

# Cuscinetti assiali orientabili a rulli SKF

Per prestazioni efficienti a lungo termine





Il marchio SKF è più forte che mai, a tutto vantaggio del cliente.

Pur mantenendo la propria leadership mondiale nella produzione di cuscinetti, i nuovi sviluppi tecnologici, l'assistenza per i prodotti ed i servizi offerti hanno trasformato la SKF in un fornitore orientato completamente a soluzioni di valore aggiunto per i clienti.

Queste soluzioni consentono ai clienti di aumentare la propria produttività, non soltanto grazie a prodotti innovativi specifici per ogni applicazione, ma anche a strumenti di simulazione avanzata per il design, servizi globali di consulenza, efficienti programmi di manutenzione degli impianti e tecniche di gestione magazzino d'avanguardia sul mercato.

Il marchio SKF significa ancora il meglio dei cuscinetti volventi, ma oggi significa anche molto di più.

**SKF – the knowledge engineering company**

# Indice

## A Informazioni sul prodotto

- 3 **Superare il disallineamento e i forti carichi radiali e assiali**
- 3 Applicazioni in cui i cuscinetti assiali orientabili a rulli garantiscono prestazioni eccezionali
- 4 **I punti di forza dei cuscinetti assiali orientabili a rulli**
- 5 Stabilire nuovi standard con i cuscinetti della serie SKF Explorer
- 6 **Una gamma senza paragoni**
- 8 **Cuscinetti assiali orientabili a rulli della serie SKF Explorer – per prestazioni eccezionali**
- 10 **Nelle applicazioni soggette a forti carichi combinati**

## B Suggerimenti

- 12 **Scelta delle dimensioni del cuscinetto**
- 14 **Progettazione della disposizione dei cuscinetti**
- 14 Disposizioni di cuscinetti assiali a semplice effetto
- 14 Disposizioni di cuscinetti assiali a doppio effetto
- 16 Gioco assiale e precarico
- 18 Disposizioni di cuscinetti per applicazioni in presenza di velocità elevate
- 18 Disposizioni di cuscinetti per applicazioni in presenza di basse velocità
- 18 Rigidezza
- 18 Progettazione dei componenti correlati
- 19 Tenute
- 20 **Disposizioni tipiche di cuscinetti**
- 20 Disposizioni di cuscinetti assiali a semplice effetto
- 21 Disposizioni di cuscinetti assiali a doppio effetto

## 24 Lubrificazione e manutenzione

- 24 Lubrificazione a olio
- 26 Lubrificazione a grasso
- 28 Manutenzione

## 30 Montaggio e smontaggio

- 30 Montaggio
- 30 Smontaggio

## 32 Assistenza per una partnership duratura

## C Dati sui prodotto

- 34 **Dati generali sui cuscinetti**
- 36 **Tabella dei prodotti**

## D Altre informazioni

- 44 **Prodotti SKF correlati**
- 46 **SKF – the knowledge engineering company**

# Superare il disallineamento e i forti carichi radiali e assiali

I cuscinetti assiali orientabili a rulli sono particolarmente ideati per le applicazioni in presenza di condizioni gravose, con carichi assiali o combinati assiali e radiali. Grazie alla caratteristica di orientabilità, questi cuscinetti sono in grado di sopportare sia velocità basse che elevate. Il loro design permette diversi livelli di rigidità.

I cuscinetti assiali orientabili a rulli sono componenti versatili e possono quindi contribuire alla realizzazione di design economici e compatti. Nelle pagine seguenti sono fornite spiegazioni più dettagliate circa il tipo di cuscinetti e le possibilità di impiego.

## Applicazioni in cui i cuscinetti assiali orientabili a rulli garantiscono prestazioni eccezionali

Grazie al loro design, i cuscinetti assiali orientabili a rulli sono gli unici cuscinetti assiali a rulli in grado di sopportare i carichi radiali, in aggiunta a quelli assiali. Ciò rende questi cuscinetti una soluzione eccellente, nelle applicazioni in cui sono presenti carichi assiali molto pesanti combinati con carichi radiali. La capacità di sopportare carichi combinati permette la realizzazione di design economici e compatti, in grado di garantire un elevato livello di rigidità in presenza di carichi pesanti. Oltre a questi vantaggi specifici, i cuscinetti assiali orientabili a rulli sono anche gli unici cuscinetti assiali a rulli in grado di consentire il disallineamento e le deflessioni dell'albero.

Grazie al loro angolo di contatto, i cuscinetti assiali orientabili a rulli possono sostituire degnamente i cuscinetti a rulli conici in numerose applicazioni.

### Orientabili

I cuscinetti assiali orientabili a rulli sono in grado di consentire il disallineamento tra albero ed alloggiamento. Ciò rende possibile una regolazione fluida, senza attrito in praticamente tutte le condizioni di esercizio.

### Capacità di sopportare carichi combinati

Questi cuscinetti sono stati concepiti per sopportare carichi assiali pesanti, che agiscono in una direzione, oppure carichi pesanti combinati assiali e radiali.

### Design scomponibile

La procedura di montaggio viene semplificata, poiché questo tipo di cuscinetti è scomponibile. La ralla dell'albero insieme alla gabbia ed il gruppo rulli e la ralla dell'alloggiamento possono essere montati separatamente.



# I punti di forza dei cuscinetti assiali orientabili a rulli

## Eccezionale durata operativa dei cuscinetti

Il design interno, che conferisce alle piste ed ai rulli un equilibrio ottimizzato tra pressione di contatto ed attrito, garantisce un rotolamento fluido e una lunga durata operativa del cuscinetto.

I cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli si sono dimostrati molto efficienti e vengono costantemente ottimizzati, per migliorare ulteriormente le loro prestazioni. Un buon esempio di cosa si può raggiungere con uno sviluppo continuo è costituito dai cuscinetti SKF Explorer, che in questo caso hanno ampliato gli orizzonti delle possibilità applicative.

## Ampia gamma di velocità

Il basso coefficiente di attrito interno permette ai cuscinetti di funzionare a partire da velocità molto basse fino a raggiungere velocità molto elevate. Integrando determinate caratteristiche di design è possibile aumentare la velocità fino al triplo di quella di riferimento. In linea di principio, le prestazioni in presenza di velocità dipendono dalla disposizione di cuscinetti, dall'applicazione e dalle condizioni di esercizio.

## Design robusto

I cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli sono stati concepiti per operare in condizioni di esercizio gravose e sono, pertanto, altamente

affidabili. Realizzati con lo speciale acciaio termotrattato Xbite della SKF, questi cuscinetti sono dotati di eccellenti proprietà anti-usura e di resistenza alla frattura. L'acciaio termotrattato Xbite della SKF garantisce inoltre un'elevata stabilità dimensionale fino a 200 °C.

## Capacità di sopportare carichi combinati

I cuscinetti assiali orientabili a rulli possono sopportare carichi radiali fino al 55% del carico assiale che agisce contemporaneamente. Ciò significa che, spesso, è possibile usare un cuscinetto assiale orientabile a rulli invece di una combinazione di un cuscinetto radiale ed un cuscinetto assiale.

## Vantaggi

- Disposizione di cuscinetti compatta
- Peso della disposizione ridotto
- Costi della disposizione ridotti

## Eccezionale orientabilità

In base alle condizioni di esercizio ed alla serie del cuscinetto, i cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli sono in grado di consentire un disallineamento fino a 3 gradi tra l'albero e l'alloggiamento, senza compromettere le prestazioni del cuscinetto stesso.



## Vantaggi

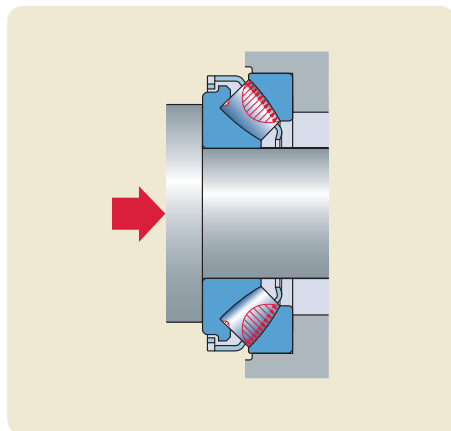
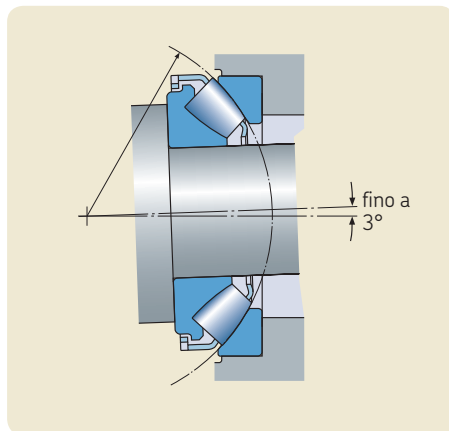
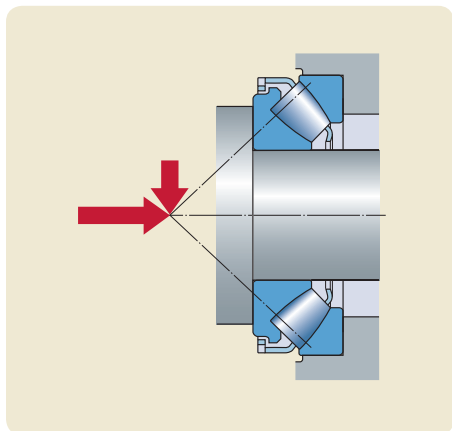
- Insensibili ad un determinato disallineamento dell'albero.
- Temperature di esercizio inferiori
- Lunga durata operativa
- Elevato livello di affidabilità

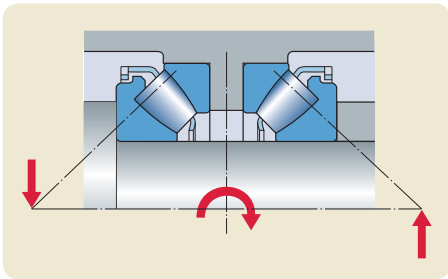
## Sollecitazioni perimetrali praticamente eliminate

L'elevata capacità di carico e il rischio minimo di sollecitazioni perimetrali scaturiscono dal rapporto ottimale tra rulli e piste.

## Vantaggi

- Lunga durata operativa
- Elevato livello di affidabilità





### Quando la rigidità gioca un ruolo fondamentale

Grazie al loro design, i cuscinetti assiali orientabili a rulli forniscono un elevato livello di rigidità. Inoltre, è possibile ottenere un'elevata rigidità, disponendo due cuscinetti assiali orientabili a rulli ad "O". Ciò viene reso possibile dalla grande distanza tra i centri di pressione, dove agiscono i carichi.

#### Vantaggi

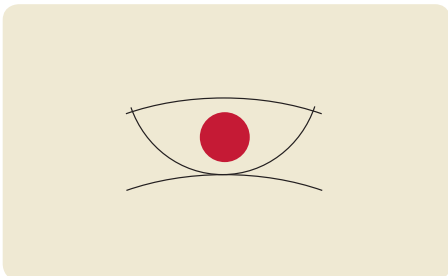
- Basso tasso di deformazione della disposizione di cuscinetti per carichi assiali e radiali
- Basso tasso di deflessione della disposizione di cuscinetti per il momento flettente
- Design compatto

### Funzionamento a temperature ridotte in presenza di velocità elevate ...

I contatti estremità/flangia, specificamente progettati, dei rulli sono in grado di ridurre i livelli di sollecitazione ed ottimizzare la procedura di formazione della pellicola di lubrificante. Ciò garantisce una riduzione dell'attrito, permettendo ai cuscinetti di funzionare a temperature inferiori anche nelle applicazioni a velocità elevate.

### ... ed attrito considerevolmente ridotto a basse velocità

L'ottimizzazione dell'area di contatto estremità rullo/flangia si è rivelata vantaggiosa anche nelle applicazioni a basse velocità.



#### Vantaggi

- Elevato rendimento del macchinario
- Elevato livello di affidabilità
- Costi di manutenzione ridotti al minimo
- Consumo di energia ridotto

### Gabbie idonee per prestazioni in condizioni gravose

I cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli sono stati concepiti per le applicazioni in presenza di condizioni estreme. Le robuste gabbie metalliche sono state progettate per sfruttare completamente il lubrificante nei contatti di scorrimento, anche in condizioni di scarsa lubrificazione.

#### Vantaggi

- Idonei per applicazioni in presenza di velocità sia basse che elevate
- In grado di sopportare temperature elevate

### Grande affidabilità in esercizio

L'elevata affidabilità in esercizio costituisce un requisito fondamentale per garantire una durata operativa lunga ed efficiente. Questo è il motivo per cui l'affidabilità costituisce una delle pietre miliari della filosofia di progettazione della SKF. Un esempio recente di ciò sono i cuscinetti assiali orientabili a rulli della serie SKF Explorer, che sono più resistenti ed affidabili di ogni altro cuscinetto dello stesso tipo sul mercato.

#### Vantaggi

- Lunga durata operativa
- Costi di manutenzione ridotti
- Tempi più lunghi di funzionamento efficiente del macchinario

## Stabilire nuovi standard con i cuscinetti della serie SKF Explorer

I cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli sono il risultato di un intenso lavoro da parte di un team internazionale di ricercatori ed ingegneri della SKF. Grazie alle attività svolte dal team è stato possibile ottenere una nuova classe di prestazioni per i cuscinetti assiali orientabili a rulli della SKF, che garantiscono una maggiore durata operativa ed un funzionamento più fluido.

I cuscinetti assiali orientabili a rulli appartenenti alla classe di prestazioni SKF Explorer hanno la denominazione stampata in blu nella tabella di prodotto.

#### • Acciaio

L'acciaio ottimizzato, eccezionalmente puro, garantisce una maggiore durata operativa, persino in presenza di carichi maggiori.

#### • Trattamento termico

Una procedura di trattamento termico speciale della SKF ottimizza considerevolmente la resistenza all'usura ed alla frattura.

#### • Produzione

I processi di produzione di alta precisione permettono la realizzazione di cuscinetti in grado di garantire un funzionamento più fluido ed ottimizzare l'azione del lubrificante tra le superfici di contatto.

#### • Geometria interna

La microgeometria di precisione dei contatti di rotolamento permette una migliore distribuzione del carico e una riduzione dell'attrito.

I cuscinetti assiali orientabili a rulli della serie SKF Explorer, a parità di dimensioni, garantiscono prestazioni più efficienti, come spiegato dettagliatamente a partire da **pagina 8**.



# Una gamma senza paragoni

La gamma standard di cuscinetti assiali orientabili a rulli della SKF comprende dimensioni a partire da un diametro foro di 60 mm fino a fori di 1 600 mm. Su richiesta, sono disponibili dimensioni maggiori.

## Tre serie di cuscinetti per una vasta gamma di applicazioni

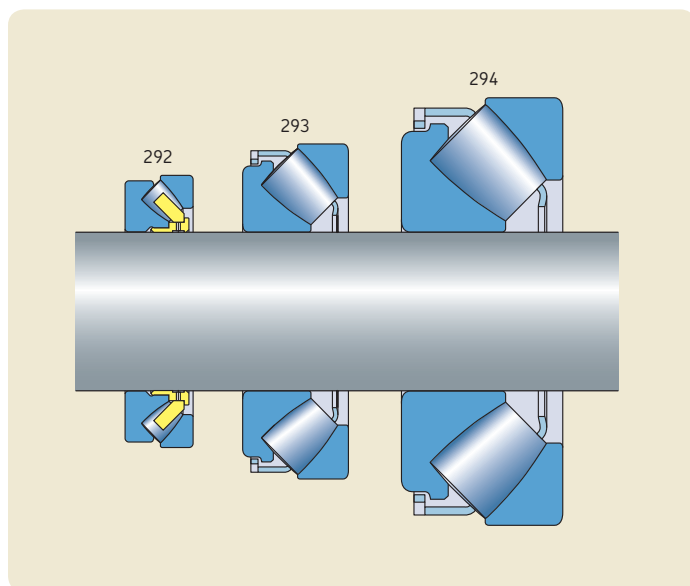
I cuscinetti standard coprono una vasta gamma di dimensioni nelle tre serie dimensionali ISO 292, 293 e 294. Tali cuscinetti soddisfano i seguenti importanti criteri di selezione

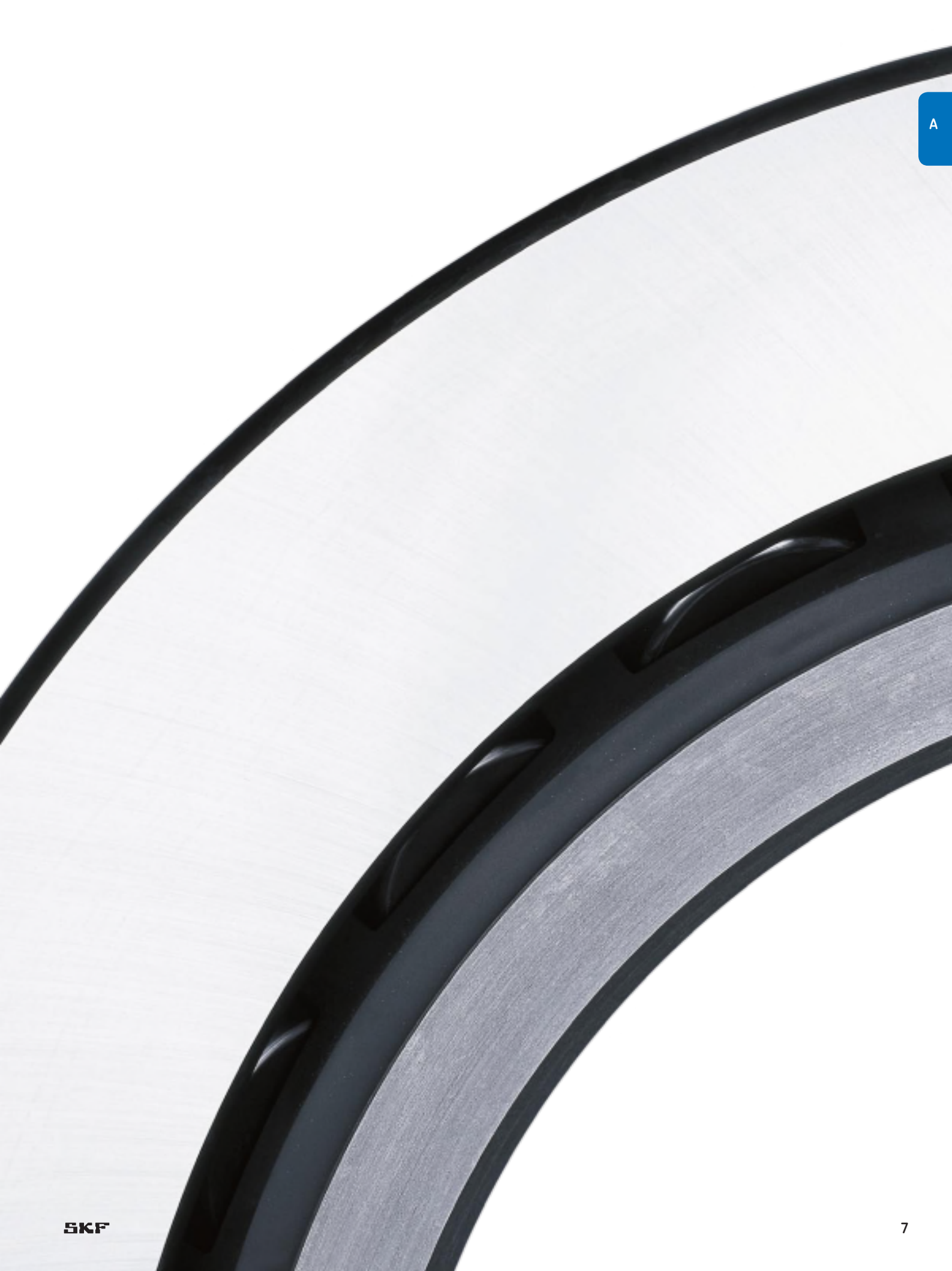
- capacità di carico
- velocità di rotazione
- ingombro nelle applicazioni.

Per le applicazioni in cui è richiesta una capacità di carico molto elevata, si consigliano i cuscinetti nelle serie 293 e 294. La piccola sezione trasversale dei cuscinetti della serie 292 presenta caratteristiche vantaggiose, in termini di velocità, ingombro e peso.

Grazie all'elevata capacità di carico combinata dei cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli, è possibile progettare attrezzature di dimensioni ridotte e più economiche in grado di garantire una maggiore durata operativa od un rendimento più elevato.

Tali cuscinetti possono funzionare a velocità elevate anche in presenza di carichi pesanti.





# Cuscinetti assiali orientabili a rulli della serie SKF Explorer – per prestazioni eccezionali

Dato che i cuscinetti assiali orientabili a rulli sono stati inventati circa sessanta anni fa dalla SKF, questa è da allora il produttore leader di tali cuscinetti.

Oggi, gli specialisti della SKF in diversi settori tecnici hanno unito le loro esperienze e know-how, facendo un enorme passo avanti nella tecnologia applicata ai cuscinetti.

Siamo orgogliosi di aver reso disponibile la tecnologia dei cuscinetti del futuro per i clienti del presente. I cuscinetti della serie SKF Explorer costituiscono una svolta importante in termini di prestazioni. Studiando le interrelazioni tra ogni componente di un cuscinetto, i ricercatori della SKF hanno potuto ottimizzare gli effetti della distribuzione interna del carico e della lubrificazione e ridurre al minimo quelli legati ad attrito, usura e contaminazione.

La classe di prestazioni SKF Explorer è il risultato di anni di intenso lavoro da parte di un team internazionale di ricercatori ed ingegneri della SKF. Tale classe di prestazioni garantisce numerosi miglioramenti.

- **Materiali ottimizzati**

L'acciaio ottimizzato utilizzato per realizzare i cuscinetti della classe SKF Explorer è eccezionalmente puro ed omogeneo. Genera una struttura eccellente, che contribuisce ad ottimizzare la distribuzione delle sollecitazioni nel materiale.

- **La procedura di trattamento termico speciale della SKF**

Per sfruttare i vantaggi offerti dall'acciaio ottimizzato, utilizzato per realizzare i cuscinetti della serie SKF Explorer, la SKF ha sviluppato una procedura di trattamento termico speciale, in grado di ottimizzare la resistenza all'usura e, al contempo, garantire la stessa resistenza alle temperature e robustezza dei cuscinetti.

- **Nuovo processo di produzione**

Processi di produzione ottimizzati hanno permesso alla SKF di adottare tolleranze più ristrette per tutti i parametri fondamentali relativi ai cuscinetti. Inoltre, i cuscinetti della serie SKF Explorer sono dotati di una struttura superficiale ottimizzata, in grado di mantenere un'efficiente pellicola di olio tra le superfici di contatto.

- **Nuovo know-how applicato ai cuscinetti**

Un sofisticato software di proprietà della SKF ha permesso ai suoi progettisti di studiare la dinamica interna dei cuscinetti a livelli senza precedenti. Ciò ha condotto ad una progettazione ottimizzata, che è stata implementata per la realizzazione dei cuscinetti della serie SKF Explorer, permettendo un ulteriore miglioramento delle superfici di contatto pista/elemento volvente.





## Il risultato: una maggiore durata operativa

Tutte queste attività di ottimizzazione hanno contribuito ad aumentare considerevolmente durata operativa ed affidabilità dei cuscinetti. Questo risultato può essere visualizzato, attraverso un calcolo, utilizzando il calcolo della durata della SKF. Le proprietà dei cuscinetti assiali orientabili a rulli della serie SKF Explorer vengono espresse da

- maggiori coefficienti di carico dinamico e
- migliore resistenza alla contaminazione, risultante da un maggiore fattore di modificazione della durata operativa  $a_{SKF}$ .

## Disponibilità

I cuscinetti assiali orientabili a rulli di dimensioni medio-piccole, nelle serie 293 e 294, sono disponibili nella versione SKF Explorer.

Nella tabella di prodotto, le denominazioni dei cuscinetti della serie SKF Explorer sono stampate in blu.

## Denominazioni dei prodotti

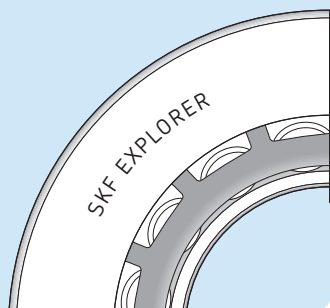
I cuscinetti della serie SKF Explorer hanno mantenuto la stessa denominazione dei precedenti cuscinetti standard, ad es. 29330 E. Tuttavia, ogni cuscinetto e relativa confezione sono contrassegnati dalla dicitura "SKF EXPLORER".

*Le eccezionali prestazioni dei cuscinetti assiali orientabili a rulli della serie SKF Explorer possono essere sfruttate in molti modi differenti, in funzione dei requisiti di applicazione*

### Aumentare la durata operativa dei design esistenti

Sostituire i cuscinetti esistenti con cuscinetti della serie SKF Explorer delle stesse dimensioni

- maggiore durata operativa
- maggiore tempo di disponibilità del macchinario
- maggiore fattore di sicurezza
- costi di manutenzione ridotti.



### Mantenere il rendimento dei nuovi design

Utilizzare un cuscinetto più piccolo della serie SKF Explorer per

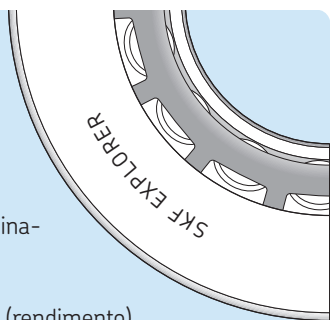
- ridurre l'ingombro del macchinario ed ottenere una riduzione in termini di costi dei materiali e peso
- aumentare la velocità
- ottenere un funzionamento più fluido e silenzioso
- ridurre l'attrito ed il consumo di energia
- ridurre l'impiego di lubrificante.



### Maggiore rendimento dei design esistenti

Sostituire i cuscinetti esistenti con cuscinetti della serie SKF Explorer delle stesse dimensioni, mantenendo invariato il tempo di funzionamento effettivo del macchinario per

- aumentare la densità di potenza (rendimento)
- aumentare i carichi
- evitare costose attività di riprogettazione.



### Aumentare la densità di potenza dei nuovi design

Utilizzare un cuscinetto della serie SKF Explorer a sezione trasversale ridotta ma con lo stesso diametro esterno per

- utilizzare un albero più rigido od anche cavo
- realizzare un design più rigido ed economico
- aumentare la durata del sistema, grazie alla maggiore rigidità.



# Nelle applicazioni soggette a forti carichi combinati

Lunga durata operativa, elevato livello di affidabilità, attività di manutenzione ridotte e compattezza sono tutte caratteristiche dei cuscinetti assiali orientabili a rulli della serie Explorer della SKF.

Inoltre, la capacità di sopportare carichi assiali molto pesanti, o carichi combinati pesanti, rendono i cuscinetti SKF assiali

orientabili a rulli indispensabili in molte applicazioni.

I cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli sono spesso utilizzati nei settori industriali indicati di seguito. Altre applicazioni comprendono ponti, gru, generatori eolici, motori idraulici ed elettrici e robot.

## Settori industriali

- Lavorazione dei metalli
- Plastica
- Navale
- Riduttori industriali
- Carta e cellulosa
- Movimentazione materiali
- Macchinari idraulici
- Miniere e costruzione

## Requisiti

- Affidabilità
- Lunga durata operativa
- Elevata capacità di carico
- Insensibilità al disallineamento
- Attività di manutenzione minime
- Costi operativi ridotti
- Supporto tecnico

## Soluzione





© Great Lakes Group, Cleveland, Ohio



# Scelta delle dimensioni del cuscinetto

## Durata operativa del cuscinetto

Le migliori, in grado di allungare la durata operativa, che sono state apportate ai cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli della serie Explorer, si possono comprendere al meglio applicando il metodo SKF della durata. Tale metodo costituisce un'estensione della teoria di durata a fatica, sviluppata da Lundberg e Palmgren, e permettere di realizzare previsioni più accurate in merito alla durata dei cuscinetti. Il metodo SKF della durata è stato presentato per la prima volta nel 1989 come Nuova Teoria SKF della durata. Per cuscinetti a rulli

$$L_{nm} = a_1 a_{SKF} L_{10}$$

oppure

$$L_{nm} = a_1 a_{SKF} \left( \frac{C}{P} \right)^{10/3}$$

Se la velocità è costante, spesso è preferibile calcolare la durata, espressa in ore di esercizio, usando

$$L_{nmh} = a_1 a_{SKF} \frac{1\,000\,000}{60 n} \left( \frac{C}{P} \right)^{10/3}$$

in cui

$L_{nm}$  = durata SKF (affidabilità  $100 - n^1$  %), milioni di giri

$L_{nmh}$  = durata SKF (affidabilità  $100 - n^1$  %), ore di esercizio

$L_{10}$  = durata di base (affidabilità 90 %), milioni di giri

$a_1$  = fattore correttivo della durata relativo all'affidabilità (→ **tabella 1**)

$a_{SKF}$  = fattore correttivo della durata SKF (→ **diagramma 1**)

$C$  = coefficiente di carico dinamico, kN

$P$  = carico dinamico equivalente sul cuscinetto, kN

$n$  = velocità di rotazione, giri/min.

## Il fattore $a_{SKF}$

Il fattore  $a_{SKF}$  rappresenta una relazione molto complessa tra carico, contaminazione e lubrificazione. I valori per  $a_{SKF}$  si possono ottenere dal **diagramma 1** per diversi valori di  $\eta_c$  ( $P_u/P$ ) e  $\kappa$ , dove

$\eta_c$  = fattore per livello di contaminazione

$P_u$  = carico limite di fatica per il cuscinetto

$P$  = carico dinamico equivalente sul cuscinetto

$\kappa$  = coefficiente di viscosità del lubrificante

Il **diagramma 1** si applica ai lubrificanti senza additivi EP. Per i cuscinetti assiali orientabili a rulli che non fanno parte della serie SKF Explorer, si devono utilizzare i valori in nero sull'asse x. Per i cuscinetti della serie SKF Explorer, si devono utilizzare i valori in blu. Nel caso dei cuscinetti assiali orientabili a rulli della serie SKF Explorer si è riscontrato che è opportuno moltiplicare  $\eta_c$  ( $P_u/P$ ) per un fattore pari a 1,4, per evidenziare le migliori che hanno condotto all'allungamento della durata operativa di tali cuscinetti ed i valori in blu corrispondono a tale calcolo.

Informazioni dettagliate sono riportate nel Catalogo Generale della SKF e nel Catalogo Tecnico Interattivo della SKF, disponibile online all'indirizzo [www.skf.com](http://www.skf.com).

## Carico dinamico equivalente sul cuscinetto

Normalmente un cuscinetto orientabile a rulli è disposto in modo che i difetti di rotazione nel

sistema cuscinetto non influenzino la distribuzione del carico nel cuscinetto stesso. In queste condizioni, se  $F_r \leq 0,55 F_a$

$$P = 0,88 (F_a + 1,2 F_r)$$

Quando, invece, i difetti di rotazione nel sistema cuscinetto influenzano la distribuzione del carico su un cuscinetto assiale orientabile a rulli, se  $F_r \leq 0,55 F_a$

$$P = F_a + 1,2 F_r$$

Se  $F_r > 0,55 F_a$ , rivolgersi all'ente ingegneria dell'applicazione della SKF.

## Carico statico equivalente sul cuscinetto

Nel caso di cuscinetti assiali orientabili a rulli caricati staticamente, se  $F_r \leq 0,55 F_a$ ,

$$P_0 = F_a + 2,7 F_r$$

Se  $F_r > 0,55 F_a$ , rivolgersi all'ente ingegneria dell'applicazione della SKF.

## Disposizioni di cuscinetti con carichi assiali che agiscono in ambo le direzioni

Le informazioni di cui sopra sono valide per cuscinetti singoli, tuttavia, quando la direzione del carico assiale è variabile, è necessario utilizzare due cuscinetti, molto spesso due cuscinetti assiali orientabili a rulli disposti ad "O" od a "X". In alcuni casi il carico radiale insiste su un cuscinetto radiale separato ed i cuscinetti assiali orientabili a rulli sono radialmente liberi e pre-caricati a molla (→ **fig. 4, pagina 15**), in modo da garantire che il cuscinetto, che non è caricato assialmente, sia soggetto al minimo carico assiale richiesto (→ sezione "Dati sui cuscinetti - generali", da **pagina 34**).

Tabella 1

Valori per fattore di correzione della  $a_1$

Affidabilità %	Probabilità di errore n %	Durata di base SKF $L_{nm}$	Fattore $a_1$
90	10	$L_{10m}$	1
95	5	$L_{5m}$	0,62
96	4	$L_{4m}$	0,53
97	3	$L_{3m}$	0,44
98	2	$L_{2m}$	0,33
99	1	$L_{1m}$	0,21

<sup>1)</sup> Il fattore n rappresenta la probabilità di difetto, cioè la differenza tra l'affidabilità richiesta ed il 100 %

In tali casi il carico equivalente sul cuscinetto viene calcolato per ogni cuscinetto separatamente, come per i singoli cuscinetti. La durata della coppia viene poi calcolata come durata del sistema.

## Carichi radiali

Dato che le piste sono disposte secondo un certo angolo rispetto all'asse del cuscinetto, viene indotta una forza assiale quando i cuscinetti assiali orientabili a rulli sono soggetti a carichi radiali.

Nei casi in cui i cuscinetti sono vincolati radialmente e soggetti a carichi combinati con  $F_r > 0,55 F_a$ , questo carico assiale interno deve essere preso in considerazione quando viene calcolato il carico equivalente per ogni singolo cuscinetto.

Per calcolare il carico equivalente in questi casi, rivolgersi all'ente ingegneria dell'applicazione della SKF.

## Cuscinetti SKF Explorer contro precedenti cuscinetti della SKF – il confronto

Il livello di ottimizzazione delle prestazioni garantite dai cuscinetti assiali orientabili a rulli della serie SKF Explorer può essere dimostrato al meglio da un confronto dei calcoli della durata.

### Esempio

Le condizioni di esercizio per un cuscinetto 29332 E nella precedente versione standard e nella nuova versione SKF Explorer sono

- carico dinamico equivalente sul cuscinetto  $P = 126 \text{ kN}$
- coefficiente di viscosità  $\kappa = 2$
- fattore di contaminazione  $\eta_c = 0,4$ .

### Dati di catalogo:

- Cuscinetto standard versione precedente
  - coefficiente di carico dinamico base  $C = 1\ 010 \text{ kN}$
  - carico limite di fatica  $P_u = 375 \text{ kN}$
- Cuscinetto SKF Explorer
  - coefficiente di carico dinamico base  $C = 1\ 180 \text{ kN}$
  - carico limite di fatica  $P_u = 375 \text{ kN}$

Quindi viene calcolata la durata di ogni cuscinetto.

### Cuscinetto standard versione precedente

Con  $\eta_c (P_u/P) = 0,4 (375/126) = 1,2$  e considerando i valori in nero sull'asse x nel

**diagramma 1** e  $\kappa = 2$

$$a_{SKF} = 3,0$$

quindi la durata diventa

$$L_{10m} = a_{SKF} (C/P)^{10/3} = 3,0 (1\ 010/126)^{10/3}$$

$$L_{10m} = 3\ 090 \text{ milioni di giri}$$

### Cuscinetto SKF Explorer

Con  $\eta_c (P_u/P) = 0,4 (375/126) = 1,2$  e considerando i valori in blu sull'asse x nel

**diagramma 1** e  $\kappa = 2$ .

$$a_{SKF} = 5,5$$

quindi la durata diventa

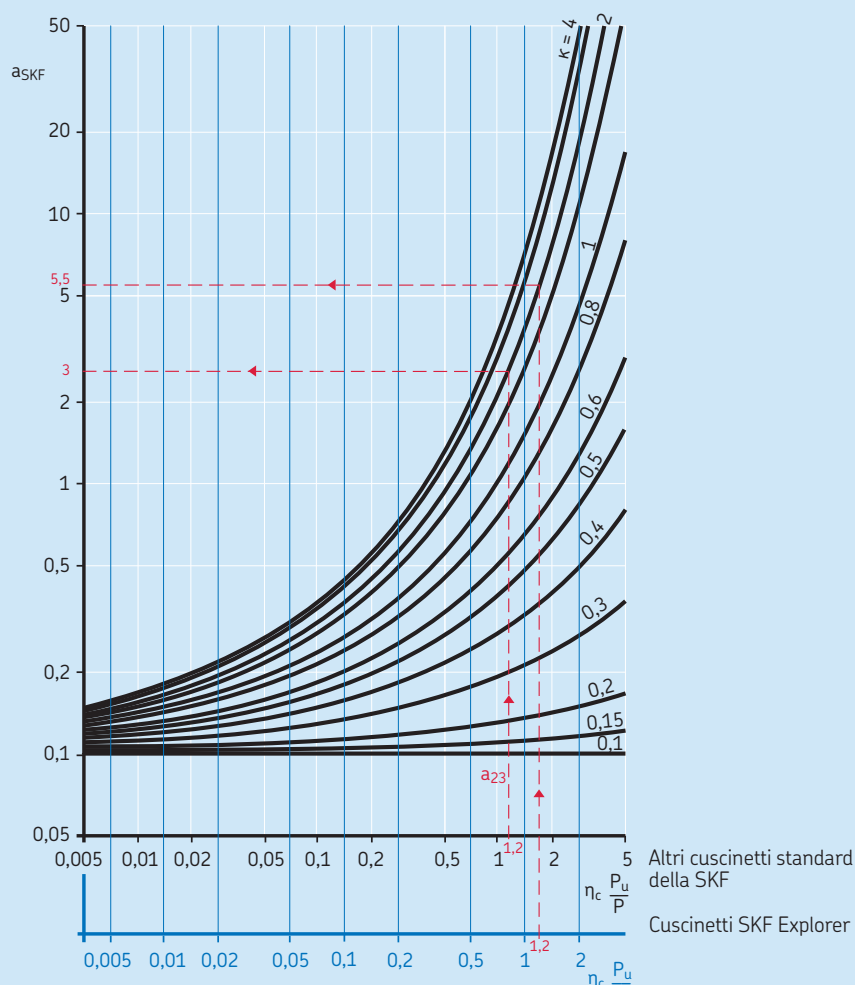
$$L_{10m} = a_{SKF} (C/P)^{10/3} = 5,5 (1\ 180/126)^{10/3}$$

$$L_{10m} = 9.520 \text{ milioni di giri}$$

In questo caso la durata dei cuscinetti della serie SKF Explorer paragonata con quella dei cuscinetti standard precedenti, è  $9\ 520/3\ 090 = 3,08$  o tre volte superiore.

Diagramma 1

Fattore  $a_{SKF}$  per cuscinetti assiali orientabili a sfere



Se  $\kappa > 4$ , utilizzare la curva per  $\kappa = 4$   
Poiché il valore di  $\eta_c (P_u/P)$  tende a zero,  $a_{SKF}$  tende a 0,1 per tutti i valori di  $\kappa$

# Progettazione della disposizione dei cuscinetti

## Disposizioni di cuscinetti assiali a semplice effetto

Un cuscinetto assiale orientabile a rulli è in grado di supportare un albero insieme ad un cuscinetto radiale se

- il carico assiale agisce in una direzione soltanto, e
- il carico assiale totale sul cuscinetto non è mai inferiore al carico assiale minimo richiesto (→ **pagina 35**).

Il cuscinetto assiale orientabile a rulli vincola l'albero radialmente in una direzione (→ **fig. 1**). Il cuscinetto radiale realizza il vincolo radiale nell'altra direzione.

Nei casi in cui l'albero è supportato da due cuscinetti radiali, il cuscinetto assiale orientabile a rulli deve essere radialmente libero. Se il carico assiale può eventualmente scendere al di sotto del valore del carico minimo richiesto, il cuscinetto assiale orientabile a rulli dovrebbe essere precaricato a molla (→ **fig. 2**).

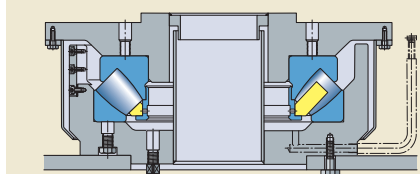
Nel caso di carichi assiali molto pesanti, si può utilizzare una disposizione in tandem per distribuire il carico sui cuscinetti (→ **fig. 7**, **pagina 22**).

## Disposizioni di cuscinetti assiali a doppio effetto

I cuscinetti assiali orientabili a rulli montati in coppia, in presenza di carichi assiali che agi-

*Disposizione a semplice effetto per carichi combinati con un singolo cuscinetto assiale orientabile a rulli*

Fig. 1



scono in entrambe le direzioni, possono essere disposti ad "O" oppure ad "X" per ovviare alla necessità di un cuscinetto radiale. Eliminando il cuscinetto radiale, è possibile evitare i fenomeni di sfregamento normalmente associati al conflitto tra il cuscinetto radiale e quello assiale.

## Senza precarico a molla

I cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli, che devono funzionare in presenza di velocità moderate, possono essere montati in coppia per vincolare l'albero, sia assialmente che radialmente, senza necessità di essere precaricati a molla in senso assiale.

Come i cuscinetti a rulli conici, anche i cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli possono essere montati con interferenza nell'alloggiamento, per evitare il fenomeno di ruggine da contatto, che altrimenti provocherebbe l'usura degli elementi.

I valori relativi al gioco assiale tollerabile sono indicati nella sezione "Gioco assiale e precarico", da **pagina 16**.

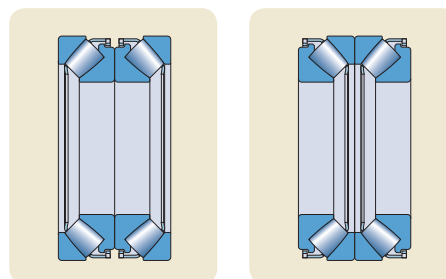
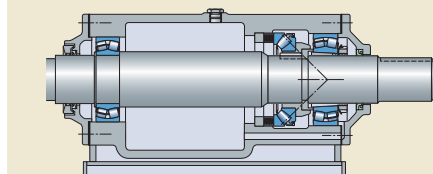
Le disposizioni di cuscinetti assiali orientabili a rulli a doppio effetto con gioco assiale dovrebbero prevedere la caratteristica di design VU029.

## Con precarico a molla

I cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli, che devono funzionare in presenza di velocità elevate, devono essere caricati a molla per

*Disposizione a semplice effetto con un cuscinetto assiale orientabile a rulli precaricato a molla e due cuscinetti radiali*

Fig. 2



Disposizione ad "X"

Disposizione ad "O"

garantire il carico minimo richiesto ed evitare strisciamenti (→ **fig. 3**).

Le disposizioni precaricate a molla possono essere radialmente vincolate o libere.

Se la disposizione di cuscinetti assiali è radialmente libera, si deve utilizzare un altro cuscinetto per realizzare il vincolo radiale. Le ralle del cuscinetto assiale devono essere montate con sufficiente gioco radiale, in modo che il carico radiale non agisca sui cuscinetti assiali (→ **fig. 3**).

Per quanto riguarda il disallineamento tollerabile di pochi milliradianti, si possono applicare le seguenti regole

*Disposizione a doppio effetto con cuscinetti assiali precaricati a molla – i cuscinetti assiali orientabili a rulli sono radialmente liberi*

Fig. 3

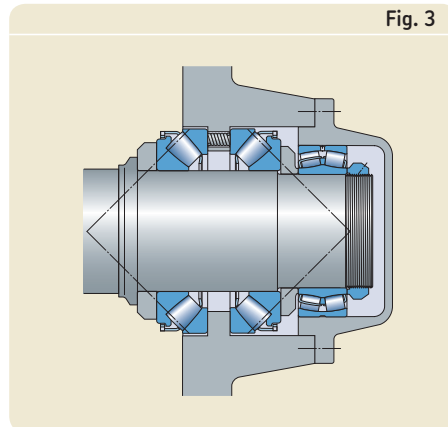
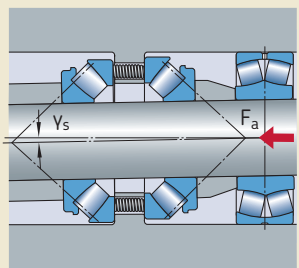
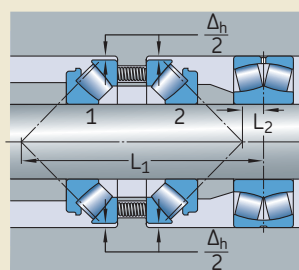


Fig. 4



Disposizione a doppio effetto con cuscinetti precaricati a molla, radialmente liberi

- gioco radiale  $\Delta_h \geq 0,5$  mm quando  $D \leq 250$  mm
- gioco radiale  $\Delta_h \geq 0,002 D$  quando  $D > 250$  mm.

Se è noto l'angolo di disallineamento massimo, allora il gioco radiale minimo richiesto nell'alloggiamento per ogni cuscinetto assiale (→ fig. 4), si può ottenere in maniera più accurata dalle formule

$$\Delta_h > 2 L_1 \sin \gamma_s + \Delta_{oc}$$

$$\Delta_h > 2 L_2 \sin \gamma_s + \Delta_{oc}$$

in cui

$\Delta_h$  = gioco radiale minimo tra il cuscinetto e l'alloggiamento, mm

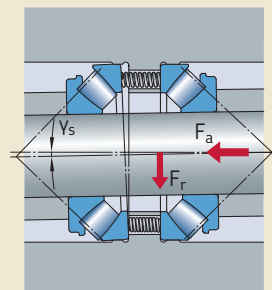
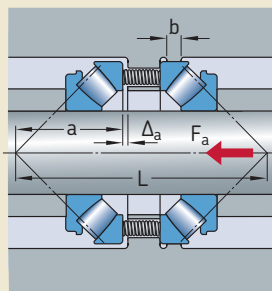
$L_1$  = distanza tra il centro del cuscinetto radiale ed il centro di pressione del cuscinetto assiale 1, mm

$L_2$  = distanza tra il centro del cuscinetto radiale ed il centro di pressione del cuscinetto assiale 2, mm

$\gamma_s$  = disallineamento angolare dell'albero, rad

$\Delta_{oc}$  = Somma del gioco radiale interno e dell'accoppiamento con gioco dell'alloggiamento del cuscinetto radiale, mm

Fig. 5



Disposizione a doppio effetto, con cuscinetti precaricati a molla e con un cuscinetto radialmente libero ed uno radialmente vincolato

### Prearico a molla con un cuscinetto di vincolo radiale ed un cuscinetto libero radialmente

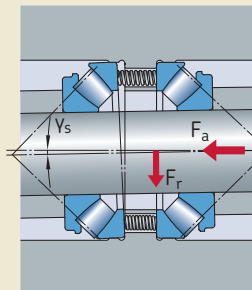
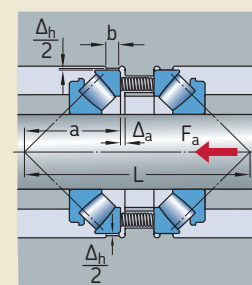
Le disposizioni in cui il cuscinetto caricato assialmente è vincolato in senso radiale e l'altro è libero radialmente sono utilizzate di frequente (→ fig. 5).

Un cuscinetto assiale orientabile a rulli in opposizione, radialmente libero, può sopportare un elevato grado di disallineamento, rendendo possibile lo sfruttamento delle caratteristiche di orientabilità della disposizione in coppia.

Dato che la ralla dell'alloggiamento è supportata da molle, si verificheranno delle oscillazioni ma non ci saranno fenomeni di scorrimento o sfregamento tra ralla ed alloggiamento. Tuttavia, è importante che il gioco radiale nell'alloggiamento sia sufficiente, per evitare che la ralla entri in contatto con l'alloggiamento. Se è noto il gioco assiale  $\Delta_a$  nell'alloggiamento, il disallineamento ammissibile sarà

$$\gamma_s = \frac{2 \Delta_a a}{L D}$$

Fig. 6



Disposizione a doppio effetto con cuscinetti precaricati a molla e con entrambi i cuscinetti radialmente vincolati

in cui

$\gamma_s$  = disallineamento angolare dell'albero, rad

$\Delta_a$  = gioco assiale dell'alloggiamento, mm

$a$  = distanza tra il centro di pressione e la faccia della ralla dell'alloggiamento del cuscinetto non caricato, mm

$L$  = distanza tra i centri di pressione dei cuscinetti, mm

$D$  = diametro esterno ralla dell'alloggiamento, mm

La formula di cui sopra vale sia per le disposizioni di cuscinetti ad "O" che ad "X". Per determinare il gioco necessario, è possibile utilizzare la formula di cui sopra per  $\Delta_h$  omettendo  $\Delta_{oc}$ .

### Prearico a molla quando entrambi i cuscinetti sono vincolati radialmente

Se entrambi i cuscinetti realizzano il vincolo radiale, è possibile ottenere un buon centraggio dell'albero senza contrasti, poiché il cuscinetto caricato assialmente è in grado di sopportare anche il carico radiale (→ fig. 6).

Se gioco assiale e radiale vengono scelti in base alle regole seguenti, la disposizione sarà in grado di sopportare il disallineamento senza alcun aumento dei carichi sul cuscinetto.

In questo caso, il movimento radiale necessario per il cuscinetto sottoposto al carico minore può essere prodotto dall'oscillazione della ralla dell'alloggiamento invece che dal movimento radiale nell'alloggiamento.

Il gioco assiale richiesto per un determinato disallineamento dell'albero si calcola come segue

$$\Delta_a = \frac{y_s L D}{2 a}$$

Il gioco radiale richiesto nell'alloggiamento corrispondente è

$$\Delta_h = \frac{y_s L}{a} \left( \frac{y_s L D}{2 a} + b \right)$$

in cui

b = larghezza dell'alloggiamento radiale, mm

## Gioco assiale e precarico

A seconda dell'applicazione, i cuscinetti assiali orientabili a rulli in una disposizione possono avere, in funzionamento, un gioco assiale oppure un precarico.

Quando un'applicazione ad asse verticale prevede un singolo cuscinetto assiale orientabile a rulli, il carico dovuto al peso dell'albero funge da precarico sul cuscinetto per vincolare l'albero radialmente ed assialmente in un senso (→ fig. 1, pagina 14).

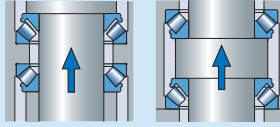
Il cuscinetto radiale all'altra estremità dell'albero deve avere una certa libertà assiale per compensare la dilatazione e la contrazione termica dell'albero.

Nelle applicazioni in cui l'albero è sostenuto da due cuscinetti radiali, il cuscinetto assiale orientabile a rulli deve essere radialmente libero. Se il carico assiale può scendere al di sotto del carico minimo richiesto, il cuscinetto deve essere precaricato a molla (→ fig. 2, pagina 14).

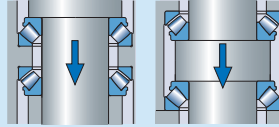
### Gioco assiale

Dato che il cuscinetto assiale orientabile a rulli è scomponibile, il gioco assiale si ottiene solo dopo il montaggio e dipende dalla registrazione rispetto al secondo cuscinetto, che determina il posizionamento in senso opposto.

Serie	$\Delta_a/H^{1)}$		
	Albero orizzontale	Albero verticale	
292	0,0012	0,0022	0
293	0,0010	0,0026	0,0001
294	0,0026	0,0038	0,0004



Ralla esterna non caricata<sup>2)</sup>  
– rivolta verso il basso



Ralla esterna non caricata

<sup>1)</sup>  $\Delta_a$  = gioco assiale residuo dopo il montaggio, mm  
H = altezza di un cuscinetto, mm  
<sup>2)</sup> Se  $F_r > 0,64 F_a$ , si applicano le regole per la ralla esterna non caricata rivolta verso l'alto, se l'albero è verticale. Tuttavia, i valori indicati devono essere moltiplicati per un fattore pari a due, poiché il gioco, sotto carico radiale, è ripartito in modo uguale sui cuscinetti. Nel caso di una disposizione come quella descritta nella sezione "Disposizione con un cuscinetto assiale orientabile a rulli combinato con un cuscinetto assiale a sfere" (→ fig. 9, pagina 23) sono validi i valori riportati

**Consigli per il gioco assiale massimo in funzione dell'altezza del cuscinetto, per le disposizioni di cuscinetti assiali a doppio effetto senza precarico a molla – due cuscinetti assiali orientabili a rulli su un albero orizzontale o verticale**

### Disposizioni di cuscinetti a doppio effetto con due cuscinetti assiali orientabili a rulli su albero orizzontale o verticale

Per le disposizioni di cuscinetti senza precarico a molla e che operano in presenza di velocità moderate, i consigli relativi al gioco interno assiale massimo, in funzione dell'altezza del cuscinetto dopo il montaggio, sono indicati nella fig. 7.

### Variazioni di gioco dovute alle differenze di temperatura

In genere, l'albero e relative ralle hanno una temperatura di esercizio superiore rispetto agli alloggiamenti e relative ralle. Questa differenza di temperatura influenza il gioco del cuscinetto in esercizio.

In una disposizione a "X" l'espansione sia radiale che assiale riduce il gioco del cuscinetto.

In una disposizione ad "O", l'espansione radiale riduce il gioco del cuscinetto, mentre l'espansione assiale lo aumenta. Scegliendo una specifica distanza tra i cuscinetti, l'espansione assiale e quella radiale possono annullarsi reciprocamente ed il gioco non varia in modo significativo.

### Precarico assiale

In alcune applicazioni viene prescritto un precarico assiale per aumentare la rigidità dei cuscinetti, migliorare la precisione di guida dell'albero o aumentare la durata dei cusci-

netti. In altre applicazioni il precarico viene utilizzato per garantire il carico minimo necessario ad evitare il danneggiamento del cuscinetto, causato dallo strisciamento degli elementi volenti sulle piste.

### Determinazione del precarico

Il precarico può essere espresso come forza o spostamento.

Valori empirici relativamente alla forza di precarico ottimale possono essere ricavati da sistemi noti ed applicati a sistemi simili. Tuttavia, per i nuovi sistemi, la SKF consiglia di calcolare la forza di precarico e, se possibile, verificare i calcoli mediante prove. L'affidabilità del calcolo dipende soprattutto dalla validità delle ipotesi formulate in merito alle condizioni di temperatura durante il funzionamento ed al comportamento elastico dei componenti correlati, in particolare dell'alloggiamento.

Per determinare il precarico di montaggio occorre calcolare innanzitutto la forza di precarico richiesta per ottenere una combinazione ideale di rigidità, durata ed affidabilità di funzionamento del cuscinetto. In seguito può essere calcolato il precarico di montaggio a freddo. Il precarico idoneo per la temperatura di esercizio dipende dal carico del cuscinetto. Nel caso di un cuscinetto assiale orientabile a rulli soggetto a carico radiale, nel cuscinetto verrà indotta una forza che agisce in direzione assiale. Questa forza deve essere compensata con un altro cuscinetto montato in opposizione. Tale carico deve essere considerato in sede di



calcolo della forza di precarico (→ sezione "Carichi radiali" a **pagina 13**).

Nei cuscinetti assiali orientabili a rulli precaricati a molla occorre determinare la forza totale della molla e degli eventuali carichi dovuti al peso di un albero verticale, in modo che il carico sul cuscinetto sia sempre uguale o superiore al carico assiale minimo richiesto. Per i cuscinetti più piccoli possono essere utilizzate quattro molle, ma il loro numero deve essere aumentato per i cuscinetti più grandi al fine di fornire un supporto adeguato ed evitare la deformazione della ralla esterna.

Per la determinazione della forza di carico appropriata e del numero di molle da utilizzare per il precarico, rivolgersi all'ente ingegneria dell'applicazione della SKF.

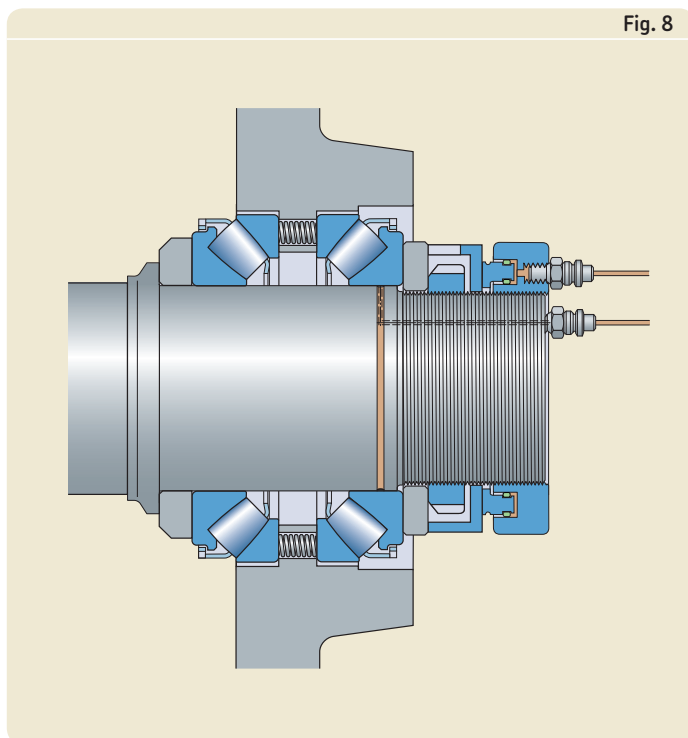
### Impostazione di gioco e precarico

Nelle disposizioni a "X" il gioco ed il precarico si impostano registrando le ralle esterne che, nella maggior parte dei casi, sono accoppiate con gioco e possono essere spostate facilmente. La posizione richiesta si ottiene collocando spessori tra l'alloggiamento ed il coperchio.

Nelle disposizioni ad "O" lo spostamento in posizione della ralla interna, generalmente montata con interferenza, può rivelarsi difficoltoso. In tal caso, il metodo dell'iniezione d'olio della SKF può agevolare la registrazione.

In caso di precarico può essere utilizzato il metodo dell'iniezione d'olio in combinazione con una ghiera idraulica tipo HMV .. E della SKF (→ **fig. 8**). Dopo aver montato la ralla a caldo in prossimità della posizione corretta, la forza di precarico viene applicata alla ralla stessa attraverso una specifica pressione dell'olio nella ghiera idraulica, iniettando l'olio tra la ralla e l'albero. In tal modo, la ralla può essere spinta nella posizione corretta. Il precarico della ghiera idraulica deve essere mantenuto finché la pressione dell'olio non è stata rilasciata e la ralla è definitivamente montata con interferenza sull'albero.

Tuttavia, per utilizzare il metodo dell'iniezione d'olio l'albero deve essere dotato dei condotti e delle scanalature necessari (→ sezione "Smontaggio", da **pagina 30**).



*Impostazione del precarico richiesto con il metodo dell'iniezione d'olio ed una ghiera idraulica della SKF*

## Disposizioni di cuscinetti per applicazioni in presenza di velocità elevate

I cuscinetti assiali orientabili a rulli SKF possono operare a velocità elevate. Apportando determinate modifiche al design interno ed adottando precauzioni speciali in termini di lubrificazione, raffreddamento e precarico, i cuscinetti possono operare a velocità 3 volte superiore rispetto alla velocità di riferimento indicata nel catalogo (circa 1,5 volte oltre la velocità limite).

Una disposizione di cuscinetti in un raffinatore a disco ad altissima velocità è illustrata nella **fig. 9**.

In questa applicazione un carico assiale estremamente elevato è ripartito in modo uniforme su due cuscinetti assiali orientabili a rulli montati in tandem e precaricati da due pistoni idraulici. Per la progettazione o l'utilizzo di macchinari a velocità superiori rispetto alla velocità di riferimento, c, rivolgersi all'ente ingegneria dell'applicazione della SKF.

*Disposizione di cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli in un raffinatore a disco ad alta velocità, lubrificato con sistema a ricircolo di olio*

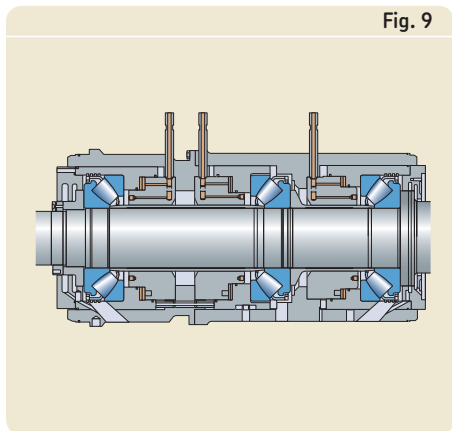


Fig. 9

## Disposizioni di cuscinetti per applicazioni in presenza di basse velocità

Le applicazioni come i preriscaldatori d'aria e gli estrusori ad albero verticale possono presentare velocità estremamente basse, dell'ordine di 0,5–5 giri/min., e carichi pesanti dell'ordine di  $P = 0,1 C_0$ . In questi tipi di applicazioni si sono dimostrati particolarmente efficaci gli oli ad alta viscosità con additivi. Per ulteriori informazioni, rivolgersi all'ente ingegneria dell'applicazione della SKF.

Le applicazioni a bassa velocità, come i perni rotanti di ponti e gru, devono essere considerate come applicazioni statiche ed i calcoli relativi ai cuscinetti devono essere realizzati con un fattore di sicurezza statica  $s_0 \approx 4$  o maggiore.

## Rigidità

Alcune macchine richiedono disposizioni di cuscinetti più rigide di altre. Per soddisfare i vari requisiti, i cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli possono essere disposti in modo da ottenere livelli di rigidità differenti.

Nelle disposizioni ad "O" i centri di pressione dei cuscinetti saranno ben distanziati in modo da ottenere una disposizione molto rigida, in grado di sopportare i momenti flettenti nonché i carichi assiali e radiali (**→ fig. 10**).

La disposizione a "X" non è così rigida a causa della minore distanza tra i centri di pressione. Tuttavia, essa presenta la stessa rigidità per quanto riguarda i carichi assiali e radiali (**→ fig. 11**).

*Le disposizioni ad "O" garantiscono una rigidità estremamente elevata*

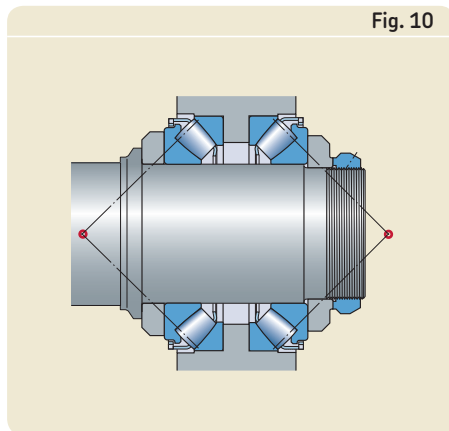


Fig. 10

Nelle disposizioni ad "X" i cuscinetti possono essere collocati in modo che i relativi centri di pressione coincidano e l'intera disposizione sia orientabile, ma con la stessa rigidità in direzione assiale e radiale.

## Progettazione dei componenti correlati

### Supporto delle ralle del cuscinetto

Per ottimizzare le prestazioni dei cuscinetti soggetti a carichi assiali elevati è essenziale che gli stessi siano sufficientemente supportati per evitare la deformazione delle ralle.

Le dimensioni dello spallamento  $d_{a \min}$  e  $D_{a \max}$  riportate nelle tabelle di prodotto, da **pagina 36**, sono valide per carichi assiali del cuscinetto  $F_a \leq 0,1 C_0$ .

Se i cuscinetti sono soggetti a carichi maggiori, può essere necessario provvedere al supporto delle ralle del cuscinetto sull'intera larghezza ( $d_a = d_1$  and  $D_a = D_1$ ). In caso di carichi elevati,  $P > 0,1 C_0$ , il foro della ralla interna deve essere supportato completamente dall'albero, preferibilmente mediante un montaggio con interferenza. Anche la ralla esterna deve essere supportata radialmente (**→ fig. 12**).

Per maggiori informazioni sul dimensionamento dei supporti delle ralle, rivolgersi all'ente ingegneria dell'applicazione della SKF.

*Le disposizioni ad "X" garantiscono una rigidità elevata*

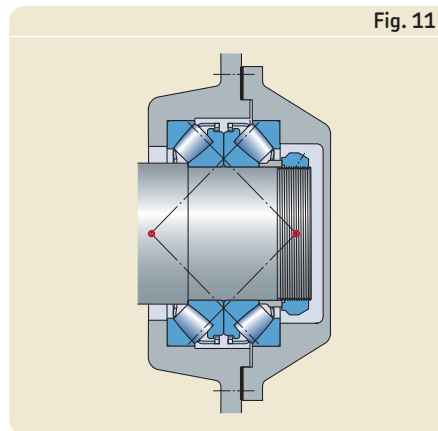


Fig. 11

## Tenute

La durata di un cuscinetto dipende in larga misura dall'efficienza delle tenute. Le tenute impediscono l'ingresso delle impurità ed hanno la funzione di ritenzione del lubrificante.

La scelta del tipo di tenuta dipende dalle condizioni di esercizio e da considerazioni di carattere ambientale quali

- tipo di lubrificante
- velocità di scorrimento rispetto alle superfici di tenuta
- albero verticale oppure orizzontale
- grado di disallineamento
- tipo di contaminazione
- condizioni di temperatura.

Per informazioni dettagliate sulla scelta del tipo di tenuta si rimanda al catalogo della SKF "Tenute industriali".

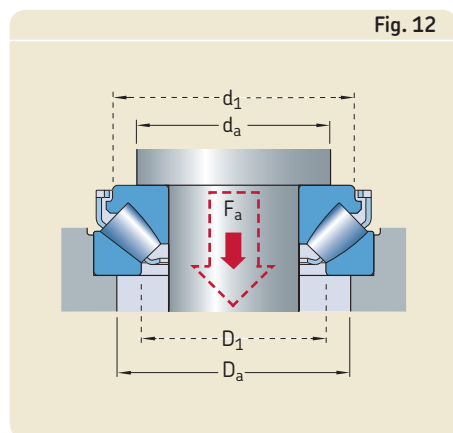
### Tenute per lubrificazione a grasso

I grassi lubrificanti sono relativamente facili da trattenere all'interno della disposizione di cuscinetti. Pertanto, non richiedono tenute particolari.

Le tenute radiali senza molla di carico HM e HMA della SKF sono idonee in presenza di basse velocità di scorrimento. I labbri delle tenute devono essere rivolti verso il cuscinetto. I V-ring o gli anelli di tenuta radiali caricati a molla, ad es. quelli della versione CRW1, sono ugualmente indicati per la ritenzione del grasso.

In caso di rilubrificazione frequente, il labbro di almeno una delle tenute deve essere rivolto in senso opposto al grasso, in modo che quello in eccesso possa uscire attraverso lo stesso labbro.

*Dimensioni di albero ed alloggiamento per il supporto delle ralle dei cuscinetti*



Maggiori informazioni sulle disposizioni di tenuta, sono riportate nella sezione "Lubrificazione a grasso", da **pagina 26**.

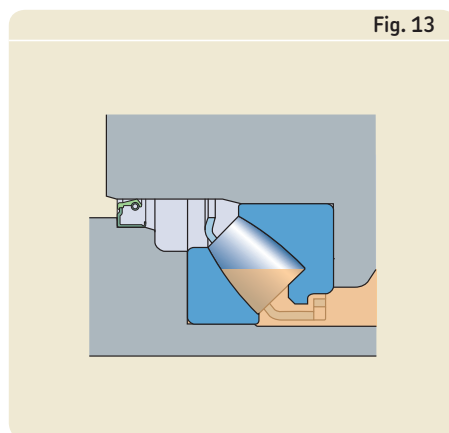
### Tenute per la lubrificazione a olio

In genere, gli oli lubrificanti sono più difficili da trattenere all'interno della disposizione di cuscinetti rispetto ai grassi. Pertanto, vengono utilizzati quasi esclusivamente tenute radiali caricate a molla, ad es. le tenute della SKF delle serie CRW1, CRWH1, HMS4 o HDS3.

Normalmente sono sufficienti tenute radiali CRW1 con labbro ad azione idrodinamica, chiamate SKF WAVE (→ **fig. 13**). Il labbro SKF WAVE ha un bordo di forma sinusoidale che induce un'azione di pompaggio sia all'interno che all'esterno, indipendentemente dal senso di rotazione dell'albero.

Grazie alla loro configurazione interna, i cuscinetti assiali orientabili a rulli creano un'azione di pompaggio che deve essere considerata in fase di scelta delle tenute, (→ sezione "Lubrificazione e manutenzione", da **pagina 24**).

*Tenuta radiale CRW1 caricata a molla per disposizioni lubrificate ad olio*

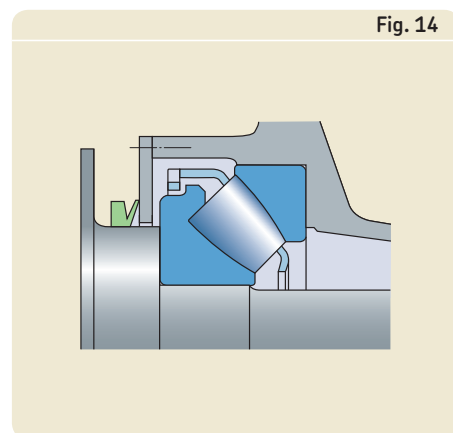


### Esclusione degli agenti contaminanti

I V-ring sono particolarmente indicati per impedire l'ingresso degli agenti contaminanti. Tali tenute ruotano con l'albero, fungono da anelli centrifugatori e realizzano la funzione di tenuta contro una superficie perpendicolare rispetto all'albero (→ **fig. 14**).

Le tenute radiali, cioè la versione CRW1, destinate principalmente a impedire l'ingresso di agenti contaminanti, devono essere montate con il labbro rivolto in senso opposto al cuscinetto.

*I V-ring sono ideali per impedire l'ingresso degli agenti contaminanti*



# Disposizioni tipiche di cuscinetti

Per sfruttare al meglio le loro caratteristiche, i cuscinetti assiali orientabili a rulli devono essere installati correttamente. Uno dei vantaggi di questi cuscinetti è che possono sopportare carichi sia radiali che assiali. Per questo motivo, vengono frequentemente utilizzati in varie applicazioni in presenza di carichi combinati.

Se correttamente installati, questi cuscinetti garantiscono un funzionamento fluido finché  $F_r \leq 0,55 F_a$ . Se il cuscinetto deve sopportare un carico radiale pesante,  $F_r > 0,55 F_a$ , deve essere abbinato ad un altro cuscinetto. Questo secondo cuscinetto può essere un cuscinetto assiale orientabile a rulli, ma anche un cuscinetto di altro tipo. Nelle applicazioni in cui un cuscinetto assiale orientabile a rulli è radialmente libero ed i carichi assiali possono non soddisfare i requisiti di carico minimo, il cuscinetto deve essere precaricato a molla.

Alcune disposizioni tipiche prevedono cuscinetti assiali orientabili a rulli montati come illustrato di seguito.

## Disposizioni di cuscinetti assiali a semplice effetto

### Disposizione con un singolo cuscinetto assiale orientabile a rulli vincolato radialmente su un albero verticale

Quando un cuscinetto assiale orientabile a rulli è soggetto ad un carico assiale pari ad almeno il carico minimo richiesto, può essere utilizzato come cuscinetto singolo per sopportare carichi sia radiali che assiali (→ **fig. 1**). Tuttavia, il cuscinetto all'altra estremità dell'albero deve essere un cuscinetto radiale.

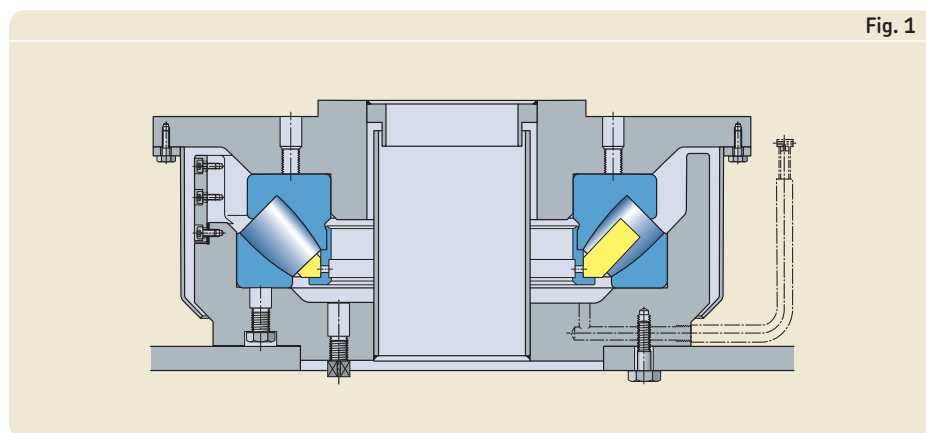
Questa disposizione è idonea se il carico assiale agisce sempre in un senso. Applicazioni tipiche sono motori elettrici e perni di gru e ponti.

### Disposizione con un singolo cuscinetto assiale orientabile a rulli radialmente libero su un albero orizzontale o verticale

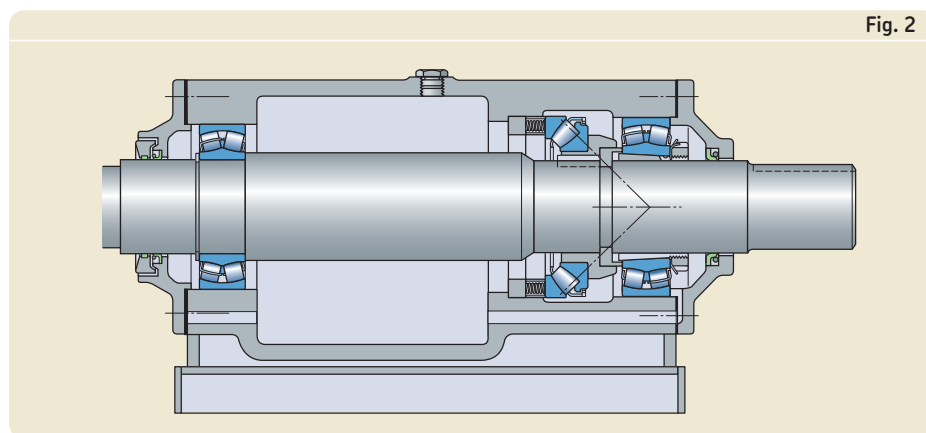
In questo esempio, il cuscinetto assiale orientabile a rulli è precaricato a molla e sopporta il carico assiale predominante. L'albero è supportato da due cuscinetti radiali, di cui uno vincolato in senso opposto (→ **fig. 2**). Questa

disposizione è idonea se il carico assiale in una sola direzione è quello predominante. Applicazioni tipiche sono pignoni, pompe e ventilatori.

### Disposizione con un singolo cuscinetto assiale orientabile a rulli, vincolato radialmente su un albero verticale



### Disposizione con un singolo cuscinetto assiale orientabile a rulli, radialmente libero su un albero orizzontale o verticale



## Disposizioni di cuscinetti assiali a doppio effetto

### Disposizione con due cuscinetti assiali orientabili a rulli radialmente liberi e disposti ad "O" oppure a "X"

In queste disposizioni, i cuscinetti possono sopportare i carichi assiali in entrambe le direzioni. Il carico assiale minimo è garantito dalle ralle esterne precaricate a molla. I carichi radiali vengono sopportati da un cuscinetto radiale separato (→ fig. 3). Il cuscinetto non di vincolo all'altra estremità dell'albero è un cuscinetto radiale.

Questa disposizione di cuscinetti è idonea per carichi assiali che agiscono in ambo le direzioni, combinati con forti carichi radiali, e per applicazioni a velocità relativamente elevate. Applicazioni tipiche sono riduttori industriali e laminatoi.

### Disposizione con due cuscinetti assiali orientabili a rulli vincolati radialmente e disposti ad "O" oppure a "X"

Le ralle esterne di entrambi i cuscinetti possono essere montate con accoppiamento lasco o con interferenza nell'alloggiamento. I cuscinetti sopportano i carichi assiali che agiscono in ambo le direzioni, combinati con carichi radiali simultanei. Tali cuscinetti sono montati con un certo gioco assiale interno (→ fig. 4).

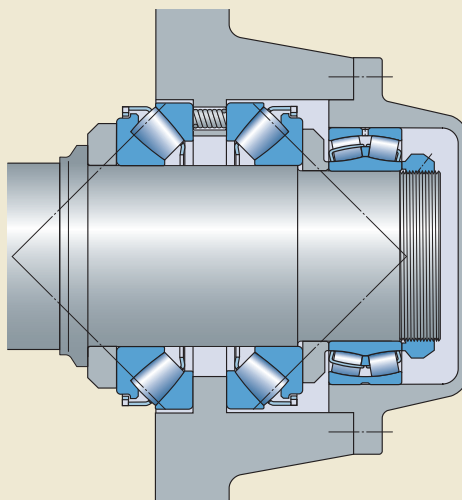
Il cuscinetto non di vincolo all'altra estremità dell'albero è un cuscinetto radiale.

Questa disposizione garantisce una soluzione compatta per le applicazioni con carichi assiali in entrambe le direzioni e carichi radiali simultanei. E' particolarmente indicata per le applicazioni a velocità moderata. Applicazioni tipiche sono propulsori navali e grandi motori elettrici.

### Disposizione con due cuscinetti assiali orientabili a rulli, uno che fornisce il sostegno radiale ed uno radialmente libero

I cuscinetti di questa disposizione possono essere disposti ad "O" (→ fig. 5) oppure ad "X". Il cuscinetto vincolato radialmente sopporta sia il carico assiale che radiale, mentre l'altro cuscinetto precaricato a molla è radialmente libero nell'alloggiamento. Il cuscinetto non di vincolo all'altra estremità dell'albero è un cuscinetto radiale.

Fig. 3



Disposizione con due cuscinetti assiali orientabili a rulli radialmente liberi e disposti ad "O"

Disposizione con due cuscinetti assiali orientabili a rulli vincolati radialmente e disposti ad "O" (a) oppure a "X" (b)

Fig. 4

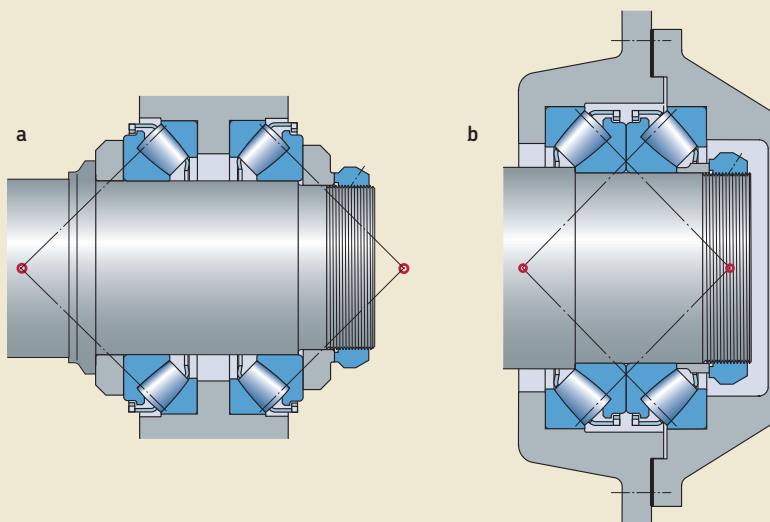
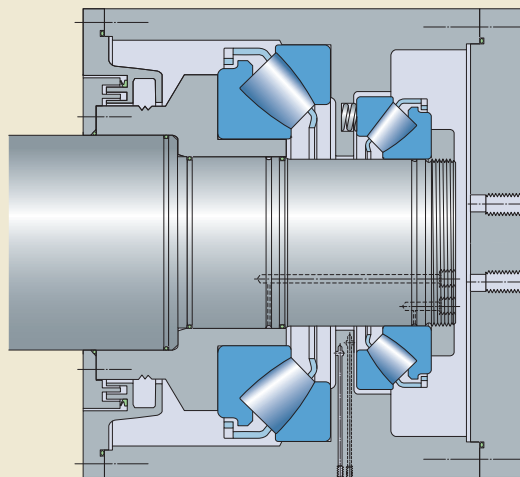


Fig. 5



Disposizione con due cuscinetti assiali orientabili a rulli, uno dei quali realizza il supporto radiale mentre l'altro è radialmente libero

Questa disposizione è idonea in presenza di carichi radiali e carichi assiali pesanti, che agiscono in una direzione, ed un leggero carico occasionale in senso opposto. Può essere utilizzata anche per applicazioni a velocità relativamente elevate. Applicazioni tipiche sono raffinatori a disco e piccole turbine idrauliche ad asse orizzontale.

### Disposizione con un cuscinetto assiale orientabile a rulli combinato con un cuscinetto radiale orientabile a rulli – centro di pressione comune

In questa disposizione, i cuscinetti sono montati in modo da ottenere un centro di pressione comune, che rende la disposizione autoallineante. Il cuscinetto assiale orientabile a rulli è radialmente libero e sopporta solo carichi assiali. I carichi radiali sono sostenuti dal cuscinetto radiale orientabile a rulli. Il carico assiale minimo sul cuscinetto assiale orientabile a rulli viene ottenuto precaricando con molle la ralla esterna (→ fig. 6). Il cuscinetto non di vincolo all'altra estremità dell'albero è un cuscinetto radiale.

Questa disposizione è idonea in presenza di carichi radiali e carichi assiali pesanti, che agiscono in una direzione, ed un leggero carico occasionale in senso opposto. Ciò vale per le applicazioni sia a bassa che ad alta velocità. Applicazioni tipiche sono cuscinetti assiali per eliche, idrogetti e pompe.

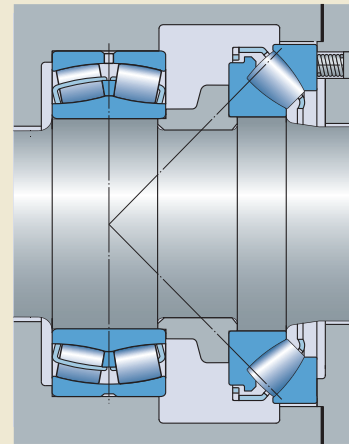
### Disposizione con due cuscinetti assiali orientabili a rulli in tandem

In presenza di carichi assiali molto pesanti possono essere utilizzati due cuscinetti assiali orientabili a rulli disposti in tandem, per sopportare il carico assiale predominante. Il carico viene ripartito ugualmente sui due cuscinetti per mezzo di due pistoni idraulici. I cuscinetti assiali orientabili a rulli sono radialmente liberi e l'albero è supportato, in senso radiale, da due cuscinetti radiali (→ fig. 7).

In alternativa, uno dei cuscinetti nella disposizione in tandem può essere utilizzato anche per il supporto radiale, insieme ad un terzo cuscinetto assiale orientabile a rulli, che assicura il vincolo dell'albero nell'altra direzione (→ fig. 7).

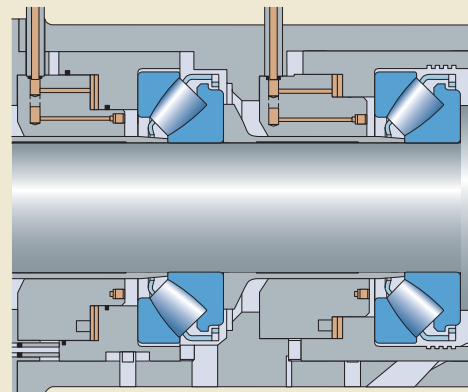
Questa disposizione è idonea se il carico assiale è estremamente elevato in un senso. Applicazioni tipiche sono unità mandrino e raffinatori a disco.

Fig. 6



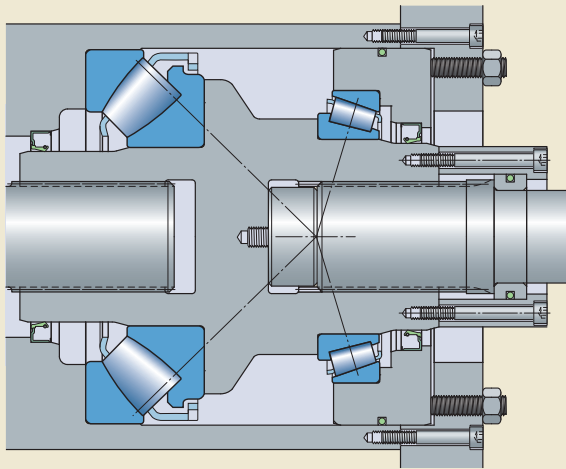
*Disposizione con un cuscinetto assiale orientabile a rulli combinato con un cuscinetto radiale orientabile a rulli – centro di pressione comune*

Fig. 7



*Disposizione con due cuscinetti assiali orientabili a rulli in tandem*

Fig. 8



*Disposizione con un cuscinetto assiale orientabile a rulli combinato con un cuscinetto a rulli conici*

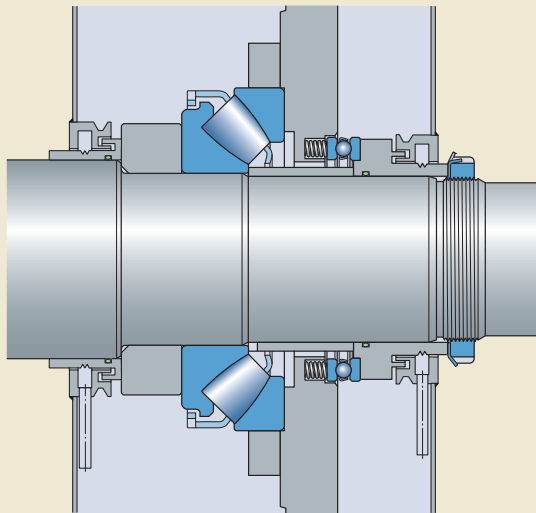
### Disposizione con un cuscinetto assiale orientabile a rulli combinato con un cuscinetto a rulli conici

Entrambi i cuscinetti in questa disposizione sono guidati radialmente, non precaricati e disposti a "X". Ogni cuscinetto può sopportare il carico assiale in una sola direzione. Il cuscinetto, che è caricato assialmente, sopporta anche il carico radiale che agisce simultaneamente (→ fig. 8). Se è necessario un cuscinetto non di vincolo, un cuscinetto radiale deve essere montato all'altra estremità dell'albero.

Questa disposizione è idonea per carichi assiali in entrambi i sensi combinati con carichi radiali. Il carico assiale predominante viene sopportato dal cuscinetto assiale orientabile a rulli.

Applicazioni tipiche sono motori idraulici e presse a iniezione.

Fig. 9



*Disposizione con un cuscinetto assiale orientabile a rulli combinato con un cuscinetto assiale a sfere*

### Disposizione con un cuscinetto assiale orientabile a rulli combinato con un cuscinetto assiale a sfere

Il cuscinetto assiale orientabile a rulli in questa disposizione è vincolato radialmente e può sostenere carichi assiali e radiali. Per fornire il carico assiale minimo richiesto, il cuscinetto assiale a sfere viene registrato contro il cuscinetto assiale orientabile a rulli per mezzo di molle (→ fig. 9). Il cuscinetto non di vincolo all'altra estremità dell'albero è un cuscinetto radiale.

Questa disposizione è idonea per carichi assiali predominanti in una direzione. Applicazioni tipiche sono turbine ad acqua e bollitori per cellulosa.

# Lubrificazione e manutenzione

## Lubrificanti

In linea di principio, si consiglia di lubrificare i cuscinetti assiali orientabili a rulli con olio o grasso contenenti additivi EP.

## Azione di pompaggio

Grazie alla loro configurazione interna, i cuscinetti assiali orientabili a rulli realizzano un'azione di pompaggio che può risultare utile per la circolazione dell'olio lubrificante. Nella scelta del tipo di lubrificante e tenuta, occorre considerare questa azione di pompaggio (→ **diagramma 1**).

## Viscosità dell'olio

La scelta di un olio oppure di un grasso dipende essenzialmente dalla viscosità necessaria per lubrificare adeguatamente il cuscinetto. La viscosità di un lubrificante diminuisce all'aumentare della temperatura. Per formare una pellicola d'olio di spessore sufficiente, nell'area di contatto tra i corpi volenti e le piste, l'olio deve mantenere una viscosità minima alla normale temperatura di esercizio.

Per determinare la viscosità appropriata del lubrificante ad una determinata temperatura di esercizio, fare riferimento al Catalogo Generale della SKF oppure al Catalogo Tecnico Interattivo della SKF disponibile su CD-ROM oppure all'indirizzo [www.skf.com](http://www.skf.com).

## Pulizia

La pulizia è un fattore molto importante per le prestazioni dei cuscinetti volenti, come evidenziato nel metodo SKF della durata (→ sezione "Scelta delle dimensioni del cuscinetto", da **pagina 12**).

## Lubrificazione a olio

L'olio è il lubrificante ideale per i cuscinetti assiali orientabili a rulli, in particolare nelle applicazioni in presenza di carico statico, come ad es. nei perni dei ponti, per evitare danni dovuti alle vibrazioni quando non ruotano.

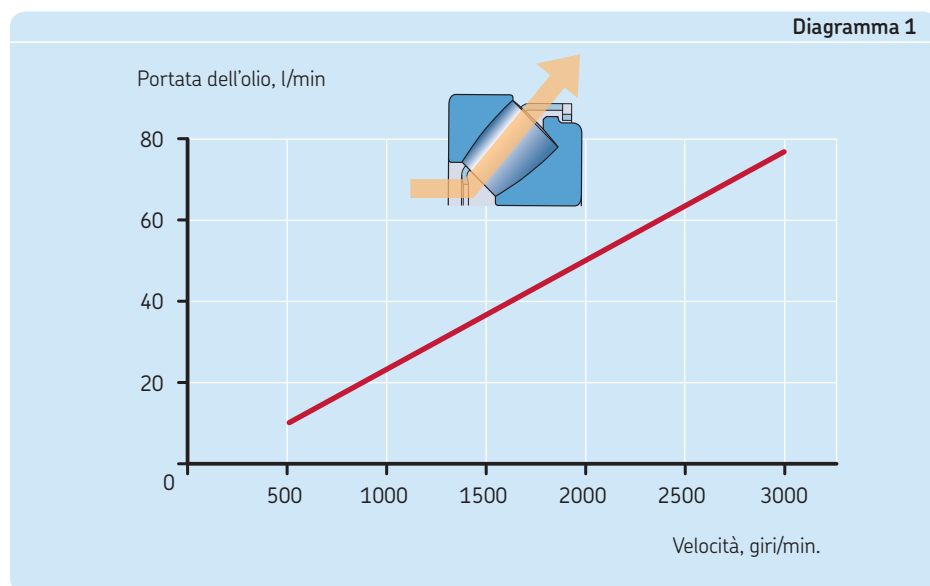
Se le esigenze di raffreddamento sono moderate, è preferibile optare per la lubrificazione a bagno d'olio.

In presenza di temperature elevate, la lubrificazione a ricircolo di olio costituisce la scelta migliore.

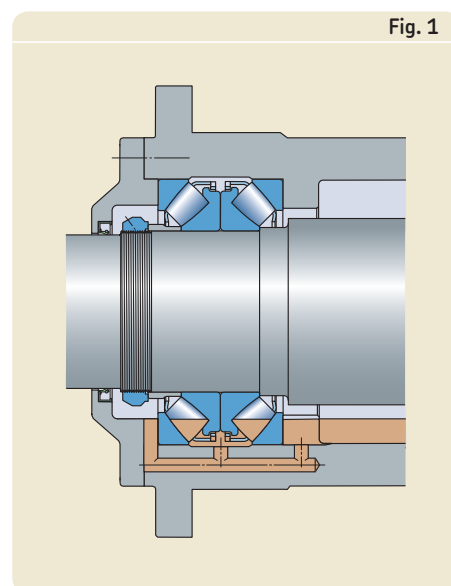
Indipendentemente dal metodo di lubrificazione ad olio, deve sempre essere presente un condotto di collegamento tra i serbatoi dell'olio su entrambi i lati del cuscinetto (→ **fig. 1**).

Per informazioni sul corretto dimensionamento dei condotti dell'olio, rivolgersi all'ente ingegneria dell'applicazione della SKF.

Azione di pompaggio nei cuscinetti assiali orientabili a rulli (ad esempio in un cuscinetto 29420 E)



Un condotto di collegamento assicura lo stesso livello d'olio su entrambi i lati dei cuscinetti





## Lubrificazione a bagno d'olio

La lubrificazione a bagno d'olio è la più indicata per gli alberi verticali. Per forzare l'ingresso dell'olio nel cuscinetto è possibile sfruttare l'azione di pompaggio del cuscinetto.

## Livelli dell'olio

Il livello di olio consigliato per un albero verticale è illustrato in **fig. 2**.

Per i cuscinetti su albero orizzontale, il livello dell'olio deve essere ad una distanza "a" dal centro del cuscinetto (**→ fig. 3**).

$$a = 0,5 d_m \pm 2 \text{ mm per } d < 200 \text{ mm}$$

$$a = 0,5 d_m + 0 a + 5 \text{ mm per } d \geq 200 \text{ mm}$$

in cui

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

$$d = \text{diametro foro del cuscinetto, mm}$$

$$D = \text{diametro esterno del cuscinetto, mm}$$

Tuttavia, nelle applicazioni a media e bassa velocità, il cuscinetto può essere immerso completamente nell'olio.

## Lubrificazione a ricircolo di olio

In molti casi l'azione di pompaggio di un cuscinetto assiale orientabile a rulli è sufficiente per garantire un ricircolo di olio idoneo per il raffreddamento del cuscinetto.

Se l'azione di pompaggio non è sufficiente, può essere necessario far circolare l'olio con l'ausilio di una pompa. La direzione di circolazione dell'olio deve coincidere con l'azione di pompaggio del cuscinetto assiale orientabile a rulli.

Maggiore è la temperatura di esercizio e più rapidamente si ossiderà l'olio lubrificante. Un aumento di temperatura del cuscinetto comporta anche una riduzione di viscosità dell'olio e l'assottigliamento della pellicola di olio lubrificante.

La lubrificazione a ricircolo di olio consente di prolungare gli intervalli di sostituzione dell'olio.

Per ottimizzare il livello di pulizia, l'olio deve essere filtrato prima di essere ripompato nel cuscinetto (**→ fig. 4**).

## Raffreddamento

A velocità moderate può essere utilizzato un sistema di raffreddamento piuttosto semplice, che consiste ad esempio nell'inserire una serpentina di tubi di raffreddamento nel serbatoio dell'olio. In caso di velocità e temperature ambiente elevate, occorre calcolare la portata d'olio richiesta per mantenere una temperatura di esercizio adeguata.

Un'azione di raffreddamento efficiente è molto importante, se i cuscinetti assiali orientabili a rulli devono operare a velocità particolarmente elevate.

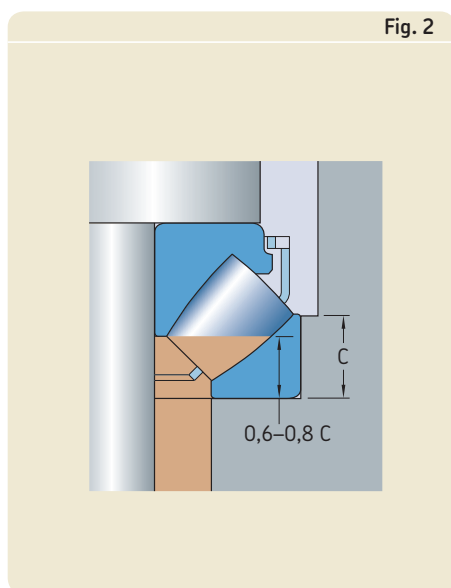
Il raffreddamento può essere realizzato mediante un radiatore in un sistema a ricircolo di olio (**→ fig. 4**).

Per il calcolo della portata dell'olio richiesta, rivolgersi all'ente ingegneria dell'applicazione della SKF.

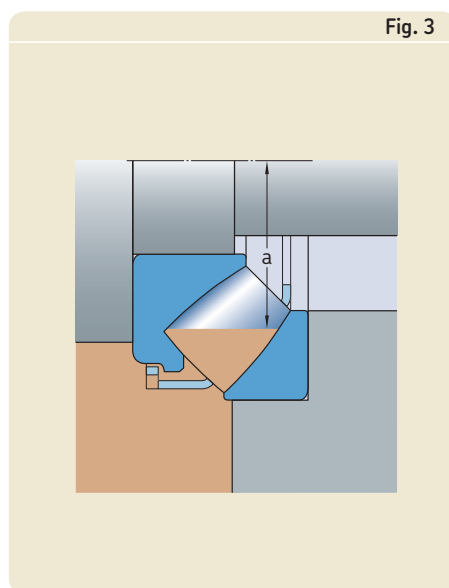
## Riscaldamento

Se la temperatura ambiente è bassa, ad es. nei perni di ponti e gru, può essere necessario riscaldare l'olio in modo da ottenere la viscosità idonea per la lubrificazione del cuscinetto.

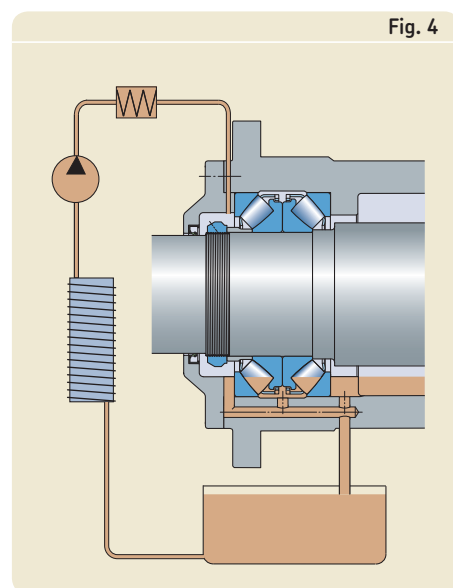
*Livello dell'olio consigliato per le applicazioni ad albero verticale*



*Livello dell'olio consigliato per le applicazioni ad albero orizzontale*



*Sistema a ricircolo di olio con radiatore e filtro*



## Lubrificazione a grasso

Nel caso della lubrificazione a grasso, occorre lubrificare adeguatamente le aree di contatto estremità del rullo/flangia. A seconda dell'applicazione, a tal scopo può essere più opportuno riempire completamente il cuscinetto e l'alloggiamento di grasso prima dell'avviamento, quindi rabboccarli ad intervalli regolari.

E' importante che il grasso in eccesso possa uscire dal cuscinetto (→ fig. 5 e 6).

### Albero verticale

Per trattenere il grasso all'interno di una disposizione di cuscinetti con albero verticale, sotto il cuscinetto deve essere posizionata una tenuta radiale. Il condotto di alimentazione del grasso è posizionato sul lato della ralla dell'alloggiamento (→ fig. 5).

### Albero orizzontale

La disposizione di cuscinetti per alberi orizzontali deve essere progettata in modo che il grasso fresco passi attraverso il cuscinetto ed il grasso usato sia spurgato dal lato della ralla dell'albero (→ fig. 6).

### Grassi idonei

I grassi SKF più indicati per la lubrificazione dei cuscinetti assiali orientabili a rulli sono elencati nella **tabella 1**. Le relative specifiche tecniche sono riportate nella **tabella 2**.

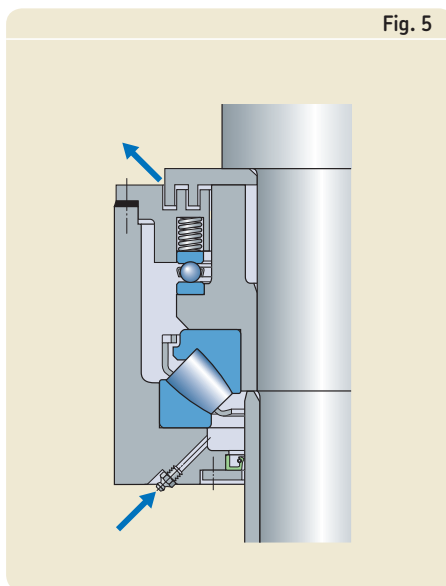
### Intervallo di rilubrificazione

Per una corretta lubrificazione, i cuscinetti devono essere rilubrificati ad intervalli regolari. I cuscinetti non devono essere ingrassati eccessivamente, o potrebbe verificarsi un aumento della temperatura di esercizio.

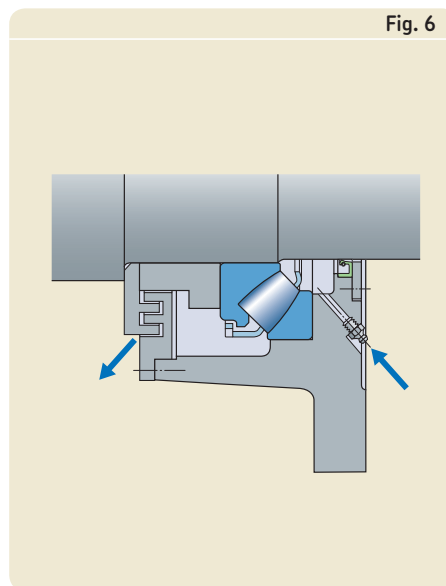
L'intervallo di rilubrificazione  $t_r$ , in condizioni di esercizio normali, è riportato nel **diagramma 2**. Il Diagramma è valido per i cuscinetti con alberi orizzontali che operano in ambienti non contaminati.

Il valore sull'asse x si ricava da  $4 n d_m$  ( $4 \times$  velocità di esercizio  $\times$  diametro medio del cuscinetto).

Il valore di  $t_r$  viene successivamente diviso tenendo in considerazione l'entità del carico, ottenuta dal rapporto di carico C/P. L'intervallo di rilubrificazione  $t_r$  è un valore stimato ed è valido per



Disposizione di tenuta per un albero verticale – l'apertura di immissione per il grasso si trova appena al di sotto del cuscinetto



Disposizione di tenuta per un albero orizzontale – l'apertura di immissione del grasso si trova sul lato della ralla dell'alloggiamento

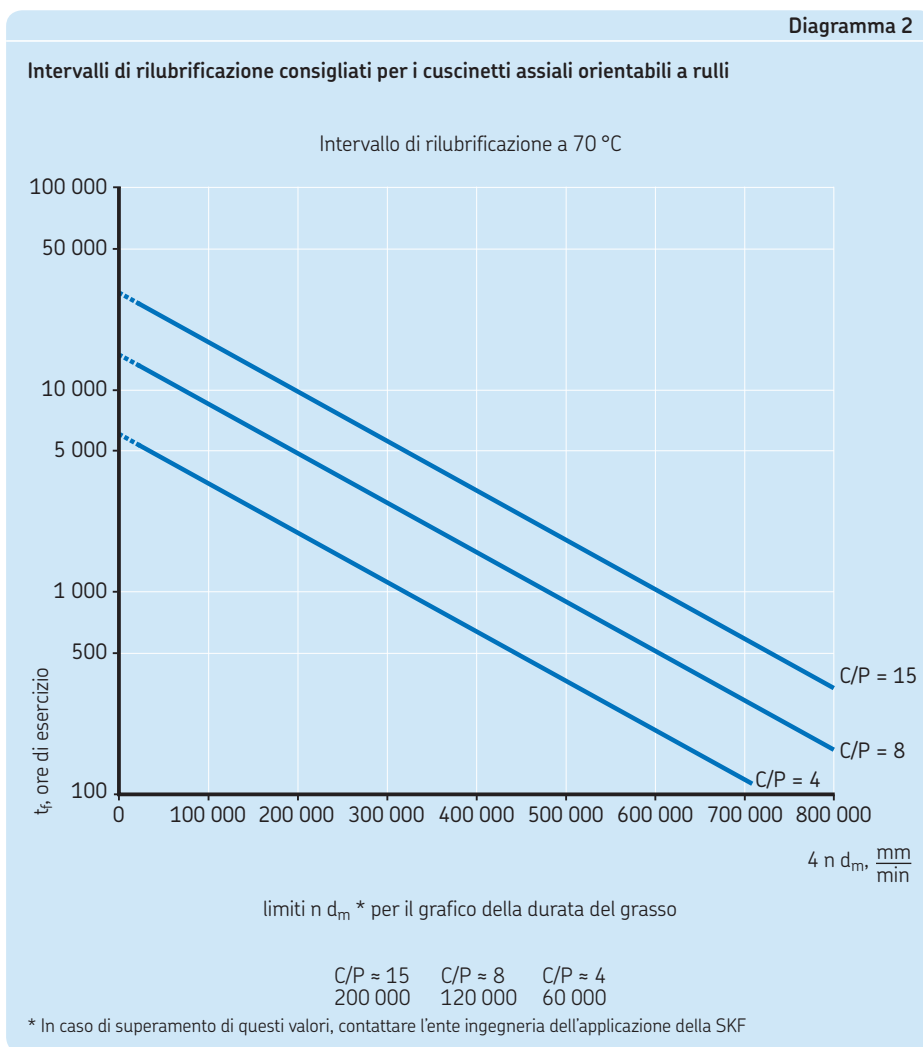


Tabella 1

## Grassi per cuscinetti standard della SKF per cuscinetti assiali orientabili a rulli

Denominazione del grasso	Condizioni di esercizio del cuscinetto			Bassa coppia e coefficiente di attrito	Livello di vibrazioni molto elevato	Carichi pesanti	Proprietà anti-ruggine	Resistenza all'acqua
	Velocità molto elevata	Velocità molto bassa e/o movimenti oscillatori						
LGEP 2	o	o	–	+	+	+	+	+
LGHB 2	o	+	–	+	+	+	+	+
LGEM 2	–	+	–	+	+	+	+	+
LGEV 2	–	+	–	+	+	+	+	+
LGWM 1	o	o	o	–	+	+	+	+

+ = Molto idoneo    o = Idoneo    – = Non idoneo

Per ulteriori informazioni, rivolgersi all'ente ingegneria dell'applicazione della SKF

Tabella 2

## Specifiche tecniche

Denominazione del grasso	Descrizione	Classe NGLI	Addensante	Tipo di olio base	Viscosità olio base (mm <sup>2</sup> /s)		Gamma di temperature <sup>1)</sup> (°C)	
					40 °C	100 °C	LTL	HTPL
LGEP 2	Carichi pesanti	2	Litio	Minerali	200	16	–20	+110
LGHB 2	Elevata viscosità EP temperatura elevata	2	Solfonato di calcio complesso	Minerali	400–450	26,5	–20	+150
LGEM 2	Viscosità elevata con lubrificanti solidi	2	Litio	Minerali	500	32	–20	+120
LGEV 2	Viscosità molto elevata con lubrificanti solidi	2	Sapone	Minerali	1 020	58	–10	+120
LGWM 1	EP – bassa temperatura	1	Litio	Minerali	200	16	–30	+110

LTL Limite Inferiore di Temperatura  
HTPL Limite Superiore di Temperature di Esercizio

<sup>1)</sup> Per le temperature di esercizio sicure, in presenza delle quali il grasso realizza la sua azione in maniera affidabile, fare riferimento → Catalogo Generale 6000 della SKF, sezione "Gamma di temperature – il concetto di semaforo SKF", da pagina 232

- temperatura di esercizio pari a 70 °C, con grassi a base di oli minerali con sapone al litio di buona qualità
- ralla dell'albero rotante
- albero orizzontale.

Per tenere conto dell'invecchiamento accelerato che il grasso subisce con l'aumentare della temperatura, la SKF consiglia di dimezzare gli intervalli ricavati dal diagramma per ogni 15 °C di aumento della temperatura del cuscinetto tra 70 °C e la temperatura massima di esercizio del grasso. In caso di cuscinetti assiali orientabili a rulli, non allungare gli

intervalli di rilubrificazione, per temperature di esercizio inferiori a 70 °C.

- Per i cuscinetti su alberi verticali con ralla dell'albero sull'estremità superiore, gli intervalli indicati nel diagramma devono essere dimezzati.
- In caso di ralla esterna rotante, si consiglia la lubrificazione ad olio.
- Per i cuscinetti su alberi verticali con ralla dell'albero sull'estremità inferiore rivolgersi all'ente ingegneria dell'applicazione della SKF.

Se il valore  $t_r$  ricavato dal diagramma si dimostra insufficiente per una determinata applicazione

- verificare il contenuto di acqua ed impurità nel grasso
- verificare la temperatura di esercizio del cuscinetto
- considerare l'impiego di un altro grasso
- verificare le condizioni applicative del cuscinetto, come il carico, il disallineamento ecc.

Per definire l'intervallo di rilubrificazione appropriato per i cuscinetti assiali orientabili a rulli utilizzati in applicazioni critiche, si consiglia di adottare una procedura di tipo interattivo. In questi casi è opportuno rilubrificare più frequentemente e rispettare scrupolosamente le quantità indicate (→ "Procedure di rilubrificazione", vedere sotto).

Prima della rilubrificazione occorre verificare l'aspetto del grasso ed il livello di contaminazione da particolato ed acqua. La SKF consiglia, inoltre, di verificare che le tenute non siano usurate, danneggiate e non presentino perdite. Se le condizioni del grasso e dei componenti ad esso associati sono soddisfacenti, l'intervallo di rilubrificazione può essere gradualmente aumentato.

## Procedure di rilubrificazione

Le procedure di rilubrificazione più comuni per i cuscinetti assiali orientabili a rulli sono il rabbocco e la lubrificazione continua. La scelta dipende dalle condizioni di esercizio.

- Il rabbocco è decisamente più comodo in molte applicazioni: consente un funzionamento ininterrotto e, rispetto alla lubrificazione continua, assicura una temperatura di regime inferiore.
- La lubrificazione continua viene utilizzata quando l'intervallo di rilubrificazione stimato è breve, oppure se il livello di contaminazione produce effetti negativi.

Qualora si utilizzino diversi tipi di cuscinetti sullo stesso albero, in genere, si applica l'intervallo di rilubrificazione più breve tra quelli di tutti i cuscinetti. Le linee guida e le quantità di grasso per le procedure di rilubrificazione sono indicate di seguito.

## Rabbocco

Le quantità appropriate per il rabbocco possono essere ricavate dalla formula

$$G_p = 0,005 D H$$

in cui

$G_p$  = quantità di grasso da aggiungere al rabbocco, g

$D$  = diametro esterno del cuscinetto, mm

$H$  = altezza del cuscinetto, mm

Per facilitare l'alimentazione del grasso mediante un ingrassatore, bisogna prevedere un apposito raccordo sull'alloggiamento, (→ fig. 5 e 6, pagina 26).

Per sostituire in modo efficace il vecchio grasso, è importante che il rabbocco avvenga con la macchina in funzione. Nei casi in cui la macchina non è in funzione, bisogna tenere in rotazione il cuscinetto durante il rabbocco.

Qualora si utilizzi un dispositivo di lubrificazione centralizzato occorre predisporlo in modo da pompare una quantità di grasso adeguata alla temperatura ambiente minima prevista.

La SKF raccomanda di sostituire completamente il grasso ogni 5 rabbocchi circa.

## Rilubrificazione continua

A causa di un possibile rimescolamento eccessivo del grasso, che può provocare un aumento di temperatura, la lubrificazione continua è consigliata solamente in presenza di basse velocità di rotazione, cioè con valori  $n$  inferiori a 75 000. La quantità di rilubrificazione per unità di tempo si ricava dalla formula per  $G_p$ , (vedere sopra), distribuendo la quantità indicata nell'arco dell'intervallo di lubrificazione.

## Manutenzione

La corretta manutenzione dei cuscinetti è essenziale per garantire che il funzionamento degli impianti sia conforme al programma. Pianificazione, procedure di manutenzione professionali, idonei attrezzi ed accessori per cuscinetti sono indispensabili.

Maggiori informazioni sulla manutenzione dei cuscinetti assiali orientabili a rulli possono essere reperite nel Manuale SKF per la manutenzione dei cuscinetti oppure nel sito [www.aptitudexchange.com](http://www.aptitudexchange.com).

## Controlli da realizzare durante il funzionamento

Controllare le condizioni della macchina durante il funzionamento e pianificarne la manutenzione è importante. I cuscinetti sono componenti essenziali nella maggior parte delle macchine e monitorare le loro condizioni è un'attività sempre più diffusa, nell'ambito della manutenzione preventiva. Per il monitoraggio dei cuscinetti sono disponibili molteplici sistemi ed attrezzature.

Tuttavia, per motivi pratici, non tutte le funzioni delle macchine vengono monitorate con strumenti all'avanguardia. Spesso i problemi possono essere riscontrati monitorando determinati indicatori come, rumorosità, aumento di temperatura e delle vibrazioni, ecc.

## Ascoltare

I cuscinetti in buone condizioni emettono un leggero ronzio. Stridii, sibili e altri rumori irregolari indicano generalmente che le condizioni dei cuscinetti non sono ottimali.

I cuscinetti danneggiati emettono suoni irregolari ed intensi. Strumenti come lo stetoscopio elettronico della SKF che "auscultano" in modo più accurato il cuscinetto possono contribuire ad una precoce identificazione dei guasti.

## Rilevare la temperatura

È opportuno controllare regolarmente la temperatura intorno al cuscinetto. Eventuali variazioni di temperatura possono indicare un guasto, se le condizioni di esercizio non sono variate. La temperatura può essere monitorata utilizzando il termometro della SKF.

Dopo la rilubrificazione, si può verificare un normale aumento di temperatura, che in genere ha una durata di uno o due giorni.

## Osservare

Verificare le condizioni delle tenute dei cuscinetti per accertarsi che funzionino in modo efficiente e non consentano l'ingresso di eventuali impurità. In genere, perdite d'olio indicano che le tenute sono usurate o danneggiate oppure che i coperchi sono allentati. Controllare la disposizione di cuscinetti e sostituire immediatamente le tenute usurate.

Scolorimenti o annerimenti indicano generalmente la presenza di impurità nel lubrificante.

## Rilubrificazione

La rilubrificazione è più efficace se il cuscinetto è in funzione. Rilubrificare sempre con piccole quantità alla volta.

Periodicamente, pulire il grasso usato o spurgarlo attraverso i tappi di scarico. Durante la lubrificazione, accertarsi che non penetrino impurità nel grasso.

## Controllo dell'olio

Controllare il livello dell'olio e rabboccarlo all'occorrenza con olio dello stesso tipo o sostituirlo. Prelevare un campione dell'olio usato e confrontarlo con l'olio fresco. Se il campione è più torbido, può contenere dell'acqua e l'olio deve essere sostituito.

Un olio di colore scuro è sintomo di contaminazione oppure ha iniziato a carbonizzarsi. Pulire il cuscinetto e sostituire l'olio con uno di tipo simile.

## Monitoraggio delle condizioni dei cuscinetti durante il funzionamento

E' opportuno verificare sistematicamente le condizioni dei cuscinetti. Lubrificazione insufficiente, carichi eccessivi, temperature di esercizio elevate ed errori di montaggio possono contribuire a provocare il cedimento prematuro dei cuscinetti. Monitorando regolarmente le condizioni dei cuscinetti è possibile rilevare precocemente eventuali guasti (→ fig. 9). Pertanto, è più facile programmarne la sostituzione.

La SKF è a vostra disposizione, per aiutarvi a scegliere il sistema di monitoraggio più appropriato, il tipo di formazione del personale e l'installazione del sistema stesso, (→ pagine 32 e 33).

## Predisposti per l'analisi delle vibrazioni

Eventuali danni ai cuscinetti possono essere identificati analizzandone la frequenza. Per agevolare l'analisi delle vibrazioni, sulla confezione dei cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli sono riportati i dati relativi all'analisi delle vibrazioni (→ fig. 10).

Fig. 9



SKF offre una vasta gamma di strumenti per il monitoraggio delle condizioni. Un esempio sono i dispositivi portatili di monitoraggio della serie MARLIN, per realizzare analisi delle vibrazioni veloci ed affidabili

Sulla confezione dei cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli sono riportati i dati relativi all'analisi delle vibrazioni

Fig. 10



# Montaggio e smontaggio

## Montaggio

### Montaggio con interferenza

I cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli sono scomponibili, quindi la ralla dell'alloggiamento e quella dell'albero, i rulli e la gabbia si possono montare in modo indipendente (→ **fig. 1**).

Una o entrambe le ralle possono essere montate con interferenza.

A causa dell'elevata rigidità delle ralle, si consiglia il montaggio a caldo.

In funzione del tipo di montaggio con interferenza, cioè tra una ralla dell'albero e l'albero o tra la ralla dell'alloggiamento e l'alloggiamento, la ralla dell'albero oppure l'alloggiamento devono essere riscaldati prima del montaggio.

Per montare una ralla con interferenza su un albero, riscaldarla ad una temperatura da circa 80 a 90 °C, oltre quella dell'albero. A tale scopo è possibile utilizzare un riscaldatore a induzione della SKF (→ **fig. 2**), un forno oppure un bagno d'olio.

Il montaggio può essere semplificato ulteriormente utilizzando il metodo dell'iniezione d'olio della SKF. Tuttavia, per utilizzare questo metodo, l'albero deve essere dotato delle scanalature di distribuzione dell'olio e dei relativi necessari condotti (→ **tabella 1**).

*I cuscinetti assiali orientabili a rulli sono scomponibili, quindi possono essere montati e smontati con facilità*

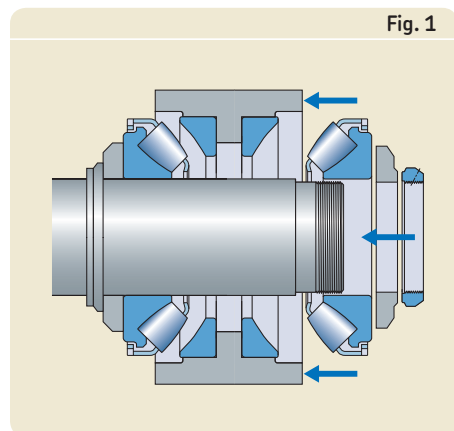


Fig. 1

### Disposizioni di cuscinetti assiali a doppio effetto – cuscinetti assiali orientabili a rulli montati in coppia

I cuscinetti assiali orientabili a rulli montati in coppia devono essere regolati in base ad un determinato gioco assiale, o precaricati durante il montaggio (→ sezione "Gioco assiale e precarico", da **pagina 16**).

In alcuni casi, la posizione corretta dei cuscinetti deve essere determinata misurando l'altezza degli stessi e quella dei componenti adiacenti, prima del montaggio.

Le istruzioni più aggiornate e dettagliate per il montaggio e lo smontaggio dei cuscinetti assiali orientabili a rulli della SKF sono disponibili online all'indirizzo [www.skf.com/mount](http://www.skf.com/mount).



*La SKF offre una vasta gamma di riscaldatori ad induzione per agevolare il montaggio dei cuscinetti con interferenza sull'albero*



Fig. 2

### Sostituire i cuscinetti in cui le forze assiali vengono trasmesse attraverso la faccia interna della ralla dell'albero

In linea di principio, quando un cuscinetto assiale orientabile a rulli di una determinata serie viene sostituito con un cuscinetto corrispondente ma di serie diversa, è importante prendere in considerazione la necessità di installare un distanziale o modificare la bussola esistente.

Se un cuscinetto assiale orientabile a rulli della SKF con gabbia massiccia deve essere sostituito con un tipo della serie E con gabbia stampata in acciaio e le forze assiali vengono trasmesse attraverso la bussola guida della gabbia, è necessario inserire un distanziale tra lo spallamento e la ralla dell'albero (→ **fig. 3**).

Per la sostituzione di un cuscinetto della SKF nella vecchia versione B montato con un distanziale, in genere occorre modificare quest'ultimo (→ **fig. 4**).

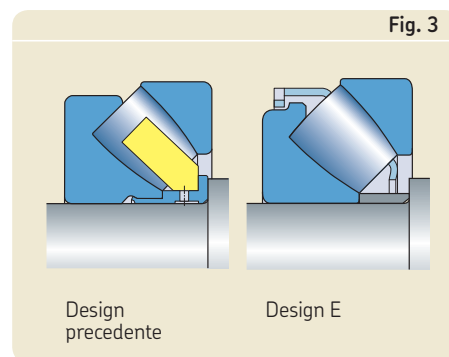


Fig. 3

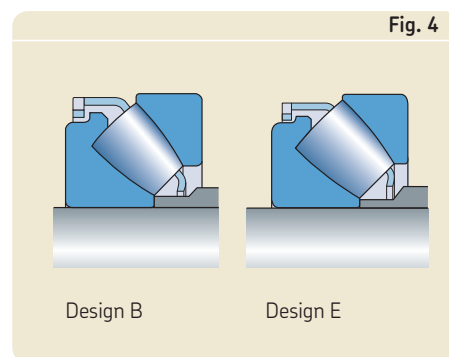


Fig. 4

Per i cuscinetti assiali orientabili a rulli, le dimensioni idonee per le bussole sono riportate nella tabella di prodotto da **pagina 36**.

## Smontaggio

### Smontaggio della ralla dell'albero

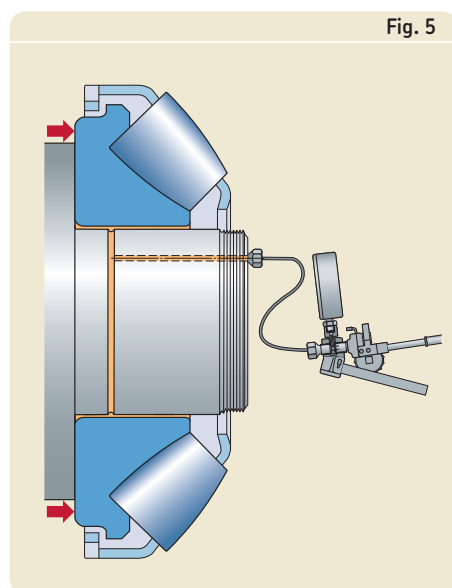
Per smontare una ralla montata con interferenza è necessaria una notevole forza. In genere, le ralle dei cuscinetti di piccole e medie dimensioni possono essere smontate con un estrattore meccanico o idraulico.

### Applicazione del metodo dell'iniezione d'olio della SKF per lo smontaggio dei cuscinetti assiali orientabili a rulli

L'applicazione del metodo di iniezione dell'olio della SKF (→ **fig. 5**), in combinazione con un estrattore meccanico adeguato, semplifica lo smontaggio delle ralle di grandi dimensioni.

Questo metodo prevede l'iniezione di olio ad alta pressione tra il foro della ralla e la superficie della sede dell'albero finché le due superfici non sono separate. La pellicola d'olio risultante riduce notevolmente la forza necessaria per lo smontaggio. Tuttavia, ciò richiede che l'albero sia dotato di condotti e scanalature per l'olio, che sono necessari per questa procedura di smontaggio. Le dimensioni sono riportate nella **tabella 1**.

*L'uso del metodo dell'iniezione d'olio della SKF agevola lo smontaggio delle ralle montate con interferenza sull'albero*



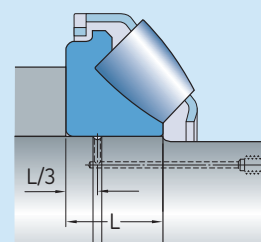
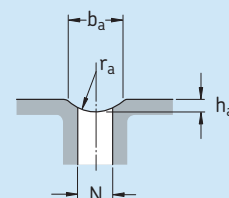
Data la forma irregolare e l'altezza della sezione della ralla dell'albero, la scanalatura deve essere collocata nel punto in cui la ralla presenta la sezione più ampia. Si tratta approssimativamente di una distanza pari ad un terzo dell'altezza della ralla misurata dalla faccia esterna (→ **tabella 1**).

Se la ralla deve percorrere una lunga distanza sull'albero, possono essere necessari più condotti e scanalature. Per evitare il bloccaggio della ralla, se possibile, l'albero deve essere progettato per un accoppiamento libero.

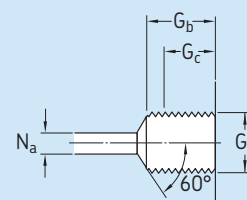
Tabella 1

Dimensioni consigliate per condotti, scanalature e fori filettati per il collegamento del sistema di alimentazione dell'olio

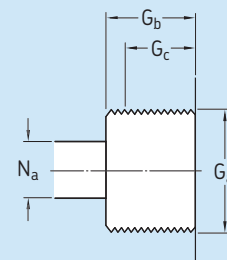
Diametro dell'albero	oltre	fino a	Dimensioni			
			$b_a$	$h_a$	$r_a$	N
mm			mm			
100	100		3	0,5	2,5	2,5
	150		4	0,8	3	3
	200		4	0,8	3	3
200	250		5	1	4	4
	250		5	1	4	4
	300		6	1,25	4,5	5
400	500		7	1,5	5	5
	500		8	1,5	6	6
	650		10	2	7	7
800	1 000		12	2,5	8	8



Filettatura $G_a$	Design	Dimensioni		
		$G_b$	$G_c$ <sup>1)</sup> max	$N_a$
mm				
M 6	A	10	8	3
G 1/8	A	12	10	3
G 1/4	A	15	12	5
G 3/8	B	15	12	8
G 1/2	B	18	14	8
G 3/4	B	20	16	8



Design A



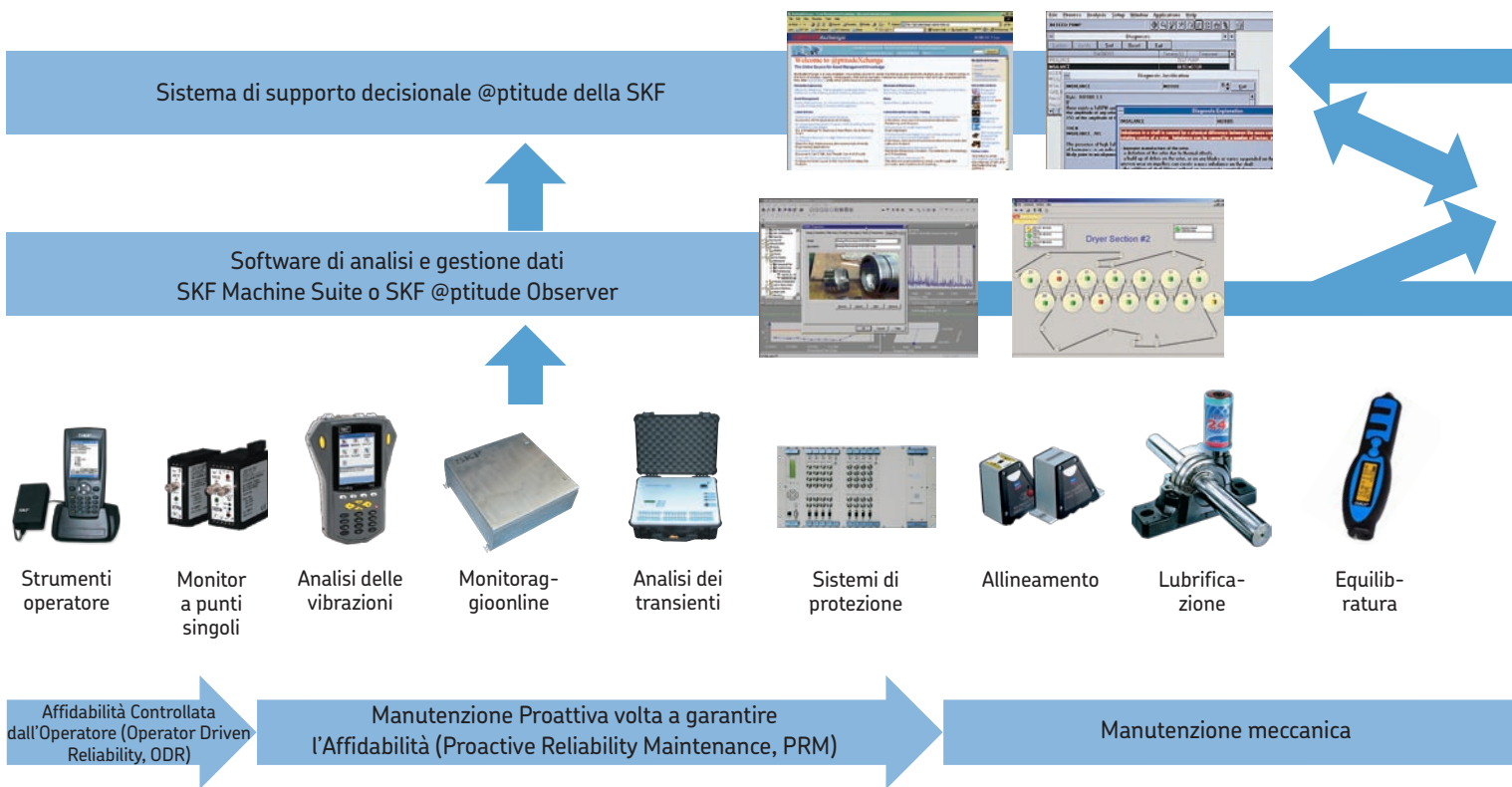
Design B

<sup>1)</sup> Lunghezza effettiva del filetto

# Assistenza per una partnership duratura



## Piattaforma integrata per l'ottimizzazione dell'efficienza delle risorse



Il SKF Reliability Systems mette a vostra disposizione hardware di acquisizione dati, software di monitoraggio delle condizioni, sistemi di supporto decisionale e servizi dedicati a logistica ed affidabilità.

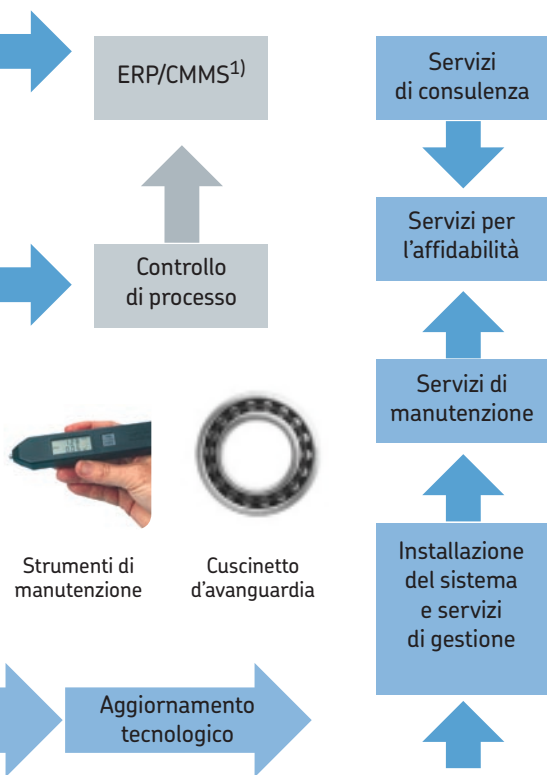


Basata su oltre 100 anni di esperienza in ambito di elementi volventi, la competenza della SKF inizia al livello dei componenti e si estende ad una conoscenza approfondita delle tecnologie necessarie per migliorare i processi produttivi.

Grazie al suo know-how, la SKF è in grado di aiutarvi a progettare in modo più efficiente i vostri macchinari, fornendo soluzioni di manutenzione atte ad ottimizzarne le prestazioni.



B



¹) Enterprise Resource Planning/Computerized Maintenance Management System.

### I concetti applicati dalla SKF per creare valore aggiunto per il cliente

Grazie alla sua esperienza in praticamente tutti i settori industriali, la SKF è in grado di fornire soluzioni che vanno oltre la semplice manutenzione e sono in grado di ottimizzare le prestazioni e la produttività delle macchine. Grazie al nostro concetto Total Shaft Solutions, i clienti possono sfruttare al meglio la nostra grande competenza, ad esempio attraverso

- analisi delle cause dei guasti
- programmi di manutenzione
- manutenzione predittiva e preventiva
- gestione di lubrificazione e filtraggio
- manutenzione e monitoraggio degli impianti – ventilatori, pompe, riduttori e mandrini
- equilibratura di precisione
- allineamento di precisione
- formazione specifica per le applicazioni
- aggiornamento ed ottimizzazione dei componenti e della tecnologia
- servizi di installazione e riparazione.

Un altro concetto della SKF, che abbraccia ogni aspetto relativo al miglioramento dell'affidabilità delle macchine, è il cosiddetto AEO (Asset Efficiency Optimization – Ottimizzazione dell'Efficienza delle Risorse). Come implica il nome, AEO riconosce l'importanza di trattare macchinari ed attrezzature come risorse di uno stabilimento. I programmi della

SKF che adottano un approccio sistematico per la gestione delle risorse includono

- Affidabilità Controllata dall'Operatore (Operator Driven Reliability, ODR)
- Manutenzione Proattiva volta a garantire l'Affidabilità (Proactive Reliability Maintenance, PRM)
- Soluzioni Integrate di Manutenzione, che includono tutti i contratti "chiavi in mano".

Per maggiori informazioni sulle competenze e sui servizi SKF, si prega di contattare il rappresentante locale della SKF.

La SKF utilizza i propri prodotti, servizi e competenze, in collaborazione con altri fornitori, per implementare un programma di affidabilità completo, basato su obiettivi commerciali specifici.

# Dati generali sui cuscinetti

## Dimensioni

Le dimensioni d'ingombro dei cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli sono conformi alla ISO 104:2002.

## Tolleranze

I cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli sono prodotti secondo tolleranze Normali, conformemente alla ISO 199:2005.

Tuttavia, la tolleranza standard della SKF per l'altezza H è notevolmente più ristretta rispetto a quella richiesta dalla norma ISO (→ **tabella 1**). Per i cuscinetti SKF Explorer, è ancora più ristretta.

**Tabella 1**

Diametro foro cuscinetto d oltre fino a		Tolleranza di altezza (H) della SKF max min	
mm		µm	
50	80	0	-125/-100 <sup>1)</sup>
80	120	0	-150/-100 <sup>1)</sup>
120	180	0	-175/-125 <sup>1)</sup>
180	250	0	-200/-125 <sup>1)</sup>
250	315	0	-225/-150 <sup>1)</sup>
315	400	0	-300/-200 <sup>1)</sup>
400	500	0	-400
500	630	0	-500
630	800	0	-630
800	1 000	0	-800
1 000	1 250	0	-1 000
1 250	1 600	0	-1 200

<sup>1)</sup> Valido per i cuscinetti SKF Explorer

## Gabbie

I cuscinetti con il suffisso E fino alla misura 68 compresa sono dotati di gabbia stampata in acciaio con feritoie. Tutti gli altri cuscinetti sono realizzati con gabbie massicce in ottone od acciaio, guidate da una bussola che è fissata nel foro della ralla dell'albero. In tutti i cuscinetti, la gabbia (e la bussola) formano un'unità non scomponibile con i rulli e la ralla dell'albero.

## Disallineamento

Grazie alla loro conformazione, i cuscinetti assiali orientabili a rulli possono compensare il disallineamento dell'albero rispetto all'alloggiamento e le inflessioni dell'albero durante il funzionamento.

Con l'aumentare del carico, il disallineamento ammissibile si riduce. I valori riportati nella **tabella 2** sono validi a condizione che vi sia un disallineamento costante rispetto alla ralla dell'alloggiamento.

In pratica, ciò significa nessuna limitazione per la maggior parte delle applicazioni.

Il disallineamento consentito può essere sfruttato pienamente a seconda della disposizione dei cuscinetti, del tipo di tenuta ecc.

Per la progettazione di disposizioni di cuscinetti in cui la ralla dell'alloggiamento deve ruotare, oppure in cui esiste il rischio che la ralla dell'albero oscilli, si consiglia di contattare l'ente ingegneria dell'applicazione della SKF.

**Tabella 2**

Cattivo allineamento angolare ammissibile			
Sopportare Serie	Cattivo allineamento ammissibile nel sopportare caricamento $P_0$ <sup>1)</sup>		
	0,05 $C_0$	0,15 $C_0$	> 0,3 $C_0$
–	gradi		
292 (E)	2	1,5	1
293 (E)	2,5	1,5	0,3
294 (E)	3	1,5	0,3

<sup>1)</sup>  $P_0 = F_a + 2,7 F_r$

## Velocità

Esiste un limite di velocità per il funzionamento dei cuscinetti assiali orientabili a rulli. Tale limite, in genere, viene imposto dalla temperatura di esercizio del lubrificante. Se vengono impiegati sistemi di raffreddamento e si utilizza correttamente il lubrificante, tale limite dipenderà dalle proprietà della gabbia.

## Velocità di riferimento

La velocità di riferimento per un cuscinetto corrisponde alla velocità alla quale, nelle condizioni di esercizio e temperatura specificate, viene raggiunto un equilibrio tra il calore generato dall'attrito nel cuscinetto ed il calore dissipato dal cuscinetto attraverso l'albero, l'alloggiamento ed eventualmente il lubrificante. Le condizioni di riferimento per ottenere questo equilibrio sono conformi alla ISO 15312:2003.

I cuscinetti assiali orientabili a rulli possono operare a velocità superiori rispetto a quella di riferimento, se sono adeguatamente lubrificati (minimizzando l'attrito) e si utilizzano sistemi di raffreddamento.

## Velocità limite

La velocità limite si basa sui requisiti delle applicazioni ad alta velocità e tiene conto di criteri come resistenza della gabbia, precisione di rotazione, stabilità di forma e forze giroscopiche che agiscono sui rulli.

I cuscinetti assiali orientabili a rulli possono operare a velocità superiori rispetto alle velocità limite riportate nelle tabelle dei cuscinetti. Tuttavia, può essere necessario installare cuscinetti con caratteristiche speciali, come quelli che garantiscono una maggiore precisione di rotazione. In questi casi, rivolgersi all'ente ingegneria dell'applicazione della SKF.

## Influenza della temperatura di esercizio sui materiali dei cuscinetti

Tutti i cuscinetti assiali orientabili a rulli SKF vengono sottoposti ad uno speciale trattamento termico per poter operare a temperature fino a +200 °C.

## Carico minimo

Per garantire un funzionamento soddisfacente, i cuscinetti assiali orientabili a rulli, come tutti i cuscinetti a sfere e a rulli, devono sempre essere sottoposti a un determinato carico minimo, in particolare se funzionano a velocità elevate o sono soggetti ad accelerazioni elevate o a rapidi cambi di direzione del carico. In tali condizioni, le forze di inerzia di rulli egabbia e l'attrito nel lubrificante possono avere un impatto negativo sulle condizioni di rotazione dei cuscinetti e compromettere lo strisciamento fra rulli e piste.

Il carico assiale minimo richiesto da applicare ai cuscinetti assiali orientabili a rulli può essere calcolato utilizzando la seguente formula:

$$F_{am} = 1,8 F_r + A \left( \frac{n}{1000} \right)^2$$

in cui

$F_{am}$  = carico assiale minimo, kN

$F_r$  = componente radiale del carico per cuscinetti soggetti a carichi combinati, kN

$C_0$  = coefficiente di carico statico, kN

A = fattore di carico minimo (→ tabella del prodotto)

n = velocità di rotazione, giri/min.

Se  $1,8 F_r < 0,0005 C_0$ , nella formula di cui sopra, si dovrebbe utilizzare il valore 0,0005  $C_0$  invece di  $1,8 F_r$ .

Per velocità superiori a quelle di riferimento, o per avviamenti a basse temperature o, ancora, in caso di elevata viscosità del lubrificante, è possibile che siano necessari carichi minimi anche maggiori. Generalmente, il peso dei componenti supportati dal cuscinetto e le forze esterne superano il carico minimo richiesto. In caso contrario, il cuscinetto assiale orientabile a rulli deve essere precaricato, ad es. per mezzo di molle.

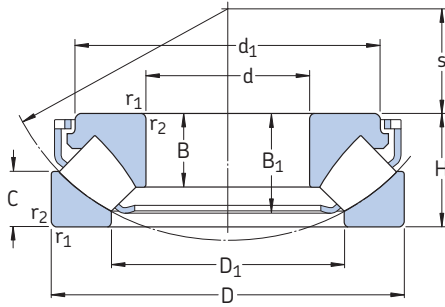
Tuttavia, quando un cuscinetto assiale orientabile a rulli è vincolato radialmente e montato con gioco, il carico assiale minimo, in determinate circostanze, può essere ridotto. Per informazioni in merito, rivolgersi all'ente ingegneria dell'applicazione della SKF.

## Denominazioni supplementari

Di seguito è riportata la spiegazione dei suffissi nelle denominazioni, generalmente utilizzati per identificare determinate caratteristiche dei cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli.

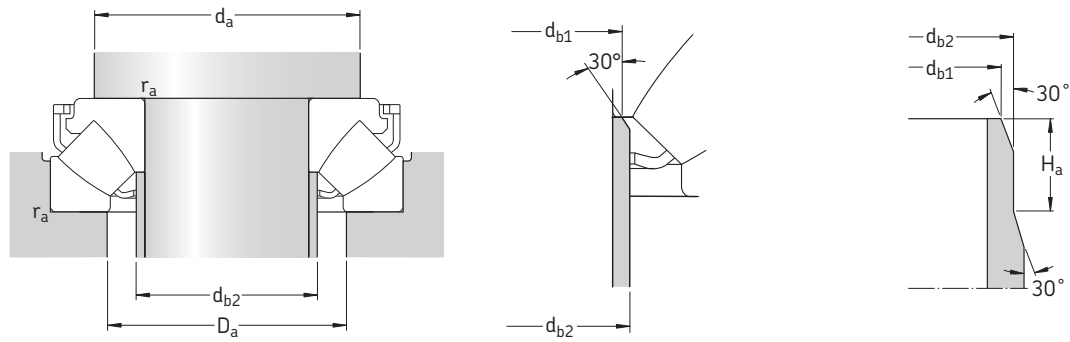
<b>E</b>	Design interno ottimizzato, gabbia in acciaio a feritoie
<b>EF</b>	Design interno ottimizzato e gabbia massiccia in acciaio
<b>EM</b>	Design interno ottimizzato e gabbia massiccia in ottone
<b>N1</b>	Una scanalatura di arresto nella ralla dell'alloggiamento
<b>N2</b>	Due scanalature di arresto, a 180° gradi di distanza, nella ralla dell'alloggiamento
<b>VE447</b>	Ralla interna con tre fori filettati equidistanti su un lato per permettere l'uso di un paranco
<b>VE447E</b>	Come VE447, ma con tre bulloni ad occhio idonei
<b>VE632</b>	Ralla esterna con tre fori filettati equidistanti su un lato per permettere l'uso di un paranco
<b>VU029</b>	Design interno per cuscinetti soggetti a carichi combinati senza precarico a molla e registrati secondo un gioco assiale specifico

Cuscinetti assiali orientabili a rulli  
d 60 – 190 mm



Dimensioni principali			Coefficienti di carico		Carico limite di fatica $P_u$	Fattore di carico minimo A	Velocità di base		Massa	Denominazione
d	D	H	C	$C_0$			Velocità di riferimento	Velocità limite		
mm			kN		kN	–	giri/min.		kg	–
60	130	42	390	915	114	0,080	2 800	5 000	2,20	<a href="#">29412 E</a>
65	140	45	455	1 080	137	0,11	2 600	4 800	3,20	<a href="#">29413 E</a>
70	150	48	520	1 250	153	0,15	2 400	4 300	3,90	<a href="#">29414 E</a>
75	160	51	600	1 430	173	0,19	2 400	4 000	4,70	<a href="#">29415 E</a>
80	170	54	670	1 630	193	0,25	2 200	3 800	5,60	<a href="#">29416 E</a>
85	150	39	380	1 060	129	0,11	2 400	4 000	2,75	<a href="#">29317 E</a>
	180	58	735	1 800	212	0,31	2 000	3 600	6,75	<a href="#">29417 E</a>
90	155	39	400	1 080	132	0,11	2 400	4 000	2,85	<a href="#">29318 E</a>
	190	60	815	2 000	232	0,38	1 900	3 400	7,75	<a href="#">29418 E</a>
100	170	42	465	1 290	156	0,16	2 200	3 600	3,65	<a href="#">29320 E</a>
	210	67	980	2 500	275	0,59	1 700	3 000	10,5	<a href="#">29420 E</a>
110	190	48	610	1 730	204	0,28	1 900	3 200	5,30	<a href="#">29322 E</a>
	230	73	1 180	3 000	325	0,86	1 600	2 800	13,5	<a href="#">29422 E</a>
120	210	54	765	2 120	245	0,43	1 700	2 800	7,35	<a href="#">29324 E</a>
	250	78	1 370	3 450	375	1,1	1 500	2 600	17,5	<a href="#">29424 E</a>
130	225	58	865	2 500	280	0,59	1 600	2 600	9,00	<a href="#">29326 E</a>
	270	85	1 560	4 050	430	1,6	1 300	2 400	22,0	<a href="#">29426 E</a>
140	240	60	980	2 850	315	0,77	1 500	2 600	10,5	<a href="#">29328 E</a>
	280	85	1 630	4 300	455	1,8	1 300	2 400	23,0	<a href="#">29428 E</a>
150	215	39	408	1 600	180	0,24	1 800	2 800	4,30	<a href="#">29230 E</a>
	250	60	1 000	2 850	315	0,77	1 500	2 400	11,0	<a href="#">29330 E</a>
	300	90	1 860	5 100	520	2,5	1 200	2 200	28,0	<a href="#">29430 E</a>
160	270	67	1 180	3 450	375	1,1	1 300	2 200	14,5	<a href="#">29332 E</a>
	320	95	2 080	5 600	570	3	1 100	2 000	33,5	<a href="#">29432 E</a>
170	280	67	1 200	3 550	365	1,2	1 300	2 200	15,0	<a href="#">29334 E</a>
	340	103	2 360	6 550	640	4,1	1 100	1 900	44,5	<a href="#">29434 E</a>
180	250	42	495	2 040	212	0,40	1 600	2 600	5,80	<a href="#">29236 E</a>
	300	73	1 430	4 300	440	1,8	1 200	2 000	19,5	<a href="#">29336 E</a>
	360	109	2 600	7 350	710	5,1	1 000	1 800	52,5	<a href="#">29436 E</a>
190	320	78	1 630	4 750	490	2,1	1 100	1 900	23,5	<a href="#">29338 E</a>
	380	115	2 850	8 000	765	6,1	950	1 700	60,5	<a href="#">29438 E</a>

Le denominazioni dei cuscinetti della serie SKF Explorer sono stampate in blu

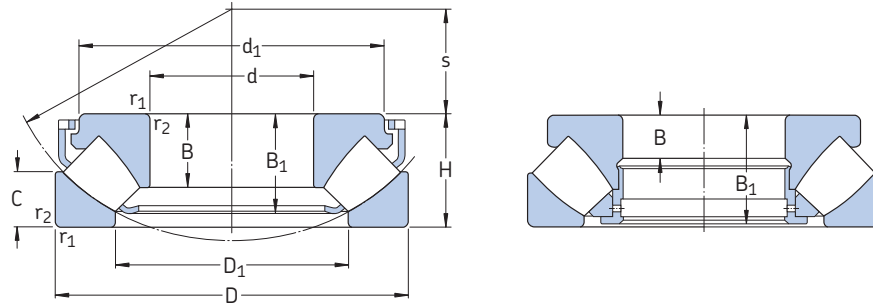


**Dimensioni**

**Dimensioni delle parti che accolgono il cuscinetto**

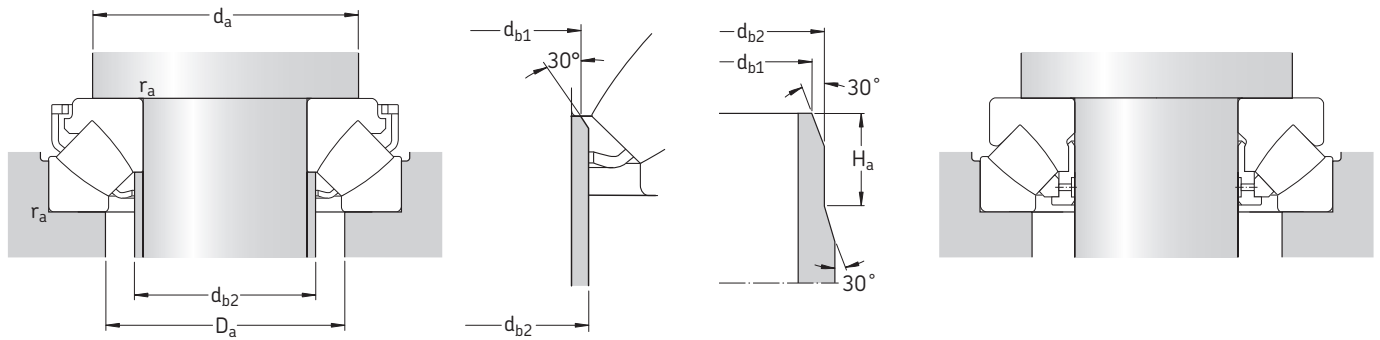
d	d <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	B	B <sub>1</sub>	C	r <sub>1,2</sub> min	s	d <sub>a</sub> min	d <sub>b1</sub> max	d <sub>b2</sub> max	H <sub>a</sub> min	D <sub>a</sub> max	r <sub>a</sub> max
mm								mm					
<b>60</b>	112,2	85,5	27	36,7	21	1,5	38	90	67	67	–	107	1,5
<b>65</b>	120,6	91,5	29,5	39,8	22	2	42	100	72	72	–	117	2
<b>70</b>	129,7	99	31	41	23,8	2	44,8	105	77,5	77,5	–	125	2
<b>75</b>	138,3	105,5	33,5	45,7	24,5	2	47	115	82,5	82,5	–	133	2
<b>80</b>	147,2	112,5	35	48,1	26,5	2,1	50	120	88	88	–	141	2
<b>85</b>	134,8 155,8	109,5 121	24,5 37	33,8 51,1	20 28	1,5 2,1	50 54	115 130	90 94	90 94	– –	129 151	1,5 2
<b>90</b>	138,6 164,6	115 127,5	24,5 39	34,5 54	19,5 28,5	1,5 2,1	53 56	120 135	95 99	95 99	– –	134 158	1,5 2
<b>100</b>	152,3 182,2	127,5 141,5	26,2 43	36,3 57,3	20,5 32	1,5 3	58 62	130 150	107 110	107 110	– –	147 175	1,5 2,5
<b>110</b>	171,1 199,4	140 155,5	30,3 47	41,7 64,7	24,8 34,7	2 3	63,8 69	145 165	117 120,5	117 129	– –	164 193	2 2,5
<b>120</b>	188,1 216,8	154 171	34 50,5	48,2 70,3	27 36,5	2,1 4	70 74	160 180	128 132	128 142	– –	181 209	2 3
<b>130</b>	203,4 234,4	165,5 184,5	36,7 54	50,6 76	30,1 40,9	2,1 4	75,6 81	175 195	138 142,5	143 153	– –	194 227	2 3
<b>140</b>	216,1 245,4	177 194,5	38,5 54	54 75,6	30 41	2,1 4	82 86	185 205	148 153	154 162	– –	208 236	2 3
<b>150</b>	200,4 223,9 262,9	176 190 207,5	24 38 58	34,3 54,9 80,8	20,5 28 43,4	1,5 2,1 4	82 87 92	180 195 220	154 158 163	154 163 175	14 – –	193 219 253	1,5 2 3
<b>160</b>	243,5 279,3	203 223,5	42 60,5	60 84,3	33 45,5	3 5	92 99	210 235	169 175	176 189	– –	235 270	2,5 4
<b>170</b>	251,2 297,7	215 236	42,2 65,5	61 91,2	30,5 50	3 5	96 104	220 250	178 185	188 199	– –	245 286	2,5 4
<b>180</b>	234,4 270 315,9	208 227 250	26 46 69,5	36,9 66,2 96,4	22 35,5 53	1,5 3 5	97 103 110	210 235 265	187 189 196	187 195 210	14 – –	226 262 304	1,5 2,5 4
<b>190</b>	285,6 332,9	243,5 264,5	49 73	71,3 101	36 55,5	4 5	110 117	250 280	200 207	211 223	– –	280 321	3 4

Cuscinetti assiali orientabili a rulli  
d 200 – 420 mm



Dimensioni principali			Coefficienti di carico		Carico limite di fatica $P_u$	Fattore di carico minimo A	Velocità di base		Massa	Denominazione
d	D	H	C	$C_0$			Velocità di riferimento	Velocità limite		
mm			kN		kN	–	giri/min.		kg	–
200	280	48	656	2 650	285	0,67	1 400	2 200	9,30	29240 E
	340	85	1 860	5 500	550	2,9	1 000	1 700	29,5	29340 E
	400	122	3 200	9 000	850	7,7	850	1 600	72,0	29440 E
220	300	48	690	3 000	310	0,86	1 300	2 200	10,0	29244 E
	360	85	2 000	6 300	610	3,8	1 000	1 700	33,5	29344 E
	420	122	3 350	9 650	900	8,8	850	1 500	75,0	29444 E
240	340	60	799	3 450	335	1,1	1 100	1 800	16,5	29248
	380	85	2 040	6 550	630	4,1	1 000	1 600	35,5	29348 E
	440	122	3 400	10 200	930	9,9	850	1 500	80,0	29448 E
260	360	60	817	3 650	345	1,3	1 100	1 700	18,5	29252
	420	95	2 550	8 300	780	6,5	850	1 400	49,0	29352 E
	480	132	4 050	12 900	1 080	16	750	1 300	105	29452 E
280	380	60	863	4 000	375	1,5	1 000	1 700	19,5	29256
	440	95	2 550	8 650	800	7,1	850	1 400	53,0	29356 E
	520	145	4 900	15 300	1 320	22	670	1 200	135	29456 E
300	420	73	1 070	4 800	465	2,2	900	1 400	30,5	29260
	480	109	3 100	10 600	930	11	750	1 200	75,0	29360 E
	540	145	4 310	16 600	1 340	26	600	1 200	140	29460 E
320	440	73	1 110	5 100	465	2,5	850	1 400	33,0	29264
	500	109	3 350	11 200	1 000	12	750	1 200	78,0	29364 E
	580	155	4 950	19 000	1 530	34	560	1 100	175	29464 E
340	460	73	1 130	5 400	480	2,8	850	1 300	33,5	29268
	540	122	2 710	11 000	950	11	600	1 100	105	29368
	620	170	5 750	22 400	1 760	48	500	1 000	220	29468 E
360	500	85	1 460	6 800	585	4,4	750	1 200	52,0	29272
	560	122	2 760	11 600	980	13	600	1 100	110	29372
	640	170	5 350	21 200	1 630	43	500	950	230	29472 EM
380	520	85	1 580	7 650	655	5,6	700	1 100	53,0	29276
	600	132	3 340	14 000	1 160	19	530	1 000	140	29376
	670	175	5 870	24 000	1 860	55	480	900	260	29476 EM
400	540	85	1 610	8 000	695	6,1	700	1 100	55,5	29280
	620	132	3 450	14 600	1 200	20	530	950	150	29380
	710	185	6 560	26 500	1 960	67	450	850	310	29480 EM
420	580	95	1 990	9 800	815	9,1	630	1 000	75,5	29284
	650	140	3 740	16 000	1 290	24	500	900	170	29384
	730	185	6 730	27 500	2 080	72	430	850	325	29484 EM

Le denominazioni dei cuscinetti della serie SKF Explorer sono stampate in blu

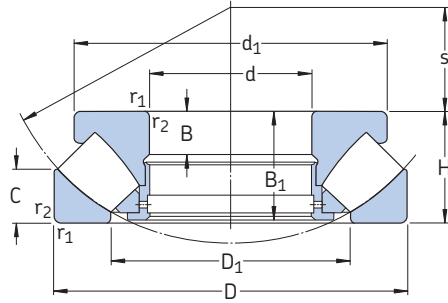


### Dimensioni

### Dimensioni delle parti che accolgono il cuscinetto

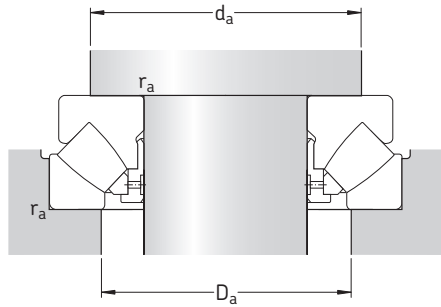
d	$d_1$	$D_1$	B	$B_1$	C	$r_{1,2}$ min	s	$d_{a \text{ min}}$	$d_{b1 \text{ max}}$	$d_{b2 \text{ max}}$	$H_a$ min	$D_a$ max	$r_a$ max
mm								mm					
200	260,5	232,5	30	43,4	24	2	108	235	206	207	17	253	2
	304,3	257	53,5	76,7	40	4	116	265	211	224	–	297	3
	350,7	277,5	77	107,1	59,4	5	122	295	217,5	234	–	337	4
220	280,5	251,5	30	43,4	24,5	2	117	255	224,5	227	17	271	2
	326,3	273,5	55	77,7	41	4	125	285	229	240	–	316	3
	371,6	300	77	107,4	58,5	6	132	315	238	254	–	358	5
240	330	283	19	57	30	2,1	130	290	–	–	–	308	2
	345,1	295,5	54	77,8	40,5	4	135	305	249	259	–	336	3
	391,6	322	76	107,1	59	6	142	335	258	276	–	378	5
260	350	302	19	57	30	2,1	139	310	–	–	–	326	2
	382,2	324	61	86,6	46	5	148	335	273	286	–	370	4
	427,9	346	86	119	63	6	154	365	278	296	–	412	5
280	370	323	19	57	30,5	2,1	150	325	–	–	–	347	2
	401	343	62	86,7	45,5	5	158	355	293	305	–	390	4
	464,3	372	95	129,9	70	6	166	395	300	320	–	446	5
300	405	353	21	69	38	3	162	360	–	–	–	380	2,5
	434,1	372	70	98,9	51	5	168	385	313	329	–	423	4
	485	392	95	130,3	70,5	6	175	415	319	340	–	465	5
320	430	372	21	69	38	3	172	380	–	–	–	400	2,5
	454,5	391	68	97,8	53	5	180	405	332	347	–	442	4
	520,3	422	102	139,4	74,5	7,5	191	450	344	367	–	500	6
340	445	395	21	69	37,5	3	183	400	–	–	–	422	2,5
	520	428	40,6	117	59,5	5	192	440	–	–	–	479	4
	557,9	445	112	151,4	84	7,5	201	475	363	386	–	530	6
360	485	423	25	81	44	4	194,5	430	–	–	–	453	3
	540	448	40,5	117	59,5	5	202	460	–	–	–	500	4
	580	474	63	164	83,5	7,5	210	495	–	–	–	550	6
380	505	441	27	81	42	4	202	450	–	–	–	473	3
	580	477	45	127	63,5	6	216	495	–	–	–	535	5
	610	494	67	168	87,5	7,5	222	525	–	–	–	580	6
400	526	460	27	81	42,2	4	212	470	–	–	–	493	3
	596	494	43	127	64	6	225	510	–	–	–	550	5
	645	525	69	178	89,5	7,5	234	550	–	–	–	615	6
420	564	489	30	91	46	5	225	500	–	–	–	525	4
	626	520	49	135	67,5	6	235	535	–	–	–	580	5
	665	545	70	178	90,5	7,5	244	575	–	–	–	635	6

Cuscinetti assiali orientabili a rulli  
d 440 – 900 mm



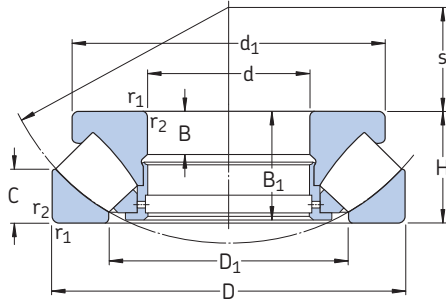
Dimensioni principali			Coefficienti di carico dinamico statico		Carico limite di fatica $P_u$	Fattore di carico minimo A	Velocità di base Velocità de refe- renza Velocità limite		Massa	Denominazione
d	D	H	C	$C_0$						
mm			kN		kN	–	giri/min.		kg	–
440	600	95	2 070	10 400	850	10	630	1 000	78,0	29288
	680	145	4 490	19 300	1 560	35	480	850	180	29388 EM
	780	206	7 820	32 000	2 320	87	380	750	410	29488 EM
460	620	95	2 070	10 600	865	11	600	950	81,0	29292
	710	150	4 310	19 000	1 500	34	450	800	215	29392
	800	206	7 990	33 500	2 450	110	380	750	425	29492 EM
480	650	103	2 350	11 800	950	13	560	900	98,0	29296
	730	150	4 370	19 600	1 530	36	450	800	220	29396
	850	224	9 550	39 000	2 800	140	340	670	550	29496 EM
500	670	103	2 390	12 500	1 000	15	560	900	100	292/500
	750	150	4 490	20 400	1 560	40	430	800	235	293/500
	870	224	9 370	40 000	2 850	150	340	670	560	294/500 EM
530	710	109	3 110	15 300	1 220	22	530	850	115	292/530 EM
	800	160	5 230	23 600	1 800	53	400	750	270	293/530
	920	236	10 500	44 000	3 100	180	320	630	650	294/530 EM
560	750	115	2 990	16 000	1 220	24	480	800	140	292/560
	980	250	12 000	51 000	3 550	250	300	560	810	294/560 EM
600	800	122	3 740	18 600	1 460	33	450	700	170	292/600 EM
	900	180	7 530	34 500	2 600	110	340	630	405	293/600
	1 030	258	13 100	56 000	4 000	300	280	530	845	294/600 EM
630	850	132	4 770	23 600	1 800	53	400	670	210	292/630 EM
	950	190	8 450	38 000	2 900	140	320	600	485	293/630 EM
	1 090	280	14 400	62 000	4 150	370	260	500	1 040	294/630 EM
670	900	140	4 200	22 800	1 660	49	380	630	255	292/670
	1 150	290	15 400	68 000	4 500	440	240	450	1 210	294/670 EM
710	1 060	212	9 950	45 500	3 400	200	280	500	660	293/710 EM
	1 220	308	17 600	76 500	5 000	560	220	430	1 500	294/710 EF
750	1 000	150	6 100	31 000	2 320	91	340	560	325	292/750 EM
	1 120	224	9 370	45 000	3 050	190	260	480	770	293/750
	1 280	315	18 700	85 000	5 500	690	200	400	1 650	294/750 EF
800	1 060	155	6 560	34 500	2 550	110	320	530	380	292/800 EM
	1 180	230	9 950	49 000	3 250	230	240	450	865	293/800
	1 360	335	20 200	93 000	5 850	820	190	360	2 025	294/800 EF
850	1 120	160	6 730	36 000	2 550	120	300	500	425	292/850 EM
	1 440	354	23 900	108 000	7 100	1 100	170	340	2 390	294/850 EF
900	1 520	372	26 700	122 000	7 200	1 400	160	300	2 650	294/900 EF



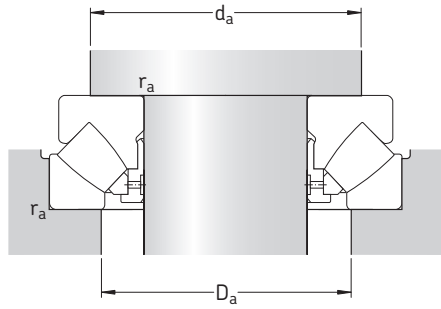

**Dimensioni**
**Dimensioni delle parti che accolgono il cuscinetto**

d	$d_1$	$D_1$	B	$B_1$	C	$r_{1,2}$ min	s	$d_a$ min	$D_a$ max	$r_a$ max
								mm		
440	585	508	30	91	46,5	5	235	520	545	4
	626	540	49	140	70,5	6	249	560	605	5
	710	577	77	199	101	9,5	257	605	675	8
460	605	530	30	91	46	5	245	540	565	4
	685	567	50	144	72,5	6	257	585	630	5
	730	596	77	199	101,5	9,5	268	630	695	8
480	635	556	33	99	53,5	5	259	570	595	4
	705	591	50	144	73,5	6	270	610	655	5
	770	625	88	216	108	9,5	280	660	735	8
500	654	574	33	99	53,5	5	268	585	615	4
	725	611	50	144	74	6	280	630	675	5
	795	648	86	216	110	9,5	290	685	755	8
530	675	608	32	105	56	5	285	620	655	4
	772	648	53	154	76	7,5	295	670	715	6
	840	686	89	228	116	9,5	308	725	800	8
560	732	644	37	111	61	5	302	655	685	4
	890	727	99	241	122	12	328	770	850	10
	600	760	688	39	117	60	5	321	700	735
840		720	65	174	89	7,5	340	755	810	6
940		769	99	249	128	12	349	815	900	10
630	810	723	50	127	62	6	338	740	780	5
	880	761	68	183	92	9,5	359	795	860	8
	995	815	107	270	137	12	365	860	950	10
670	880	773	45	135	73	6	361	790	825	5
	1045	864	110	280	141	15	387	905	1000	12
	710	985	855	74	205	103	9,5	404	890	960
1110		917	117	298	149	15	415	965	1070	12
750		950	858	50	144	74	6	409	880	925
	1086	910	76	216	109	9,5	415	935	1000	8
	1170	964	121	305	153	15	436	1015	1120	12
800	1010	911	52	149	77	7,5	434	935	980	6
	1146	965	77	222	111	9,5	440	995	1060	8
	1250	1034	123	324	165	15	462	1080	1185	12
850	1060	967	47	154	82	7,5	455	980	1030	6
	1315	1077	142	342	172	15	507	1160	1270	12
	900	1394	1137	147	360	186	15	518	1215	1320

**Cuscinetti assiali orientabili a rulli**  
**d 950 – 1 600 mm**



Dimensioni principali			Coefficienti di carico		Carico limite di fatica $P_u$	Fattore di carico minimo $A$	Velocità di base		Massa	Denominazione
$d$	$D$	$H$	dinamico $C$	statico $C_0$			Velocità di riferimento	Velocità limite		
mm			kN		kN	–	giri/min.		kg	–
<b>950</b>	1 250	180	8 280	45 500	3 100	200	260	430	600	<b>292/950 EM</b>
	1 600	390	28 200	132 000	7 800	1 700	140	280	3 065	<b>294/950 EF</b>
<b>1 000</b>	1 670	402	31 100	140 000	8 650	1 900	130	260	3 380	<b>294/1000 EF</b>
<b>1 060</b>	1 400	206	10 500	58 500	3 750	330	220	360	860	<b>292/1060 EF</b>
	1 770	426	33 400	156 000	8 500	2 300	120	240	4 280	<b>294/1060 EF</b>
<b>1 180</b>	1 520	206	10 900	64 000	3 750	390	220	340	950	<b>292/1180 EF</b>
<b>1 250</b>	1 800	330	24 800	129 000	7 500	1 600	130	240	2 770	<b>293/1250 EF</b>
<b>1 600</b>	2 280	408	36 800	200 000	11 800	3 800	90	160	5 375	<b>293/1600 EF</b>



C

**Dimensioni**

**Dimensioni delle parti che accolgono il cuscinetto**

d	$d_1$	$D_1$	B	$B_1$	C	$r_{1,2}$ min	s	$d_a$ min	$D_a$ max	$r_a$ max
mm								mm		
<b>950</b>	1 185	1 081	58	174	88	7,5	507	1 095	1 155	6
	1 470	1 209	153	377	191	15	546	1 275	1 400	12
<b>1 000</b>	1 531	1 270	155	389	190	15	599	1 350	1 490	12
<b>1 060</b>	1 325	1 211	66	199	100	9,5	566	1 225	1 290	8
	1 615	1 349	192	412	207	15	610	1 410	1 555	12
<b>1 180</b>	1 450	1 331	83	199	101	9,5	625	1 345	1 410	8
<b>1 250</b>	1 685	1 474	148	319	161	12	698	1 540	1 640	10
<b>1 600</b>	2 130	1 885	166	395	195	19	894	1 955	2 090	15

# Prodotti SKF correlati

## L'attrezzatura giusta

Per garantire la massima durata e le prestazioni migliori, i cuscinetti SKF assiali orientabili a rulli devono essere montati correttamente.

La SKF offre una vasta gamma di attrezzi e dispositivi per il montaggio, lo smontaggio e la manutenzione dei cuscinetti, ad es. riscaldatori a induzione, pompe e ghiera idrauliche ecc.

## Grassi lubrificanti

Cuscinetti di alta qualità richiedono grassi di alta qualità. Tutti i lubrificanti della SKF sono il risultato di ricerche approfondite, test e collaudi sul campo. Inoltre presentano lo stesso livello di alta qualità in tutto il mondo.

I grassi della SKF più comunemente utilizzati per i cuscinetti assiali orientabili a rulli sono elencati nelle **tabelle 1 e 2 a pagina 27**.

## Supporto speciale per gli alberi portaelica delle navi

La SKF offre una vasta gamma di supporti speciali per gli alberi portaelica delle navi, progettati per una disposizione con un cuscinetto orientabile a rulli combinato con un cuscinetto assiale orientabile a rulli.

## Strumenti per il monitoraggio delle condizioni

Se dimensionati e montati correttamente, i cuscinetti sono componenti estremamente affidabili. Tuttavia, in numerose applicazioni, si raccomanda di controllare le loro condizioni per evitare fermi macchina imprevisti. Ciò potrebbe accadere, ad esempio, in caso di funzionamento in presenza di condizioni avverse.

Il monitoraggio delle condizioni rende possibile il rilevamento precoce di eventuali danni del cuscinetto, il che permette di programmare la sostituzione dello stesso quando il macchinario non è in funzione.

La SKF fornisce attrezzature per il monitoraggio delle condizioni sia periodico che continuo.

*La SKF offre una vasta gamma di grassi lubrificanti in varie confezioni, per soddisfare le differenti esigenze dei clienti*





*Il termometro portatile elettronico universale della SKF, ThermoPen TMTP 200*



*Lo stetoscopio elettronico TMST 3 della SKF è facile da utilizzare ed è in grado di individuare i cuscinetti danneggiati. Il kit comprende una cassetta dimostrativa*



*La SKF offre una gamma completa di attrezzature idrauliche per agevolare il montaggio e lo smontaggio dei cuscinetti volventi*

# SKF – the knowledge engineering company

Dall'azienda che 100 anni fa inventò il cuscinetto orientabile a sfere, la SKF si è evoluta e trasformata in una "knowledge engineering company" in grado di operare su cinque piattaforme tecnologiche per creare soluzioni uniche per i propri clienti. Queste piattaforme comprendono naturalmente cuscinetti, sistemi di cuscinetti e dispositivi di tenuta, ma si estendono anche ad altri settori: lubrificanti e sistemi di lubrificazione, elementi critici che influenzano la durata in molte applicazioni; mecatronica, che combina il know-how meccanico a quello elettronico per realizzare sistemi di movimento lineare più efficienti e soluzioni dotate di sensori; ed un'ampia gamma di servizi, dal supporto logistico e di progettazione all'ottimizzazione di sistemi di monitoraggio ed affidabilità.

Benché il settore sia stato ampliato, la SKF mantiene la sua leadership mondiale nell'ambito della progettazione, produzione e commercializzazione dei cuscinetti a sfere, nonché di prodotti complementari come le guarnizioni radiali. Inoltre, il gruppo SKF occupa una posizione sempre più importante nell'ambito dei prodotti per movimento lineare, cuscinetti aerospaziali ad alta precisione, mandrini per

macchine utensili e servizi per la manutenzione di impianti.

Il gruppo SKF detiene sia la certificazione ambientale per la gestione ambientale ISO 14001, sia quella per la salute e la sicurezza, OHSAS 18001. Singole divisioni hanno ottenuto l'approvazione per la certificazione di qualità secondo la ISO 9001 e altri requisiti specifici dei clienti.

Gli oltre 100 stabilimenti produttivi nel mondo e le società di vendita in 70 Paesi rendono la SKF un'azienda veramente multinazionale. Inoltre, i nostri distributori e concessionari dislocati in circa 15 000 sedi in tutto il mondo, le relazioni commerciali basate sul commercio online ed il sistema di distribuzione globale garantiscono sempre la vicinanza della SKF ai propri clienti e quindi la capillare fornitura sia di prodotti, sia di servizi. In pratica, le soluzioni della SKF sono disponibili proprio quando e dove lo richiedono i clienti. Il marchio SKF e l'azienda sono più forti che mai, ovunque. In qualità di "knowledge engineering company" siamo in grado di offrire al cliente competenze e risorse intellettuali di conoscenza tecnica di livello mondiale, nonché la prospettiva di supportare il cliente nel raggiungimento del suo successo.



© Airbus - photo: e'm company, H. Goussé

## L'evoluzione della tecnologia by-wire

La SKF vanta esperienza e conoscenze esclusive nella tecnologia by-wire in rapida ascesa (fly-by-wire, drive-by-wire e work-by-wire). La SKF è all'avanguardia nell'applicazione della tecnologia fly-by-wire e lavora in stretta collaborazione con tutte le aziende leader mondiali nel settore aerospaziale. Ad esempio, quasi tutti gli aeromobili Airbus utilizzano i sistemi SKF by-wire per il controllo di volo.

La SKF è leader anche nel drive-by-wire in ambito automobilistico e ha collaborato con ingegneri del settore allo sviluppo di due veicoli innovativi che utilizzano componenti mecatronici della SKF per sterzo e frenata. Ulteriori sviluppi nella tecnologia by-wire hanno portato la SKF a produrre un carrello elevatore completamente elettrico che utilizza la mecatronica anziché l'idraulica per tutti i comandi.





### **Sfruttare l'energia del vento**

Il crescente settore dell'energia eolica rappresenta una fonte ecologica di elettricità. La SKF lavora a stretto contatto con i leader mondiali del settore per sviluppare turbine eoliche efficienti ed affidabili, fornendo un'ampia gamma di cuscinetti e sistemi di monitoraggio delle condizioni altamente specifici, al fine di prolungare la durata delle attrezzature riutilizzate in centrali eoliche situate in ambienti inospitali e spesso isolati.



### **Lavorare in ambienti con condizioni estreme**

Durante l'inverno, soprattutto nei paesi nordici, temperature sotto lo zero possono provocare il grippaggio dei cuscinetti delle boccole nei veicoli ferroviari a causa della scarsa lubrificazione. La SKF ha creato una nuova famiglia di lubrificanti sintetici formulati per mantenere la propria viscosità di lubrificazione anche a temperature estreme. Il know-how della SKF permette a produttori e utenti finali di risolvere le problematiche di prestazione causate dalle alte e basse temperature. I prodotti SKF, ad esempio, vengono utilizzati in vari ambienti come i forni ed i dispositivi di raffreddamento rapido dell'industria alimentare.



### **Un aspirapolvere più pulito**

Il motore elettrico ed i suoi cuscinetti sono il cuore di molti elettrodomestici. La SKF lavora a stretto contatto con i produttori di elettrodomestici per aumentarne le prestazioni e ridurre i costi, il peso, nonché il consumo di energia. Un recente esempio di questa collaborazione è una nuova generazione di aspirapolveri considerevolmente più potenti. Il know-how SKF nel settore della tecnologia per piccoli cuscinetti è utile anche per i produttori di utensili elettrici ed attrezzature da ufficio.



### **Un laboratorio di R&S da 350 km/h**

Oltre ai noti laboratori di ricerca e sviluppo della SKF in Europa e Stati Uniti, la Formula Uno rappresenta un ambiente unico per lo sviluppo delle tecnologie dei cuscinetti. Da oltre 50 anni, i prodotti, la progettazione ed il know-how della SKF aiutano la Scuderia Ferrari a rimanere al vertice della F1 (una vettura da corsa Ferrari utilizza generalmente più di 150 componenti SKF). L'esperienza acquisita in questo settore viene quindi applicata ai prodotti che forniamo alle case automobilistiche e al mercato dell'aftermarket in tutto il mondo.



### **Garantire l'ottimizzazione dell'efficienza delle risorse**

Grazie ai Reliability Systems SKF (Sistemi di Affidabilità), la SKF offre una gamma completa di prodotti e servizi per l'ottimizzazione dell'efficienza, da hardware e software per il monitoraggio delle condizioni a strategie di manutenzione, assistenza tecnica e programmi di affidabilità per i macchinari. Per ottimizzare l'efficienza e aumentare la produttività, alcune aziende optano per la Soluzione di Manutenzione Integrata, per la quale la SKF fornisce tutti i servizi in base ad un contratto di prestazione a costo fisso.



### **Pianificazione per una crescita sostenibile**

Per propria natura, i cuscinetti offrono un contributo positivo alla tutela dell'ambiente consentendo alle macchine di funzionare in modo più efficiente, con minore consumo energetico e con una minore lubrificazione. Migliorando costantemente le prestazioni dei propri prodotti, la SKF rende possibile lo sviluppo di una nuova generazione di prodotti ed attrezzature ad elevata efficienza. Con un occhio al futuro ed al mondo che lasceremo alle generazioni future, le politiche del Gruppo SKF per ambiente, salute e sicurezza, nonché le tecnologie di produzione sono pianificate e implementate per contribuire alla protezione ed alla preservazione delle limitate risorse naturali della Terra. Siamo sempre impegnati verso una crescita sostenibile e rispettosa dell'ambiente.



© SKF, @ptitude, WAVE e MARLIN sono marchi registrati del Gruppo SKF.

™ SKF Explorer e Total Shaft Solutions sono marchi del Gruppo SKF.

© Gruppo SKF 2009

La riproduzione, anche parziale, del contenuto di questa pubblicazione è consentita soltanto previa autorizzazione scritta della SKF Industrie S.p.A. Nella stesura è stata dedicata la massima attenzione al fine di assicurare l'accuratezza dei dati, tuttavia non si possono accettare responsabilità per eventuali errori od omissioni, nonché per danni o perdite diretti o indiretti derivanti dall'uso delle informazioni qui contenute.

**PUB BU/P2 06104 IT** · Novembre 2009

Questa pubblicazione sostituisce la n° 6104.

Stampato in Svezia su carta ecologica.

[skf.com](http://skf.com)