 1 \text{ mm}$

17.1

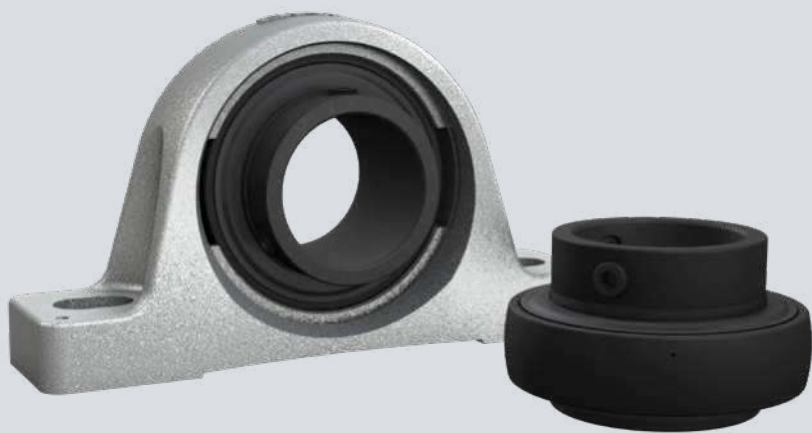


Dimensioni

Dimensioni dei particolari che accolgono il cuscinetto

Fattori di calcolo

d	d ₁ ≈	d ₂	D ₁ ≈	D ₂	D ₃	B ₁	b	C	r ₀	r _{1,2} min.	d _a , d _b min.	d _b max.	D _a max.	r _a max.	k _r	f ₀
mm											mm			—		
15	21,7	19,5	30,4	34,46	33,17	17,2	1,35	2,06	0,4	0,6	19	19,4	31	0,6	0,025	13
	21,7	19,5	30,4	34,46	33,17	17,2	1,35	2,06	0,4	0,6	19	19,4	31	0,6	0,025	13
20	28,8	28,69	40,6	46,56	44,6	20,2	1,35	2,46	0,4	1	25	28,6	42	1	0,025	13
	28,8	28,69	40,6	46,56	44,6	20,2	1,35	2,46	0,4	1	25	28,6	42	1	0,025	13
25	34,3	31,6	46,3	51,46	49,73	21,2	1,35	2,46	0,4	1	30	31,3	47	1	0,025	14
	34,3	31,6	46,3	51,46	49,73	21,2	1,35	2,46	0,4	1	30	31,3	47	1	0,025	14
30	40,3	37,4	54,1	58,1	59,61	22,2	1,9	3,28	0,6	1	35	40	57	1	0,025	14
	40,3	37,4	54,1	58,1	59,61	22,2	1,9	3,28	0,6	1	35	40	57	1	0,025	14
40	52,6	48	69,8	75,06	76,81	24,2	1,9	3,28	0,6	1,1	46,5	47,4	73	1	0,025	14
	52,6	48	69,8	75,06	76,81	24,2	1,9	3,28	0,6	1,1	46,5	47,4	73	1	0,025	14
45	57,6	53	75,2	78,86	81,81	25,2	1,9	3,28	0,6	1,1	52	52	78	1	0,025	14
	57,6	53	75,2	78,86	81,81	25,2	1,9	3,28	0,6	1,1	52	52	78	1	0,025	14



18

Cuscinetti per
temperature
elevate



18 Cuscinetti per temperature elevate

Cuscinetti radiali a sfere per applicazioni ad alte temperature.	1008
Design e varianti	1008
Soluzioni di tenuta	1008
 Cuscinetti per unità per applicazioni ad alte temperature.	 1010
Design e varianti	1010
Soluzioni di tenuta	1011
 Dati sui cuscinetti	 1011
(Standard dimensionali, tolleranze, gioco interno radiale, disallineamento ammissibile, stabilizzazione)	
 Carichi e scelta delle dimensioni dei cuscinetti	 1012
 Considerazioni di progettazione	 1013
Vincolo dei cuscinetti	1013
Ambiente di esercizio	1013
Spostamento assiale.	1013
 Rilubrificazione e rodaggio	 1014
 Montaggio	 1014
 Sistema di denominazione.	 1014
 Tabelle di prodotto	
18.1 Cuscinetti radiali a una corona di sfere per applicazioni ad alte temperature	1016
18.2 Cuscinetti per unità per applicazioni ad alte temperature, alberi metrici	1020
18.3 Cuscinetti per unità per applicazioni ad alte temperature, alberi in pollici	1021

18 Cuscinetti per temperature elevate

Maggiori informazioni

Conoscenze generali sui cuscinetti 17

Procedura di scelta dei cuscinetti 59

Interfacce cuscinetto 139

Tolleranze per la sede in condizioni standard 148

Sistema di tenuta, montaggio e smontaggio 193

Istruzioni di montaggio per cuscinetti singoli → skf.com/mount

Manuale di manutenzione dei cuscinetti SKF
ISBN 978-91-978966-4-1

I cuscinetti per temperature elevate di SKF sono stati concepiti per offrire maggiore affidabilità e semplicità e minore impatto ambientale a temperature di esercizio fino a 350 °C (660 °F). Le dimensioni di questi cuscinetti corrispondono a quelle ISO dei cuscinetti lubrificati a grasso, quindi consentono di ottenere efficienze di produzione e risparmi sui costi, attraverso una semplice modifica alla soluzione di cuscinetti SKF.

I vantaggi ambientali assicurati da questi cuscinetti in molte applicazioni sono così notevoli che questi prodotti sono stati inclusi nella gamma "SKF Beyond Zero".

Vantaggi e caratteristiche dei cuscinetti

• Riduzione dei costi operativi totali

Questi cuscinetti sono stati progettati per mantenere il gioco radiale richiesto per il funzionamento a temperature elevate senza grippaggio, anche in caso di raffreddamento rapido, quindi offrono una lunga durata di esercizio.

damento rapido, quindi offrono una lunga durata di esercizio.

• Prestazioni eccellenti in condizioni gravose:

- funzionamento a caldo
- ambienti umidi
- basse velocità di rotazione

• Impatto ambientale ridotto

• Design macchina semplificato

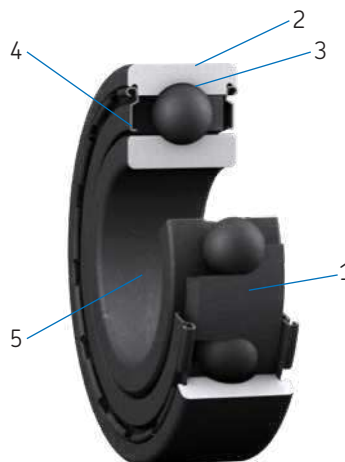
Inoltre, i vantaggi e le caratteristiche dei cuscinetti per alte temperature comprendono (fig. 1):

1 Eliminazione della necessità di rilubrificazione

Tutte le varianti, eccetto i cuscinetti radiali a sfere aperti (senza schermi) della serie VA201, sono lubrificate a vita con lubrificanti a base di grafite per temperature elevate. I cuscinetti aperti della serie

Fig. 1

Vantaggi e caratteristiche dei cuscinetti



VA201 richiedono la rilubrificazione (*Rilubrificazione e rodaggio* **pagina 1014**).

2 Sostituzione semplificata

Le dimensioni d'ingombro sono le stesse di quelle dei cuscinetti standard.

3 Temperatura di esercizio fino a 350 °C (660 °F)

Il gioco radiale interno e il lubrificante sono stati ottimizzati per il funzionamento a temperature elevate.

4 Protezione contro gli agenti contaminanti solidi

- I cuscinetti radiali a sfere sono protetti da schermi (suffisso 2Z nell'appellativo).
- I cuscinetti per unità sono protetti da schermi e anelli centrifugatori (suffisso 2F nell'appellativo).

5 Migliori prestazioni in rodaggio

L'intera superficie cuscinetto è fosfatata al manganese.

invecchia e tende, quindi, a perdere le sue proprietà lubrificanti a temperature molto più elevate. Se ne consiglia, pertanto, l'impiego in applicazioni caratterizzate da elevate temperature d'esercizio, così da poter eliminare la necessità di rilubrificazione.

In molte varianti, tutte le superfici dei cuscinetti e, se possibile, gli schermi e gli anelli centrifugatori sono fosfatati al manganese per migliorare l'adesione del lubrificante al metallo e garantire una certa protezione dalla corrosione.

Applicazioni tipiche

- settore lavorazione dei metalli (letti di raffreddamento, tavole a rulli, fornaci)
- settore alimentare e bevande (forni continui, forni per wafer)
- settore automobilistico (linee di verniciatura, forni per trattamento termico)
- settore lavorazione del vetro (stoviglie in vetro o processi di produzione di vetro piano)
- settore edile (produzione di piastrelle, lana minerale)

certificati dall'NSF in categoria H1 (lubrificanti approvati per il contatto accidentale con gli alimenti, per l'impiego in aree per trasformazioni alimentari e aree circostanti). La certificazione NSF conferma che questi lubrificanti soddisfano i requisiti indicati nelle linee guida dell'US Food and Drug Administration, articolo 21 del CFR, sezione 178.3570.

Cuscinetti personalizzati

Oltre ai cuscinetti per alte temperature conformi alle specifiche ISO, SKF offre anche una gamma di tipi personalizzati (**fig. 5, pagina 1008**).

Questi cuscinetti sono personalizzati per l'impiego in applicazioni quali:

- forni per wafer automatici del settore alimentare e bevande
- fornaci industriali
- catene

Per ulteriori informazioni, rivolgetevi a SKF.

Soluzioni di lubrificazione

I design e le varianti di questi cuscinetti di SKF incorporano diverse soluzioni di lubrificazione a base di grafite, tra cui:

- pasta lubrificante composta da una miscela di polialchilenglicole/grafite
- gabbie in grafite (a segmenti o a corona)

Per una panoramica sui tipi di lubrificanti e altre caratteristiche dei cuscinetti radiali a sfere e dei cuscinetti per unità fare riferimento alla **tabella 1, pagina 1009**, e **tabella 2, pagina 1010**.

Durante l'esercizio, la grafite mantiene un film sottilissimo sulle piste e sui corpi volventi dei cuscinetti, per ridurre considerevolmente l'usura. La grafite, rispetto all'olio o al grasso,

Assortimento

L'assortimento standard di cuscinetti e unità per alte temperature di SKF conforme alle specifiche ISO comprende:

- Cuscinetti radiali a sfere (**fig. 2**)
- Cuscinetti per unità (cuscinetti Y) (**fig. 3**)
- Unità cuscinetto a sfere (**fig. 4**, skf.com/go/17000-18)
 - Unità con supporto ritto zinco cromate
 - Unità con flangia quadrata zinco cromate
 - Unità con flangia ovale zinco cromate

La gamma comprende varianti con lubrificanti approvati per il settore alimentare e

Fig. 2

Cuscinetto radiale a sfere



Fig. 3

Cuscinetto per unità



Fig. 4

Unità cuscinetto a sfere



Cuscinetti radiali a sfere per applicazioni ad alte temperature

Il design dei cuscinetti radiali a sfere SKF per le applicazioni ad alte temperature corrisponde a quello dei cuscinetti radiali a una corona di sfere delle stesse dimensioni. Questi tipi non sono dotati di tagli sfera e oltre ai carichi radiali possono sopportare carichi assiali (*Carichi e scelta delle dimensioni dei cuscinetti*, **pagina 1012**).

In alcune varianti, l'intera superficie dei cuscinetti e gli schermi sono fosfatati al manganese per migliorare l'adesione del lubrificante al metallo e le proprietà di rodaggio dei cuscinetti.

Il gioco radiale interno è un multiplo di C5 per impedire il grippaggio dei cuscinetti, anche se si raffreddano rapidamente.

Design e varianti

La gamma di cuscinetti radiali a sfere di SKF per le applicazioni ad alte temperature (**fig. 6**) offre soluzioni per varie combinazioni di temperature e velocità di esercizio.

Il tipo di lubrificazione, la massima temperatura di esercizio, la velocità limite, i requisiti di manutenzione e tutte le altre caratteristiche principali delle varianti dell'assortimento sono riportati nella **tabella 1**.

Soluzioni di tenuta

I cuscinetti radiali a sfere per alte temperature possono essere protetti dalla contaminazione mediante schermi integrati, schermi esterni o una combinazione di entrambi.

Se è richiesto un sistema di protezione semplice, gli schermi in acciaio sono l'alternativa consigliata. Gli schermi:

- impediscono l'ingresso di contaminanti solidi nel cuscinetto
- non sono striscianti
- consentono di ridurre l'attrito
- non sono soggetti a usura
- in virtù di materiale e design, sono ideali per temperature elevate

Schermi integrati

I cuscinetti radiali a sfere per alte temperature con suffisso 2Z nell'appellativo sono dotati di schermi integrati, ma la variante VA201 è disponibile anche nella versione aperta (**fig. 6**).

Schermi esterni

In alcuni casi gli schermi integrati non sono sufficienti e si deve considerare l'impiego di schermi esterni supplementari, come:

- Anelli Nilos (**fig. 7**)
- rondelle di tenuta SKF (**fig. 8**)

Per ulteriori informazioni sulle soluzioni di tenuta, fare riferimento alla sezione *Sistemi di tenuta esterni*, **pagina 194**, e *Tenute* (skf.com/seals).

NOTA: Dato il gioco radiale di grande entità nei cuscinetti radiali a sfere per alte temperature, è necessario considerare con particolare attenzione il design della disposizione di tenuta.

Tenute personalizzate

Per le applicazioni per cui non sono idonei gli schermi integrati né quelli esterni, SKF può fornire tenute personalizzate per temperature di esercizio fino a 250 °C (480 °F). Queste tenute, di norma, sono realizzate in materiali termoplastici a base di PTFE (politetrafluoroetilene).

Per ottimizzare ulteriormente i sistemi che incorporano tenute personalizzate è preferibile utilizzare bussole anti-usura come gli *SKF Speedi-Sleeve* (skf.com/seals). In questo modo è possibile migliorare la controfaccia di tenuta senza la necessità di ulteriori lavorazioni. Per ulteriori informazioni, rivolgetevi a SKF.

Fig. 5

Cuscinetti radiali a sfere personalizzati



⚠ ATTENZIONE

Se esposte a fiamme libere o a temperature superiori a 300 °C (570 °F), le tenute in PTFE sono pericolose per la salute e per l'ambiente! Restano pericolose anche dopo essersi raffreddate.

Leggere e rispettare le prescrizioni di sicurezza riportate a **pagina 197**.

Fig. 6

Varianti di cuscinetti radiali a sfere per alte temperature

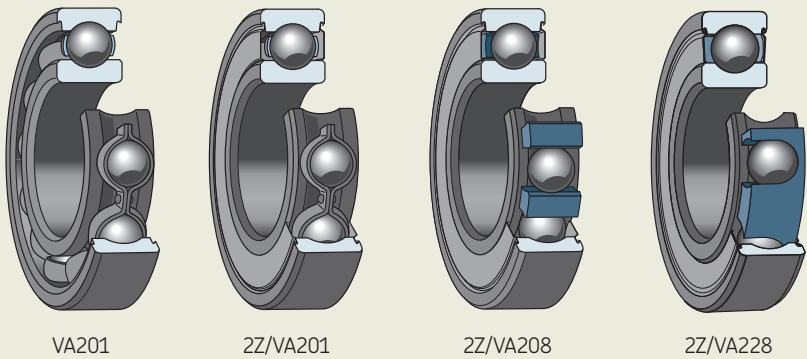


Tabella 1

Caratteristiche delle varianti per alte temperature dei cuscinetti radiali a sfere

Caratteristiche	Varianti VA201, 2Z/VA201	2Z/VA208	2Z/VA228
Tipo di lubrificazione	Miscela polialchilen- glicole/grafite	Gabbia a seg- menti in grafite	Gabbia a corona in grafite
Anelli, corpi volventi e gabbie fosfatati	✓	✓	✓
NSF H1 per uso alimentare	✗	✓	✓
Schermi (suffisso 2Z)	opzionale	✓	✓
Esenti da rilubrificazione	Variante 2Z	✓	✓
Temperatura massima di esercizio	250 °C (480 °F)	350 °C (660 °F)	350 °C (660 °F)
Limite di velocità [r/min] ¹⁾	4 500 / d _m	4 500 / d _m	9 000 / d _m

¹⁾ d_m = diametro medio del cuscinetto = 0,5 (d + D). In caso di rotazione dell'anello esterno, utilizzare d_m = D.

Fig. 7

Anello Nilos

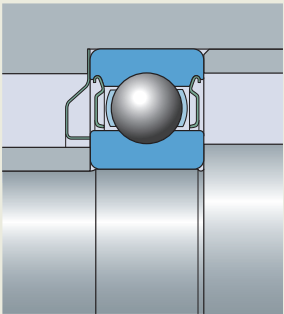
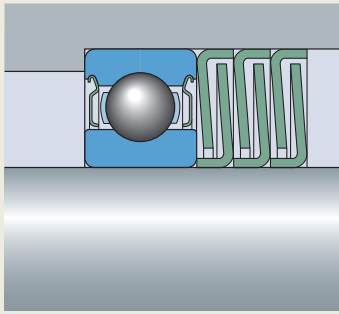


Fig. 8

Rondelle di tenuta SKF



Cuscinetti per unità per alte temperature

Ad eccezione di gabbia e tenute, il design dei cuscinetti SKF per unità (cuscinetti Y) per alte temperature corrisponde a quello dei cuscinetti per unità standard con viti di pressione della serie YAR 2-2F (pagina 342).

Le viti di pressione nell'anello interno consentono montaggi e smontaggi rapidi e semplici. I cuscinetti sono provvisti di uno schermo e di un centrifugatore su entrambi i lati che impedisce ai contaminanti solidi di penetrarvi.

L'intera superficie dei cuscinetti e gli schermi sono fosfatati al manganese per migliorare l'adesione del lubrificante al metallo e le proprietà di rodaggio dei cuscinetti. Gli anelli centrifugatori sono sottoposti a decapaggio.

Il gioco radiale interno è un multiplo di C5 per impedire il grippaggio dei cuscinetti, anche se si raffreddano rapidamente.

Design e varianti

La gamma di cuscinetti per unità SKF per le applicazioni ad alte temperature (fig. 9) offre soluzioni per varie combinazioni di temperature e velocità di esercizio.

Il tipo di lubrificazione, la massima temperatura di esercizio, la velocità limite, i requisiti di manutenzione e tutte le altre caratteristiche principali delle varianti dell'assortimento sono riportati nella tabella 2.

Fig. 9

Varianti di cuscinetti per unità per alte temperature

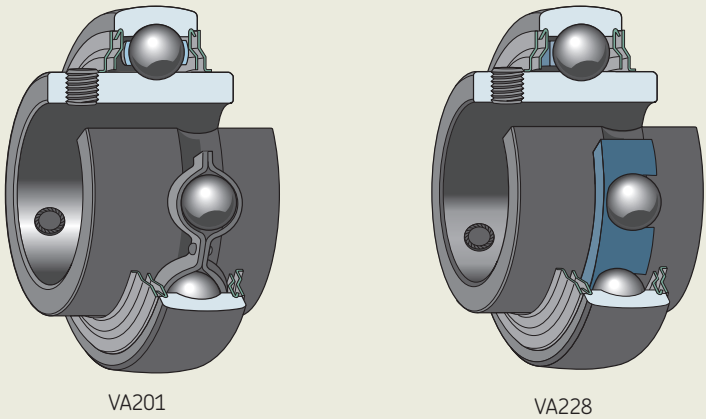


Tabella 2

Caratteristiche delle varianti dei cuscinetti per unità per alte temperature

Caratteristiche	Varianti VA201	VA228
Tipo di lubrificazione	Miscela polialchilengli- cole/grafite	Gabbia a corona in grafite
Anelli, corpi volventi e gabbie fosfatati	✓	✓
NSF H1 per uso alimentare	✗	✓
Schermi e anelli centrifugatori (suffisso 2F)	✓	✓
Esenti da rilubrificazione	✓	✓
Temperatura massima di esercizio	250 °C (480 °F)	350 °C (660 °F)
Limite di velocità [r/min] ¹⁾	4 500 / d _m	9 000 / d _m

¹⁾ d_m = diametro medio del cuscinetto = 0,5 (d + D). In caso di rotazione dell'anello esterno, utilizzare d_m = D.

Soluzioni di tenuta

Il sistema di protezione per i cuscinetti per unità SKF per alte temperature prevede uno schermo e un anello centrifugatore su ambo i lati, che formano una stretta tenuta a labirinto (suffisso 2F nell'appellativo).

Se è richiesto un sistema di protezione semplice, gli schermi in acciaio sono l'alternativa consigliata. Gli schermi:

- impediscono l'ingresso di contaminanti solidi nel cuscinetto
- non sono striscianti
- consentono di ridurre l'attrito
- non sono soggetti a usura
- in virtù di materiale e design, sono ideali per temperature elevate

Dati sui cuscinetti

	Cuscinetti radiali a sfere	Cuscinetti per unità (cuscinetti Y)
Specifiche dimensionali	Dimensioni d'ingombro: ISO 15 Serie 10, 02, 03	Dimensioni d'ingombro: ISO 9628
Tolleranze	Normale	Normale, ad eccezione del foro e del diametro esterno (tabella 3, pagina 1012)
Per ulteriori informazioni → pagina 35	Valori: ISO 492 (tabella 2, pagina 1010) Dato lo speciale trattamento superficiale dei cuscinetti, si potrebbero verificare leggeri scostamenti rispetto alle tolleranze standard. Tali scostamenti non influiscono sul montaggio o sul funzionamento dei cuscinetti.	
Gioco radiale interno	Multipli di C5 Valori (tabella 4, pagina 1012) validi per cuscinetti prima del montaggio e carico pari a zero.	
Disallineamento ammissibile	≈ da 20 a 30 minuti di arco Possono sopportare il disallineamento unicamente quando i cuscinetti ruotano lentamente. Il disallineamento determina l'aumento del livello di rumorosità dei cuscinetti e la riduzione della loro durata di esercizio e, se supera i valori di riferimento, tali effetti si avvertono in maniera particolarmente marcata.	
Stabilizzazione	120 °C (250 °F)	150 °C (300 °F)
	Gli anelli, i corpi volventi e le gabbie dei cuscinetti SKF per alte temperature vengono sottoposti allo stesso processo di stabilizzazione dei corrispondenti cuscinetti standard. Per questo motivo, in caso di temperature di esercizio più elevate, si deve prevedere una certa variazione dimensionale. Giochi di entità maggiore possono consentire variazioni di temperatura e cambiamenti strutturali del materiale.	



Carichi e scelta delle dimensioni dei cuscinetti

Le dimensioni dei cuscinetti vengono scelte in base al coefficiente di carico statico di base C_0 riportato nella corrispondente tabella di prodotto.

Per un carico statico equivalente sul cuscinetto P_0 , il cuscinetto scelto deve avere un valore $C_0 \geq$ del valore del coefficiente di carico statico base richiesto C_{0req} (tabella 5).

I valori nella tabella 5 si applicano solo se $P_0 = F_r$. Ovvero se:

- $F_a < 0,8 F_r$
- $F_a < 0,15 C_0$

18



Simboli

- C_0 coefficiente di carico statico di base [kN] (tabelle di prodotto, pagina 1016 e pagina 1020)
- C_{0req} coefficiente di carico statico di base richiesto [kN]
- F_a carico assiale [kN]
- F_r carico radiale [kN]
- P_0 carico statico equivalente sul cuscinetto [kN]

Tabella 3

Tolleranze per cuscinetti per unità per alte temperature

Diametro nominale d, D		Diametro foro ¹⁾ Scostamento U L		Diametro esterno Scostamento U L	
>	≤				
mm		μm		μm	
18	30	+18	0	–	–
30	50	+21	0	0	–10
50	80	+24	0	0	–10
80	120	+28	0	0	–15

¹⁾ Valori conformi alla norma ISO 9628.

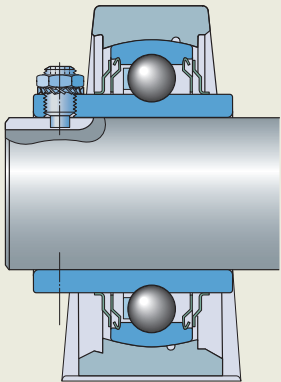
Tabella 4

Gioco radiale interno per cuscinetti per alte temperature

Diametro foro d		Gioco interno radiale Cuscinetti radiali a sfere Multipli di C5 min. max.		Cuscinetti per unità min. max.	
>	≤				
mm		μm			
–	10	96	136	–	–
10	18	112	160	–	–
18	24	124	172	56	96
24	30	136	192	60	106
30	40	172	236	80	128
40	50	192	272	90	146
50	65	230	340	110	180
65	80	270	400	–	–
80	100	320	460	–	–
100	120	370	540	–	–

Fig. 10

Vite di pressione serrata mediante dado e rosetta elastica stellata



Considerazioni di progettazione

Vincolo dei cuscinetti

Cuscinetti radiali a sfere

La scelta dell'accoppiamento idoneo dipende dalle condizioni di esercizio e dalle dimensioni dei cuscinetti. Un accoppiamento adeguato è necessario per vincolare l'albero, ottenere un supporto soddisfacente e consentire la dilatazione termica alla massima temperatura di esercizio consentita per i cuscinetti (**tabella 6**).

Cuscinetti per unità

Per carichi moderati ($0,035 C < P \leq 0,05 C$), le sedi albero devono essere lavorate secondo una tolleranza h7 $\oplus$. In caso di carichi leggeri e basse velocità, per l'albero è sufficiente una tolleranza h8 $\oplus$.

Simboli

- C coefficiente di carico dinamico di base [kN] (**pagina 1012**)
 P carico dinamico equivalente sul cuscinetto [kN] (*Carichi* per cuscinetti per unità standard, **pagina 353**)

Ambiente di esercizio

I cuscinetti SKF per alte temperature sono concepiti per offrire soluzioni a problemi comuni che si verificano a temperature elevate. Oltre al funzionamento ad alte temperature e basse velocità di rotazione, occorre considerare le condizioni ambientali nell'area di processo.

Dato che i cuscinetti per alte temperature vengono forniti senza olii protettivi e devono essere utilizzati senza lubrificazione a grasso od olio, le proprietà anti-corrosione di questi cuscinetti sono limitate. Per questo motivo, devono essere utilizzati in ambienti asciutti o con soluzioni di tenuta adeguate per mantenerli asciutti.

Spostamento assiale

Per consentire lo spostamento assiale, l'albero nella posizione libera del cuscinetto per unità per alte temperature deve prevedere una o due scanalature a 120° di distanza, per impegnare una vite di pressione modificata:

- Viti di pressione a esagono incassato e punta cilindrica conformi alla ISO 4028, ma con filettatura fine come da **tabella 10**, **pagina 357**. La vite di pressione deve essere serrata con un dado e una rosetta elastica o rosetta elastica stellata (**fig. 10**).

Le viti e le scanalature consentono variazioni della lunghezza dell'albero e impediscono a quest'ultimo di ruotare in maniera indipendente dal cuscinetto. Alle superfici di scorrimento tra l'albero e l'anello interno e quelle nelle scanalature dell'albero si deve applicare una pasta lubrificante adatta per le temperature di esercizio.

Tabella 5

Coefficiente di carico statico base richiesto per il carico statico equivalente applicato ai cuscinetti

Carico statico equivalente sul cuscinetto P_0	Coefficiente di carico statico base richiesto C_{0req} per temperature di esercizio fino a	
	250 °C (480 °F)	350 °C (660 °F)
kN	kN	
2	6	9
4	11	18
6	16	27
8	22	36
10	27	45
15	40	67
20	54	90
25	67	120
30	80	140
40	110	180
50	140	230
60	160	270
70	190	320
80	220	360
90	240	400
100	270	450
125	340	560
150	400	670
200	540	890
300	800	1 400
400	1 100	1 800
500	1 400	2 300
600	1 600	–

18



Tabella 6

Accoppiamenti per cuscinetti radiali a sfere per alte temperature su alberi pieni in acciaio o in supporti in ghisa o in acciaio

Condizioni	Diametro dell'albero	Tolleranze per l'albero	Tolleranza per l'alloggiamento
–	mm	–	–
Carico rotante sull'anello interno	tutti	k6	F7
Carico stazionario sull'anello interno	tutti	g6	J7

Rilubrificazione e rodaggio

Rilubrificazione

I cuscinetti SKF per alte temperature sono lubrificati per la loro intera durata di esercizio, eccetto i cuscinetti radiali a sfere della serie VA201 per cui è necessaria la rilubrificazione.

In generale, si consiglia di verificare la qualità della pasta lubrificante nei cuscinetti aperti VA201 ogni sei mesi. Se sulle piste non è più presente un film di lubrificante secco, condizione indicata da una traccia metallica lucida brillante, rimuovere i residui di lubrificante vecchio con un solvente e, una volta asciutto, applicare al cuscinetto della nuova pasta lubrificante.

18



Rodaggio

I cuscinetti della serie VA201 che operano a temperature inferiori a 200 °C (390 °F) e a velocità inferiori al 25% della velocità limite (**tabelle di prodotto, pagina 1016 e pagina 1020**) devono essere rodati. Anche i cuscinetti della serie VA201 aperti che operano in queste condizioni devono essere rodati dopo la rilubrificazione.

La procedura di rodaggio prevede che il cuscinetto operi ad una temperatura di almeno 200 °C (390 °F) per un minimo di 48 ore.

Montaggio

I cuscinetti radiali a sfere SKF per alte temperature devono essere sempre montati a caldo per ridurre la forza di montaggio e il rischio di danneggiamento del lubrificante a base di grafite (varianti VA208 e VA228). I riscaldatori a induzione sono la scelta preferenziale per riscaldare i cuscinetti durante il montaggio.

Non è consigliata l'immersione dei cuscinetti in olio caldo, perché l'olio residuo nel cuscinetto potrebbe carbonizzare in seguito durante l'esercizio.

Non applicare metodi di montaggio a impatto, che potrebbero danneggiare il cuscinetto e comprometterne il corretto funzionamento.

Sistema di denominazione

Fare riferimento alla sezione *Sistema di denominazione* dello specifico cuscinetto standard:

- cuscinetti radiali a sfere, **pagina 258**
- cuscinetti per unità, **pagina 364**

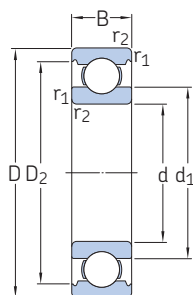
Di seguito sono riportate le spiegazioni relative ai suffissi utilizzati per i cuscinetti SKF per applicazioni ad alte temperature:

- 2F** Cuscinetto per unità per applicazioni ad alte temperature, fissaggio mediante viti di pressione, schermo e anello centrifugatore su ambo i lati
- 2Z** Cuscinetto radiale a sfere per applicazioni ad alte temperature, schermo su ambo i lati
- VA201** Cuscinetto per applicazioni ad alte temperature, con gabbia stampata in acciaio, anelli ed elementi volventi fosfatati al manganese, gioco radiale secondo multipli di C5 e lubrificato con miscela di polialchilenglicole/grafite
- VA208** Cuscinetto per applicazioni ad alte temperature, con gabbia a segmenti in grafite, anelli ed elementi volventi fosfatati al manganese e gioco radiale secondo multipli di C5
- VA228** Cuscinetto per applicazioni ad alte temperature, con gabbia a corona in grafite, anelli ed elementi volventi fosfatati al manganese e gioco radiale secondo multipli di C5
- W** Cuscinetto per unità per applicazioni ad alte temperature, senza foro/i di lubrificazione



18.1 Cuscinetti radiali a una corona di sfere per applicazioni ad alte temperature

d 12 – 55 mm



VA201

2Z/VA201

2Z/VA208

2Z/VA228

Dimensioni						Coefficiente di carico statico di base	Velocità limite	Temperatura limite	Massa	Appellativo
d	D	B	d ₁ ≈	D ₂ ≈	r _{1,2} min.	C ₀		T max.		
mm						kN	giri/min	°C	kg	–
12	32	10	18,4	27,4	0,6	3,1	400	250	0,037	6201/VA201
	32	10	18,4	27,4	0,6	3,1	200	250	0,039	▶ 6201-2Z/VA201
	32	10	18,4	27,4	0,6	3,1	400	350	0,039	▶ 6201-2Z/VA228
15	35	11	21,7	30,4	0,6	3,75	360	250	0,045	▶ 6202/VA201
	35	11	21,7	30,4	0,6	3,75	180	250	0,048	▶ 6202-2Z/VA201
	35	11	21,7	30,4	0,6	3,75	360	350	0,048	▶ 6202-2Z/VA228
17	35	10	23	31,2	0,3	3,25	340	250	0,038	6003/VA201
	35	10	23	31,2	0,3	3,25	170	250	0,041	6003-2Z/VA201
	35	10	23	31,2	0,3	3,25	170	350	0,041	6003-2Z/VA208
	40	12	24,5	35	0,6	4,75	310	250	0,065	6203/VA201
	40	12	24,5	35	0,6	4,75	150	250	0,068	6203-2Z/VA201
	40	12	24,5	35	0,6	4,75	310	350	0,068	▶ 6203-2Z/VA228
	47	14	26,5	39,6	1	6,55	280	250	0,11	6303/VA201
	47	14	26,5	39,6	1	6,55	280	350	0,12	6303-2Z/VA228
20	42	12	27,2	37,2	0,6	5	290	250	0,067	6004/VA201
	42	12	27,2	37,2	0,6	5	140	250	0,071	6004-2Z/VA201
	42	12	27,2	37,2	0,6	5	140	350	0,071	▶ 6004-2Z/VA208
	47	14	28,8	40,6	1	6,55	260	250	0,031	▶ 6204/VA201
	47	14	28,8	40,6	1	6,55	130	250	0,11	▶ 6204-2Z/VA201
	47	14	28,8	40,6	1	6,55	260	350	0,11	▶ 6204-2Z/VA228
	52	15	30,3	44,8	1,1	7,8	250	250	0,14	▶ 6304/VA201
	52	15	30,3	44,8	1,1	7,8	120	250	0,15	6304-2Z/VA201
	52	15	30,3	44,8	1,1	7,8	120	350	0,15	▶ 6304-2Z/VA208
	52	15	30,3	44,8	1,1	7,8	250	350	0,15	6304-2Z/VA228
25	47	12	32	42,2	0,6	6,55	250	250	0,078	6005/VA201
	47	12	32	42,2	0,6	6,55	120	250	0,083	▶ 6005-2Z/VA201
	47	12	32	42,2	0,6	6,55	120	350	0,083	▶ 6005-2Z/VA208
	52	15	34,3	46,3	1	7,8	230	250	0,13	▶ 6205/VA201
	52	15	34,3	46,3	1	7,8	110	250	0,13	▶ 6205-2Z/VA201
	52	15	34,3	46,3	1	7,8	110	350	0,13	6205-2Z/VA208
	52	15	34,3	46,3	1	7,8	230	350	0,13	▶ 6205-2Z/VA228
	62	17	36,6	52,7	1,1	11,6	200	250	0,23	6305/VA201
	62	17	36,6	52,7	1,1	11,6	100	250	0,23	6305-2Z/VA201
	62	17	36,6	52,7	1,1	11,6	100	350	0,23	▶ 6305-2Z/VA208
	62	17	36,6	52,7	1,1	11,6	200	350	0,23	▶ 6305-2Z/VA228

▶ Popular item

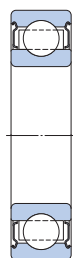
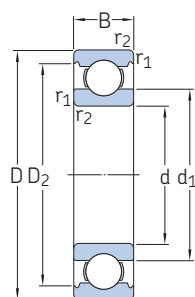
Dimensioni						Coefficiente di carico statico di base	Velocità limite	Temperatura limite	Massa	Appellativo
d	D	B	d ₁ ≈	D ₂ ≈	r _{1,2} min.	C ₀		T max.		
mm						kN	giri/min	°C	kg	–
30	55	13	38,2	49	1	8,3	100	350	0,12	► 6006-2Z/VA208
	62	16	40,3	54,1	1	11,2	190	250	0,2	► 6206/VA201
	62	16	40,3	54,1	1	11,2	90	250	0,21	► 6206-2Z/VA201
	62	16	40,3	54,1	1	11,2	90	350	0,21	► 6206-2Z/VA208
	62	16	40,3	54,1	1	11,2	190	350	0,21	► 6206-2Z/VA228
	72	19	44,6	61,9	1,1	16	170	250	0,35	6306/VA201
	72	19	44,6	61,9	1,1	16	80	350	0,36	► 6306-2Z/VA208
	72	19	44,6	61,9	1,1	16	170	350	0,36	6306-2Z/VA228
	72	17	46,9	62,7	1,1	15,3	160	250	0,29	► 6207/VA201
	72	17	46,9	62,7	1,1	15,3	80	250	0,3	6207-2Z/VA201
	72	17	46,9	62,7	1,1	15,3	80	350	0,3	► 6207-2Z/VA208
	72	17	46,9	62,7	1,1	15,3	160	350	0,3	► 6207-2Z/VA228
35	80	21	49,5	69,2	1,5	19	150	250	0,46	6307/VA201
	80	21	49,5	69,2	1,5	19	70	350	0,48	► 6307-2Z/VA208
	68	15	49,2	61,1	1	11	80	350	0,2	► 6008-2Z/VA208
	80	18	52,6	69,8	1,1	19	150	250	0,37	6208/VA201
	80	18	52,6	69,8	1,1	19	70	250	0,38	► 6208-2Z/VA201
	80	18	52,6	69,8	1,1	19	70	350	0,38	► 6208-2Z/VA208
40	90	23	56,1	77,7	1,5	24	130	250	0,63	6308/VA201
	90	23	56,1	77,7	1,5	24	60	250	0,65	6308-2Z/VA201
	90	23	56,1	77,7	1,5	24	60	350	0,65	► 6308-2Z/VA208
	90	23	56,1	77,7	1,5	24	130	350	0,65	6308-2Z/VA228
	85	19	57,6	75,2	1,1	21,6	130	250	0,42	► 6209/VA201
	85	19	57,6	75,2	1,1	21,6	60	250	0,43	6209-2Z/VA201
	85	19	57,6	75,2	1,1	21,6	60	350	0,43	► 6209-2Z/VA208
	85	19	57,6	75,2	1,1	21,6	130	350	0,43	6209-2Z/VA228
	100	25	62,1	86,7	1,5	31,5	120	250	0,84	6309/VA201
	100	25	62,1	86,7	1,5	31,5	60	350	0,87	6309-2Z/VA208
	80	16	59,7	72,8	1	15,6	60	350	0,27	6010-2Z/VA208
	90	20	62,5	81,7	1,1	23,2	120	250	0,45	► 6210/VA201
50	90	20	62,5	81,7	1,1	23,2	60	250	0,47	6210-2Z/VA201
	90	20	62,5	81,7	1,1	23,2	60	350	0,47	► 6210-2Z/VA208
	90	20	62,5	81,7	1,1	23,2	120	350	0,47	► 6210-2Z/VA228
	110	27	68,7	95,2	2	38	110	250	1,1	6310/VA201
	110	27	68,7	95,2	2	38	50	250	1,1	6310-2Z/VA201
	110	27	68,7	95,2	2	38	50	350	1,1	► 6310-2Z/VA208
	110	27	68,7	95,2	2	38	110	350	1,1	6310-2Z/VA228
	90	18	66,3	81,5	1,1	21,2	60	350	0,4	6011-2Z/VA208
	100	21	69	89,4	1,5	29	110	250	0,61	► 6211/VA201
	100	21	69	89,4	1,5	29	50	250	0,64	6211-2Z/VA201
	100	21	69	89,4	1,5	29	50	350	0,64	► 6211-2Z/VA208
	100	21	69	89,4	1,5	29	110	350	0,64	6211-2Z/VA228
55	120	29	75,3	104	2	45	100	250	1,35	6311/VA201
	120	29	75,3	104	2	45	50	250	1,4	6311-2Z/VA201
	120	29	75,3	104	2	45	50	350	1,4	6311-2Z/VA208
	120	29	75,3	104	2	45	100	350	1,4	6311-2Z/VA228

18.1



18.1 Cuscinetti radiali a una corona di sfere per applicazioni ad alte temperature

d 60 – 120 mm



VA201

2Z/VA201

2Z/VA208

2Z/VA228

Dimensioni						Coefficiente di carico statico di base	Velocità limite	Temperatura limite	Massa	Appellativo
d	D	B	d ₁ ≈	D ₂ ≈	r _{1,2} min.	C ₀		T max.		
mm						kN	giri/min	°C	kg	–
60	110	22	75,5	98	1,5	36	100	250	0,78	► 6212/VA201
	110	22	75,5	98	1,5	36	50	250	0,81	6212-2Z/VA201
	110	22	75,5	98	1,5	36	50	350	0,81	► 6212-2Z/VA208
	110	22	75,5	98	1,5	36	100	350	0,81	6212-2Z/VA228
	130	31	81,8	113	2,1	52	90	250	1,7	6312/VA201
	130	31	81,8	113	2,1	52	40	350	1,8	6312-2Z/VA208
	130	31	81,8	113	2,1	52	90	350	1,8	6312-2Z/VA228
	120	23	83,3	106	1,5	40,5	90	250	1	► 6213/VA201
	120	23	83,3	106	1,5	40,5	40	250	1,05	6213-2Z/VA201
	120	23	83,3	106	1,5	40,5	40	350	1,05	6213-2Z/VA208
	120	23	83,3	106	1,5	40,5	90	350	1,05	6213-2Z/VA228
	140	33	88,3	122	2,1	60	80	250	2,1	6313/VA201
65	140	33	88,3	122	2,1	60	40	250	2,2	6313-2Z/VA201
	140	33	88,3	122	2,1	60	40	350	2,2	6313-2Z/VA208
	140	33	88,3	122	2,1	60	80	350	2,2	6313-2Z/VA228
	125	24	87	111	1,5	45	90	250	1,1	6214/VA201
	125	24	87	111	1,5	45	40	250	1,15	6214-2Z/VA201
	125	24	87	111	1,5	45	40	350	1,15	► 6214-2Z/VA208
	125	24	87	111	1,5	45	90	350	1,15	6214-2Z/VA228
	150	35	94,9	130	2,1	68	80	250	2,55	6314/VA201
	150	35	94,9	130	2,1	68	40	350	2,65	6314-2Z/VA208
	130	25	92	117	1,5	49	80	250	1,2	► 6215/VA201
	130	25	92	117	1,5	49	40	250	1,25	6215-2Z/VA201
	130	25	92	117	1,5	49	40	350	1,25	6215-2Z/VA208
75	130	25	92	117	1,5	49	80	350	1,25	6215-2Z/VA228
	160	37	101	139	2,1	76,5	70	250	3,05	6315/VA201
	160	37	101	139	2,1	76,5	30	350	3,15	6315-2Z/VA208
	140	26	101	127	2	55	40	350	1,55	6216-2Z/VA208
	170	39	108	147	2,1	86,5	30	350	3,75	6316-2Z/VA208
	150	28	106	135	2	64	70	250	1,8	6217/VA201
85	150	28	106	135	2	64	30	350	1,9	6217-2Z/VA208
	160	30	112	143	2	73,5	70	350	2,3	6218-2Z/VA228

► Popular item

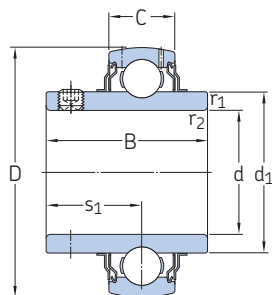
Dimensioni						Coefficiente di carico statico di base	Velocità limite	Temperatura limite	Massa	Appellativo
d	D	B	d ₁ ≈	D ₂ ≈	r _{1,2} min.	C ₀		T max.		
mm						kN	giri/min	°C	kg	–
95	170	32	118	152	2,1	81,5	60	250	2,6	► 6219/VA201
	170	32	118	152	2,1	81,5	30	250	2,7	► 6219-2Z/VA201
	170	32	118	152	2,1	81,5	60	350	2,7	► 6219-2Z/VA228
100	150	24	115	139	1,5	54	30	350	1,35	6020-2Z/VA208
	180	34	124	160	2,1	93	60	250	3,15	6220/VA201
	180	34	124	160	2,1	93	30	350	3,25	6220-2Z/VA208
	180	34	124	160	2,1	93	60	350	3,25	6220-2Z/VA228
	170	28	129	156	2	73,5	30	350	2,05	6022-2Z/VA208
120	180	28	139	166	2	80	30	350	2,2	6024-2Z/VA208

18.1

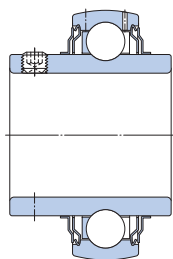


18.2 Cuscinetti per unità per applicazioni ad alte temperature, alberi metrici

d 20 – 60 mm



VA201



VA228

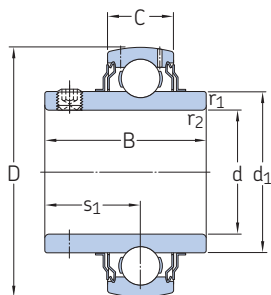
Dimensioni							Coefficienti di carico base		Velocità	Temperatura	Massa	Appellativo
d	D	B	C	d ₁ ≈	s ₁	r _{1,2} min.	C	C ₀	limite	limite		
mm							kN		giri/min	°C	kg	–
20	47	31	14	28,2	18,3	0,6	12,7	6,55	130	250	0,14	YAR 204-2FW/VA201
	47	31	14	28,2	18,3	0,6	12,7	6,55	260	350	0,14	► YAR 204-2FW/VA228
25	52	34,1	15	33,7	19,8	0,6	14	7,8	110	250	0,17	YAR 205-2FW/VA201
	52	34,1	15	33,7	19,8	0,6	14	7,8	230	350	0,17	YAR 205-2FW/VA228
30	62	38,1	18	39,7	22,2	0,6	19,5	11,2	90	250	0,28	YAR 206-2FW/VA201
	62	38,1	18	39,7	22,2	0,6	19,5	11,2	190	350	0,28	► YAR 206-2FW/VA228
35	72	42,9	19	46,1	25,4	1	25,5	15,3	80	250	0,41	YAR 207-2FW/VA201
	72	42,9	19	46,1	25,4	1	25,5	15,3	160	350	0,41	YAR 207-2FW/VA228
40	80	49,2	21	51,8	30,2	1	30,7	19	70	250	0,55	YAR 208-2FW/VA201
	80	49,2	21	51,8	30,2	1	30,7	19	150	350	0,55	YAR 208-2FW/VA228
45	85	49,2	22	56,8	30,2	1	33,2	21,6	60	250	0,6	YAR 209-2FW/VA201
	85	49,2	22	56,8	30,2	1	33,2	21,6	130	350	0,6	YAR 209-2FW/VA228
50	90	51,6	22	62,5	32,6	1	35,1	23,2	60	250	0,69	YAR 210-2FW/VA201
	90	51,6	22	62,5	32,6	1	35,1	23,2	120	350	0,69	YAR 210-2FW/VA228
55	100	55,6	25	69	33,4	1	43,6	29	50	250	0,94	YAR 211-2FW/VA201
	100	55,6	25	69	33,4	1	43,6	29	110	350	0,94	YAR 211-2FW/VA228
60	110	65,1	26	75,6	39,7	1,5	52,7	36	50	250	1,35	YAR 212-2FW/VA201
	110	65,1	26	75,6	39,7	1,5	52,7	36	100	350	1,35	YAR 212-2FW/VA228

18.2

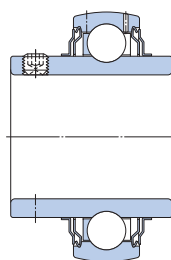


18.3 Cuscinetti per unità per applicazioni ad alte temperature, alberi in pollici

d $\frac{3}{4}$ – 2 $\frac{15}{16}$ pollici
19,05 – 74,613 mm



VA201

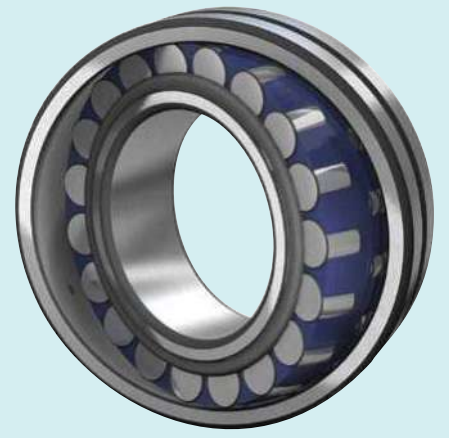
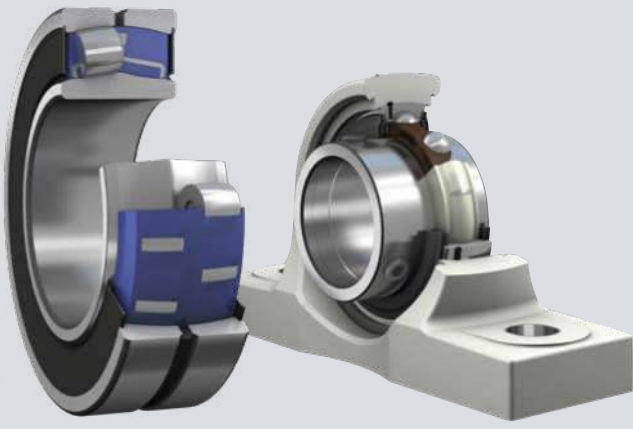


VA228

Dimensioni							Coefficienti di carico base		Velocità limite	Temperatura limite	Massa	Appellativo
d	D	B	C	d ₁	s ₁	r _{1,2} min.	C	C ₀		T max.		
pollici/mm	mm						kN		giri/min	°C	kg	–
$\frac{3}{4}$ 19,05	47 47	31 31	14 14	28,2 28,2	18,3 18,3	0,6 0,6	12,7 12,7	6,55 6,55	130 270	250 350	0,17 0,17	YAR 204-012-2FW/VA201 ► YAR 204-012-2FW/VA228
1 25,4	52 52	34,1 34,1	15 15	33,7 33,7	19,8 19,8	0,6 0,6	14 14	7,8 7,8	110 230	250 350	0,19 0,19	YAR 205-100-2FW/VA201 ► YAR 205-100-2FW/VA228
1 $\frac{3}{16}$ 30,163	62 62	38,1 38,1	18 18	39,7 39,7	22,2 22,2	0,6 0,6	19,5 19,5	11,2 11,2	90 190	250 350	0,31 0,31	YAR 206-103-2FW/VA201 ► YAR 206-103-2FW/VA228
1 $\frac{1}{4}$ 31,75	72 72	42,9 42,9	19 19	46,1 46,1	25,4 25,4	1 1	25,5 25,5	15,3 15,3	80 170	250 350	0,52 0,52	YAR 207-104-2FW/VA201 YAR 207-104-2FW/VA228
1 $\frac{3}{8}$ 34,925	72 72	42,9 42,9	19 19	46,1 46,1	25,4 25,4	1 1	25,5 25,5	15,3 15,3	80 160	250 350	0,46 0,46	YAR 207-106-2FW/VA201 YAR 207-106-2FW/VA228
1 $\frac{7}{16}$ 36,513	72 72	42,9 42,9	19 19	46,1 46,1	25,4 25,4	1 1	25,5 25,5	15,3 15,3	80 160	250 350	0,42 0,42	YAR 207-107-2FW/VA201 ► YAR 207-107-2FW/VA228
1 $\frac{1}{2}$ 38,1	80 80	49,2 49,2	21 21	51,8 51,8	30,2 30,2	1 1	30,7 30,7	19 19	70 150	250 350	0,59 0,59	YAR 208-108-2FW/VA201 ► YAR 208-108-2FW/VA228
1 $\frac{11}{16}$ 42,863	85 85	49,2 49,2	22 22	56,8 56,8	30,2 30,2	1 1	33,2 33,2	21,6 21,6	70 140	250 350	0,75 0,75	YAR 209-111-2FW/VA201 YAR 209-111-2FW/VA228
1 $\frac{3}{4}$ 44,45	85 85	49,2 49,2	22 22	56,8 56,8	30,2 30,2	1 1	33,2 33,2	21,6 21,6	60 130	250 350	0,62 0,62	YAR 209-112-2FW/VA201 ► YAR 209-112-2FW/VA228
1 $\frac{15}{16}$ 49,213	90 90	51,6 51,6	22 22	62,5 62,5	32,6 32,6	1 1	35,1 35,1	23,2 23,2	60 120	250 350	0,78 0,78	YAR 210-115-2FW/VA201 YAR 210-115-2FW/VA228
2 50,8	100 100	55,6 55,6	25 25	69 69	33,4 33,4	1 1	43,6 43,6	29 29	50 110	250 350	1,1 1,1	YAR 211-200-2FW/VA201 YAR 211-200-2FW/VA228
2 $\frac{3}{16}$ 55,563	100 100	55,6 55,6	25 25	69 69	33,4 33,4	1 1	25 25	29 29	50 110	250 350	1,05 1,05	YAR 211-203-2FW/VA201 YAR 211-203-2FW/VA228
2 $\frac{7}{16}$ 61,913	110 110	65,1 65,1	26 26	75,6 75,6	39,7 39,7	1,5 1,5	52,7 52,7	36 36	50 100	250 350	1,35 1,35	YAR 212-207-2FW/VA201 YAR 212-207-2FW/VA228
2 $\frac{15}{16}$ 74,613	130 130	73,3 73,3	29 29	92 92	46,3 46,3	1,5 1,5	66,3 66,3	49 49	40 80	250 350	2,2 2,2	YAR 215-215-2FW/VA201 YAR 215-215-2FW/VA228

► Popular item





19

Cuscinetti con Solid Oil



19 Cuscinetti con Solid Oil

Design e varianti	1025
Varianti Solid Oil	1025
Cuscinetti schermati	1025
Dati sui cuscinetti	1025
Carichi	1026
Capacità di carico	1026
Limiti di temperatura	1026
Limiti di velocità	1026
Caratteristiche di attrito	1027
Montaggio	1027
Sistema di denominazione	1027



19 Cuscinetti con Solid Oil

19



Maggiori informazioni

Conoscenze generali sui cuscinetti 17

Procedura di scelta dei cuscinetti 59

Interfacce cuscinetto 139

Tolleranze per la sede in

condizioni standard 148

Scelta del gioco interno o

precarico 182

Sistema di tenuta, montaggio e smontaggio 193

Istruzioni di montaggio per cuscinetti singoli → skf.com/mount

I cuscinetti SKF con Solid Oil sono stati progettati per l'impiego in applicazioni in cui elevati livelli di umidità e il contatto accidentale con acqua e altri agenti contaminanti costituiscono problematiche importanti. I cuscinetti con Solid Oil sono lubrificati a vita per l'intera durata operativa del cuscinetto e non possono essere rilubrificati.

Solid Oil:

- è un materiale polimerico saturo di olio
 - viene pressato nel cuscinetto formando piccolissime luci tra corpi volenti, piste e gabbie, che permettono al cuscinetto di ruotare liberamente
 - presenta una struttura porosa, con milioni di micropori che realizzano la ritenzione dell'olio lubrificante grazie alla tensione superficiale
- riempie praticamente tutto lo spazio libero nel cuscinetto
- rilascia l'olio nelle strette luci durante il funzionamento, assicurando un'efficiente lubrificazione minimale

Caratteristiche dei cuscinetti

- **Lunga durata di esercizio**
 - Un aumento della temperatura di esercizio spinge l'olio verso la superficie del materiale polimerico, favorendo un apporto di lubrificante uniforme. All'arresto, l'olio in eccesso viene riassorbito nel polimero.
- **Prolungamento della durata del lubrificante**
 - I cuscinetti con Solid Oil offrono una quantità di olio da due a quattro volte superiore, rispetto al tradizionale riempimento a grasso.

- La struttura polimerica del Solid Oil consente di eliminare il rilascio immediato dell'olio contenuto al suo interno.
- Il Solid Oil è un olio sintetico di alta qualità resistente all'ossidazione.

• Resistenza al dilavamento

- Il Solid Oil è resistente al dilavamento e riempie praticamente l'intero spazio libero nel cuscinetto, limitando la quantità di agenti contaminanti umidi che possono penetrarvi.
- L'acqua non può mescolarsi con l'olio o il polimero Solid Oil.

• Perdite di lubrificante pressoché eliminate

- Il Solid Oil consente di trattenere l'olio nel cuscinetto.
- La ritenzione dell'olio viene ulteriormente migliorata grazie alle tenute integrate.

• Protezione contro l'ingresso di agenti contaminanti

- La piccola luce tra Solid Oil ed elementi volenti e piste consente di ridurre notevolmente l'ingresso di agenti contaminanti.
- Il Solid Oil garantisce ulteriore supporto alle tenute integrate.

Design e varianti

La gamma standard di cuscinetti e unità cuscinetto con Solid Oil di SKF (fig. 1) comprende:

- Cuscinetti radiali a sfere
- Cuscinetti orientabili a rulli
- Cuscinetti e unità a sfere
- Cuscinetti a rulli conici
- Cuscinetti a rulli cilindrici
- Cuscinetti orientabili a sfere

Su richiesta, SKF può fornire altri tipi di cuscinetti con Solid Oil, per soddisfare le esigenze di applicazioni specifiche, ad eccezione dei cuscinetti toroidali a rulli CARB, che non sono idonei per l'impiego con Solid Oil. I cuscinetti dotati di gabbia voluminosa non sono adatti all'impiego con Solid Oil, in quanto lo spazio libero all'interno del cuscinetto è insufficiente.

Varianti Solid Oil

- Variante standard (suffisso nell'appellativo W64, **tabella 1**)
 - contiene olio sintetico di alta qualità
 - soddisfa i requisiti della maggior parte delle applicazioni
- Variante per il settore alimentare (suffisso nell'appellativo W64F, **tabella 1**)
 - contiene un olio certificato dall'NSF in categoria H1
 - soddisfa i requisiti delle applicazioni del settore alimentare

Dati sui cuscinetti

Standard dimensionali, tolleranze, gioco interno

Fare riferimento alla sezione *Dati sui cuscinetti* nell'area di prodotto dedicata al cuscinetto standard specifico.

Cuscinetti schermati

- con tenute striscianti integrate, altamente consigliati per ambienti umidi
- il Solid Oil consente di aumentare l'efficienza di tenuta, perché funge da supporto assiale, impedendo la flessione e l'apertura delle tenute sotto pressione

Per informazioni sulle opzioni di tenuta, rivolgetevi al servizio di ingegneria dell'applicazione di SKF.

Quando si utilizzano cuscinetti in acciaio al carbonio in ambienti umidi, si consiglia l'impiego di tenute esterne supplementari per proteggere le superfici esterne dei cuscinetti dalla corrosione.

19



Fig. 1

Cuscinetti e unità con Solid Oil



Tabella 1

Specifiche tecniche per cuscinetti e unità cuscinetto con Solid Oil

Caratteristica	Variante standard	Variante per il settore alimentare
Suffisso nella denominazione	W64	W64F
Viscosità dell'olio base a 40 °C (105 °F) a 100 °C (210 °F)	150 mm²/s 20 mm²/s	220 mm²/s 25 mm²/s
NSF H1 per uso alimentare	no	sì
Temperatura di esercizio Temperatura di avviamento minima Massima continua Massima intermittente	-50 °C (-60 °F) 85 °C (185 °F) 95 °C (205 °F)	-25 °C (-15 °F) 85 °C (185 °F) 95 °C (205 °F)
Esenti da rilubrificazione	sì	sì
Colore del polimero	blu	bianco

Carichi

Capacità di carico

I coefficienti di carico statico e dinamico di base dei cuscinetti con Solid Oil sono gli stessi dei cuscinetti standard SKF corrispondenti.

Limiti di temperatura

Le temperature di esercizio ammissibili per i cuscinetti con Solid Oil possono essere limitate da:

- la stabilità dimensionale degli anelli del cuscinetto e dei corpi volventi
- gabbia(e)
- tenute
- Solid Oil

19



Per i limiti per anelli, elementi volventi, gabbia(e) e tenute fare riferimento alla voce *Limiti di temperatura* nella sezione di prodotto dedicata allo specifico cuscinetto standard.

I corrispondenti limiti per il Solid Oil sono riportati nella **tabella 1, pagina 1025**.

Contattare SKF quando si prevedono temperature al di fuori dell'intervallo consentito.

Limiti di velocità

I valori per le velocità consigliate per cuscinetti e unità con Solid Oil (**tabella 2**), che operano a una temperatura ambiente di 20 °C (70 °F), sono limitati dalla temperatura massima di esercizio continuo di 85 °C (185 °F). La temperatura ambiente è quella più prossima alla posizione del cuscinetto, non necessariamente la temperatura dell'ambiente.

Per tipi o varianti di cuscinetti non indicati nella **tabella 2**, rivolgersi al servizio di ingegneria dell'applicazione di SKF.

In caso di temperature ambiente oltre 20 °C (70 °F), è necessario ridurre il limite di velocità applicando il fattore di riduzione f_T (**diagramma 1**).

Esempio di calcolo

Un cuscinetto radiale a sfere 6208/W64 deve operare a una temperatura ambiente di 50 °C (120 °F). Qual è la velocità limite rettificata?

1 Limite di velocità consigliato per una temperatura ambiente di 20 °C (70 °F)

- Dalla **tabella 2**: valore velocità $nd_m = 300\,000$ mm/min (cuscinetto radiale a una corona di sfere con gabbia stampata in metallo)
- Dimensioni: $d = 40$ mm, $D = 80$ mm
 $n = 300\,000 / d_m$
 $= 300\,000 / (0,5 (40 + 80))$
 $= 5\,000$ giri/min

2 Riduzione per una temperatura ambiente di 50 °C (120 °F)

- Dal **diagramma 1**: fattore di riduzione della velocità $f_T \approx 0,53$
 $n_{\text{reduced}} = 5\,000 f_T$
 $= 5\,000 \times 0,53$
 $= 2\,650$ giri/min

Tabella 2

Limiti consigliati per il valore di velocità di cuscinetti e unità cuscinetto con Solid Oil

Tipo di cuscinetto	Valore per la velocità nd_m
–	mm/min
Cuscinetti radiali a sfere	
– a una corona con una gabbia in metallo stampata	300 000
– a una corona con una gabbia in polimero	40 000
– a due corone	40 000
Cuscinetti obliqui a sfere	
– con una gabbia in metallo stampata	150 000
– con una gabbia in polimero	40 000
Cuscinetti orientabili a sfere	
– con una gabbia in metallo stampata	150 000
– con una gabbia in polimero	40 000
Cuscinetti a rulli cilindrici	
– con una gabbia in metallo stampata	150 000
– con una gabbia in polimero	40 000
Cuscinetti a rulli conici	45 000
Cuscinetti orientabili a rulli	
– design E	42 500
– design CC	85 000
Cuscinetti, unità a sfere	40 000
n = velocità di rotazione [giri/min] d_m = diametro medio cuscinetto [mm] $= 0,5 (d + D)$	

Per i tipi con protezioni incorporate, applicare l'80% del valore indicato per i limiti di velocità.

Caratteristiche di attrito

Le caratteristiche di attrito dei cuscinetti Solid Oil corrispondono a quelle del rispettivo cuscinetto standard SKF, ma il riempimento del polimero Solid Oil aggiunge una componente fissa di attrito.

Montaggio

Se i cuscinetti con Solid Oil devono essere montati a caldo, si consiglia di utilizzare un riscaldatore a induzione e riscaldare i cuscinetti a una temperatura massima di 120 °C (250 °F).

Le piastre riscaldanti o il bagno d'olio caldo non sono indicati.

Sistema di denominazione

Fare riferimento alla sezione *Sistema di denominazione* nell'area di prodotto dedicata al cuscinetto standard specifico.

I suffissi utilizzati per identificare i cuscinetti con Solid Oil sono:

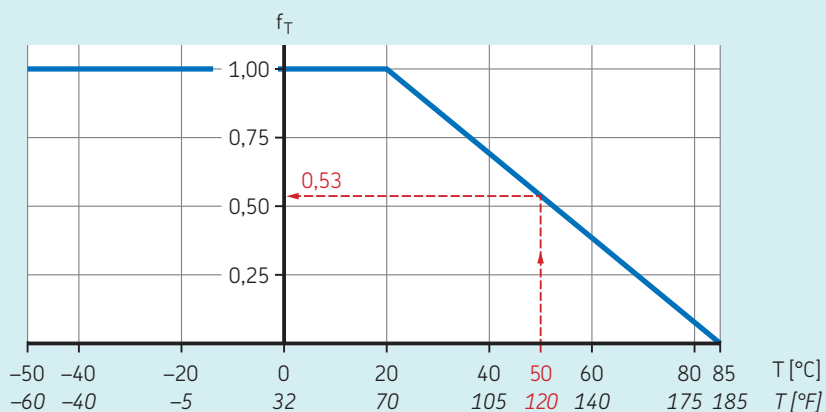
W64 olio a base sintetica, variante standard

W64F olio a base sintetica, con approvazione NSF H1 per applicazioni nel settore alimentare



Diagramma 1

Fattore di riduzione della velocità in funzione della temperatura ambiente





Cuscinetti
INSOCOAT



20 Cuscinetti INSOCOAT

Design e varianti	1031
Cuscinetti INSOCOAT con rivestimento sull'anello esterno	1031
Cuscinetti INSOCOAT con con rivestimento sull'anello interno.	1032
Cuscinetti con dispositivi di protezione.	1032
Gabbie.	1032
Dati sui cuscinetti	1033
(Specifiche dimensionali, tolleranze, gioco interno, disallineamento ammissibile, spostamento assiale ammissibile, proprietà elettriche)	
Carichi	1034
Limiti di temperatura	1034
Velocità ammissibile	1034
Considerazioni di progettazione	1035
Dimensioni dello spallamento	1035
Montaggio	1035
Sistema di denominazione	1035
Tabelle di prodotto	
20.1 Cuscinetti radiali a sfere INSOCOAT.	1036
20.2 Cuscinetti a rulli cilindrici INSOCOAT.	1038

20 Cuscinetti INSOCOAT

Maggiori informazioni

Conoscenze generali sui cuscinetti	17
Procedura di scelta dei cuscinetti	59
Lubrificazione	109
Interfacce cuscinetto	139
Tolleranze per la sede in condizioni standard	148
Scelta del gioco interno o precarico	182
Sistema di tenuta, montaggio e smontaggio	193

Istruzioni di montaggio per cuscinetti singoli → skf.com/mount

Motori elettrici, generatori e attrezzature correlate sono a rischio quando una corrente elettrica passa attraverso i loro cuscinetti. Le superfici di contatto tra gli elementi volventi e le piste di rotolamento dei cuscinetti, infatti, si possono danneggiare (erosione elettrica), così come il grasso. Un altro rischio che interessa motori elettrici e generatori è determinato dalle correnti ad alta frequenza causate dalle capacità parassite. Il rischio di danni aumenta se l'applicazione utilizza un convertitore di frequenza.

Cuscinetti INSOCOAT:

- sono progettati per evitare il passaggio di corrente attraverso il cuscinetto
- sono dotati di anello interno o esterno rivestiti con uno strato isolante di ossido di alluminio, applicato mediante un sofisticato processo di plasma spray, che consente di ottenere una finitura superficiale di qualità eccellente

- offrono una soluzione economicamente vantaggiosa rispetto ad altri metodi di isolamento

Caratteristiche dei cuscinetti

- **Protezione contro l'erosione elettrica**
Grazie alle loro proprietà isolanti, i cuscinetti INSOCOAT possono aumentare l'affidabilità e il tempo di funzionamento delle macchine, eliminando il problema dell'erosione elettrica.
- **Elevata resistenza elettrica**
Il rivestimento in ossido di alluminio offre una resistenza elettrica minima pari a 200 MΩ e può sopportare tensioni fino a 3 000 V DC.
- **Prestazioni elettriche uniformi**
I rivestimenti applicati con plasma spray, di norma, sono igroscopici e, quindi, sensibili alla penetrazione da condensa. Per

Fig. 1

Cuscinetti INSOCOAT, anello esterno rivestito



Cuscinetto radiale a una corona di sfere



Cuscinetto radiale a una corona di rulli cilindrici

assicurare la protezione contro tale fenomeno, i cuscinetti INSOCOAT sono sottoposti a un trattamento con un sigillante esclusivo.

Assortimento

La gamma standard dei cuscinetti INSOCOAT (**fig. 1** e **fig. 2**) comprende le dimensioni e varianti più diffuse di:

- cuscinetti radiali ad una corona di sfere e
- cuscinetti radiali ad una corona di rulli cilindrici

Per i tipi e le dimensioni più grandi di cuscinetti non riportati nelle tabelle di prodotto, rivolgersi a SKF.

Per le applicazioni per cui sono richiesti cuscinetti di dimensioni più piccole rispetto a quelle elencate, SKF consiglia l'impiego dei suoi cuscinetti ibridi (*Cuscinetti ibridi*, **pagina 1043**).

Oltre alla gamma standard, SKF può fornire cuscinetti INSOCOAT speciali e unità con geometrie anello complesse (**fig. 3**), come:

- cuscinetti a quattro punti di contatto
- cuscinetti a rulli conici flangiati
- unità cuscinetto a rulli conici (TBU)
- unità cuscinetto per motori di trazione

Per verificare la disponibilità e per ulteriori informazioni, rivolgetevi a SKF.

Design e varianti

Cuscinetti INSOCOAT con rivestimento sull'anello esterno

Tipicamente, i cuscinetti INSOCOAT più diffusi sono quelli con il rivestimento di ossido d'alluminio applicato sull'anello esterno (**fig. 1**). Questi cuscinetti sono identificati dai seguenti suffissi:

- VL0241 – strato standard
- VL0246 – strato ottimizzato per una maggiore resistenza elettrica

Per verificare la disponibilità, contattare SKF.

Fig. 2

Cuscinetti INSOCOAT, anello interno rivestito



Cuscinetto radiale a una corona di sfere



Cuscinetto radiale a una corona di rulli cilindrici

Fig. 3

Cuscinetti INSOCOAT e unità speciali



Cuscinetto a sfere a quattro punti di contatto



Cuscinetti a rulli conici speciali



Unità cuscinetto a rulli conici



Unità cuscinetto per motori di trazione

Cuscinetti INSOCOAT con rivestimento sull'anello interno

I cuscinetti INSOCOAT con rivestimento applicato all'anello interno (**fig. 2, pagina 1031**) offrono una maggiore protezione contro le correnti elettriche ad alta frequenza. Questi cuscinetti sono identificati dai seguenti suffissi nell'appellativo:

- VL2071 – strato standard
- VL2076 – strato ottimizzato per una maggiore resistenza elettrica

Per verificare la disponibilità, contattare SKF.

Cuscinetti con dispositivi di protezione

Alcuni cuscinetti radiali a sfere INSOCOAT possono essere forniti con protezioni (*Cuscinetti con dispositivi di protezione, pagina 242*). Per verificare la disponibilità, contattare SKF.

Gabbie

I cuscinetti radiali a sfere INSOCOAT di SKF sono dotati di una delle seguenti gabbie:

- una gabbia in acciaio stampata, rivettata, centrata sulle sfere (nessun suffisso)
- una gabbia massiccia in ottone, rivettata, centrata sulle sfere (suffisso M)

Per maggiori informazioni, fare riferimento alla sezione *Gabbie*, **pagina 249**.

I cuscinetti a rulli cilindrici INSOCOAT di SKF sono provvisti di una delle seguenti gabbie:

- una gabbia in PA66 rinforzata con fibre di vetro, tipo a feritoie, centrata sui rulli (suffisso P)
- una gabbia massiccia in ottone, rivettata, centrata sui rulli (suffisso M)
- una gabbia massiccia in ottone, tipo a feritoie, centrata su anello interno o esterno (in funzione del design del cuscinetto) (suffisso ML)

Per maggiori informazioni, fare riferimento alla sezione *Gabbie*, **pagina 502**.

Se utilizzati ad alta temperatura, alcuni lubrificanti possono avere effetti negativi sulle proprietà delle gabbie in poliammide. Per ulteriori informazioni sull'idoneità delle gabbie, fare riferimento a *Gabbie*, **pagina 187**.



Tabella 1

Proprietà elettriche

Rivestimento Suffisso nell'appellativo	Tensione di rottura (DC)	Minima resistenza elettrica
–	V	MΩ
Strato standard VL0241, VL2071	3 000	200
Strato ottimizzato VL0246, VL2076	3 000	400

Applicabile se:

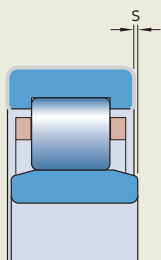
- Temperatura $T \leq 40\text{ °C}$ (105 °F)
- Umidità relativa $rH \leq 60\%$

Dati sui cuscinetti

	Cuscinetti radiali a sfere	Cuscinetti radiali a rulli cilindrici
Specifiche dimensionali	Dimensioni d'ingombro: ISO 15	
Tolleranze	Normale Su richiesta, tolleranze più ristrette (fino a P5) per alcuni cuscinetti	Normale
Per ulteriori informazioni → pagina 35	Valori: ISO 492 (dalla tabella 2, pagina 38, alla tabella 4, pagina 40) Lo strato di ossido di alluminio applicato alle superfici esterne dell'anello esterno o interno non influisce sulla precisione.	
Gioco interno	C3	C3 Controllare la disponibilità di altre classi di gioco
Per ulteriori informazioni → pagina 26	Valori: ISO 5753-1 (tabella 6, pagina 252) Valori validi per cuscinetti prima del montaggio e carico pari a zero.	Valori: ISO 5753-1 (tabella 3, pagina 506)
Disallineamento ammissibile	Identico ai cuscinetti standard: → pagina 250	→ pagina 504
Spostamento assiale ammissibile	–	$s_{\max}$ → tabelle di prodotto, pagina 1036 I cuscinetti INSOAT con design NU possono consentire lo spostamento assiale (fig. 4). Lo spostamento assiale dell'albero rispetto all'alloggiamento avviene all'interno dei cuscinetti, di conseguenza, non si verifica praticamente nessun aumento dell'attrito.
Proprietà elettriche	tabella 1	

Fig. 4

Spostamento assiale



Carichi

Per consigli sul carico minimo, la capacità di carico assiale e i carichi equivalenti sul cuscinetto, fare riferimento alla sezione *Carichi* dei relativi cuscinetti standard:

- cuscinetti radiali a sfere, **pagina 254**
- cuscinetti a rulli cilindrici, **pagina 509**

I valori e fattori specifici per i cuscinetti INSOCOAT richiesti sono riportati nelle corrispondenti tabelle di prodotto:

- *Cuscinetti radiali a sfere INSOCOAT*, **pagina 1036**
 - coefficiente di carico statico di base C_0
 - fattori di calcolo f_0 e k_r
- *Cuscinetti a rulli cilindrici INSOCOAT*, **pagina 1038**
 - fattore di calcolo k_r
 - velocità di riferimento

Limiti di temperatura

I fattori che possono limitare la temperatura di esercizio ammissibile per i cuscinetti INSOCOAT sono:

- la stabilità dimensionale degli anelli del cuscinetto e dei corpi volventi
- gabbia
- lubrificante

Contattare SKF quando si prevedono temperature che esulano dall'intervallo consentito.

Anelli e elementi volventi dei cuscinetti

I cuscinetti SKF INSOCOAT sono stabilizzati termicamente fino a una temperatura di 150 °C (300 °F).

Gabbie

È possibile utilizzare gabbie in acciaio od ottone alle stesse temperature di esercizio degli anelli e degli elementi volventi dei cuscinetti. Per i limiti di temperatura per le gabbie in PA66, fare riferimento a *Gabbie in polimero*, **pagina 188**.

Lubrificanti

Per i limiti di temperatura per i grassi SKF, fare riferimento alla sezione *Scelta di un grasso SKF idoneo*, **pagina 116**.

Se si utilizzano lubrificanti non forniti da SKF, è necessario valutare i limiti di temperatura secondo il concetto di semaforo di SKF (**pagina 117**).

Velocità ammissibile

I valori di velocità nelle tabelle di prodotto (*Cuscinetti radiali a sfere INSOCOAT*, **pagina 1036**, e *Cuscinetti a rulli cilindrici INSOCOAT*, **pagina 1038**) indicano:

- la **velocità di riferimento**, che consente una rapida valutazione della capacità di sopportare la velocità da un punto di vista termico di riferimento
- la **velocità limite**, che costituisce un limite meccanico da non superare, a meno che il design del cuscinetto e l'applicazione non consentano velocità più elevate

Per ulteriori informazioni, fare riferimento alla sezione *Temperatura e velocità di esercizio*, **pagina 129**.

SKF consiglia la lubrificazione a olio per i cuscinetti con gabbia centrata sull'anello (suffisso ML). Se questi cuscinetti vengono lubrificati a grasso il valore nd_m è limitato a $\leq 250\,000$ mm/min.

dove

$$d_m = \text{diametro medio del cuscinetto [mm]} \\ = 0,5 (d + D)$$

$$n = \text{velocità di rotazione [giri/min]}$$



Considerazioni di progettazione

Dimensioni dello spallamento

Per massimizzare l'efficacia dell'isolamento, SKF consiglia le seguenti linee guida per dimensionare l'albero e gli spallamenti del supporto (**fig. 5**).

- Cuscinetti con rivestimento sull'anello esterno (suffisso VL0241 o VL0246 nella denominazione): diametro dello spallamento dell'alloggiamento $\geq D_{a \min}$
- Cuscinetti con rivestimento sull'anello interno (suffisso VL2071 o VL2076 nell'appellativo): diametro dello spallamento dell'albero $\leq d_{a \max}$

I valori per $D_{a \min}$ e $d_{a \max}$ sono disponibili nelle tabelle prodotto:

- *Cuscinetti radiali a sfere INSOCOAT*, **pagina 1036**
- *Cuscinetti a rulli cilindrici INSOCOAT*, **pagina 1038**

Montaggio

Durante il montaggio, i cuscinetti INSOCOAT si possono maneggiare come quelli standard.

Quando si utilizzano riscaldatori a induzione per cuscinetti con rivestimento sull'anello interno (suffisso VL2071 o VL2076 nell'appellativo), utilizzare una bussola protettiva o un ulteriore blocco di supporto in plastica.

Se si utilizzano molle per applicare il precarico ai cuscinetti radiali a sfere o ghiera di bloccaggio per realizzare un serraggio assiale, SKF consiglia di inserire un distanziale in acciaio tra il cuscinetto e il dispositivo di precarico o bloccaggio (**fig. 6**).

I valori per $d_{a \min}$ e $d_{a \max}$ sono disponibili nelle tabelle prodotto:

- *Cuscinetti radiali a sfere INSOCOAT*, **pagina 1036**
- *Cuscinetti a rulli cilindrici INSOCOAT*, **pagina 1038**

Sistema di denominazione

Fare riferimento alla sezione *Sistema di denominazione* dello specifico cuscinetto standard:

- cuscinetti radiali a sfere, **pagina 258**
- cuscinetti a rulli cilindrici, **pagina 514**

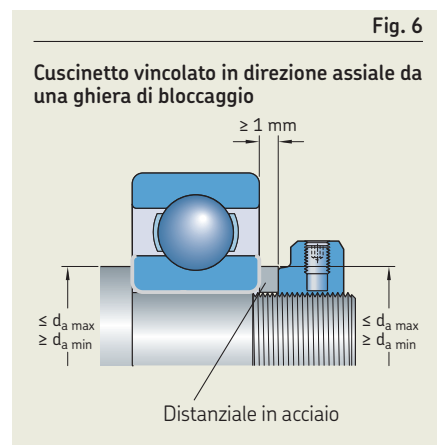
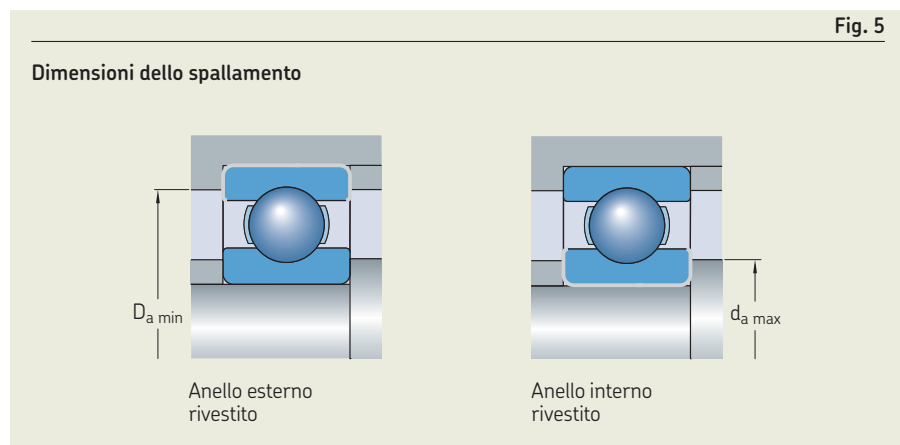
Di seguito sono spiegati i suffissi utilizzati per identificare i cuscinetti INSOCOAT.

VL0241 Rivestimento applicato alla superficie esterna dell'anello esterno – strato standard

VL0246 Rivestimento applicato alla superficie esterna dell'anello esterno – strato ottimizzato

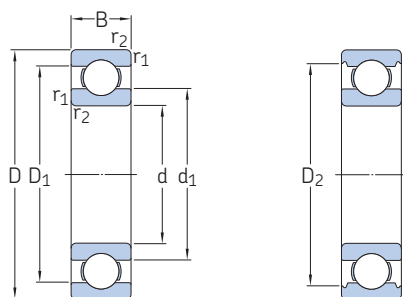
VL2071 Rivestimento applicato alla superficie esterna dell'anello interno – strato standard

VL2076 Rivestimento applicato alla superficie esterna dell'anello interno – strato ottimizzato



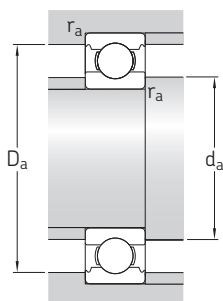
20.1 Cuscinetti radiali a sfere INSOCOAT

d 70 – 150 mm



Dimensioni principali			Coefficienti di carico base		Carico limite di fatica	Velocità di base		Massa	Appellativo
d	D	B	dinamico C	statico C ₀	P _u	Velocità di riferimento	Velocità limite		
mm			kN		kN	giri/min		kg	–
70	150	35	104	68	2,75	9 500	6 300	2,5	► 6314/C3VL0241
75	130	25	68,9	49	2,04	10 000	6 700	1,2	► 6215/C3VL0241
	160	37	114	76,5	3	9 000	5 600	3,05	► 6315/C3VL0241
80	140	26	72,8	55	2,2	9 500	6 000	1,4	► 6216/C3VL0241
	170	39	124	86,5	3,25	8 500	5 300	3,55	► 6316/C3VL0241
85	150	28	87,1	64	2,5	9 000	5 600	1,75	► 6217/C3VL0241
	180	41	133	96,5	3,55	8 000	5 000	4,1	► 6317/C3VL0241
90	160	30	101	73,5	2,8	8 500	5 300	2,4	► 6218/C3VL0241
	190	43	143	108	3,8	7 500	4 800	4,9	► 6318/C3VL0241
95	170	32	114	81,5	3	8 000	5 000	2,5	► 6219/C3VL0241
	200	45	153	118	4,15	7 000	4 500	5,65	► 6319/C3VL0241
100	180	34	127	93	3,35	7 500	4 800	3,15	► 6220/C3VL0241
	215	47	174	140	4,75	6 700	4 300	7	► 6320/C3VL0241
110	200	38	151	118	4	6 700	4 300	4,4	► 6222/C3VL0241
	240	50	203	180	5,7	6 000	3 800	9,65	► 6322/C3VL0241
120	215	40	146	118	3,9	6 300	4 000	5,2	► 6224/C3VL0241
	260	55	208	186	5,7	5 600	3 400	12,5	► 6324/C3VL2071
130	230	40	156	132	4,15	5 600	3 600	5,75	6226/C3VL2071
	280	58	229	216	6,3	5 000	3 200	15	► 6326/C3VL2071
140	300	62	251	245	7,1	4 800	3 000	18,5	► 6328/C3VL2071
150	270	45	174	166	4,9	5 000	3 200	9,8	► 6230/C3VL2071
	320	65	276	285	7,8	4 300	2 800	23	► 6330/C3VL2071

► Popular item



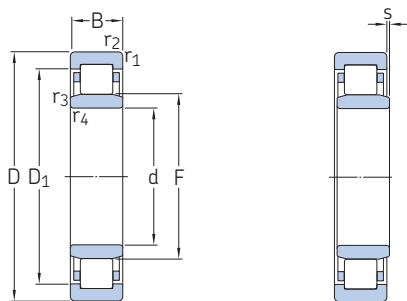
Dimensioni					Dimensioni dei particolari che accolgono il cuscinetto					Fattori di calcolo	
d	d ₁	D ₁	D ₂	r _{1,2}	d _a	d _a	D _a	D _a	r _a	k _r	f ₀
mm				min.	min.	max.	min.	max.	max.	–	
70	94,9	–	132	2,1	82	–	136	138	2	0,03	13
75	92	–	118	1,5	84	–	121	121	1,5	0,03	15
	101	–	141	2,1	87	–	146	148	2	0,03	13
80	101	–	122	2	91	–	128	129	2	0,025	15
	108	–	149	2,1	92	–	154	158	2	0,03	13
85	106	–	134	2	96	–	139	139	2	0,025	15
	114	–	158	3	99	–	163	166	2,5	0,03	13
90	112	–	145	2	101	–	149	149	2	0,025	15
	121	–	166	3	104	–	171	176	2,5	0,03	13
95	118	–	151	2,1	107	–	156	158	2	0,025	14
	127	–	174	3	109	–	179	186	2,5	0,03	13
100	124	–	160	2,1	112	–	165	168	2	0,025	14
	135	–	186	3	114	–	191	201	2,5	0,03	13
110	138	–	179	2,1	122	–	184	188	2	0,025	14
	149	–	207	3	124	–	213	226	2,5	0,03	13
120	150	–	189	2,1	132	–	194	203	2	0,025	14
	164	215	–	3	134	158	–	246	2,5	0,03	14
130	160	198	–	3	144	154	–	216	2,5	0,025	15
	177	232	–	4	147	171	–	263	3	0,03	14
140	190	249	–	4	157	185	–	283	3	0,03	14
150	190	228	–	3	164	185	–	256	2,5	0,025	15
	205	264	–	4	167	200	–	303	3	0,03	14

20.1



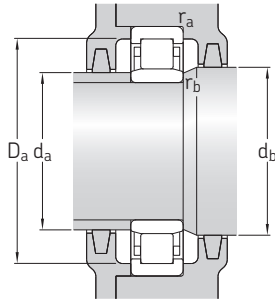
20.2 Cuscinetti a rulli cilindrici INSOCOAT

d 50 – 95 mm



Dimensioni principali			Coefficienti di carico base		Carico limite di fatica	Velocità di base		Massa	Appellativo
d	D	B	dinamico C	statico C ₀	P _u	Velocità di riferimento	Velocità limite		
mm			kN		kN	giri/min		kg	–
50	80	16	47,3	57	7,2	9 500	9 500	0,27	NU 1010 ECP/C3VL0241
	90	20	66	72	9,15	7 500	9 000	0,48	NU 210 ECM/C3VL0241
	110	27	112	116	15,3	6 000	8 000	1,35	NU 310 ECM/C3VL0241
55	90	18	57,2	69,5	9	8 500	13 000	0,4	NU 1011 ECP/C3VL0241
	90	18	57,2	69,5	9	8 500	13 000	0,45	NU 1011 ECML/C3VL0241
	100	21	85,8	100	12,9	7 000	8 000	0,78	NU 211 ECM/C3VL0241
60	120	29	138	146	19	5 600	7 000	1,75	NU 311 ECM/C3VL0241
	95	18	38	45,5	5,85	8 000	13 000	0,48	NU 1012 ML/C3VL0241
	95	18	58,3	73,5	8,8	8 000	8 000	0,48	NU 1012 ECP/C3VL0241
65	110	22	96,8	106	14	6 300	7 500	0,97	► NU 212 ECM/C3VL0241
	130	31	151	160	20,4	5 000	6 700	2,15	NU 312 ECM/C3VL0241
70	100	18	62,7	81,5	10,6	7 500	7 500	0,45	NU 1013 ECP/C3VL0241
	120	23	110	122	16	5 600	6 700	1,25	NU 213 ECM/C3VL0241
	140	33	183	196	25,5	4 800	6 000	2,65	► NU 313 ECM/C3VL0241
75	110	20	70,4	85	10,8	7 000	7 000	0,69	NU 1014 ECM/C3VL0241
	110	20	76,5	93	12	7 000	7 000	0,62	NU 1014 ECP/C3VL0241
	125	24	121	140	18,6	5 300	6 300	1,35	NU 214 ECM/C3VL0241
80	150	35	209	228	29	4 300	5 600	3,1	► NU 314 ECM/C3VL0241
	115	20	58,3	71	9,3	6 700	6 700	0,75	NU 1015 M/C3VL0241
	130	25	132	160	21,2	5 300	6 000	1,5	NU 215 ECM/C3VL0241
85	160	37	242	270	34	4 000	5 300	3,9	NU 315 ECM/C3VL0241
	160	37	242	270	34	4 000	5 300	3,9	► NU 315 ECP/VL0241
90	125	22	99	127	16,3	6 000	6 000	1,05	NU 1016 ECM/C3VL0241
	140	26	142	173	22	4 800	5 600	1,85	NU 216 ECM/C3VL0241
	170	39	264	290	36	3 800	5 000	4,6	NU 316 ECM/C3VL0241
95	130	22	72,1	91,5	11,6	6 000	6 000	1,1	NU 1017 M/C3VL0241
	150	28	168	200	25,5	4 500	5 300	2,25	NU 217 ECM/C3VL0241
	180	41	297	340	41,5	3 600	4 800	5,3	► NU 317 ECM/C3VL0241
90	140	24	85,8	110	13,7	5 600	5 600	1,35	NU 1018 M/C3VL0241
	160	30	187	224	28	4 300	5 000	2,75	NU 218 ECM/C3VL0241
	190	43	319	360	44	3 400	4 500	6,25	► NU 318 ECM/C3VL0241
95	145	24	88	116	14,3	5 300	5 300	1,4	NU 1019 ML/C3VL0241
	170	32	224	270	33,5	4 000	4 800	2,85	NU 219 ECM/C3VL0241
	200	45	341	390	46,5	3 200	4 300	7,25	► NU 319 ECM/C3VL0241

► Popular item

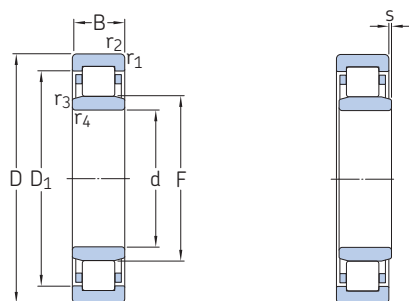


Dimensioni						Dimensioni dei particolari che accolgono il cuscinetto							Fattore di calcolo
d	D ₁ ≈	F	r _{1,2} min.	r _{3,4} min.	s max.	d _a min.	d _a max.	d _b min.	D _a min.	D _a max.	r _a max.	r _b max.	k _r
mm						mm							—
50	70	57,5	1,1	0,6	1	53,2	56	60	74	75,4	1	0,6	0,1
	78	59,5	1,1	1,1	1,5	57	57	62	83	83	1	1	0,15
	92,1	65	2	2	1,9	61	63	67	96	99	2	2	0,15
55	79	64,5	1,1	1	0,5	59,6	63	67	80	84	1	1	0,1
	79	64,5	1,1	1	0,5	59,6	63	67	80	84	1	1	0,1
	86,3	66	1,5	1,1	1	62	64	68	91	91	1,5	1	0,15
	101	70,5	2	2	2	66	68	73	106	109	2	2	0,15
60	81,6	69,5	1,1	1	2,9	64,6	68	72	85	89	1	1	0,1
	81,6	69,5	1,1	1	1,7	64,6	68	72	85	89	1	1	0,1
	95,7	72	1,5	1,5	1,4	69	70	74	101	101	1,5	1,5	0,15
	110	77	2,1	2,1	2,1	72	74	79	115	118	2	2	0,15
65	88,5	74	1,1	1	1	69,6	72	77	90	94	1	1	0,1
	104	78,5	1,5	1,5	1,4	74	76	81	109	111	1,5	1,5	0,15
	119	82,5	2,1	2,1	2,2	77	80	85	123	128	2	2	0,15
70	97,5	79,5	1,1	1	1,3	74,6	78	82	101	104	1	1	0,1
	97,5	79,5	1,1	1	1,3	74,6	78	82	101	104	1	1	0,1
	109	83,5	1,5	1,5	1,2	79	81	86	115	116	1,5	1,5	0,15
	127	89	2,1	2,1	1,8	82	86	91	131	138	2	2	0,15
75	101	85	1,1	1	3	79,6	83	87	106	109	1	1	0,1
	114	88,5	1,5	1,5	1,2	84	86	91	119	121	1,5	1,5	0,15
	136	95	2,1	2,1	1,8	87	92	97	141	148	2	2	0,15
	136	95	2,1	2,1	1,8	87	92	97	141	148	2	2	0,15
80	109	91,5	1,1	1	1,5	86	90	94	114	119	1	1	120
	123	95,3	2	2	1,4	91	93	98	128	129	2	2	0,15
	144	101	2,1	2,1	2,1	92	98	104	149	158	2	2	0,15
85	114	96,5	1,1	1	3,3	89,6	95	99	119	124	1	1	0,1
	131	100,5	2	2	1,5	96	98	103	136	139	2	2	0,15
	153	108	3	3	2,3	99	105	111	158	166	2,5	2,5	0,15
90	122	103	1,5	1,1	3,5	96	101	106	128	133	1,5	1	0,1
	140	107	2	2	1,8	101	104	110	144	149	2	2	0,15
	162	113,5	3	3	2,5	104	110	116	167	176	2,5	2,5	0,15
95	127	108	1,5	1,1	3,5	101	106	111	133	138	1,5	1	0,1
	149	112,5	2,1	2,1	1,7	107	110	115	154	158	2	2	0,15
	170	121,5	3	3	2,9	109	118	124	175	186	2,5	2,5	0,15



20.2 Cuscinetti a rulli cilindrici INSOCOAT

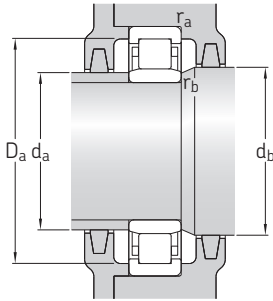
d 100 – 150 mm



Dimensioni principali			Coefficienti di carico base		Carico limite di fatica	Velocità di base		Massa	Appellativo
d	D	B	dinamico C	statico C ₀	P _u	Velocità di riferimento	Velocità limite		
mm			kN		kN	giri/min		kg	–
100	150	24	89,7	122	15	5 000	5 000	1,45	NU 1020 M/C3VL0241
	180	34	251	310	38	3 800	4 500	4	► NU 220 ECM/C3VL0241
	215	47	391	440	51	3 000	3 800	8,65	NU 320 ECM/C3VL0241
110	170	28	130	173	20,8	4 500	4 500	2,3	NU 1022 M/C3VL0241
	200	38	297	375	44	3 400	4 000	5,6	► NU 222 ECM/C3VL0241
	240	50	468	540	61	2 600	3 400	12	► NU 322 ECM/C3VL0241
120	180	28	138	190	22,4	4 000	4 000	2,55	NU 1024 M/C3VL2071
	215	40	341	440	50	3 000	3 600	6,65	NU 224 ECM/C3VL0241
	260	55	539	620	69,5	2 400	3 200	15	► NU 324 ECM/C3VL0241
130	200	33	168	232	27	3 800	5 600	3,85	NU 1026 M/C3VL2071
	230	40	369	465	52	2 800	3 400	7,6	NU 226 ECM/C3VL2071
	280	58	627	750	81,5	2 200	3 000	18,5	NU 326 ECM/C3VL2071
140	210	33	179	255	29	3 600	3 600	4,05	NU 1028 M/C3VL2071
	250	42	396	520	58,5	2 600	3 200	9	NU 228 ECM/C3VL2071
	300	62	682	830	88	2 200	2 800	25	NU 328 ECM/C3VL2071
150	225	35	194	275	18	3 200	3 200	4,9	NU 1030 M/C3VL2071
	270	45	457	610	65,5	2 400	2 800	12	NU 230 ECM/C3VL2071
	320	65	765	950	100	2 000	2 600	31	NU 330 ECM/C3VL2071

20.2





Dimensioni						Dimensioni dei particolari che accolgono il cuscinetto							Fattore di calcolo
d	D ₁ ≈	F	r _{1,2} min.	r _{3,4} min.	s max.	d _a min.	d _a max.	d _b min.	D _a min.	D _a max.	r _a max.	r _b max.	k _r
mm						mm							—
100	132	113	1,5	1,1	3,5	106	111	116	138	143	1,5	1	0,1
	157	119	2,1	2,1	1,7	112	116	122	162	168	2	2	0,15
	182	127,5	3	3	2,9	114	124	130	192	201	2,5	2,5	0,15
110	149	125	2	1,1	3,8	116	123	128	155	161	2	1	0,1
	174	132,5	2,1	2,1	2,1	122	130	135	179	188	2	2	0,15
	201	143	3	3	3	124	139	146	207	226	2,5	2,5	0,15
120	159	135	2	1,1	3,8	126	133	138	—	171	2	1	0,1
	188	143,5	2,1	2,1	1,9	132	140	146	193	203	2	2	0,15
	219	154	3	3	3,7	134	150	157	225	246	2,5	2,5	0,15
130	175	148	2	1,1	4,7	136	145	151	—	191	2	1	0,1
	202	153,5	3	3	2,1	144	145	156	—	216	2,5	2,5	0,15
	236	167	4	4	3,7	147	156	170	—	263	3	3	0,15
140	185	158	2	1,1	4,4	146	155	161	—	201	2	1	0,1
	217	169	3	3	2,5	154	160	172	—	236	2,5	2,5	0,15
	252	180	4	4	3,7	157	168	183	—	283	3	3	0,15
150	198	169,5	2,1	1,5	4,9	157	167	173	—	215	2	1,5	0,1
	234	182	3	3	2,5	163	172	185	—	256	2,5	2,5	0,15
	270	193	4	4	4	167	182	196	—	303	3	3	0,15





21

Cuscinetti ibridi



21 Cuscinetti ibridi

Design e varianti	1045		
Cuscinetti radiali a sfere ibridi	1045		
Cuscinetti con design base	1045		
Cuscinetti schermati	1045		
Cuscinetti ibridi XL	1046		
Cuscinetti a rulli cilindrici ibridi	1046		
Cuscinetti con design base	1046		
Cuscinetti ibridi con anelli in acciaio e rivestimenti speciali	1046		
Gabbie	1046		
Dati sui cuscinetti	1047		
(Specifiche dimensionali, tolleranze, gioco interno, disallineamento ammissibile, spostamento assiale ammissibile, proprietà elettriche)			
Carichi	1048		
Pre-carico assiale	1048		
Limiti di temperatura	1048		
Velocità ammissibile	1048		
Sistema di denominazione	1049		
Tabelle di prodotto			
21.1 Cuscinetti radiali a sfere ibridi	1050	Altri cuscinetti ibridi	
21.2 Cuscinetti a rulli cilindrici ibridi	1056	Cuscinetti Super- precision ibridi	→ skf.com/super-precision
		Cuscinetti obliqui a sfere ibridi	→ rivolgersi a SKF
		Cuscinetti radiali a sfere ibridi in acciaio inossidabile	→ rivolgersi a SKF
		Unità cuscinetto ibride	→ rivolgersi a SKF



21 Cuscinetti ibridi

Maggiori informazioni

Conoscenze generali sui cuscinetti 17

Procedura di scelta dei cuscinetti 59

Lubrificazione 109

Interfacce cuscinetto 139

Tolleranze per la sede in condizioni standard 148

Scelta del gioco interno o precarico 182

Sistema di tenuta, montaggio e smontaggio 193

Istruzioni di montaggio per cuscinetti singoli → skf.com/mount

Manuale di manutenzione dei cuscinetti SKF
ISBN 978-91-978966-4-1

I cuscinetti ibridi sono dotati di anelli in acciaio ed elementi volventi in nitrato di silicio (Si_3N_4), che li rendono elettricamente isolanti.

Caratteristiche dei cuscinetti

Gli elementi volventi in nitrato di silicio possono consentire di prolungare la durata di esercizio, offrendo prestazioni ottimizzate anche in condizioni di esercizio gravose. Rispetto ai cuscinetti con elementi volventi in acciaio delle stesse dimensioni, i cuscinetti ibridi offrono diversi vantaggi, quali:

- **Protezione dei danneggiamenti causati dal passaggio di corrente elettrica**

I cuscinetti ibridi non sono conduttori e, pertanto, sono ideali per applicazioni come motori e generatori in AC e DC, in cui sono presenti correnti elettriche.

- **Capacità di sopportare velocità più elevate**

La densità degli elementi volventi in nitrato di silicio è inferiore del 60% rispetto a quella degli elementi volventi di uguali dimensioni realizzati in acciaio. Peso ridotto e minore inerzia consentono velocità più elevate e prestazioni eccellenti durante arresti e avvii rapidi.

- **Lunga durata di esercizio**

La riduzione del calore da attrito prodotto nei cuscinetti ibridi contribuisce a prolungare la loro durata di esercizio ed estendere gli intervalli di rilubrificazione.

- **Elevata resistenza all'usura**

Gli elementi volventi in nitrato di silicio, che hanno un'elevata durezza, rendono i cuscinetti ibridi adatti per condizioni operative difficili e ambienti contaminati.

- **Maggiore rigidità dei cuscinetti**

Grazie all'elevato modulo di elasticità, i cuscinetti ibridi offrono maggiore rigidità.

- **Riduzione del rischio di sfaldatura**

Il rischio di sfaldatura tra le superfici in nitrato di silicio e acciaio risulta ridotto anche in condizioni di lubrificazione inadeguate, in caso di velocità elevate o rapide accelerazioni, o se il film idrodinamico è insufficiente. In condizioni in cui $\kappa < 1$, si applica normalmente $\kappa = 1$ per i calcoli relativi alla durata dei cuscinetti ibridi (Condizione di lubrificazione – il coefficiente di viscosità, κ , [pagina 102](#)).

- **Riduzione del rischio di falsa brinellatura**

Se esposti a vibrazioni, i cuscinetti ibridi sono sensibilmente meno soggetti alla falsa brinellatura (formazione di depressioni superficiali nelle piste) tra le superfici in nitrato di silicio e in acciaio.

- **Ridotta sensibilità alle variazioni termiche**

Gli elementi volventi in nitrato di silicio presentano un coefficiente di dilatazione termica più basso, quindi sono più stabili alle variazioni termiche all'interno dei cuscinetti e consentono un controllo più accurato di precarico/gioco.



Assortimento

La gamma standard di cuscinetti ibridi di SKF (**fig. 1**) comprende le dimensioni più comuni per motori elettrici e generatori. Sono dunque compresi:

- cuscinetti radiali ad una corona di sfere e
 - design base
 - design con tenuta incorporata
 - design ibrido XL
- cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici

La gamma di cuscinetti ibridi presentata in questo catalogo costituisce l'assortimento base di SKF ed è solo una parte di quello completo. Altri cuscinetti ibridi sono:

- cuscinetti Super-precision ibridi (skf.com/super-precision)
 - cuscinetti obliqui a sfere ibridi Super-precision
 - cuscinetti a rulli cilindrici ibridi Super-precision
 - cuscinetti assiali obliqui a sfere ibridi Super-precision, a semplice e doppio effetto
- cuscinetti obliqui a sfere ibridi
- cuscinetti radiali a sfere ibridi in acciaio inossidabile
- unità cuscinetto dotate di cuscinetti ibridi

Per verificare la disponibilità e per ulteriori informazioni, rivolgetevi a SKF.

Design e varianti

Cuscinetti radiali a sfere ibridi

I cuscinetti radiali a sfere sono quelli più utilizzati, specialmente nei motori elettrici. I cuscinetti radiali a sfere ibridi di SKF (**fig. 2**):

- non sono scomponibili
 - sono idonei per velocità elevate
 - possono sopportare carichi radiali e assiali in entrambe le direzioni, in virtù della conformazione delle piste e del rapporto di oscurazione tra piste e sfere
 - sono prodotti secondo le specifiche della classe di prestazioni SKF Explorer (**pagina 7**)
 - sono disponibili con diametro del foro compreso tra 5 e 180 mm
 - con diametro foro $d \leq 45$ mm sono particolarmente indicati per i motori elettrici nella gamma di potenza da 0,15 a 15 kW, come pure per i generatori, gli elettrodomestici e gli azionamenti ad alta velocità
- I cuscinetti SKF radiali rigidi a sfere ibridi rappresentano la soluzione più economica al problema della erosione elettrica.

Cuscinetti con design base

- sono disponibili con un diametro del foro $d \geq 10$ mm

⚠ ATTENZIONE

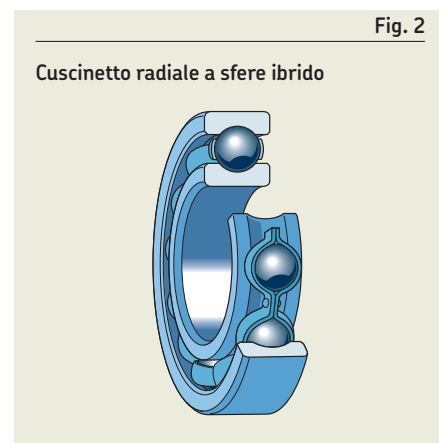
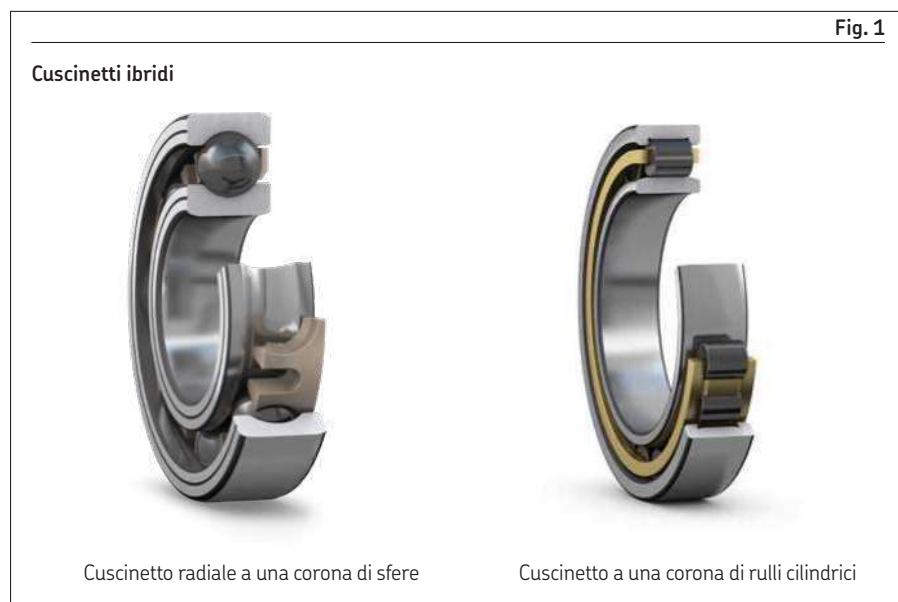
Le tenute realizzate in FKM (gomma al fluoro) esposte a fiamma libera o a temperature superiori a 300 °C (570 °F) sono pericolose per la salute e per l'ambiente! Restano pericolose anche dopo essersi raffreddate.

Leggere e rispettare le prescrizioni di sicurezza riportate a **pagina 197**.

Cuscinetti schermati

- utilizzano le stesse tenute descritte nella sezione *Cuscinetti schermati*, **pagina 242**
- sono lubrificati a vita e non devono essere lavati né rilubrificati
- sono praticamente esenti da manutenzione

Quando i cuscinetti schermati operano in alcune condizioni, ad es. a velocità molto alte o temperature elevate, si possono verificare perdite di grasso tra l'anello interno e il dispositivo di protezione. Per le applicazioni in cui una tale condizione potrebbe compromettere le prestazioni, occorre prendere opportuni provvedimenti.



21 Cuscinetti ibridi

Design dei cuscinetti schermati

Il grasso standard, idoneo per le condizioni di esercizio più comuni di generatori e motori elettrici, è identificato dal suffisso WT (tabella 3, pagina 245).

Per ulteriori informazioni sui grassi, fare riferimento a *Scelta di un grasso idoneo*, pagina 116.

Durata del grasso

La durata stimata del grasso, tipicamente, è doppia rispetto a quella dei cuscinetti con sfere in acciaio delle stesse dimensioni (Durata del grasso per cuscinetti schermati, pagina 246).

Cuscinetti ibridi XL

- sono identificati dal suffisso VA970 nell'appellativo
- sono progettati per soddisfare i requisiti applicativi dei generatori elettrici in turbine eoliche di grandi dimensioni
- sono disponibili per le dimensioni di generatori più diffuse (tabella di prodotto, pagina 1050)

Cuscinetti a rulli cilindrici ibridi

- sono scomponibili
- sono idonei per velocità elevate
- possono sopportare carichi radiali pesanti
- consentono lo spostamento assiale (fig. 4)
- sono comunemente utilizzati in motori elettrici, specialmente nei motori di trazione, e in applicazioni che operano in condizioni particolarmente gravose

Cuscinetti con design base

Il design NU, che prevede due orletti sull'anello esterno e nessun orletto sull'anello interno, costituisce il design base standard per i cuscinetti a rulli cilindrici ibridi (fig. 3).

Cuscinetti ibridi con anelli in acciaio e rivestimenti speciali

Per requisiti applicativi specifici, i cuscinetti ibridi possono essere personalizzati:

- anelli cuscinetto stabilizzati per temperature $\leq 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ (570 °F)
- anelli realizzati in acciaio inossidabile a tutta tempra che ne aumenta la resistenza alla corrosione e all'usura e con buone proprietà a temperature elevate
- anelli realizzati in acciaio inossidabile a tutta tempra per temperature criogeniche
- anelli realizzati in acciaio per utensili per temperature elevate
- anelli con rivestimento in cromato di zinco o un sottile strato di cromo per ottenere una protezione dalla corrosione
- anello con rivestimento a base di molibdeno per un basso coefficiente di attrito, specialmente per applicazioni sottovuoto e in presenza di gas

Per verificare la disponibilità e per ulteriori informazioni, rivolgetevi a SKF.

I cuscinetti a rulli cilindrici ibridi SKF sono provvisti di una delle seguenti gabbie:

- una gabbia in poliammide PA66 rinforzata con fibre di vetro, tipo a feritoie, centrata sui rulli (suffisso P)
- una gabbia in PEEK rinforzata con fibre di vetro, tipo a feritoie, centrata sui rulli (suffisso PH)
- una gabbia massiccia in ottone, rivettata, centrata sui rulli (suffisso M)
- una gabbia massiccia in ottone, tipo a feritoie, centrata sull'anello interno o esterno (in funzione del design del cuscinetto) (suffisso ML)

Per maggiori informazioni, fare riferimento alla sezione *Gabbie*, pagina 502.

Se utilizzati ad alta temperatura, alcuni lubrificanti possono avere effetti negativi sulle proprietà delle gabbie in poliammide. Per ulteriori informazioni sull'idoneità delle gabbie, fare riferimento a *Gabbie*, pagina 187.

Gabbie

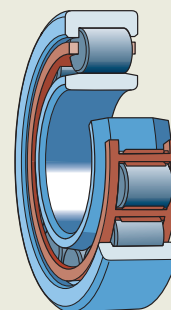
I cuscinetti radiali a sfere ibridi di SKF sono dotati di una delle seguenti gabbie:

- una gabbia in acciaio stampata, rivettata, centrata sulle sfere (nessun suffisso)
- una gabbia in poliammide PA66 rinforzata con fibre di vetro, tipo a scatto, centrata sulle sfere (suffisso TN9)
- una gabbia in PEEK rinforzata con fibre di vetro, tipo a scatto, centrata sulle sfere (suffisso TNH)
- una gabbia massiccia in ottone, rivettata, centrata sulle sfere (suffisso M)

Per maggiori informazioni, fare riferimento alla sezione *Gabbie*, pagina 249.

Fig. 3

Cuscinetto a rulli cilindrici ibrido



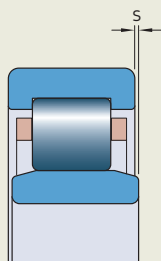
Dati sui cuscinetti

	Cuscinetti radiali a sfere	Cuscinetti a rulli cilindrici
Specifiche dimensionali	Dimensioni d'ingombro: ISO 15	
Tolleranze	Normale	Normale Tolleranza geometrica secondo la classe P6
Per ulteriori informazioni → pagina 35	ISO 492 (tabella 2, pagina 38, e tabella 3, pagina 39)	
Gioco interno	C3 Controllare la disponibilità di altre classi di gioco	
Per ulteriori informazioni → pagina 182	Valori: ISO 5753-1 (tabella 6, pagina 252)	Valori: ISO 5753-1 (tabella 3, pagina 506)
	Valori validi per cuscinetti prima del montaggio e carico pari a zero.	
Disallineamento ammissibile	Identico ai cuscinetti standard: → pagina 250	Identico ai cuscinetti standard: → pagina 504
Spostamento assiale ammissibile	—	$s_{\max}$ → tabella di prodotto, pagina 1056 I cuscinetti ibridi con design NU possono consentire lo spostamento assiale (fig. 4). Lo spostamento assiale dell'albero rispetto all'alloggiamento avviene all'interno dei cuscinetti, di conseguenza, potenzialmente non si verifica nessun aumento di attrito.
Proprietà elettriche	• Protezione dalle correnti AC e DC • L'elevata impedenza, anche a frequenze molto alte, assicura una buona protezione contro le correnti ad alta frequenza e i picchi di tensione. • Nel caso dei cuscinetti radiali a sfere ibridi di piccole dimensioni (con tenuta strisciante NBR), la tensione necessaria a far scoccare una scintilla nell'area di contatto tenuta-cuscinetto è: > 2,5 kV DC	



Fig. 4

Spostamento assiale



Carichi

Per consigli sul carico minimo, la capacità di carico assiale e i carichi equivalenti sul cuscinetto, fare riferimento alla sezione *Carichi* del corrispondente cuscinetto standard:

- *Cuscinetti radiali a sfere*, **pagina 254**
- *Cuscinetti a rulli cilindrici*, **pagina 509**

I valori e fattori specifici per i cuscinetti ibridi richiesti sono riportati nelle corrispondenti tabelle di prodotto:

- *Cuscinetti radiali a sfere ibridi*, **pagina 1050**
 - coefficiente di carico statico di base C_0
 - fattori di calcolo f_0 e k_r
- *Cuscinetti a rulli cilindrici ibridi*, **pagina 1056**
 - fattore di calcolo k_r
 - velocità di riferimento

Precarico assiale

Nel caso dei sistemi costituiti da due cuscinetti radiali a sfere ibridi è consuetudine applicare un precarico assiale al fine di ottenere una minore rumorosità e poter raggiungere elevate velocità di esercizio. Il precarico assiale può essere applicato con delle molle, come descritto in *Precarico a molle*, **pagina 186**.

21



Limiti di temperatura

I fattori che possono limitare la temperatura di esercizio ammissibile per i cuscinetti ibridi sono:

- stabilità dimensionale degli anelli del cuscinetto
- gabbia
- tenute
- lubrificante

Contattare SKF quando si prevedono temperature che esulano dall'intervallo consentito.

Anelli del cuscinetto

Gli anelli dei cuscinetti ibridi SKF sono stabilizzati termicamente fino ad almeno:

- 120 °C (250 °F) per cuscinetti radiali a sfere ibridi con design base
- 150 °C (300 °F) per cuscinetti a rulli cilindrici ibridi e cuscinetti radiali a sfere ibridi XL

Su richiesta, SKF può fornire cuscinetti ibridi con anelli stabilizzati per temperature di esercizio fino a 300 °C (570 °F).

Gabbie

È possibile utilizzare gabbie di acciaio, ottone o PEEK alle stesse temperature di esercizio degli anelli dei cuscinetti ibridi standard. Per i limiti di temperatura per altre gabbie in polimero, fare riferimento alla sezione *Gabbie in polimero*, **pagina 188**.

Tenute

La temperatura di esercizio ammissibile per le tenute dipende dal materiale delle stesse:

- NBR: da -40 a +100 °C (da -40 a +210 °F)
Per brevi periodi, sono anche possibili temperature fino a 120 °C (250 °F).
- FKM: da -30 a +200 °C (da -20 a +390 °F)
Per brevi periodi, sono anche possibili temperature fino a 230 °C (445 °F).

Tipicamente, le temperature di picco si verificano sul labbro di tenuta.

Lubrificanti

I limiti di temperatura per il grasso utilizzato per i cuscinetti radiali a sfere ibridi schermati di SKF sono indicati nella **tabella 3**, **pagina 116**. Per i limiti di temperatura per altri grassi SKF, fare riferimento alla sezione *Scelta di un grasso SKF idoneo*, **pagina 116**.

Se si utilizzano lubrificanti non forniti da SKF, è necessario valutare i limiti di temperatura secondo il concetto di semaforo di SKF (**pagina 117**).

Velocità ammissibile

I valori di velocità nelle tabelle di prodotto (*Cuscinetti radiali a sfere ibridi*, **pagina 1050** e *Cuscinetti a rulli cilindrici ibridi*, **pagina 1056**) indicano:

- la **velocità di riferimento**, che consente una rapida valutazione della capacità di sopportare la velocità da un punto di vista termico di riferimento
- la **velocità limite**, che costituisce un limite meccanico da non superare, a meno che il design del cuscinetto e l'applicazione non consentano velocità più elevate

Per ulteriori informazioni, fare riferimento alla sezione *Temperatura e velocità di esercizio*, **pagina 129**.

SKF consiglia la lubrificazione a olio per i cuscinetti con gabbia centrata sull'anello (suffisso ML). Se questi cuscinetti vengono lubrificati a grasso il valore nd_m è limitato a $\leq 250\,000$ mm/min.

dove

d_m = diametro medio del cuscinetto [mm]
= 0,5 (d + D)

n = velocità di rotazione [giri/min]

Sistema di denominazione

Fare riferimento alla sezione *Sistema di denominazione* dello specifico cuscinetto standard:

- cuscinetti radiali a una corona di sfere, **pagina 258**
- cuscinetti a una corona di rulli cilindrici, **pagina 514**

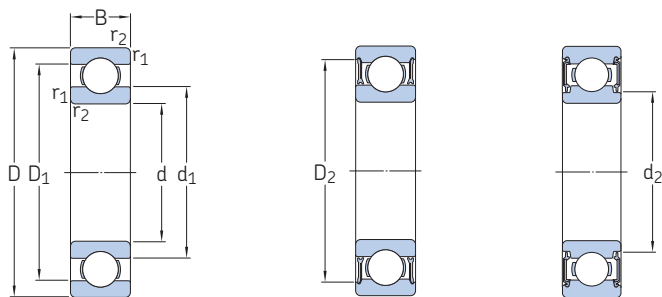
Di seguito sono spiegati i suffissi utilizzati per identificare i cuscinetti ibridi SKF.

- C3P** Intervallo di gioco spostato, comprendente la metà superiore di C3 e la metà inferiore del successivo intervallo di gioco C4
- F1** Il grasso riempie il 10–15% dello spazio libero nel cuscinetto
- HC5** Corpi volventi realizzati in nitruro di silicio
- S0** Anelli cuscinetto stabilizzati termicamente per temperature di esercizio $\leq 150\text{ °C}$ (300 °F)
- VA970** Cuscinetti radiali a sfere con design speciale per generatori di turbine eoliche
- VC444** Anelli cuscinetto realizzati in acciaio ad alto contenuto di azoto



21.1 Cuscinetti radiali a sfere ibridi

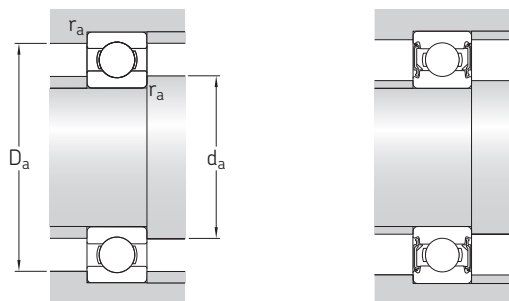
d 5 – 25 mm



Schermato (2RZ)

Schermato (2RSL)

Dimensioni principali			Coefficienti di carico base		Carico limite di fatica	Velocità di base		Massa	Appellativo
d	D	B	C	C ₀	P _u	Velocità di riferimento	Velocità limite		
mm			kN		kN	giri/min		kg	–
5	16	5	1,14	0,38	0,016	125 000	67 000	0,005	► 625-2RZTN9/HC5C3WTF1
6	19	6	2,34	0,95	0,04	100 000	45 000	0,008	626-2RSLTN9/HC5C3WTF1
7	19	6	2,34	0,95	0,04	100 000	45 000	0,007	► 607-2RSLTN9/HC5C3WTF1
	22	7	3,45	1,37	0,057	85 000	40 000	0,012	► 627-2RSLTN9/HC5C3WTF1
8	22	7	3,45	1,37	0,057	85 000	40 000	0,01	► 608-2RSLTN9/HC5C3WTF1
10	26	8	4,75	1,96	0,083	70 000	32 000	0,018	► 6000-2RSLTN9/HC5C3WT
	26	8	4,75	1,96	0,083	70 000	45 000	0,019	6000/HC5C3
	30	9	5,4	2,36	0,1	65 000	30 000	0,032	► 6200-2RSLTN9/HC5C3WT
12	30	9	5,4	2,36	0,1	65 000	40 000	0,032	6200/HC5C3
	28	8	5,4	2,36	0,1	65 000	30 000	0,022	► 6001-2RSLTN9/HC5C3WT
	28	8	5,4	2,36	0,1	65 000	40 000	0,021	6001/HC5C3
	32	10	7,28	3,1	0,132	60 000	26 000	0,037	► 6201-2RSLTN9/HC5C3WT
15	32	10	7,28	3,1	0,132	60 000	36 000	0,037	6201/HC5C3
	32	9	5,85	2,85	0,12	56 000	24 000	0,03	► 6002-2RSLTN9/HC5C3WT
	32	9	5,85	2,85	0,12	56 000	34 000	0,03	6002/HC5C3
	35	11	8,06	3,75	0,16	50 000	22 000	0,044	► 6202-2RSLTN9/HC5C3WT
17	35	11	8,06	3,75	0,16	50 000	32 000	0,045	6202/HC5C3
	35	10	6,37	3,25	0,137	50 000	22 000	0,038	► 6003-2RSLTN9/HC5C3WT
	35	10	6,37	3,25	0,137	50 000	30 000	0,038	6003/HC5C3
	40	12	9,95	4,75	0,2	45 000	20 000	0,059	► 6203-2RSLTN9/HC5C3WT
20	40	12	9,95	4,75	0,2	45 000	28 000	0,065	6203/HC5C3
	42	12	9,95	5	0,212	40 000	19 000	0,062	► 6004-2RSLTN9/HC5C3WT
	42	12	9,95	5	0,212	40 000	26 000	0,067	6004/HC5C3
	47	14	13,5	6,55	0,28	38 000	17 000	0,097	► 6204-2RSLTN9/HC5C3WT
25	47	14	13,5	6,55	0,28	38 000	24 000	0,11	6204/HC5C3
	47	12	11,9	6,55	0,275	36 000	16 000	0,073	► 6005-2RSLTN9/HC5C3WT
	47	12	11,9	6,55	0,275	36 000	22 000	0,078	6005/HC5C3
	52	15	14,8	7,8	0,335	32 000	15 000	0,13	► 6205-2RSLTN9/HC5C3WT
	52	15	14,8	7,8	0,335	32 000	20 000	0,13	6205/HC5C3

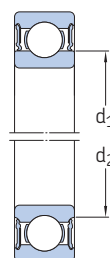
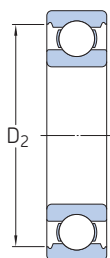
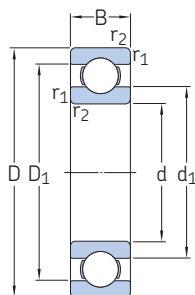


Dimensioni						Dimensioni dei particolari che accolgono il cuscinetto				Fattori di calcolo	
d	d ₁ ≈	d ₂ ≈	D ₁ ≈	D ₂ ≈	r _{1,2} min.	d _a min.	d _a max.	D _a max.	r _a max.	k _r	f ₀
mm						mm				–	
5	8,4	–	–	13,3	0,3	7,4	8,3	13,6	0,3	0,025	8,4
6	–	9,5	–	16,5	0,3	7,4	9,4	16,6	0,3	0,025	13
7	–	9,5	–	16,5	0,3	9	9,4	17	0,3	0,025	13
	–	10,6	–	19,2	0,3	9,4	10,5	19,6	0,3	0,025	12
8	–	10,6	–	19,2	0,3	10	10,5	20	0,3	0,025	12
10	–	13	–	22,6	0,3	12	12,5	24	0,3	0,025	12
	14,8	–	21,2	–	0,3	12	–	24	0,3	0,025	12
	–	15,2	–	24,8	0,6	14,2	15	25,8	0,6	0,025	13
	17	–	23,2	–	0,6	14,2	–	25,8	0,6	0,025	13
12	–	15,2	–	24,8	0,3	14	15	26	0,3	0,025	13
	17	–	23,2	–	0,3	14	–	26	0,3	0,025	13
	–	16,6	–	27,4	0,6	16,2	16,5	27,8	0,6	0,025	12
	18,4	–	25,7	–	0,6	16,2	–	27,8	0,6	0,025	12
15	–	18,7	–	28,2	0,3	17	18,5	30	0,3	0,025	14
	20,5	–	26,7	–	0,3	17	–	30	0,3	0,025	14
	–	19,4	–	30,4	0,6	19,2	19,4	30,8	0,6	0,025	13
	21,7	–	29	–	0,6	19,2	–	30,8	0,6	0,025	13
17	–	20,7	–	31,4	0,3	19	20,5	33	0,3	0,025	14
	23	–	29,2	–	0,3	19	–	33	0,3	0,025	14
	–	22,2	–	35	0,6	21,2	22	35,8	0,6	0,025	13
	24,5	–	32,7	–	0,6	21,2	–	35,8	0,6	0,025	13
20	–	24,9	–	37,2	0,6	23,2	24,5	38,8	0,3	0,025	14
	27,2	–	34,8	–	0,6	23,2	–	38,8	0,3	0,025	14
	–	26,3	–	40,6	1	25,6	26	41,4	1	0,025	13
	28,8	–	38,5	–	1	25,6	–	41,4	1	0,025	13
25	–	29,7	–	42,2	0,6	28,2	29,5	43,8	0,3	0,025	14
	32	–	40	–	0,6	28,2	–	43,8	0,3	0,025	14
	–	31,8	–	46,3	1	30,6	31,5	46,4	1	0,025	14
	34,3	–	44	–	1	30,6	–	46,4	1	0,025	14



21.1 Cuscinetti radiali a sfere ibridi

d 30 – 65 mm

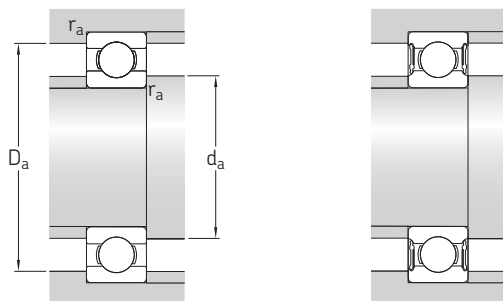


Schermato (2RZ)

Schermato (2RS1)

Dimensioni principali			Coefficienti di carico base		Carico limite di fatica	Velocità di base		Massa	Appellativo
d	D	B	C	C ₀	P _u	Velocità di riferimento	Velocità limite		
mm			kN		kN	giri/min		kg	–
30	55	13	13,8	8,3	0,355	30 000	16 000	0,11	▶ 6006-2RZTN9/HC5C3WT
	55	13	13,8	8,3	0,355	30 000	19 000	0,12	6006/HC5C3
	62	16	20,3	11,2	0,475	28 000	15 000	0,18	▶ 6206-2RZTN9/HC5C3WT
35	62	14	16,8	10,2	0,44	26 000	14 000	0,15	▶ 6007-2RZTN9/HC5C3WT
	62	14	16,8	10,2	0,44	26 000	17 000	0,15	6007/HC5C3
	72	17	27	15,3	0,655	24 000	13 000	0,26	▶ 6207-2RZTN9/HC5C3WT
	72	17	27	15,3	0,655	24 000	15 000	0,29	6207/HC5C3
40	68	15	17,8	11	0,49	24 000	12 000	0,19	▶ 6008-2RZTN9/HC5C3WT
	68	15	17,8	11	0,49	24 000	15 000	0,19	6008/HC5C3
	80	18	32,5	19	0,8	20 000	11 000	0,34	▶ 6208-2RZTN9/HC5C3WT
	80	18	32,5	19	0,8	20 000	13 000	0,37	6208/HC5C3
45	75	16	22,1	14,6	0,64	20 000	13 000	0,24	6009/HC5C3
	85	19	35,1	21,6	0,915	20 000	10 000	0,42	▶ 6209-2RZTN9/HC5C3WT
	85	19	35,1	21,6	0,915	20 000	12 000	0,37	6209/HC5C3
	100	25	55,3	31,5	1,34	–	4 500	0,15	▶ 6309-2RS1TN9/HC5C3WT
50	90	20	37,1	23,2	0,98	–	4 800	0,44	▶ 6210-2RS1/HC5C3WT
	90	20	37,1	23,2	0,98	18 000	11 000	0,45	6210/HC5C3
	110	27	65	38	1,6	–	4 300	0,99	▶ 6310-2RS1/HC5C3WT
	110	27	65	38	1,6	16 000	10 000	1,1	6310/HC5C3
55	100	21	46,2	29	1,25	–	4 300	0,59	▶ 6211-2RS1/HC5C3WT
	100	21	46,2	29	1,25	16 000	10 000	0,61	6211/HC5C3
	120	29	74,1	45	1,9	–	3 800	1,4	▶ 6311-2RS1/HC5C3WT
	120	29	74,1	45	1,9	14 000	9 000	1,35	6311/HC5C3
60	110	22	55,3	36	1,53	–	4 000	0,71	▶ 6212-2RS1/HC5C3WT
	110	22	55,3	36	1,53	15 000	9 500	0,78	6212/HC5C3
	130	31	81,9	52	2,2	–	3 400	1,75	▶ 6312-2RS1/HC5C3WT
	130	31	85,2	52	2,2	13 000	8 500	1,7	6312/HC5C3
65	120	23	58,5	40,5	1,73	–	3 600	0,92	▶ 6213-2RS1/HC5C3WT
	120	23	58,5	40,5	1,73	14 000	8 500	1	6213/HC5C3
	140	33	97,5	60	2,5	–	3 200	2,15	▶ 6313-2RS1/HC5C3WT

▶ Popular item

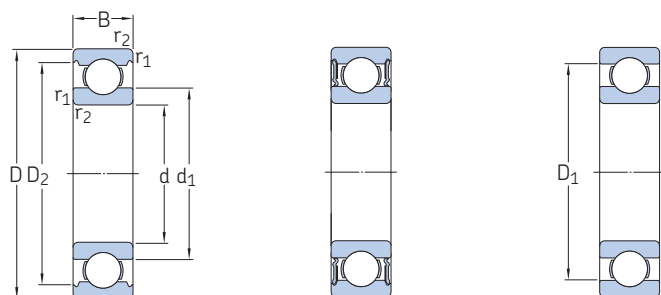


Dimensioni						Dimensioni dei particolari che accolgono il cuscinetto				Fattori di calcolo	
d	d ₁ ≈	d ₂ ≈	D ₁ ≈	D ₂ ≈	r _{1,2} min.	d _a min.	d _a max.	D _a max.	r _a max.	k _r	f ₀
mm						mm				–	
30	38,2	–	–	49	1	34,6	38,1	50,4	0,3	0,025	15
	38,2	–	46,8	–	1	34,6	–	50,4	0,3	0,025	15
	40,3	–	–	54,1	1	35,6	40,3	56,4	1	0,025	14
35	43,7	–	–	55,6	1	39,6	43,7	57,4	0,3	0,025	15
	43,7	–	53,3	–	1	39,6	–	57,4	0,3	0,025	15
	46,9	–	–	62,7	1,1	42	46,8	65	1	0,025	14
40	46,9	–	60	–	1,1	42	–	65	1	0,025	14
	49,2	–	–	61,1	1	44,6	49,2	63,4	0,3	0,025	15
	49,2	–	58,8	–	1	44,6	–	63,4	0,3	0,025	15
45	52,6	–	–	69,8	1,1	47	52,5	73	1	0,025	14
	52,6	–	67,4	–	1,1	47	–	73	1	0,025	14
	54,7	–	65,3	–	1	50	–	70	0,3	0,025	15
50	57,6	–	–	75,2	1,1	52	57,5	78	1	0,025	14
	56,6	–	72,4	–	1	52	–	78	1	0,025	14
	–	54	–	86,7	1,5	54	62,1	91	1,5	0,025	13
55	62,5	–	–	81,6	1,1	57	62,4	83	1	0,025	14
	62,5	–	–	81,6	1,1	57	–	83	1	0,025	14
	68,7	–	–	95,2	2	61	–	99	1,5	0,025	13
60	68,7	–	–	95,2	2	61	–	99	2	0,025	13
	69	–	–	89,4	1,5	64	69	91	1,5	0,025	14
	69	–	–	89,4	1,5	64	–	91	1,5	0,025	14
65	75,3	–	–	104	2	66	–	109	2	0,025	13
	75,3	–	–	104	2	66	–	109	2	0,025	13
	75,5	–	–	98	1,5	69	75,4	101	1,5	0,025	14
70	75,5	–	–	98	1,5	69	–	101	1,5	0,025	14
	81,8	–	–	112	2,1	72	–	118	2	0,025	13
	81,8	–	–	112	2,1	72	–	118	2	0,025	13
75	83,3	–	–	106	1,5	74	83,2	111	1,5	0,025	15
	83,3	–	–	106	1,5	74	–	111	1,5	0,025	15
	88,3	–	–	121	2,1	77	88,3	128	2	0,025	13



21.1 Cuscinetti radiali a sfere ibridi

d 70 – 180 mm



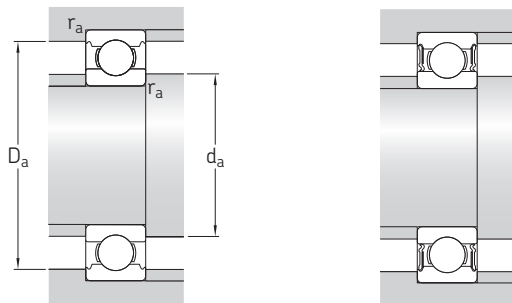
Schermato (2RS1)

VA970

Dimensioni principali			Coefficienti di carico base		Carico limite di fatica	Velocità di base		Massa	Appellativo
d	D	B	C	C ₀	P _u	Velocità di riferimento	Velocità limite		
mm			kN		kN	giri/min		kg	–
70	125	24	63,7	45	1,9	–	3 400	1	► 6214-2RS1/HC5C3WT 6214/HC5C3 6314/HC5C3
	125	24	63,7	45	1,9	13 000	8 500	1,1	
	150	35	111	68	2,75	11 000	7 000	2,55	
75	130	25	68,9	49	2,04	–	3 200	1,05	► 6215-2RS1/HC5C3WT 6215/HC5C3 6315/HC5C3
	130	25	68,9	49	2,04	12 000	8 000	1,2	
	160	37	119	76,5	3	11 000	7 000	3,05	
80	140	26	72,8	55	2,2	11 000	7 000	1,3	6216/HC5C3 6316/HC5C3
	170	39	130	86,5	3,25	10 000	6 300	3,65	
85	150	28	87,1	64	2,5	11 000	70 000	1,8	6217/HC5C3 6317/HC5C3
	180	41	140	96,5	3,55	9 500	6 000	4,25	
90	160	30	101	73,5	2,8	10 000	6 300	1,95	6218/HC5C3 6318/HC5C3
	190	43	151	108	3,8	9 000	5 600	4,95	
95	170	32	114	81,5	3	9 500	6 000	2,65	6219/HC5C3 6319/HC5C3
	200	45	159	118	4,15	8 500	5 600	5,75	
100	180	34	127	93	3,35	9 000	5 600	3,2	6220/HC5C3 6320/HC5C3
	215	47	182	140	4,75	9 000	5 000	6,15	
110	240	50	197,291	175,334	4,15	8 000	4 300	9,1	► 6322/HC5C3S0VA970
120	260	55	210,618	199,897	4,55	7 000	4 000	12,5	► 6324/HC5C3S0VA970
130	280	58	223,245	223,442	4,9	6 700	3 800	15,5	► 6326/HC5C3S0VA970
140	300	62	279,21	265,927	7,1	6 300	3 600	15,5	► 6328/HC5C3S0VA970
150	320	65	303,174	306,454	7,8	6 000	3 200	20,5	► 6330/HC5C3S0VA970
160	340	68	347,528	391,111	7,65	5 300	2 800	24	► 6332/HC5C3S0VA970
170	360	72	347,528	391,111	7,65	5 300	2 800	30	► 6334/HC5C3S0VA970
180	380	75	330,979	391,111	7,65	5 300	2 800	36,5	► 6336/HC5C3PS0VA970

21.1

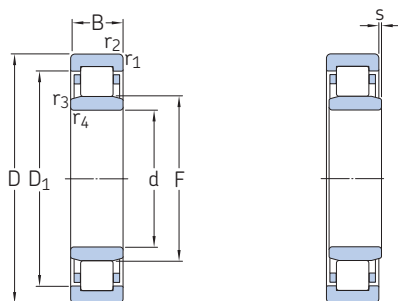




Dimensioni						Dimensioni dei particolari che accolgono il cuscinetto				Fattori di calcolo	
d	d ₁ ≈	d ₂ ≈	D ₁ ≈	D ₂ ≈	r _{1,2} min.	d _a min.	d _a max.	D _a max.	r _a max.	k _r	f ₀
mm						mm				—	
70	87	—	—	111	1,5	79	87	116	1,5	0,025	15
	87	—	—	111	1,5	79	—	116	1,5	0,025	15
	94,9	—	—	130	2,1	82	—	138	2	0,025	13
75	92	—	—	117	1,5	84	92	121	1,5	0,025	15
	92	—	—	117	1,5	84	—	121	1,5	0,025	15
	101	—	—	138	2,1	87	—	148	2	0,025	13
80	101	—	—	127	2	91	—	129	2	0,025	15
	108	—	—	147	2,1	92	—	158	2	0,03	13
85	106	—	—	135	2	96	—	139	2	0,025	15
	114	—	—	155	3	99	—	166	2,5	0,03	13
90	112	—	—	143	2	101	—	149	2	0,025	15
	121	—	—	164	3	104	—	176	2,5	0,03	13
95	118	—	—	151	2,1	107	—	158	2	0,025	14
	127	—	—	172	3	109	—	186	2,5	0,03	13
100	124	—	—	160	2,1	112	—	168	2	0,025	14
	135	—	—	184	3	114	—	201	2,5	0,03	13
110	160	—	198	—	3	124	—	226	2,5	0,03	15
120	175	—	216	—	3	134	—	246	2,5	0,03	15
130	189	—	228	—	4	147	—	263	3	0,03	15
140	189	—	250	—	4	157	—	283	3	0,03	14
150	205	—	264	—	4	167	—	303	3	0,03	14
160	236	—	295	—	4	177	—	323	3	0,03	14
170	236	—	295	—	4	187	—	343	3	0,03	14
180	236	—	295	—	4	197	—	363	3	0,03	14

21.2 Cuscinetti a rulli cilindrici ibridi

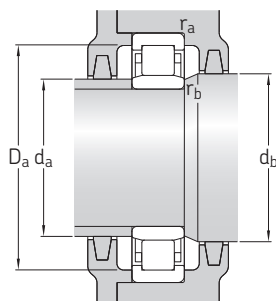
d 40 – 100 mm



Dimensioni principali			Coefficienti di carico base		Carico limite di fatica	Velocità di base		Massa	Appellativo
d	D	B	dinamico C	statico C ₀	P _u	Velocità di riferimento	Velocità limite		
mm			kN		kN	giri/min		kg	–
40	68	15	25,1	26	3	13 000	22 000	0,21	► NU 1008 ML/HC5C3
45	75	16	44,6	52	6,3	12 000	13 000	0,19	► NU 1009 ECP/HC5C3
50	80	16	46,8	56	6,7	11 000	12 000	0,23	► NU 1010 ECP/HC5C3
	90	20	64,4	69,5	7,5	9 000	11 000	0,49	► NU 210 ECM/HC5C3
	110	27	110	112	15	7 000	10 000	0,93	► NU 310 ECM/HC5C3
55	90	18	57,2	69,5	8,3	10 000	11 000	0,4	► NU 1011 ECM/HC5C3
	100	21	84,2	95	12,2	8 000	10 000	0,54	► NU 211 ECM/HC5C3
	120	29	138	143	18,6	6 700	9 000	1,15	► NU 311 ECM/HC5C3
60	95	18	37,4	44	5,3	9 500	10 000	0,44	► NU 1012 M/HC5C3
	110	22	93,5	102	13,4	7 500	9 000	0,64	► NU 212 ECM/HC5C3
	130	31	173	160	21,2	6 000	8 000	1,45	► NU 312 ECM/HC5C3
65	100	18	62,7	81,5	9,8	9 000	9 500	0,38	► NU 1013 ECP/HC5C3
	120	23	106	118	15,6	6 700	8 500	0,83	► NU 213 ECM/HC5C3
	140	33	183	196	7,1	5 600	7 500	1,75	► NU 313 ECM/HC5C3
70	110	20	76,5	93	12	8 000	8 500	0,53	► NU 1014 ECP/HC5C3
	125	24	119	137	18	6 300	8 000	1,1	► NU 214 ECM/HC5C3
	150	35	205	228	7,1	5 300	7 000	2,15	► NU 314 ECM/HC5C3
75	115	20	58,3	71	8,5	7 500	8 500	0,61	► NU 1015 M/HC5C3
	130	25	130	156	20,4	6 000	7 500	1,2	► NU 215 ECM/HC5C3
80	125	22	99	127	16,3	7 000	7 500	0,88	► NU 1016 ECM/HC5C3
	140	26	138	166	21,2	5 600	7 000	1,5	► NU 216 ECM/HC5C3
85	130	22	68,2	86,5	10,8	6 700	7 500	0,95	► NU 1017 M/HC5C3
	150	28	165	200	5,5	5 300	6 700	1,75	► NU 217 ECM/HC5C3
90	140	24	80,9	104	12,7	6 300	7 000	1,2	► NU 1018 M/HC5C3
	160	30	183	220	27	5 000	6 300	2,1	► NU 218 ECM/HC5C3
95	145	24	84,2	110	13,2	6 000	10 000	1,3	► NU 1019 ML/HC5C3
100	150	24	85,8	114	13,7	6 000	6 300	1,3	► NU 1020 M/HC5C3

21.2





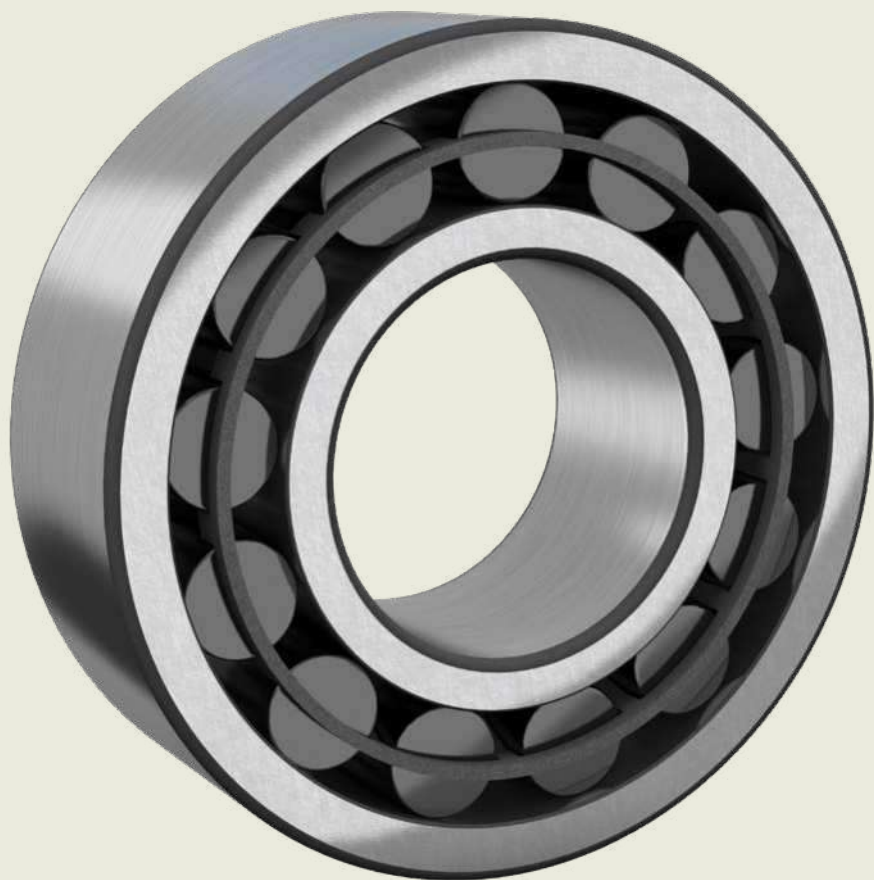
Dimensioni						Dimensioni dei particolari che accolgono il cuscinetto						Fattore di calcolo
d	D ₁ ≈	F	r _{1,2} min.	r _{3,4} min.	s max.	d _a min.	d _a max.	d _b min.	D _a max.	r _a max.	r _b max.	k _r
mm						mm						–
40	57,6	47	1	0,6	2,4	43,2	45	49	63	1	1	0,15
45	65,3	52,5	1	0,6	0,9	48,2	51	54	70	1	0,6	0,1
50	70	57,5	1	0,6	1	53,2	56	60	75	1	1	0,1
	78	59,5	1,1	1,1	1,5	57	57	62	83	1	1	0,15
	92,1	65	2	2	1,9	61	63	67	99	2	2	0,15
55	79	64,5	1,1	1	0,5	59,6	63	67	84	1	1	0,1
	86,3	66	1,5	1,1	1	62	64	68	91	1,5	1,5	0,15
	101	70,5	2	2	2	66	68	73	109	2	2	0,15
60	81,6	69,5	1,1	1	2,9	64,6	68	72	89	1	1	0,1
	95,7	72	1,5	1,5	1,4	69	70	74	101	1,5	1,5	0,15
	110	77	2,1	2,1	2,1	72	74	79	118	2	2	0,15
65	88,5	74	1,1	1	1	69,6	72	77	94	1	1	0,1
	104	78,5	1,5	1,5	1,4	74	76	81	111	1,5	1,5	0,15
	119	82,5	2,1	2,1	2,2	77	80	85	127	2	2	0,15
70	97,5	79,5	1,1	1	1,3	74,6	78	82	104	1	1	0,1
	109	83,5	1,5	1,5	1,2	79	81	86	116	1,5	1,5	0,15
	127	89	2,1	2,1	1,8	82	86	92	137	2	2	0,15
75	101	85	1,1	1	3	79,6	83	87	109	1	1	0,1
	114	88,5	1,5	1,5	1,2	84	86	91	121	1,5	1,5	0,15
80	109	91,5	1,1	1	3,3	86	90	94	119	1	1	0,1
	123	95,3	2	2	1,4	91	93	98	129	2	2	0,15
85	114	96,5	1,1	1	3,3	89,6	95	99	124	1	1	0,1
	131	100,5	2	2	1,5	96	98	103	139	2	2	0,15
90	122	103	1,5	1,1	3,5	96	101	106	133	1,5	1	0,1
	140	107	2	2	1,8	101	104	110	149	2	2	0,15
95	127	108	1,5	1,1	3,5	101	106	111	138	1,5	1	0,15
100	132	113	1,5	1,1	3,5	106	111	116	143	1,5	1	0,1





22

Cuscinetti con
rivestimento
NoWear



22 Cuscinetti con rivestimento NoWear

Design e varianti	1061
Gabbie	1061
Dati sui cuscinetti	1062
Durata di esercizio dei cuscinetti	1062
Carichi	1062
Carico minimo	1062
Capacità di carico, carichi equivalenti sul cuscinetto	1062
Limiti di temperatura	1062
Velocità ammissibile	1062
Lubrificazione	1062
Sistema di denominazione	1062



22 Cuscinetti con rivestimento NoWear

Maggiori informazioni

Conoscenze generali sui cuscinetti	17
Procedura di scelta dei cuscinetti	59
Lubrificazione	109
Interfacce cuscinetto	139
Tolleranze per la sede in condizioni standard	148
Scelta del gioco interno o precarico	182
Sistema di tenuta, montaggio e smontaggio	193

NoWear è un rivestimento di carbonio resistente all'usura applicabile agli elementi volventi e alla(e) pista(e) dell'anello interno di un cuscinetto (appellativo con suffisso L7DA) oppure soltanto agli elementi volventi (appellativo con suffisso L5DA) (**fig. 1**).

Con un procedimento di deposizione di vapori viene applicato un rivestimento al carbonio resistente all'usura. Lo spessore del rivestimento va da 1 a 3 µm, in base alle dimensioni del cuscinetto. Il rivestimento ha una durezza di 1 200 HV 10.

Le superfici del cuscinetto con rivestimento NoWear mantengono la tenacità del materiale sottostante, ma possono beneficiare della durezza, delle proprietà di attrito e della resistenza all'usura migliori offerte dal rivestimento.

Durante il periodo di rodaggio, esigue quantità del materiale di rivestimento vengono trasferite alle controfaccie. Tale rivestimento riduce l'attrito e migliora la resistenza all'usura e alla sfaldatura, anche nei cuscinetti in cui sono stati rivestiti solo gli elementi volventi.

Caratteristiche dei cuscinetti

- Lunga durata di esercizio
- Idoneo per condizioni di esercizio gravose, quali:
 - maggiore rischio di sfaldatura
 - film di lubrificante insufficiente
 - improvvise variazioni di carico
 - carichi leggeri
 - repentine variazioni di velocità
 - vibrazioni e oscillazioni

Fig. 1

Cuscinetto con rivestimento NoWear



L5DA

Applicazioni

I cuscinetti con rivestimento NoWear possono aiutare a migliorare la durata delle applicazioni esistenti operanti in condizioni gravose. Offrono infatti nuove possibilità di progettazione, senza richiedere modifiche significative per il design. Le applicazioni tipiche in cui si possono utilizzare i cuscinetti con rivestimento NoWear comprendono:

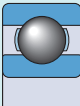
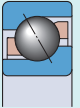
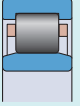
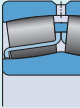
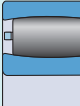
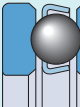
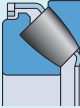
- macchine per la carta
- applicazioni del settore navale e offshore
- ventilatori
- compressori
- pompe idrauliche
- riduttori
- motori idraulici

I cuscinetti con rivestimento NoWear non sono indicati nelle applicazioni sotto vuoto o funzionanti completamente a secco. Il rivestimento non agisce come una barriera contro l'ossigeno e perciò non è consigliato come inibitore di corrosione.



Tabella 1

Cuscinetti NoWear – Assortimento standard

Tipo di cuscinetto		Varianti disponibili	
Simbolo	Ampia Gamma		
	Cuscinetti radiali a sfere d = da 15 a 140 mm	L5DA	L7DA
	Cuscinetti obliqui a sfere d = da 15 a 140 mm	L5DA	L7DA
	Cuscinetti a rulli cilindrici d = da 15 a 220 mm d > 220 mm	L5DA L5DA	L7DA –
	Cuscinetti a rullini d = da 15 a 220 mm d > 220 mm	L5DA L5DA	L7DA –
	Cuscinetti orientabili a rulli d = da 15 a 220 mm d > 220 mm	L5DA L5DA	L7DA –
	Cuscinetti toroidali a rulli CARB d = da 15 a 220 mm d > 220 mm	L5DA L5DA	L7DA –
	Cuscinetti assiali a sfere d = da 15 a 110 mm	L5DA	–
	Cuscinetti assiali orientabili a rulli tutte le dimensioni	L5DA	–

Gli intervalli sono solo linee guida generali e possono differire tra le serie dimensionali. Per ulteriori informazioni, rivolgetevi a SKF.

Design e varianti

I cuscinetti NoWear più comuni sono quelli col rivestimento applicato ai soli corpi volventi (suffisso L5DA). Sono consigliati per applicazioni in cui il carico del cuscinetto è compreso tra leggero e normale o in cui si verificano movimenti vibrazionali e/o oscillazioni.

I cuscinetti con rivestimento NoWear sia sulle piste che sui corpi volventi (suffisso L7DA) sono consigliati in presenza delle seguenti condizioni operative:

- contaminanti abrasivi che possono causare l'usura prematura
- carichi pesanti
- condizioni di lubrificazione inusuali, come i cuscinetti lubrificati con le stesse sostanze impiegate nelle lavorazioni

La maggior parte dei cuscinetti volventi SKF può essere fornita nella variante con rivestimento NoWear. Per varianti non riportate nella **tabella 1**, rivolgetevi a SKF.

Gabbie

Fare riferimento alla sezione *Gabbie* nell'area di prodotto dedicata al cuscinetto standard specifico.



Dati sui cuscinetti

Standard dimensionali, tolleranze, gioco interno, disallineamento ammissibile

Fare riferimento alla sezione *Dati sui cuscinetti* nell'area di prodotto dedicata al cuscinetto standard specifico.

Durata di esercizio dei cuscinetti

L'incremento della durata operativa di un cuscinetto con rivestimento NoWear rispetto ad uno standard in applicazioni caratterizzate da alte velocità di rotazione e carichi leggeri è difficile da poter calcolare e dipende da una grande varietà di fattori. L'esperienza tuttavia ha dimostrato molteplici miglioramenti nella durata del cuscinetto.

Per cuscinetti ingrassati che operano a velocità vicine o superiori alla velocità consentita o a elevate temperature che riducono la durata del grasso, l'impiego di cuscinetti con rivestimento NoWear può portare ad un prolungamento degli intervalli di rilubrificazione.

In condizioni di lubrificazione marginale, i cuscinetti NoWear possono consentire un prolungamento della durata di esercizio.

Carichi

Carico minimo

Grazie alla combinazione di materiale NoWear/acciaio nell'area di contatto, i danneggiamenti legati all'usura sono ridotti. I cuscinetti con rivestimento NoWear sono consigliati per applicazioni con carichi leggeri in combinazione con velocità elevate, in cui i danni da sfaldatura potrebbero costituire un problema.

Capacità di carico, carichi equivalenti sul cuscinetto

Fare riferimento alla sezione *Carichi* nell'area di prodotto dedicata al cuscinetto standard specifico.

Limiti di temperatura

Per i limiti di temperatura del cuscinetto, fare riferimento alla sezione *Limiti di temperatura* nell'area di prodotto dedicata al cuscinetto standard specifico.

Il rivestimento NoWear può resistere a temperature fino a 350 °C (660 °F).

Velocità ammissibile

Fare riferimento alla sezione *Velocità ammissibile* nell'area di prodotto dedicata al cuscinetto standard specifico.

Lubrificazione

In generale, per i cuscinetti con rivestimento NoWear valgono le stesse linee guida applicate per i cuscinetti standard (*Lubrificazione, pagina 110*). I cuscinetti con rivestimento NoWear, tuttavia, possono operare in maniera affidabile anche quando non è possibile ottenere un'adeguata separazione delle superfici. Il rivestimento NoWear funge da strato protettivo e può ridurre la necessità di lubrificanti con additivi EP e AW.

Sistema di denominazione

Fare riferimento alla sezione *Sistema di denominazione* nell'area di prodotto dedicata al cuscinetto standard specifico.

I suffissi utilizzati per identificare i cuscinetti con rivestimento NoWear sono i seguenti:

L5DA Corpi volventi rivestiti

L7DA Corpi volventi e piste dell'anello interno rivestiti



