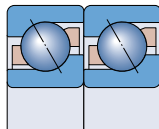
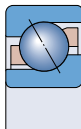




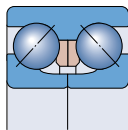
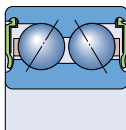
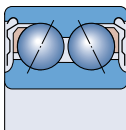
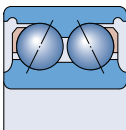
Rodamientos de bolas con contacto angular



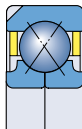
Rodamientos de una hilera
de bolas con contacto angular..... 409



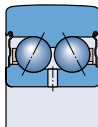
Rodamientos de dos hileras
de bolas con contacto angular..... 433



Rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto..... 451



Rodillos de leva de dos hileras 463



Rodamientos de bolas con contacto angular

Los rodamientos de bolas con contacto angular tienen los caminos de rodadura de sus aros interior y exterior desplazados entre sí en la dirección del eje del rodamiento. Esto quiere decir que han sido diseñados para soportar cargas combinadas, es decir, cargas radiales y axiales simultáneas.

La capacidad de carga axial de los rodamientos de bolas con contacto angular se incrementa al incrementar el ángulo de contacto. El ángulo de contacto se define como el ángulo que forma la línea que une los puntos de contacto entre la bola y los caminos de rodadura en el plano radial, a lo largo de la cual se transmite la carga de un camino de rodadura al otro, y una línea perpendicular al eje del rodamiento.

Los rodamientos de bolas con contacto angular SKF se fabrican en una amplia variedad de diseños y tamaños. Los más utilizados en ingeniería general son

- rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular (→ **fig. 1**)
- rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular (→ **fig. 2**)
- rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto (→ **fig. 3**)
- rodillos de leva de dos hileras (→ **fig. 4**).

En las páginas siguientes encontrará más información sobre estos rodamientos y los rodillos de leva de la gama SKF estándar.

Fig. 2

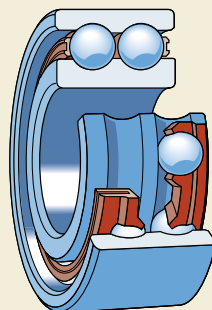


Fig. 3

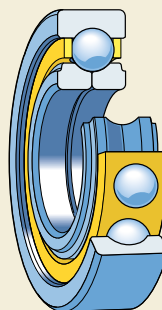


Fig. 1

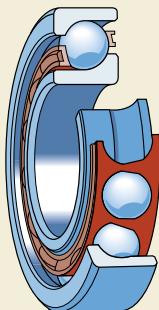
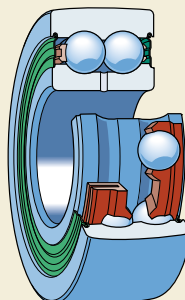


Fig. 4



Otros rodamientos de bolas con contacto angular SKF

Los rodamientos de bolas con contacto angular mencionados en éste catálogo, constituyen la gama básica de SKF y sólo son una parte de la gama total de rodamientos de bolas con contacto angular SKF. Otros productos de la gama se describen brevemente a continuación.

Rodamientos de alta precisión

La gama completa de rodamientos de bolas con contacto angular de alta precisión abarca rodamientos en tres series diferentes y una amplia gama de variantes de diseño. Incluye rodamientos individuales, rodamientos para apareamiento universal y rodamientos apareados

- con o sin obturaciones de baja fricción
- con tres ángulos de contacto distintos
- con bolas cerámicas o de acero
- con un diseño estándar (→ fig. 5) o para altas velocidades.

Rodamientos de sección fija

Estos rodamientos tienen aros muy delgados y una sección transversal constante en una serie particular, independientemente de su tamaño. Otra de sus características es su peso ligero y alta rigidez. Los rodamientos SKF de sección fija (→ fig. 6) tienen unas dimensiones en pulgadas y están disponibles abiertos u obturados como

- rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular
- rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto

con hasta ocho secciones transversales diferentes.

Unidades para cubos de rueda

Las unidades de rodamientos para cubos de rueda (HBU) para la industria automovilística, se basan en los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular (→ fig. 7). Han contribuido considerablemente hacia lograr diseños más compactos y ligeros, un montaje simplificado y una mayor fiabilidad.

A petición se facilitará información detallada sobre estos productos.

Fig. 5

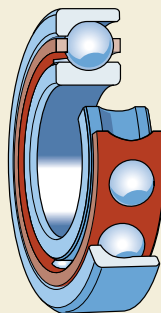


Fig. 6

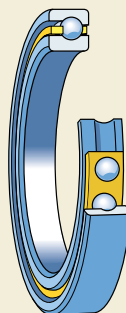
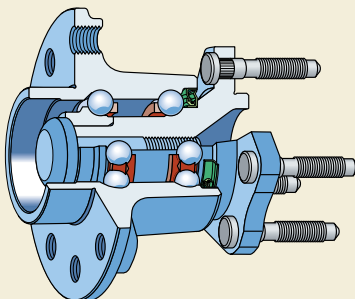


Fig. 7





Rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular

Diseños	410
Rodamientos con un diseño básico	410
Rodamientos para apareamiento universal.....	410
Rodamientos de la clase SKF Explorer	411
Datos generales	411
Dimensiones.....	411
Tolerancias.....	411
Juego interno y precarga	411
Desalineación	413
Influencia de la temperatura de funcionamiento sobre el material del rodamiento.....	413
Jaulas	413
Velocidades para rodamientos apareados	414
Capacidad de carga de rodamientos apareados	414
Carga mínima	414
Carga dinámica equivalente.....	415
Carga estática equivalente.....	415
Determinación de las fuerzas axiales para rodamientos individuales o apareados dispuestos en tandem.....	415
Designaciones complementarias.....	417
Diseño de las disposiciones de rodamientos.....	418
Tabla de productos	420

Diseños

Un rodamiento de una hilera de bolas con contacto angular puede soportar cargas axiales que actúen solamente en un sentido. Normalmente, el rodamiento va ajustado contra un segundo rodamiento.

La gama SKF estándar de rodamientos de bolas con contacto angular comprende rodamientos de las series **72 B** y **73 B**. Existen dos versiones por distintas razones:

- Rodamientos de diseño básico (no para apareamiento universal) sólo para disposiciones con rodamientos individuales.
- Rodamientos para apareamiento universal.

Los rodamientos tienen un ángulo de contacto de 40° (→ **fig. 1**), y por tanto pueden soportar cargas axiales elevadas. No son desarmables y sus aros tienen un resalte alto y otro bajo. El resalte bajo permite la incorporación de un gran número de bolas al rodamiento, lo que le dota con una capacidad de carga relativamente alta.

Además, los rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular SKF están disponibles en muchas otras series de dimensiones, diseños y tamaños. Para más información sobre estos rodamientos, consulte el "Catálogo Interactivo de Ingeniería" a través de la página web www.skf.com.

Rodamientos con un diseño básico

Los rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular de diseño básico, están diseñados para disposiciones en las que sólo se usa un rodamiento en cada apoyo o posición. Tanto la anchura del rodamiento como los resaltes de los aros tienen una tolerancia Normal. Por tanto, no son apropiados para un montaje directamente adyacentes entre sí.

Rodamientos para apareamiento universal

Los rodamientos para apareamiento universal están especialmente fabricados, de forma que cuando se montan aleatoriamente pero inmediatamente adyacentes entre sí, se obtiene un determinado juego interno o precarga y/o una distribución uniforme de la carga sin necesidad de usar arandelas calibradas ni otros mecanis-

mos similares. Los rodamientos para apareamiento universal incluyen un sufijo en su designación para indicar el juego interno (CA, CB, CC) o la precarga (GA, GB, GC) de una pareja de rodamientos antes de montar.

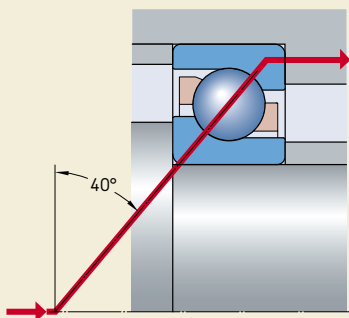
Al realizar el pedido, es necesario indicar el número de rodamientos individuales que se necesitan y no el número de conjuntos de rodamientos.

El montaje apareado (→ **fig. 2**) se utiliza cuando la capacidad de carga de un rodamiento individual es insuficiente (disposición en tándem) o cuando la disposición de rodamientos debe soportar cargas combinadas o axiales en ambos sentidos (disposiciones espalda con espalda y cara a cara).

En una disposición en tándem (**a**) las líneas de carga son paralelas y las cargas radiales y axiales se dividen por igual entre los rodamientos. No obstante, la pareja de rodamientos sólo puede soportar cargas axiales que actúen en un sentido. Si las cargas axiales actúan en sentido contrario, o ante la presencia de cargas combinadas, se deberá montar un tercer rodamiento ajustado contra la pareja ya dispuesta en tándem.

Las líneas de carga de los rodamientos dispuestos espalda con espalda (**b**) divergen hacia el eje del rodamiento. Con esta disposición se pueden soportar cargas axiales que actúan en ambos sentidos, pero sólo por uno de los rodamientos en cada sentido. Los rodamientos montados espalda con espalda ofrecen una disposición relativamente rígida que además puede soportar pares de vuelco.

Fig. 1



Las líneas de carga de los rodamientos dispuestos cara a cara (**c**) convergen hacia el eje del rodamiento. Con esta disposición se pueden soportar cargas axiales que actúan en ambos sentidos, pero sólo por uno de los rodamientos en cada sentido. Esta disposición no resulta tan rígida como la disposición espalda con espalda y resulta menos apropiada para soportar pares de vuelco.

Los rodamientos para apareamiento universal también pueden resultar beneficiosos con rodamientos individuales. La mayoría de los rodamientos son de la clase SKF Explorer y como tal, cuentan con una mayor precisión, mayor capacidad de carga y soportan velocidades más altas.

Rodamientos de la clase SKF Explorer

Los rodamientos de bolas con contacto angular de alto rendimiento SKF Explorer aparecen con un asterisco en la tabla de productos; estos rodamientos mantienen la designación de los rodamientos estándar tradicionales, p.ej. **7208 BECBP**. No obstante, cada rodamiento y su caja están marcados con el nombre “EXPLORER”.

Datos generales

Dimensiones

Las dimensiones principales de los rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular SKF cumplen con la normativa **ISO 15:1998**.

Tolerancias

Los rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular SKF de diseño básico, para un montaje individual, se fabrican con tolerancias Normales. Los rodamientos para apareamiento universal con un diseño estándar se fabrican con tolerancias superiores a la Normal.

Los rodamientos de bolas con contacto angular SKF Explorer se fabrican solamente como rodamientos para apareamiento universal con una precisión dimensional P6 y una exactitud de giro P5.

Los valores para las tolerancias corresponden a la normativa **ISO 492:2002** y se muestran en las **tablas 3 a 5**, comenzando en la **página 125**.

Juego interno y precarga

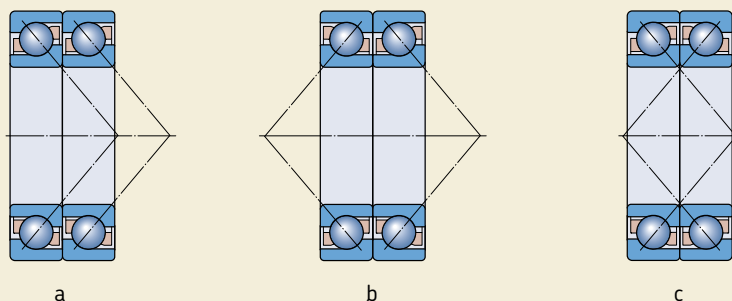
Sólo se obtiene el juego interno de los rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular tras el montaje, y éste depende del ajuste contra un segundo rodamiento, que ofrece una fijación axial en dirección opuesta.

Los rodamientos SKF para apareamiento universal se fabrican con tres juegos y precargas distintos. Los distintos tipos de juegos son

- CA juego axial más pequeño del Normal
- CB juego axial Normal (estándar)
- CC juego axial más grande del Normal.

Los rodamientos con juegos CB son estándar. La disponibilidad de rodamientos con otros juegos se puede consultar en la **matriz 1** de la **página 419**. Los rodamientos SKF para apareamiento

Fig. 2



Rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular

miento universal con juego se pueden combinar en conjuntos, independientemente del número de rodamientos de cada conjunto.

Las clases de precarga para los conjuntos de rodamientos son

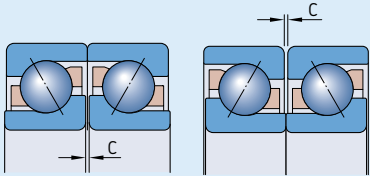
- GA precarga ligera (estándar)
- GB precarga moderada
- GC precarga elevada.

Los rodamientos con una precarga de clase GA, son estándar (→ **matriz 1 de página 419**). Los rodamientos con precarga sólo se pueden aparear en conjuntos de dos, al contrario que los rodamientos SKF para apareamiento universal con juego, ya que de otro modo se incrementaría la precarga.

Los valores correspondientes a las clases de juego se muestran en la **tabla 1** y para las clases de precarga en la **tabla 2**. Los valores son válidos para los conjuntos de rodamientos antes de montar, dispuestos espalda con espalda o cara a cara, y en caso de juego, sin carga.

Tabla 1

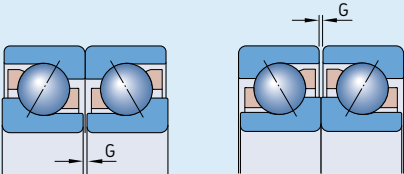
Juego axial interno de los rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular para apareamiento universal dispuestos espalda con espalda o cara a cara



Diámetro del agujero d más de		Clase de juego axial interno		CB		CC	
		CA					
hasta incl.		mín	máx	mín	máx	mín	máx
mm		μm					
10	18	5	13	15	23	24	32
18	30	7	15	18	26	32	40
30	50	9	17	22	30	40	48
50	80	11	23	26	38	48	60
80	120	14	26	32	44	55	67
120	180	17	29	35	47	62	74
180	250	21	37	45	61	74	90

Tabla 2

Precarga de rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular para apareamiento universal dispuestos espalda con espalda o cara a cara



Diámetro del agujero d más de		Clase de precarga GA			GB		GC					
		hasta incl.	mín	máx	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín
mm		μm	N		μm	N		μm	N			
10	18	+4	-4	80	-2	-10	30	330	-8	-16	230	660
18	30	+4	-4	120	-2	-10	40	480	-8	-16	340	970
30	50	+4	-4	160	-2	-10	60	630	-8	-16	450	1 280
50	80	+6	-6	380	-3	-15	140	1 500	-12	-24	1 080	3 050
80	120	+6	-6	410	-3	-15	150	1 600	-12	-24	1 150	3 250
120	180	+6	-6	540	-3	-15	200	2 150	-12	-24	1 500	4 300
180	250	+8	-8	940	-4	-20	330	3 700	-16	-32	2 650	7 500

Desalineación

Los rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular tienen una capacidad limitada para soportar desalineaciones. La desalineación admisible entre el eje y el alojamiento que no producirá fuerzas adicionales inadmisiblemente altas, depende del juego de funcionamiento, el tamaño y el diseño interno del rodamiento, así como de las fuerzas y momentos que actúan sobre éste. Debido a las complejas relaciones entre los factores de influencia, no es posible definir unos valores que sean válidos universalmente.

Los rodamientos apareados, particularmente aquellos con un juego axial interno pequeño montados espalda con espalda, sólo pueden soportar la desalineación incrementando la carga sobre las bolas, lo que creará tensiones en la jaula y reducirá su vida útil. Cualquier desalineación de los aros del rodamiento también incrementará el ruido durante el funcionamiento.

Influencia de la temperatura de funcionamiento sobre el material del rodamiento

Los rodamientos de bolas con contacto angular SKF reciben un tratamiento térmico especial. Cuando están equipados con jaulas de acero, latón o PEEK, pueden funcionar a temperaturas de hasta +150 °C.

Jaulas

Dependiendo de su tamaño y serie, los rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular SKF están equipados, como estándar, con una de las siguientes jaulas (→ **fig. 3**)

- jaula de poliamida 6,6 reforzada con fibra de vidrio y moldeada por inyección, de tipo ventana, centrada en las bolas, con el sufijo P en su designación (**a**)
- jaula de poliéter-éter-cetona (PEEK) reforzada con fibra de vidrio y moldeada por inyección, de tipo ventana, centrada en las bolas, con el sufijo PH en su designación
- jaula de chapa de latón de tipo ventana, centrada en las bolas, con el sufijo Y en su designación (**b**)
- jaula mecanizada de latón de tipo ventana, centrada en las bolas, con el sufijo M en su designación (**c**).

La gama SKF estándar disponible, se muestra en la **matriz 1** de la **página 419**.

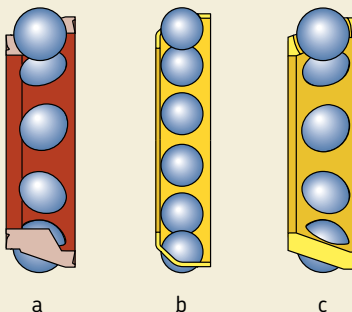
Si se requieren otros tipos de rodamientos con una jaula de PEEK, consulte con SKF. También existen rodamientos con una jaula de chapa de acero, de tipo ventana, con el sufijo J en su designación, o una jaula mecanizada de acero, con el sufijo F en su designación. Compruebe la disponibilidad de estos rodamientos antes de realizar el pedido.

Nota

Los rodamientos con jaulas de poliamida 6,6 pueden funcionar a temperaturas de hasta **+120 °C**. Los lubricantes que se suelen utilizar para los rodamientos no perjudican las propiedades de la jaula, con la excepción de unos pocos aceites y grasas sintéticos con una base de aceite sintético, y lubricantes que contienen una alta proporción de aditivos EP al usarse a altas temperaturas.

Para más información sobre la resistencia a las temperaturas y el uso de las jaulas, consulte la sección "Materiales para las jaulas", comenzando en la **página 140**.

Fig. 3



Velocidades para rodamientos apareados

Para los rodamientos emparejados, las velocidades de referencia indicadas en la tabla de productos para los rodamientos individuales, se deben reducir aproximadamente un 20 %.

Capacidad de carga de rodamientos apareados

Los valores correspondientes a la capacidad de carga y a la carga límite de fatiga indicados en la tabla de productos son válidos para los rodamientos individuales. Para las parejas de rodamientos montadas inmediatamente adyacentes entre sí los valores son los siguientes

- capacidad de carga dinámica para los rodamientos estándar en todas las disposiciones y para los rodamientos SKF Explorer en disposiciones espalda con espalda o cara a cara
 $C = 1,62 \times C_{\text{rodamiento individual}}$
- capacidad de carga dinámica para los rodamientos SKF Explorer en una disposición en tándem
 $C = 2 \times C_{\text{rodamiento individual}}$
- capacidad de carga estática
 $C_0 = 2 \times C_{0 \text{ rodamiento individual}}$
- carga límite de fatiga
 $P_u = 2 \times P_{u \text{ rodamiento individual}}$

Carga mínima

Con el fin de lograr un funcionamiento satisfactorio, los rodamientos de bolas con contacto angular, como todos los rodamientos de bolas y rodillos, se deben someter siempre a una carga mínima determinada, particularmente si han de funcionar a altas velocidades o están sometidos a altas aceleraciones o cambios rápidos en la dirección de la carga. Bajo tales condiciones, las fuerzas de inercia de las bolas y la jaula, y el rozamiento en el lubricante, pueden perjudicar las condiciones de rodadura de la disposición de rodamientos y pueden causar deslizamientos dañinos entre las bolas y los caminos de rodadura.

La carga mínima requerida a aplicar a los rodamientos individuales y apareados en tándem se puede calcular con la fórmula

Tabla 3

Factores de carga mínima

Serie del rodamiento	Factores de carga mínima	
	k_a	k_r
72 BE	1,4	0,095
72 B	1,2	0,08
73 BE	1,6	0,1
73 B	1,4	0,09

$$F_{am} = k_a \frac{C_0}{1\,000} \left(\frac{n\,d_m}{100\,000} \right)^2$$

y para las parejas de rodamientos dispuestas espalda con espalda o cara a cara, con la fórmula

$$F_{rm} = k_r \left(\frac{v\,n}{1\,000} \right)^{2/3} \left(\frac{d_m}{100} \right)^2$$

donde

F_{am} = carga axial mínima, kN

F_{rm} = carga radial mínima, kN

C_0 = capacidad de carga estática de un rodamiento individual, o una pareja de rodamientos, kN (→ tabla de productos)

k_a = factor de carga axial mínima según la **tabla 3**

k_r = factor de carga radial mínima según la **tabla 3**

v = viscosidad del aceite a la temperatura de funcionamiento, mm^2/s

n = velocidad de giro, **rpm**

d_m = diámetro medio del rodamiento
 $= 0,5 (d + D)$, mm

Al iniciar el funcionamiento a bajas temperaturas o cuando el lubricante sea muy viscoso, se pueden requerir cargas mínimas aún mayores. El peso de los componentes soportados por el rodamiento, junto con las fuerzas externas, generalmente exceden la carga mínima requerida. Si no es el caso, el rodamiento de bolas con

contacto angular se debe someter a una carga adicional. Los rodamientos individuales y las parejas de rodamientos dispuestas en tándem se pueden precargar axialmente ajustando los aros interior o exterior entre sí, o mediante muelles.

Carga dinámica equivalente

Para los rodamientos individuales y apareados dispuestos en tándem

$$P = F_r \quad \text{cuando } F_a/F_r \leq 1,14$$

$$P = 0,35 F_r + 0,57 F_a \quad \text{cuando } F_a/F_r > 1,14$$

A la hora de determinar la fuerza axial F_a se debe consultar la sección "Determinación de las fuerzas axiales para rodamientos individuales o apareados dispuestos en tándem".

Para las parejas de rodamientos dispuestas espalda con espalda o cara a cara

$$P = F_r + 0,55 F_a \quad \text{cuando } F_a/F_r \leq 1,14$$

$$P = 0,57 F_r + 0,93 F_a \quad \text{cuando } F_a/F_r > 1,14$$

F_r y F_a representan las fuerzas que actúan sobre la pareja de rodamientos.

Carga estática equivalente

Para los rodamientos individuales y apareados dispuestos en tándem

$$P_0 = 0,5 F_r + 0,26 F_a$$

Si $P_0 < F_r$, se deberá usar $P_0 = F_r$. A la hora de determinar la fuerza axial F_a se debe consultar la sección "Determinación de las fuerzas axiales para rodamientos individuales o apareados dispuestos en tándem".

Para las parejas de rodamientos dispuestas espalda con espalda o cara a cara

$$P_0 = F_r + 0,52 F_a$$

F_r y F_a representan las fuerzas que actúan sobre la pareja de rodamientos.

Determinación de las fuerzas axiales para rodamientos individuales o apareados dispuestos en tándem

Al aplicar una carga radial, ésta se transmite de un camino de rodadura a otro según un determinado ángulo, y se induce una cierta carga axial interna en los rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular. Esto se debe tener en cuenta cuando se calcula la carga equivalente de las disposiciones que incorporan dos rodamientos individuales y/o parejas de rodamientos en tándem.

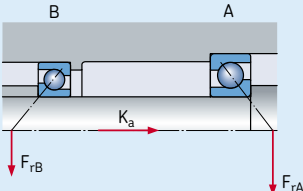
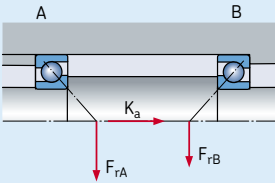
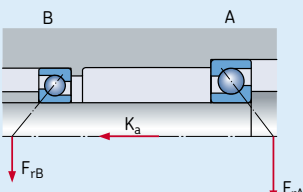
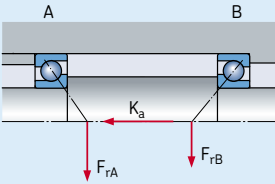
Las ecuaciones necesarias se muestran en la **tabla 4, página 416**, para las distintas disposiciones de rodamientos y los distintos tipos de cargas. Las ecuaciones sólo son válidas para rodamientos ajustados entre sí con un juego prácticamente nulo, pero sin ninguna precarga. En las disposiciones que se muestran, el rodamiento A está sometido a una carga radial F_{rA} y el rodamiento B a una carga radial F_{rB} . Tanto F_{rA} como F_{rB} se consideran siempre positivas incluso aunque actúen en sentido opuesto al mostrado en las figuras. Las cargas radiales actúan en los centros de presión de los rodamientos (ver la dimensión "a" en la tabla de productos).

Variable R

La variable R de la **tabla 4** tiene en cuenta las condiciones de contacto dentro del rodamiento. Los valores de R se pueden obtener del **diagrama 1, página 417**, como función de la relación K_a/C . K_a es la carga axial externa que actúa sobre el eje o el alojamiento y C es la capacidad de carga dinámica del rodamiento, que debe soportar la carga axial externa. Para $K_a = 0$ usar $R = 1$.

Tabla 4

Carga axial de disposiciones compuestas de dos rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular de diseño B o BE y/o parejas de rodamientos en tándem

Disposición	Carga	Fuerzas axiales	
<p>Espalda con espalda</p> 	<p>Caso 1a</p> $F_{rA} \geq F_{rB}$ $K_a \geq 0$	$F_{aA} = R F_{rA}$	$F_{aB} = F_{aA} + K_a$
	<p>Caso 1b</p> $F_{rA} < F_{rB}$ $K_a \geq R (F_{rB} - F_{rA})$	$F_{aA} = R F_{rA}$	$F_{aB} = F_{aA} + K_a$
<p>Cara a cara</p> 	<p>Caso 1c</p> $F_{rA} < F_{rB}$ $K_a < R (F_{rB} - F_{rA})$	$F_{aA} = F_{aB} - K_a$	$F_{aB} = R F_{rB}$
<p>Espalda con espalda</p> 	<p>Caso 2a</p> $F_{rA} \leq F_{rB}$ $K_a \geq 0$	$F_{aA} = F_{aB} + K_a$	$F_{aB} = R F_{rB}$
	<p>Caso 2b</p> $F_{rA} > F_{rB}$ $K_a \geq R (F_{rA} - F_{rB})$	$F_{aA} = F_{aB} + K_a$	$F_{aB} = R F_{rB}$
<p>Cara a cara</p> 	<p>Caso 2c</p> $F_{rA} > F_{rB}$ $K_a < R (F_{rA} - F_{rB})$	$F_{aA} = R F_{rA}$	$F_{aB} = F_{aA} - K_a$

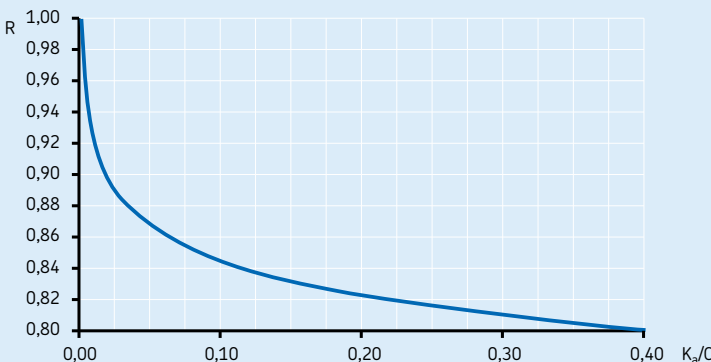
Designaciones complementarias

Los sufijos en las designaciones utilizados para identificar ciertas características de los rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular SKF se explican a continuación.

A	ángulo de contacto de 30°
AC	ángulo de contacto de 25°
B	ángulo de contacto de 40°
CA	Rodamiento para un apareamiento universal. Dos rodamientos dispuestos espalda con espalda o cara a cara tendrán un juego axial interno menor que Normal (CB) antes del montaje
CB	Rodamiento para un apareamiento universal. Dos rodamientos dispuestos espalda con espalda o cara a cara tendrán un juego axial interno Normal antes del montaje
CC	Rodamiento para un apareamiento universal. Dos rodamientos dispuestos espalda con espalda o cara a cara tendrán un juego axial interno mayor que Normal (CB)
DB	Dos rodamientos dispuestos espalda con espalda
DF	Dos rodamientos dispuestos cara a cara
DT	Dos rodamientos dispuestos en tándem
E	Diseño interior optimizado
F	Jaula mecanizada de acero de tipo ventana, centrada en las bolas
GA	Rodamiento para apareamiento universal. Dos rodamientos dispuestos espalda con espalda o cara a cara tendrán una ligera precarga antes del montaje

GB	Rodamiento para apareamiento universal. Dos rodamientos dispuestos espalda con espalda o cara a cara tendrán una precarga moderada antes del montaje
GC	Rodamiento para apareamiento universal. Dos rodamientos dispuestos espalda con espalda o cara a cara tendrán una precarga elevada antes del montaje
J	Jaula de chapa de acero de tipo ventana, centrada en las bolas
M	Jaula mecanizada de latón de tipo ventana, centrada en las bolas, los distintos diseños se identifican por una cifra, p.ej. M1
N1	Una muesca de fijación en la cara lateral grande del aro exterior
N2	Dos muescas de fijación en la cara lateral grande del aro exterior, situadas a 180° entre sí
P	Jaula de poliamida 6,6 reforzada con fibra de vidrio y moldeada por inyección, de tipo ventana, centrada en las bolas
PH	Jaula de poliéter-éter-cetona (PEEK) reforzada con fibra de vidrio y moldeada por inyección, de tipo ventana, centrada en las bolas
P5	Precisión dimensional y exactitud de giro según la clase de tolerancia 5 de la ISO
P6	Precisión dimensional y exactitud de giro según la clase de tolerancia 6 de la ISO
W64	Llenado con Solid Oil
Y	Jaula de chapa de acero de tipo ventana, centrada en las bolas

Diagrama 1



Diseño de las disposiciones de rodamientos

Al diseñar disposiciones de rodamientos que incorporen rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular, recuerde que estos rodamientos se deben utilizar bien con un segundo rodamiento o en conjuntos (→ **fig. 4**).

Al utilizar dos rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular, éstos deben ir ajustados entre sí hasta obtener la precarga o el juego necesarios, (→ sección “Precarga de rodamientos”, comenzando en la **página 206**).

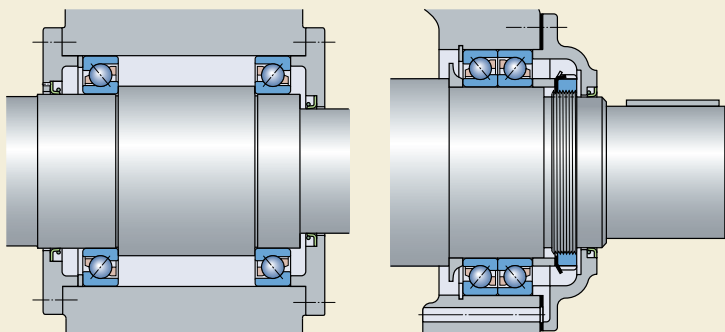
Al utilizar rodamientos para apareamiento universal, montados inmediatamente adyacentes entre sí, no hay necesidad de ajuste. La precarga y el juego necesarios se obtienen seleccionando rodamientos con una precarga o juego adecuados y ajustando los rodamientos correctamente en el eje y en el alojamiento.

Es importante, para el correcto funcionamiento del rodamiento y para la fiabilidad de la disposición, que los rodamientos se ajusten correctamente, o que se haya seleccionado la precarga o el juego correctos. Si el juego del rodamiento en funcionamiento es demasiado grande, la capacidad de carga de los rodamientos no se aprovechará al máximo; por otro lado, una precarga excesiva producirá más fricción

y temperaturas de funcionamiento aún mayores, reduciendo la vida útil del rodamiento. Se debe recordar que con rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular de las series **72 B** y **73 B** (ángulo de contacto de 40°), sólo se obtendrán unas condiciones de rodadura óptimas cuando la relación de la carga $F_a/F_r \geq 1$.

Se debe prestar también especial atención a las disposiciones espalda con espalda y cara a cara en las cuales la carga axial predomina en un sentido. Esto causa condiciones de rodadura desfavorables para las bolas del rodamiento descargado y puede producir ruidos, la ruptura de la película de lubricante y un aumento de las tensiones en la jaula. Bajo estas condiciones, se recomienda un juego de funcionamiento cero, que se debe lograr, por ejemplo, mediante muelles. Para más información contacte con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF.

Fig. 4



Rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular SKF – gama estándar

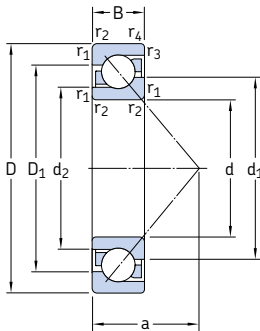
Diámetro del agujero, mm	Rodamientos para apareamiento universal																Rodamientos de diseño básico						Tamaño del rodamiento		
	72 ■ BECBP	72 ■ BEGAP	72 ■ BEGBP	72 ■ BECBY	72 ■ BEGAY	72 ■ B(E)CBM	72 ■ B(E)GAM	73 ■ BECAP	73 ■ BECBP	73 ■ BEGAP	73 ■ BEGBP	73 ■ BECBPH	73 ■ BECBY	73 ■ BEGBY	73 ■ B(E)CBM	73 ■ BECCM	73 ■ BEGAM	73 ■ B(E)GBM	72 ■ BEP	72 ■ BEY	72 ■ B(E)M	73 ■ BEP		73 ■ BEY	73 ■ B(E)M
10																									00
12																									01
15																									02
17																									03
20																									04
25																									05
30																									06
35																									07
40																									08
45																									09
50																									10
55																									11
60																									12
65																									13
70																									14
75																									15
80																									16
85																									17
90																									18
95																									19
100																									20
105																									21
110																									22
120																									24
130																									26
140																									28
150																									30
160																									32
170																									34
180																									36
190																									38
200																									40
220																									44
240																									48

Rodamientos
SKF Explorer

Otros rodamientos
SKF estándar

Para otras series de dimensiones, tamaños y diseños, consulte el “Catálogo Interactivo de Ingeniería SKF” a través de la página web www.skf.com

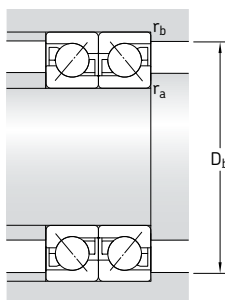
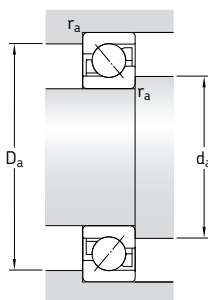
Rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular
d 10 – 25 mm



Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades		Masa	Designaciones ¹⁾	
d	D	B	C	estática C ₀	P _u	Velocidad de referencia	Velocidad límite		Rodamiento para apareamiento universal	de diseño básico
mm			kN		kN	rpm		kg	–	
10	30	9	7,02	3,35	0,14	30 000	30 000	0,030	7200 BECBP	7200 BEP
12	32	10	7,61	3,8	0,16	26 000	26 000	0,036	7201 BECBP	7201 BEP
	37	12	10,6	5	0,208	24 000	24 000	0,063	–	7301 BEP
15	35	11	9,5	5,1	0,216	26 000	26 000	0,045	* 7202 BECBP	–
	35	11	8,84	4,8	0,204	24 000	24 000	0,045	–	7202 BEP
	42	13	13	6,7	0,28	20 000	20 000	0,081	7302 BECBP	7302 BEP
17	40	12	11	5,85	0,25	22 000	22 000	0,064	* 7203 BECBP	–
	40	12	10,4	5,5	0,236	20 000	20 000	0,064	–	7203 BEP
	40	12	11,1	6,1	0,26	20 000	20 000	0,064	–	7203 BEY
	40	12	11	5,85	0,25	22 000	22 000	0,070	* 7203 BECBM	–
	47	14	15,9	8,3	0,355	19 000	19 000	0,11	7303 BECBP	7303 BEP
20	47	14	14,3	8,15	0,345	19 000	19 000	0,11	* 7204 BECBP	–
	47	14	13,3	7,65	0,325	18 000	18 000	0,11	–	7204 BEP
	47	14	14	8,3	0,355	18 000	18 000	0,11	7204 BECBY	–
	47	14	13,3	7,65	0,325	18 000	19 000	0,11	7204 BECBM	–
	52	15	19	10	0,425	18 000	18 000	0,14	* 7304 BECBP	–
	52	15	17,4	9,5	0,4	16 000	16 000	0,14	–	7304 BEP
	52	15	19	10,4	0,44	16 000	16 000	0,15	7304 BECBY	7304 BEY
	52	15	19	10	0,425	18 000	18 000	0,15	* 7304 BECBM	–
	52	15	15,6	10	0,43	17 000	17 000	0,13	* 7205 BECBP	–
	52	15	14,8	9,3	0,4	15 000	15 000	0,13	–	7205 BEP
25	52	15	15,6	10,2	0,43	15 000	15 000	0,13	7205 BECBY	7205 BEY
	52	15	15,6	10	0,43	17 000	17 000	0,14	* 7205 BECBM	–
	62	17	26,5	15,3	0,655	15 000	15 000	0,23	* 7305 BECBP	–
	62	17	24,2	14	0,6	14 000	14 000	0,23	–	7305 BEP
	62	17	26	15,6	0,655	14 000	14 000	0,24	7305 BECBY	7305 BEY
	62	17	26,5	15,3	0,655	15 000	15 000	0,24	* 7305 BECBM	–
	62	17	26,5	15,3	0,655	15 000	15 000	0,24	–	–

* Rodamiento SKF Explorer

¹⁾ Para variantes finales disponibles → matriz 1 en la página 419

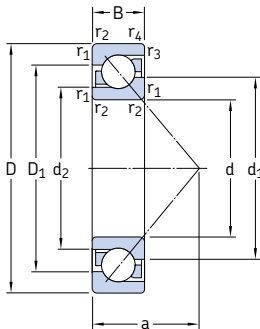


Dimensiones

Dimensiones de acuerdos y resaltes

d	d ₁ ~	d ₂ ~	D ₁ ~	r _{1,2} min	r _{3,4} min	a	d _a min	D _a máx	D _b máx	r _a máx	r _b máx
mm							mm				
10	18,3	14,6	22,9	0,6	0,3	13	14,2	25,8	27,6	0,6	0,3
12	20,2	16,6	25	0,6	0,3	14,4	16,2	27,8	29,6	0,6	0,3
	21,8	17	28,3	1	0,6	16,3	17,6	31,4	32,8	1	0,6
15	22,7	19	27,8	0,6	0,3	16	19,2	30,8	32,6	0,6	0,3
	22,7	19	27,8	0,6	0,3	16	19,2	30,8	32,6	0,6	0,3
	26	20,7	32,6	1	0,6	18,6	20,6	36,4	37,8	1	0,6
17	26,3	21,7	31,2	0,6	0,6	18	21,2	35,8	35,8	0,6	0,6
	26,3	21,7	31,2	0,6	0,6	18	21,2	35,8	35,8	0,6	0,6
	26,3	21,7	31,2	0,6	0,6	18	21,2	35,8	35,8	0,6	0,6
	26,3	21,7	31,2	0,6	0,6	18	21,2	35,8	35,8	0,6	0,6
	28,7	22,8	36,2	1	0,6	20,4	22,6	41,4	42,8	1	0,6
20	30,8	25,9	36,5	1	0,6	21	25,6	41,4	42,8	1	0,6
	30,8	25,9	36,5	1	0,6	21	25,6	41,4	42,8	1	0,6
	30,8	25,9	36,5	1	0,6	21	25,6	41,4	42,8	1	0,6
	30,8	25,9	36,5	1	0,6	21	25,6	41,4	42,8	1	0,6
	33,3	26,8	40,4	1,1	0,6	22,8	27	45	47,8	1	0,6
	33,3	26,8	40,4	1,1	0,6	22,8	27	45	47,8	1	0,6
	33,3	26,8	40,4	1,1	0,6	22,8	27	45	47,8	1	0,6
	33,3	26,8	40,4	1,1	0,6	22,8	27	45	47,8	1	0,6
25	36,1	30,9	41,5	1	0,6	23,7	30,6	46,4	47,8	1	0,6
	36,1	30,9	41,5	1	0,6	23,7	30,6	46,4	47,8	1	0,6
	36,1	30,9	41,5	1	0,6	23,7	30,6	46,4	47,8	1	0,6
	36,1	30,9	41,5	1	0,6	23,7	30,6	46,4	47,8	1	0,6
	39,8	32,4	48,1	1,1	0,6	26,8	32	55	57,8	1	0,6
	39,8	32,4	48,1	1,1	0,6	26,8	32	55	57,8	1	0,6
	39,8	32,4	48,1	1,1	0,6	26,8	32	55	57,8	1	0,6
	39,8	32,4	48,1	1,1	0,6	26,8	32	55	57,8	1	0,6

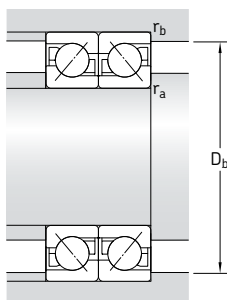
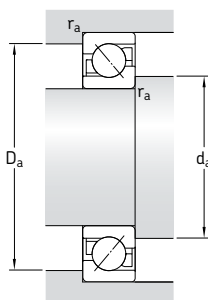
Rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular
d 30 – 45 mm



Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga P_u	Velocidades		Masa	Designaciones ¹⁾	
d	D	B	dinámica C	estática C_0		Velocidad de referencia	Velocidad límite		Rodamiento para apareamiento universal	de diseño básico
mm			kN		kN	rpm		kg	–	
30	62	16	24	15,6	0,655	14 000	14 000	0,19	* 7206 BECBP	–
	62	16	22,5	14,3	0,61	13 000	13 000	0,19	–	7206 BEP
	62	16	23,8	15,6	0,655	13 000	13 000	0,21	7206 BECBY	7206 BEY
	62	16	24	15,6	0,655	14 000	14 000	0,21	* 7206 BECBM	–
	72	19	35,5	21,2	0,9	13 000	13 000	0,33	* 7306 BECBP	–
	72	19	32,5	19,3	0,815	12 000	12 000	0,33	–	7306 BEP
	72	19	34,5	21,2	0,9	12 000	12 000	0,37	7306 BECBY	7306 BEY
	72	19	35,5	21,2	0,9	13 000	13 000	0,37	* 7306 BECBM	–
	72	17	31	20,8	0,88	12 000	12 000	0,28	* 7207 BECBP	–
	72	17	29,1	19	0,815	11 000	11 000	0,28	–	7207 BEP
	72	17	30,7	20,8	0,88	11 000	11 000	0,30	7207 BECBY	7207 BEY
	72	17	31	20,8	0,88	12 000	12 000	0,30	* 7207 BECBM	–
35	80	21	41,5	26,5	1,14	11 000	11 000	0,45	* 7307 BECBP	–
	80	21	39	24,5	1,04	10 000	10 000	0,45	–	7307 BEP
	80	21	39	24,5	1,04	10 000	10 000	0,49	7307 BECBY	7307 BEY
	80	21	41,5	26,5	1,14	11 000	11 000	0,49	* 7307 BECBM	–
	80	18	36,5	26	1,1	11 000	11 000	0,39	* 7208 BECBP	–
	80	18	34,5	24	1,02	10 000	10 000	0,37	–	7208 BEP
	80	18	36,4	26	1,1	10 000	10 000	0,38	7208 BECBY	7208 BEY
	80	18	36,5	26	1,1	11 000	11 000	0,39	* 7208 BECBM	–
	80	18	34,5	24	1,02	10 000	10 000	0,39	–	7208 BEM
	90	23	50	32,5	1,37	10 000	10 000	0,61	* 7308 BECBP	–
	90	23	46,2	30,5	1,13	9 000	9 000	0,61	–	7308 BEP
	90	23	49,4	33,5	1,4	9 000	9 000	0,64	7308 BECBY	7308 BEY
	90	23	50	32,5	1,37	10 000	10 000	0,68	* 7308 BECBM	–
45	85	19	38	28,5	1,22	10 000	10 000	0,42	* 7209 BECBP	–
	85	19	35,8	26	1,12	9 000	9 000	0,42	–	7209 BEP
	85	19	37,7	28	1,2	9 000	9 000	0,43	7209 BECBY	7209 BEY
	85	19	38	28,5	1,22	10 000	10 000	0,44	* 7209 BECBM	–
	100	25	61	40,5	1,73	9 000	9 000	0,82	* 7309 BECBP	–
	100	25	55,9	37,5	1,73	8 000	8 000	0,82	–	7309 BEP
	100	25	60,5	41,5	1,73	8 000	8 000	0,86	7309 BECBY	7309 BEY
	100	25	61	40,5	1,73	9 000	9 000	0,90	* 7309 BECBM	–
	100	25	61	40,5	1,73	9 000	9 000	0,90	–	7309 BEY
	100	25	61	40,5	1,73	9 000	9 000	0,90	–	7309 BEY
	100	25	61	40,5	1,73	9 000	9 000	0,90	–	7309 BEY
	100	25	61	40,5	1,73	9 000	9 000	0,90	–	7309 BEY

* Rodamiento SKF Explorer

¹⁾ Para variantes finales disponibles → matriz 1 en la página 419

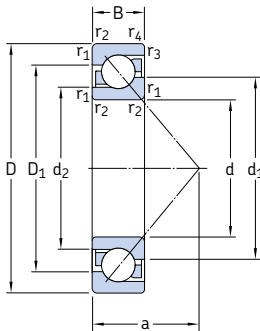


Dimensiones

Dimensiones de acuerdos y resaltes

d	d ₁ ~	d ₂ ~	D ₁ ~	r _{1,2} min	r _{3,4} min	a	d _a min	D _a máx	D _b máx	r _a máx	r _b máx
mm							mm				
30	42,7	36,1	50,1	1	0,6	27,3	35,6	56,4	57,8	1	0,6
	42,7	36,1	50,1	1	0,6	27,3	35,6	56,4	57,8	1	0,6
	42,7	36,1	50,1	1	0,6	27,3	35,6	56,4	57,8	1	0,6
	42,7	36,1	50,1	1	0,6	27,3	35,6	56,4	57,8	1	0,6
	46,6	37,9	56,5	1,1	0,6	31	37	65	67,8	1	0,6
	46,6	37,9	56,5	1,1	0,6	31	37	65	67,8	1	0,6
	46,6	37,9	56,5	1,1	0,6	31	37	65	67,8	1	0,6
	46,6	37,9	56,5	1,1	0,6	31	37	65	67,8	1	0,6
	49,7	42	58,3	1,1	0,6	31	42	65	67,8	1	0,6
	49,7	42	58,3	1,1	0,6	31	42	65	67,8	1	0,6
	49,7	42	58,3	1,1	0,6	31	42	65	67,8	1	0,6
	49,7	42	58,3	1,1	0,6	31	42	65	67,8	1	0,6
35	52,8	43,6	63,3	1,5	1	35	44	71	74,4	1,5	1
	52,8	43,6	63,3	1,5	1	35	44	71	74,4	1,5	1
	52,8	43,6	63,3	1,5	1	35	44	71	74,4	1,5	1
	52,8	43,6	63,3	1,5	1	35	44	71	74,4	1,5	1
	56,3	48,1	65,6	1,1	0,6	34	47	73	75,8	1	0,6
	56,3	48,1	65,6	1,1	0,6	34	47	73	75,8	1	0,6
	56,3	48,1	65,6	1,1	0,6	34	47	73	75,8	1	0,6
	56,3	48,1	65,6	1,1	0,6	34	47	73	75,8	1	0,6
	56,3	48,1	65,6	1,1	0,6	34	47	73	75,8	1	0,6
	59,7	49,6	71,6	1,5	1	39	49	81	84,4	1,5	1
	59,7	49,6	71,6	1,5	1	39	49	81	84,4	1,5	1
	59,7	49,6	71,6	1,5	1	39	49	81	84,4	1,5	1
40	60,9	52,7	70,2	1,1	0,6	37	52	78	80,8	1	0,6
	60,9	52,7	70,2	1,1	0,6	37	52	78	80,8	1	0,6
	60,9	52,7	70,2	1,1	0,6	37	52	78	80,8	1	0,6
	60,9	52,7	70,2	1,1	0,6	37	52	78	80,8	1	0,6
	66,5	55,3	79,8	1,5	1	43	54	91	94,4	1,5	1
	66,5	55,3	79,8	1,5	1	43	54	91	94,4	1,5	1
	66,5	55,3	79,8	1,5	1	43	54	91	94,4	1,5	1
	66,5	55,3	79,8	1,5	1	43	54	91	94,4	1,5	1
	66,5	55,3	79,8	1,5	1	43	54	91	94,4	1,5	1
	66,5	55,3	79,8	1,5	1	43	54	91	94,4	1,5	1
	66,5	55,3	79,8	1,5	1	43	54	91	94,4	1,5	1
	66,5	55,3	79,8	1,5	1	43	54	91	94,4	1,5	1
45	60,9	52,7	70,2	1,1	0,6	37	52	78	80,8	1	0,6
	60,9	52,7	70,2	1,1	0,6	37	52	78	80,8	1	0,6
	60,9	52,7	70,2	1,1	0,6	37	52	78	80,8	1	0,6
	60,9	52,7	70,2	1,1	0,6	37	52	78	80,8	1	0,6
	66,5	55,3	79,8	1,5	1	43	54	91	94,4	1,5	1
	66,5	55,3	79,8	1,5	1	43	54	91	94,4	1,5	1
	66,5	55,3	79,8	1,5	1	43	54	91	94,4	1,5	1
	66,5	55,3	79,8	1,5	1	43	54	91	94,4	1,5	1
	66,5	55,3	79,8	1,5	1	43	54	91	94,4	1,5	1
	66,5	55,3	79,8	1,5	1	43	54	91	94,4	1,5	1
	66,5	55,3	79,8	1,5	1	43	54	91	94,4	1,5	1
	66,5	55,3	79,8	1,5	1	43	54	91	94,4	1,5	1

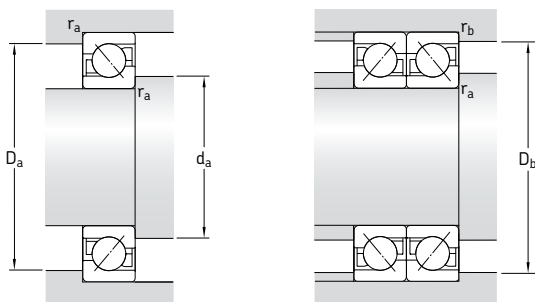
Rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular
d 50 – 65 mm



Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades		Masa	Designaciones ¹⁾	
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _u	Velocidad de referencia	Velocidad límite		Rodamiento para apareamiento universal	de diseño básico
mm			kN		kN	rpm		kg	–	
50	90	20	40	31	1,32	9 000	9 000	0,47	* 7210 BECBP	–
	90	20	37,7	28,5	1,22	8 500	8 500	0,47	–	7210 BEP
	90	20	39	30,5	1,29	8 500	8 500	0,47	7210 BECBy	7210 BEY
	90	20	40	31	1,32	9 000	9 000	0,51	* 7210 BECBM	–
	110	27	75	51	2,16	8 000	8 000	1,04	* 7310 BECBP	–
	110	27	68,9	47,5	2	7 500	7 500	1,04	–	7310 BEP
	110	27	74,1	51	2,2	7 500	7 500	1,13	7310 BECBy	7310 BEY
	110	27	75	51	2,16	8 000	8 000	1,16	* 7310 BECBM	–
	100	21	49	40	1,66	8 000	8 000	0,62	* 7211 BECBP	–
	100	21	46,2	36	1,53	7 500	7 500	0,62	–	7211 BEP
	100	21	48,8	38	1,63	7 500	7 500	0,62	7211 BECBy	7211 BEY
	100	21	49	40	1,66	8 000	8 000	0,66	* 7211 BECBM	–
	120	29	85	60	2,55	7 000	7 000	1,34	* 7311 BECBP	–
	120	29	79,3	55	2,32	6 700	6 700	1,34	–	7311 BEP
	120	29	85,2	60	2,55	6 700	6 700	1,48	7311 BECBy	7311 BEY
60	120	29	85	60	2,55	7 000	7 000	1,49	* 7311 BECBM	–
	110	22	61	50	2,12	7 500	7 500	0,78	* 7212 BECBP	–
	110	22	57,2	45,5	1,93	7 000	7 000	0,78	–	7212 BEP
	110	22	57,2	45,5	1,93	7 000	7 000	0,83	7212 BECBy	7212 BEY
	110	22	61	50	2,12	7 500	7 500	0,85	* 7212 BECBM	–
	130	31	104	76,5	3,2	6 700	6 700	1,71	* 7312 BECBP	–
	130	31	95,6	69,5	3	6 000	6 000	1,71	–	7312 BEP
	130	31	95,6	69,5	3	6 000	6 000	1,75	7312 BECBy	7312 BEY
	130	31	104	76,5	3,2	6 700	6 700	1,88	* 7312 BECBM	–
	130	31	95,6	69,5	3	6 000	6 300	1,88	–	7312 BEM
	120	23	66,3	54	2,28	6 300	6 300	1,00	7213 BECBP	7213 BEP
	120	23	66,3	54	2,28	6 300	6 300	1,00	7213 BECBy	7213 BEY
	120	23	66,3	54	2,28	6 300	6 700	1,10	7213 BECBM	–
	140	33	116	86,5	3,65	6 300	6 300	2,10	* 7313 BECBP	–
	140	33	108	80	3,35	5 600	5 600	2,15	7313 BECBy	7313 BEP
	140	33	116	86,5	3,65	6 300	6 300	2,31	* 7313 BECBM	–

* Rodamiento SKF Explorer

¹⁾ Para variantes finales disponibles → matriz 1 en la página 419

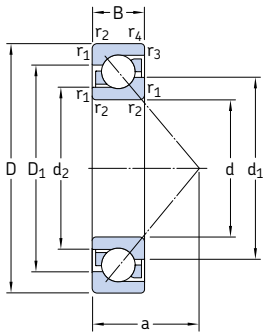


Dimensiones

Dimensiones de acuerdos y resaltes

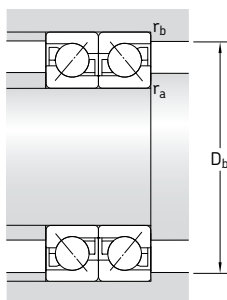
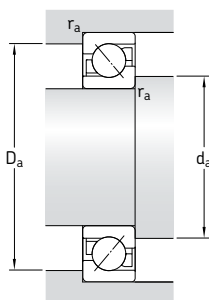
d	d ₁ ~	d ₂ ~	D ₁ ~	r _{1,2} min	r _{3,4} min	a	d _a min	D _a máx	D _b máx	r _a máx	r _b máx
mm							mm				
50	65,8	57,7	75,2	1,1	0,6	39	57	83	85,8	1	0,6
	65,8	57,7	75,2	1,1	0,6	39	57	83	85,8	1	0,6
	65,8	57,7	75,2	1,1	0,6	39	57	83	85,8	1	0,6
	65,8	57,7	75,2	1,1	0,6	39	57	83	85,8	1	0,6
	73,8	61,1	88,8	2	1	47	61	99	104	2	1
	73,8	61,1	88,8	2	1	47	61	99	104	2	1
	73,8	61,1	88,8	2	1	47	61	99	104	2	1
	73,8	61,1	88,8	2	1	47	61	99	104	2	1
	72,7	63,6	83,3	1,5	1	43	64	91	94	1,5	1
	72,7	63,6	83,3	1,5	1	43	64	91	94	1,5	1
	72,7	63,6	83,3	1,5	1	43	64	91	94	1,5	1
	72,7	63,6	83,3	1,5	1	43	64	91	94	1,5	1
55	80,3	66,7	96,6	2	1	51	66	109	114	2	1
	80,3	66,7	96,6	2	1	51	66	109	114	2	1
	80,3	66,7	96,6	2	1	51	66	109	114	2	1
	80,3	66,7	96,6	2	1	51	66	109	114	2	1
	79,6	69,3	91,55	1,5	1	47	69	101	104	1,5	1
	79,6	69,3	91,6	1,5	1	47	69	101	104	1,5	1
	79,6	69,3	91,6	1,5	1	47	69	101	104	1,5	1
	79,6	69,3	91,6	1,5	1	47	69	101	104	1,5	1
	87,3	72,6	104,8	2,1	1,1	55	72	118	123	2	1
	87,3	72,6	104,8	2,1	1,1	55	72	118	123	2	1
	87,3	72,6	104,8	2,1	1,1	55	72	118	123	2	1
	87,3	72,6	104,8	2,1	1,1	55	72	118	123	2	1
60	86,4	75,5	100	1,5	1	50	74	111	114	1,5	1
	86,4	75,5	100	1,5	1	50	74	111	114	1,5	1
	86,4	75,5	100	1,5	1	50	74	111	114	1,5	1
	94,2	78,5	112,9	2,1	1,1	60	77	128	133	2	1
	94,2	78,5	112,9	2,1	1,1	60	77	128	133	2	1
	94,2	78,5	112,9	2,1	1,1	60	77	128	133	2	1
65	86,4	75,5	100	1,5	1	50	74	111	114	1,5	1
	86,4	75,5	100	1,5	1	50	74	111	114	1,5	1
	86,4	75,5	100	1,5	1	50	74	111	114	1,5	1
	94,2	78,5	112,9	2,1	1,1	60	77	128	133	2	1
	94,2	78,5	112,9	2,1	1,1	60	77	128	133	2	1
	94,2	78,5	112,9	2,1	1,1	60	77	128	133	2	1

Rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular
d 70 – 85 mm



Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga P_u	Velocidades		Masa	Designaciones ¹⁾	
d	D	B	dinámica C	estática C_0		Velocidad de referencia	Velocidad límite		Rodamiento para apareamiento universal	de diseño básico
mm			kN		kN	rpm		kg	–	
70	125	24	75	64	2,7	6 300	6 300	1,10	* 7214 BECBP	–
	125	24	71,5	60	2,5	6 000	6 000	1,10	7214 BECBY	7214 BEP
	125	24	72	60	2,55	6 300	6 300	1,18	* 7214 BECBM	–
	150	35	127	98	3,9	5 600	5 600	2,55	* 7314 BECBP	–
	150	35	119	90	3,65	5 300	5 300	2,67	7314 BECBY	7314 BEP
	150	35	127	98	3,9	5 600	5 600	2,83	* 7314 BECBM	–
75	130	25	72,8	64	2,65	5 600	5 600	1,18	7215 BECBP	7215 BEP
	130	25	72,8	64	2,65	5 600	5 600	1,26	7215 BECBY	–
	130	25	70,2	60	2,5	5 600	6 000	1,29	7215 BECBM	–
	160	37	132	104	4,15	5 300	5 300	3,06	* 7315 BECBP	–
	160	37	125	98	3,8	5 000	5 000	3,06	–	7315 BEP
	160	37	133	106	4,15	5 000	5 000	3,20	7315 BECBY	–
	160	37	132	104	4,15	5 300	5 300	3,26	* 7315 BECBM	–
	140	26	85	75	3,05	5 600	5 600	1,43	* 7216 BECBP	–
	140	26	83,2	73,5	3	5 300	5 300	1,58	7216 BECBY	–
	140	26	85	75	3,05	5 600	5 600	1,59	* 7216 BECBM	–
	170	39	143	118	4,5	5 000	5 000	3,64	* 7316 BECBP	–
	170	39	135	110	4,15	4 500	4 500	3,64	–	7316 BEP
80	170	39	143	118	4,5	4 500	4 500	3,70	7316 BECBY	7316 BEY
	170	39	143	118	4,5	5 000	5 000	4,03	* 7316 BECBM	–
	170	39	135	110	4,15	4 500	4 800	3,80	–	7316 BEM
	150	28	102	90	3,55	5 300	5 300	1,83	* 7217 BECBP	–
	150	28	95,6	83	3,25	5 000	5 000	1,83	7217 BECBY	7217 BEP
	150	28	95,6	83	3,25	5 000	5 300	1,99	7217 BECBM	–
	180	41	156	132	4,9	4 800	4 800	4,26	* 7317 BECBP	–
	180	41	146	112	4,5	4 300	4 300	4,26	–	7317 BEP
	180	41	153	132	4,9	4 300	4 300	4,59	7317 BECBY	–
	180	41	156	132	4,9	4 800	4 800	4,74	* 7317 BECBM	–
	180	41	146	112	4,5	4 300	4 500	4,74	–	7317 BEM
	180	41	156	132	4,9	4 800	4 800	4,74	–	7317 BEM

* Rodamiento SKF Explorer
¹⁾ Para variantes finales disponibles → matriz 1 en la página 419

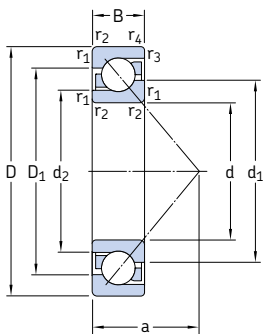


Dimensiones

Dimensiones de acuerdos y resaltes

d	d ₁ ~	d ₂ ~	D ₁ ~	r _{1,2} min	r _{3,4} min	a	d _a min	D _a máx	D _b máx	r _a máx	r _b máx
mm							mm				
70	91,5	80,3	104,8	1,5	1	53	79	116	119	1,5	1
	91,5	80,3	104,8	1,5	1	53	79	116	119	1,5	1
	91,5	80,3	104,8	1,5	1	53	79	116	119	1,5	1
	101,1	84,4	121	2,1	1,1	64	82	138	143	2	1
	101,1	84,4	121	2,1	1,1	64	82	138	143	2	1
	101,1	84,4	121	2,1	1,1	64	82	138	143	2	1
75	96,3	85,3	110,1	1,5	1	56	84	121	124	1,5	1
	96,3	85,3	110,1	1,5	1	56	84	121	124	1,5	1
	96,3	85,3	110,1	1,5	1	56	84	121	124	1,5	1
	108,3	91,1	128,7	2,1	1,1	68	87	148	153	2	1
	108,3	91,1	128,7	2,1	1,1	68	87	148	153	2	1
	108,3	91,1	128,7	2,1	1,1	68	87	148	153	2	1
80	103,6	91,4	117,9	2	1	59	91	129	134	2	1
	103,6	91,4	117,9	2	1	59	91	129	134	2	1
	103,6	91,4	117,9	2	1	59	91	129	134	2	1
	115,2	97,1	136,8	2,1	1,1	72	92	158	163	2	1
	115,2	97,1	136,8	2,1	1,1	72	92	158	163	2	1
	115,2	97,1	136,8	2,1	1,1	72	92	158	163	2	1
85	110,1	97	126,7	2	1	63	96	139	144	2	1
	110,1	97	126,7	2	1	63	96	139	144	2	1
	110,1	97	126,7	2	1	63	96	139	144	2	1
	122,3	103	145	3	1,1	76	99	166	173	2,5	1
	122,3	103	145	3	1,1	76	99	166	173	2,5	1
	122,3	103	145	3	1,1	76	99	166	173	2,5	1

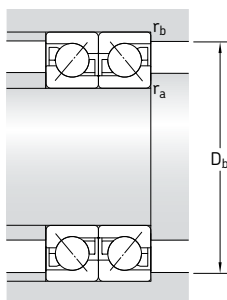
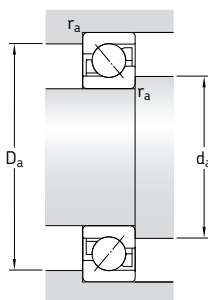
Rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular
d 90 – 105 mm



Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades		Masa	Designaciones	
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _u	Velocidad de referencia	Velocidad límite		Rodamiento para apareamiento universal	de diseño básico
mm			kN		kN	rpm		kg	–	
90	160	30	116	104	4	4 800	4 800	2,12	* 7218 BECBP	–
	160	30	108	96,5	3,65	4 500	4 500	2,34	7218 BECBY	7218 BEP
	160	30	108	96,5	3,65	4 500	4 800	2,41	7218 BECBM	–
	190	43	166	146	5,3	4 500	4 500	4,98	* 7318 BECBP	–
	190	43	156	134	4,8	4 000	4 000	4,98	–	7318 BEP
	190	43	165	146	5,2	4 000	4 000	5,22	7318 BECBY	–
	190	43	166	146	5,3	4 500	4 500	5,53	* 7318 BECBM	–
	190	43	156	134	4,8	4 000	4 300	5,53	–	7318 BEM
	170	32	129	118	4,4	4 800	4 800	2,68	* 7219 BECBP	–
	170	32	124	108	4	4 300	4 300	2,68	–	7219 BEP
	170	32	124	108	4	4 300	4 300	2,82	7219 BECBY	–
	170	32	129	118	4,4	4 800	4 800	2,95	* 7219 BECBM	–
95	200	45	180	163	5,7	4 300	4 300	5,77	* 7319 BECBP	–
	200	45	168	150	5,2	3 800	3 800	5,77	–	7319 BEP
	200	45	178	163	5,6	3 800	3 800	6,17	7319 BECBY	–
	200	45	180	163	5,7	4 300	4 300	6,41	* 7319 BECBM	–
	200	45	168	150	5,2	3 800	4 000	6,41	–	7319 BEM
	180	34	143	134	4,75	4 500	4 500	3,29	* 7220 BECBP	–
	180	34	135	122	4,4	4 000	4 000	3,29	–	7220 BEP
	180	34	135	122	4,4	4 000	4 000	3,38	7220 BECBY	7220 BEY
100	180	34	135	122	4,4	4 000	4 300	3,61	7220 BECBM	–
	215	47	216	208	6,95	4 000	4 000	7,17	* 7320 BECBP	–
	215	47	203	190	6,4	3 600	3 600	7,17	–	7320 BEP
	215	47	203	190	6,4	3 600	3 600	7,15	7320 BECBY	7320 BEY
	215	47	216	208	6,95	4 000	4 000	8,00	* 7320 BECBM	–
	215	47	203	190	6,4	3 600	3 800	8,00	–	7320 BEM
	190	36	156	150	5,2	4 300	4 300	3,82	* 7221 BECBP	–
	190	36	148	137	4,8	3 800	4 000	4,18	7221 BECBM	–
105	225	49	228	228	7,5	3 800	3 800	8,46	* 7321 BECBP	–
	225	49	203	193	6,4	3 400	3 600	9,12	7321 BECBM	–

* Rodamiento SKF Explorer

¹⁾ Para variantes finales disponibles → matriz 1 en la página 419

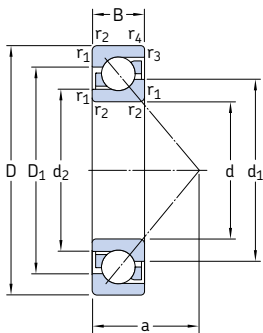


Dimensiones

Dimensiones de acuerdos y resaltes

d	d ₁ ~	d ₂ ~	D ₁ ~	r _{1,2} min	r _{3,4} min	a	d _a min	D _a máx	D _b máx	r _a máx	r _b máx
mm							mm				
90	117,1	103	134,8	2	1	67	101	149	154	2	1
	117,1	103	134,8	2	1	67	101	149	154	2	1
	117,1	103	134,8	2	1	67	101	149	154	2	1
	129,2	109	153,1	3	1,1	80	104	176	183	2,5	1
	129,2	109	153,1	3	1,1	80	104	176	183	2,5	1
	129,2	109	153,1	3	1,1	80	104	176	183	2,5	1
	129,2	109	153,1	3	1,1	80	104	176	183	2,5	1
	129,2	109	153,1	3	1,1	80	104	176	183	2,5	1
	129,2	109	153,1	3	1,1	80	104	176	183	2,5	1
	129,2	109	153,1	3	1,1	80	104	176	183	2,5	1
95	124,3	109,1	142,5	2,1	1,1	72	107	158	163	2	1
	124,3	109,1	142,5	2,1	1,1	72	107	158	163	2	1
	124,3	109,1	142,5	2,1	1,1	72	107	158	163	2	1
	124,3	109,1	142,5	2,1	1,1	72	107	158	163	2	1
	136,2	114,9	161,3	3	1,1	84	109	186	193	2,5	1
	136,2	114,9	161,3	3	1,1	84	109	186	193	2,5	1
	136,2	114,9	161,3	3	1,1	84	109	186	193	2,5	1
	136,2	114,9	161,3	3	1,1	84	109	186	193	2,5	1
	136,2	114,9	161,3	3	1,1	84	109	186	193	2,5	1
	136,2	114,9	161,3	3	1,1	84	109	186	193	2,5	1
100	131	115,2	150,9	2,1	1,1	76	112	168	173	2	1
	131	115,2	150,9	2,1	1,1	76	112	168	173	2	1
	131	115,2	150,9	2,1	1,1	76	112	168	173	2	1
	131	115,2	150,9	2,1	1,1	76	112	168	173	2	1
	144,5	120,5	173,4	3	1,1	90	114	201	-	2,5	-
	144,5	120,5	173,4	3	1,1	90	114	201	208	2,5	1
	144,5	120,5	173,4	3	1,1	90	114	201	208	2,5	1
	144,5	120,5	173,4	3	1,1	90	114	201	-	2,5	-
	144,5	120,5	173,4	3	1,1	90	114	201	208	2,5	1
	144,5	120,5	173,4	3	1,1	90	114	201	208	2,5	1
105	138	121,2	159,1	2,1	1,1	80	117	178	183	2	1
	138	121,2	159,1	2,1	1,1	80	117	178	183	2	1
	151,7	127,9	181,4	3	1,1	94	119	211	218	2,5	1
	151,7	127,9	181,4	3	1,1	94	119	211	218	2,5	1

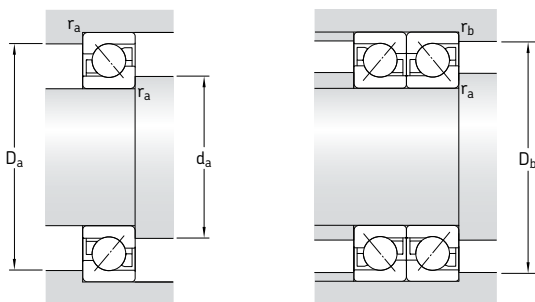
Rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular
d 110 – 240 mm



Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga P _u	Velocidades		Masa	Designaciones ¹⁾	
d	D	B	C	C ₀		Velocidad de referencia	Velocidad límite		Rodamiento para apareamiento universal	de diseño básico
mm			kN		kN	rpm		kg	–	
110	200	38	170	166	4,7	4 000	4 000	4,60	* 7222 BECBP	–
	200	38	163	153	5,2	3 600	3 600	4,75	7222 BECBY	–
	200	38	153	143	4,9	3 600	3 800	4,95	7222 BECBM	7222 BEM
	240	50	240	245	7,8	3 600	3 600	9,69	* 7322 BECBP	–
	240	50	225	224	7,2	3 200	3 200	9,69	7322 BECBY	7322 BEY
	240	50	225	224	7,2	3 200	3 400	10,7	7322 BECBM	7322 BEM
120	215	40	165	163	5,3	3 400	3 600	5,89	7224 BCBM	7224 BM
	260	55	238	250	7,65	3 000	3 200	13,8	7324 BCBM	–
130	230	40	186	193	6,1	3 200	3 400	6,76	7226 BCBM	7226 BM
	280	58	276	305	9	2 800	2 800	17,1	7326 BCBM	7326 BM
140	250	42	199	212	6,4	2 800	3 000	8,63	7228 BCBM	7228 BM
	300	62	302	345	9,8	2 600	2 600	21,3	7328 BCBM	–
150	270	45	216	240	6,95	2 600	2 800	10,8	7230 BCBM	–
	320	65	332	390	10,8	2 400	2 400	25,0	7330 BCBM	–
160	290	48	255	300	8,5	2 400	2 600	13,6	7232 BCBM	–
170	310	52	281	345	9,5	2 400	2 400	16,7	7234 BCBM	–
	360	72	390	490	12,7	2 000	2 200	34,6	7334 BCBM	–
180	320	52	291	375	10	2 200	2 400	17,6	7236 BCBM	–
	380	75	410	540	13,7	2 000	2 000	40,0	7336 BCBM	–
190	340	55	307	405	10,4	2 000	2 200	21,9	7238 BCBM	–
	400	78	442	600	14,6	1 900	1 900	48,3	7338 BCBM	–
200	360	58	325	430	11	1 800	2 000	25,0	7240 BCBM	–
	420	80	462	655	15,6	1 800	1 800	52,8	7340 BCBM	–
220	400	65	390	560	13,4	1 800	1 800	35,2	7244 BCBM	–
240	440	72	364	540	12,5	1 600	1 700	49,0	7248 BCBM	–

* Rodamiento SKF Explorer

¹⁾ Para variantes finales disponibles → matriz 1 en la página 419



Dimensiones

Dimensiones de acuerdos y resaltes

d	d ₁	d ₂	D ₁	r _{1,2}	r _{3,4}	a	d _a	D _a	D _b	r _a	r _b
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
110	144,9	127,1	167,4	2,1	1,1	84	122	188	193	2	1
	144,9	127,1	167,4	2,1	1,1	84	122	188	193	2	1
	144,9	127,1	167,4	2,1	1,1	84	122	188	193	2	1
	160,8	135	193,5	3	1,1	99	124	226	233	2,5	1
	160,8	135	193,5	3	1,1	99	124	226	233	2,5	1
	160,8	135	193,5	3	1,1	99	124	226	233	2,5	1
120	157	138,6	179,4	2,1	1,1	90	132	203	208	2	1
	178,4	153,9	211	3	1,5	107	134	246	253	2,5	1
130	169	149,6	192,6	3	1,1	96	144	216	222	2,5	1
	189,9	161,4	227,5	4	1,5	115	147	263	271	3	1,5
140	183,3	163,6	209,5	3	1,1	103	154	236	243	2,5	1
	203	172,2	243	4	1,5	123	157	283	291	3	1,5
150	197,2	175,6	226	3	1,1	111	164	256	263	2,5	1
	216,1	183,9	258,7	4	1,5	131	167	303	311	3	1,5
160	211	187,6	242,3	3	1,1	118	174	276	283	2,5	1
170	227,4	202	261	4	1,5	127	187	293	301	3	1,5
	243,8	207,9	292	4	2	147	187	343	351	3	1,5
180	234,9	209,6	268,8	4	1,5	131	197	303	311	3	1,5
	257,7	219,8	308	4	2	156	197	363	369	3	2
190	250,4	224,1	285,4	4	1,5	139	207	323	331	3	1,5
	271,6	231,8	324,3	5	2	164	210	380	389	4	2
200	263,3	235,1	300,8	4	1,5	146	217	343	351	3	1,5
	287	247	339,5	5	2	170	220	400	409	4	2
220	291,1	259,1	333,4	4	1,5	164	237	383	391	3	1,5
240	322	292	361	4	1,5	180	257	423	431	3	1,5



Rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular

Diseños	434
Rodamientos con un diseño básico	435
Rodamientos obturados	435
Rodamientos con aro interior en dos piezas	436
 Rodamientos de la clase SKF Explorer	 437
 Datos generales	 437
Dimensiones	437
Tolerancias	437
Juego interno	438
Desalineación	438
Influencia de la temperatura de funcionamiento sobre el material del rodamiento	438
Jaulas	438
Carga mínima	439
Carga dinámica equivalente	440
Carga estática equivalente	440
Designaciones complementarias	440
 Tablas de productos	 442
Rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular	442
Rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular obturados	446

Diseños

El diseño de los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular SKF se parece al de dos rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular, pero ocupan menos espacio axial. Pueden soportar cargas radiales así como cargas axiales, en ambos sentidos. Proporcionan disposiciones rígidas que son capaces de soportar pares de vuelco.

La gama SKF estándar de rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular (→ **fig. 1**) incluye

- rodamientos con un diseño básico (**a**)
- rodamientos obturados (**b**)
- rodamientos con un aro interior en dos piezas (**c**).

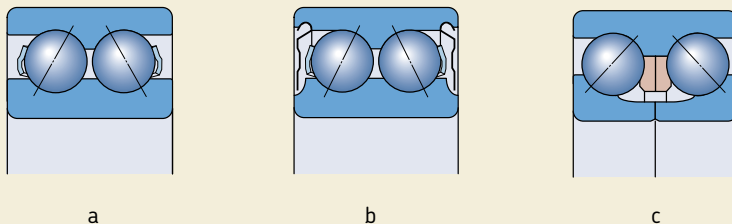
En la **matriz 1** de la **página 441**, se muestra la gama estándar.

Esta gama abarca rodamientos con diámetros de agujero de 10 a **110 mm**. Para más información sobre otros rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular, consulte el “Catálogo Interactivo de Ingeniería” a través de la página web www.skf.com.

Rodamientos de las series 52A y 53A

Los rodamientos de diseño básico de las series 32A y 33A, mostrados en las tablas de productos, así como los rodamientos obturados correspondientes de diseño 2Z y 2RS1, son idénticos a los rodamientos correspondientes de las series 52 y 53 para el mercado norteamericano. Ofrecen el mismo rendimiento y tienen las mismas características dimensionales (a excepción de la anchura del tamaño 5200). No obstante, los rodamientos obturados están llenos con una grasa distinta. Los rodamientos de las series 52 y 53 utilizan una grasa para altas temperaturas con un aceite base mineral y un espesante de poliurea. La temperatura de funcionamiento para esta grasa es de entre -30 a $+140$ °C. La viscosidad del aceite base es de $115 \text{ mm}^2/\text{s}$ a 40 °C y $12 \text{ mm}^2/\text{s}$ a 100 °C.

Fig. 1



Rodamientos con un diseño básico

Los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular SKF de las series **32 A** y **33 A**, tienen una geometría interna optimizada y no cuentan con escotes de llenado. Las ventajas son

- aplicabilidad universal
- alta capacidad de carga radial y axial en ambos sentidos
- funcionamiento silencioso.

Los rodamientos tienen un ángulo de contacto de 30° y los conjuntos de bolas tienen una disposición espalda con espalda.

Los rodamientos con un diseño estándar que también están disponibles con obturaciones o placas de protección pueden, por motivos de fabricación, llevar rebajes para las obturaciones en los aros interior y exterior (→ **fig. 2**).

Rodamientos obturados

Los rodamientos con el diseño básico más común también se suministran con placas de protección u obturaciones (→ **matriz 1** en la **página 441**). Los rodamientos de las series **32 A** y **33 A** están llenos con una grasa NLGI de alta calidad de clase 3 con espesante de litio y se identifican por el sufijo MT33 en su designación. Esta grasa presenta buenas propiedades anti-corrosivas y puede utilizarse a temperaturas de entre -30 y $+120^\circ\text{C}$. La viscosidad del aceite base es de $98\text{ mm}^2/\text{s}$ a 40°C y $9,4\text{ mm}^2/\text{s}$ a 100°C . Para más información sobre el llenado de grasa para los rodamientos de las series **52 A** y **53 A**, consulte la **página 434**.

Los rodamientos obturados vienen lubricados de por vida y no necesitan mantenimiento. Por tanto, no se deben lavar o calentar por encima de los 80°C antes de su montaje.

Rodamientos con placas de protección

Los rodamientos con placas de protección con el sufijo **2Z** en su designación, se fabrican con dos diseños diferentes (→ **fig. 3**). En los rodamientos más pequeños, las placas de protección de chapa de acero utilizadas forman un pequeño intersticio de separación con el resalte del aro interior (**a**). Los rodamientos más grandes, y los rodamientos SKF Explorer, tienen rebajes en las caras laterales del aro interior en los que se colocan las placas de protección (**b**).

Fig. 2



Fig. 3



a



b

Los rodamientos con placas de protección han sido diseñados principalmente para aplicaciones en las que el aro interior gira. Si el aro exterior gira, hay un riesgo de que a ciertas velocidades el rodamiento pierda la grasa.

Rodamientos con obturaciones

Los rodamientos con obturaciones, con el sufijo 2RS1 en su designación, llevan una obturación de caucho nitrilo reforzada con chapa de acero que se ajusta contra un rebaje en la cara lateral del aro interior (\rightarrow fig. 4). El labio de la obturación ejerce una ligera presión contra el aro interior para lograr una obturación positiva. El exterior de la obturación se coloca en un rebaje del aro exterior, para garantizar una buena obturación. El margen de temperaturas de funcionamiento para estas obturaciones es de -40 a $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ y hasta $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante períodos breves.

En condiciones extremas como velocidades muy altas o elevadas temperaturas, se puede producir alguna fuga de grasa de los rodamientos obturados por el aro interior. En las aplicaciones en las que eso pueda ser un inconveniente, se deberán seguir ciertos pasos preventivos en la fase de diseño para evitarlo. Para más información contacte con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF.

Rodamientos con aro interior en dos piezas

Además de los rodamientos con un diseño básico, los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular también se suministran con un aro interior en dos piezas (\rightarrow fig. 5). Estos rodamientos incorporan un gran número de bolas de gran tamaño y tienen una alta capacidad de carga, especialmente en sentido axial.

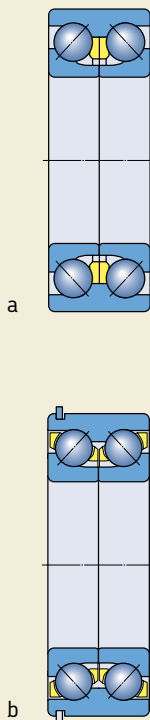
Rodamientos de la serie 33 D

Los rodamientos de la serie 33 D (a) tienen un ángulo de contacto de 45° , un juego interno especial y pueden soportar cargas axiales elevadas en ambos sentidos. Los rodamientos son desarmables, es decir, el aro exterior con las bolas y la jaula se pueden montar por separado de las mitades del aro interior.

Fig. 4



Fig. 5



Rodamientos de la serie 33 DNRCBM

Los rodamientos de la serie **33 DNRCBM (b)** tienen un ángulo de contacto de 40° y una ranura para anillo elástico con anillo elástico en el aro exterior, permitiendo una fijación axial sencilla y con ahorro de espacio en el alojamiento. Han sido especialmente diseñados para condiciones de funcionamiento típicas de las bombas centrífugas, pero también se pueden utilizar en otras aplicaciones. Estos rodamientos no son desarmables.

Rodamientos de la clase SKF Explorer

Los rodamientos de bolas con contacto angular de alto rendimiento SKF Explorer aparecen con un asterisco en las tablas de productos. Estos rodamientos mantienen la designación de los rodamientos estándar tradicionales, p.ej. **3208 ATN9**. No obstante, cada rodamiento y su caja están marcados con el nombre “EXPLO-RER”.

Datos generales

Dimensiones

Las dimensiones principales de los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular SKF cumplen con la normativa **ISO 15:1998**, excepto la anchura del rodamiento **3200A**.

Las dimensiones de las ranuras para anillo elástico y de los anillos elásticos para los rodamientos de la serie 33 DNRCBM, se muestran en la **tabla 1** y cumplen con la normativa **ISO 464:1995**.

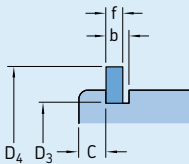
Tolerancias

Los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular SKF de diseño básico, se fabrican, como estándar, con tolerancias Normales. Los rodamientos SKF Explorer, así como los rodamientos de la serie **33 DNRCBM**, se fabrican según la clase de tolerancia P6.

Los valores para las tolerancias corresponden a la normativa **ISO 492:2002** y se muestran en las **tablas 3 y 4** de las **páginas 125 y 126**.

Tabla 1

Dimensiones de las ranuras para anillo elástico y de los anillos elásticos



Designación del rodamiento	Dimensiones			D ₃	D ₄	Designación del anillo elástico
	C	b	f			
–	mm					–
3308 DNRCBM	3,28	2,7	2,46	86,8	96,5	SP 90
3309 DNRCBM	3,28	2,7	2,46	96,8	106,5	SP 100
3310 DNRCBM	3,28	2,7	2,46	106,8	116,6	SP 110
3311 DNRCBM	4,06	3,4	2,82	115,2	129,7	SP 120
3313 DNRCBM	4,06	3,4	2,82	135,2	149,7	SP 140

Juego interno

Los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular SKF de las series **32 A** y **33 A** se fabrican, como estándar, con un juego axial interno Normal. También están disponibles con un juego mayor C3 (→ **matriz 1** en la **página 441**). Para rodamientos con un juego menor C2, consulte su disponibilidad antes de realizar el pedido.

Los rodamientos de las series **33 D** y **33 DNRCBM**, se fabrican exclusivamente con un juego axial interno según los valores de la **tabla 2**. Son válidos para rodamientos antes de montar y sin carga.

Desalineación

La desalineación del aro exterior con respecto al aro interior de los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular, sólo se puede permitir cuando se generan fuerzas entre las bolas y los caminos de rodadura. Cualquier desalineación incrementará el nivel de ruido del rodamiento

durante el funcionamiento y acortará la vida útil del mismo.

Influencia de la temperatura de funcionamiento sobre el material del rodamiento

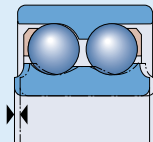
Los rodamientos de bolas con contacto angular SKF reciben un tratamiento térmico especial. Cuando están equipados con jaulas de acero o de latón, pueden funcionar a temperaturas de hasta **+150 °C**.

Jaulas

Dependiendo de su serie, tamaño y diseño, los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular SKF están equipados, como estándar, con dos de las siguientes jaulas (→ **fig. 6**)

Tabla 2

Juego axial interno de los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular



Diámetro del agujero d más de hasta incl.		Juego axial interno de los rodamientos de las series 32 A y 33 A								33 D		33 DNRCBM	
		C2		Normal		C3							
		mín	máx	mín	máx	mín	máx			mín	máx	mín	máx
mm		µm								µm		µm	
–	10	1	11	5	21	12	28	–	–	–	–	–	–
10	18	1	12	6	23	13	31	–	–	–	–	–	–
18	24	2	14	7	25	16	34	–	–	–	–	–	–
24	30	2	15	8	27	18	37	–	–	–	–	–	–
30	40	2	16	9	29	21	40	33	54	10	30	–	–
40	50	2	18	11	33	23	44	36	58	10	30	–	–
50	65	3	22	13	36	26	48	40	63	18	38	–	–
65	80	3	24	15	40	30	54	46	71	18	38	–	–
80	100	3	26	18	46	35	63	55	83	–	–	–	–
100	110	4	30	22	53	42	73	65	96	–	–	–	–

- jaula de poliamida 6,6 reforzada con fibra de vidrio y moldeada por inyección, de montaje a presión, centrada en las bolas y con el **suffix TN9** en su designación **(a)**
- jaula de chapa de acero, de montaje a presión, centrada en las bolas, sin sufijo o con el **sufijo J1** en su designación **(b)**
- jaula de chapa de acero en forma de corona, centrada en las bolas, sin sufijo en su designación **(c)**
- jaula mecanizada de latón, con lengüetas, centrada en el aro exterior, con el sufijo **MA** en su designación **(d)**
- jaula mecanizada de latón de tipo ventana, centrada en las bolas, con el sufijo **M** en su designación **(e)**.

Existen varios rodamientos disponibles, como estándar, con distintas jaulas para las distintas condiciones de funcionamiento (→ **matriz 1** en la **página 441**).

Nota

Los rodamientos con jaulas de poliamida 6,6 pueden funcionar a temperaturas de hasta **+120 °C**. Los lubricantes que se suelen utilizar para los rodamientos no perjudican las propiedades de la jaula, con la excepción de unos pocos aceites y grasas sintéticos con una base de aceite sintético y los lubricantes que contienen una alta proporción de aditivos EP al ser usados a altas temperaturas.

Para más información sobre la resistencia a las temperaturas y el uso de las jaulas, consulte

la sección “Materiales para las jaulas”, que comienza en la **página 140**.

Carga mínima

Con el fin de lograr un funcionamiento satisfactorio, los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular, como todos los rodamientos de bolas y rodillos, se deben someter siempre a una carga mínima determinada, particularmente si han de funcionar a altas velocidades o están sometidos a altas aceleraciones o cambios rápidos en la dirección de carga. Bajo tales condiciones, las fuerzas de inercia de las bolas y las jaulas, y el rozamiento en el lubricante, pueden perjudicar las condiciones, de rodadura de la disposición de rodamientos y pueden causar deslizamientos dañinos entre las bolas y los caminos de rodadura.

La carga mínima a aplicar a los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular se puede calcular con la fórmula

$$F_{rm} = k_r \left(\frac{v n}{1\,000} \right)^{2/3} \left(\frac{d_m}{100} \right)^2$$

donde

F_{rm} = carga radial mínima, kN

k_r = factor de carga radial mínima

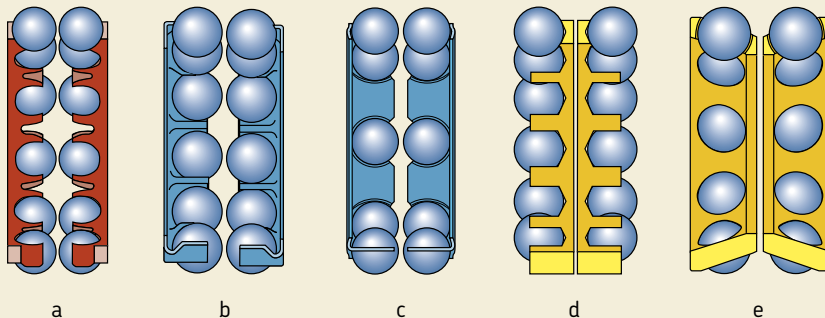
0,06 para rodamientos de la serie **32 A**

0,07 para rodamientos de la serie **33 A**

0,095 para rodamientos de la serie **33 D** y **33 DNR**

v = viscosidad del aceite a la temperatura de funcionamiento, mm²/s

Fig. 6



Rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular

n = velocidad de giro, rpm
 d_m = diámetro medio del rodamiento
= $0,5 (d + D)$, mm

Al iniciar el funcionamiento a bajas temperaturas o cuando el lubricante sea muy viscoso, se pueden requerir cargas mínimas aún mayores. El peso de los componentes soportados por el rodamiento, junto con las fuerzas externas, generalmente exceden la carga mínima requerida. Si no es el caso, el rodamiento de dos hileras de bolas con contacto angular se debe someter a una carga radial adicional.

Carga dinámica equivalente

$$P = F_r + Y_1 F_a \quad \text{cuando } F_a/F_r \leq e$$
$$P = X F_r + Y_2 F_a \quad \text{cuando } F_a/F_r > e$$

Los valores de los factores e , X , Y_1 e Y_2 dependen del ángulo de contacto del rodamiento y se muestran en la **tabla 3**.

Carga estática equivalente

$$P_0 = F_r + Y_0 F_a$$

El valor del factor Y_0 depende del ángulo de contacto del rodamiento y se muestra en la **tabla 3**.

Tabla 3

Factores de cálculo para los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular					
Serie del rodamiento	Factores de cálculo				
	e	X	Y_1	Y_2	Y_0
32 A (52 A)	0,8	0,63	0,78	1,24	0,66
33 A (53 A)	0,8	0,63	0,78	1,24	0,66
33 D	1,34	0,54	0,47	0,81	0,44
33 DNRCBM	1,14	0,57	0,55	0,93	0,52



Designaciones complementarias

Los sufijos en las designaciones utilizados para identificar ciertas características de los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular SKF se explican a continuación.

- A** Sin escotes de llenado
- CB** Juego axial interno controlado
- C2** Juego axial interno menor del Normal
- C3** Juego axial interno mayor del Normal
- D** Aro interior en dos piezas
- J1** Jaula de chapa de acero, de montaje a presión, centrada en las bolas
- M** Jaula mecanizada de latón de tipo ventana, centrada en las bolas
- MA** Jaula mecanizada de latón, con lengüetas, centrada en el aro exterior
- MT33** Grasa con espesante de litio de consistencia 3 según la Escala NLGI para temperaturas de funcionamiento de entre -30 a $+120$ °C (llenado de grasa normal)
- N** Ranura para anillo elástico en el aro exterior
- NR** Ranura para anillo elástico en el aro exterior, con anillo elástico incluido
- P5** Precisión dimensional y exactitud de giro según ISO clase 5
- P6** Precisión dimensional y exactitud de giro según ISO clase 6
- P62** P6 + C2
- P63** P6 + C3
- 2RS1** Obturación rozante de caucho nitrilo reforzada con chapa de acero a ambos lados del rodamiento
- TN9** Jaula de poliamida 6,6 reforzada con fibra de vidrio y moldeada por inyección, de montaje a presión, centrada en las bolas
- W64** Llenado de Solid Oil
- ZZ** Placa de protección de chapa de acero a ambos lados del rodamiento

Rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular SKF – gama estándar

Diámetro del agujero, mm	Rodamientos con un diseño básico				Rodamientos con placas de protección								Rodamientos con obturaciones				Rodamientos con un aro interior en dos piezas				Tamaño del rodamiento					
	32 A	32 A/C3	32 ATN9	32 ATN9/C3	33 A	33 A/C3	33 ATN9	33 ATN9/C3	32 A-2Z/MT33	32 A-2Z/C3MT33	32 A-2ZTN9/MT33	32 A-2ZTN9/C3MT33	33 A-2Z/MT33	33 A-2Z/C3MT33	33 A-2Z/C3MT33	33 A-2ZTN9/C3MT33	32 A-2RS1/MT33	32 A-2RS1TN9/MT33	33 A-2RS1/MT33	33 A-2RS1TN9/MT33		33 DJ1	33 DTN9	33 DNA	33 DNRCBM	
10																										00
12																										01
15																										02
17																										03
20																										04
25																										05
30																										06
35																										07
40																										08
45																										09
50																										10
55																										11
60																										12
65																										13
70																										14
75																										15
80																										16
85																										17
90																										18
95																										19
100																										20
110																										22

 Rodamientos SKF Explorer
 Otros rodamientos SKF estándar

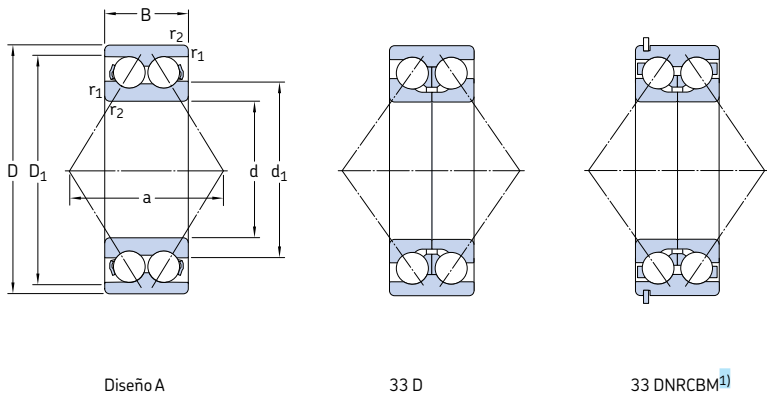
Rodamientos de las series 52 A y 53 A

Esta matriz también es válida para los rodamientos de las series 52 A y 53 A, que son idénticos a los de las series 32 A y 33 A correspondientes. No obstante, los rodamientos de las series 52 A y 53 A están lubricados con una grasa para altas temperaturas (→ [página 434](#)). Su designación no lleva ningún sufijo que identifique la grasa.

Rodamientos con un agujero de más de 110 mm

Consulte el "Catálogo Interactivo de Ingeniería SKF" a través de la página web www.skf.com.

Rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular
d **10 – 50** mm

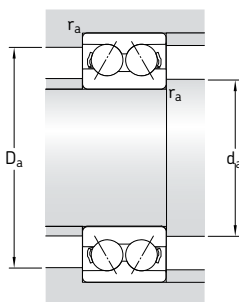


Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga P _u	Velocidades		Masa	Designaciones ²⁾	
d	D	B	dinámica C	estática C ₀		Velocidad de referencia	Velocidad límite		Rodamiento con jaula metálica	jaula de poliamida
mm			kN		kN	rpm		kg	–	
10	30	14	7,61	4,3	0,183	22 000	24 000	0,051	–	3200 ATN9
12	32	15,9	10,1	5,6	0,24	20 000	22 000	0,058	–	3201 ATN9
15	35	15,9	11,2	6,8	0,285	17 000	18 000	0,066	–	3202 ATN9
	42	19	15,1	9,3	0,4	15 000	16 000	0,13	–	3302 ATN9
17	40	17,5	14,3	8,8	0,365	15 000	16 000	0,096	–	3203 ATN9
	47	22,2	21,6	12,7	0,54	14 000	14 000	0,18	–	3303 ATN9
20	47	20,6	20	12	0,51	14 000	14 000	0,16	* 3204 A	* 3204 ATN9
	52	22,2	23,6	14,6	0,62	13 000	13 000	0,22	* 3304 A	* 3304 ATN9
25	52	20,6	21,6	14,3	0,6	12 000	12 000	0,18	* 3205 A	* 3205 ATN9
	62	25,4	32	20,4	0,865	11 000	11 000	0,35	* 3305 A	* 3305 ATN9
30	62	23,8	30	20,4	0,865	10 000	10 000	0,29	* 3206 A	* 3206 ATN9
	72	30,2	41,5	27,5	1,16	9 000	9 000	0,53	* 3306 A	* 3306 ATN9
35	72	27	40	28	1,18	9 000	9 000	0,44	* 3207 A	* 3207 ATN9
	80	34,9	52	35,5	1,5	8 500	8 500	0,71	* 3307 A	* 3307 ATN9
	80	34,9	52,7	41,5	1,76	7 500	8 000	0,79	3307 DJ1	–
40	80	30,2	47,5	34	1,43	8 000	8 000	0,58	* 3208 A	* 3208 ATN9
	90	36,5	64	44	1,86	7 500	7 500	1,05	* 3308 A	* 3308 ATN9
	90	36,5	49,4	41,5	1,76	6 700	7 000	1,20	3308 DNRCBM	–
	90	36,5	68,9	64	2,45	6 700	7 000	1,05	3308 DMA	3308 DTN9
45	85	30,2	51	39	1,63	7 500	7 500	0,63	* 3209 A	* 3209 ATN9
	100	39,7	75	53	2,24	6 700	6 700	1,40	* 3309 A	* 3309 ATN9
	100	39,7	61,8	52	2,2	6 000	6 300	1,50	3309 DNRCBM	–
	100	39,7	79,3	69,5	3	6 000	6 300	1,60	3309 DMA	–
50	90	30,2	51	39	1,66	7 000	7 000	0,66	* 3210 A	* 3210 ATN9
	110	44,4	90	64	2,75	6 000	6 000	1,95	* 3310 A	* 3310 ATN9
	110	44,4	81,9	69,5	3	5 300	5 600	1,95	3310 DNRCBM	–
	110	44,4	93,6	85	3,6	5 300	5 600	2,15	3310 DMA	–

* Rodamiento SKF Explorer

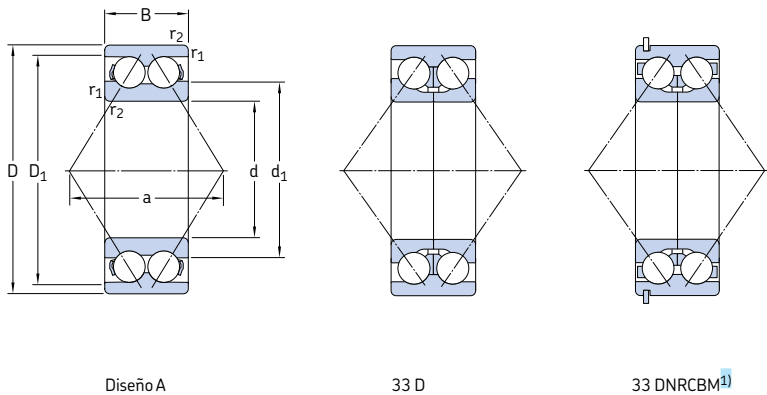
¹⁾ Para las dimensiones de la ranura para anillo elástico y del anillo elástico → **tabla 1** en la **página 437**

²⁾ Para variantes finales disponibles → **matriz 1** en la **página 441**



Dimensiones					Dimensiones de acuerdos y resaltes		
d	d ₁ ~	D ₁ ~	r _{1,2} min	a	d _a min	D _a máx	r _a máx
mm					mm		
10	17,7	23,6	0,6	16	14,4	25,6	0,6
12	19,1	26,5	0,6	19	16,4	27,6	0,6
15	22,1 25,4	29,5 34,3	0,6 1	21 24	19,4 20,6	30,6 36,4	0,6 1
17	25,1 27,3	33,6 38,8	0,6 1	23 28	21,4 22,6	35,6 41,4	0,6 1
20	27,7 29,9	40,9 44,0	1 1,1	28 30	25,6 27	41,4 45	1 1
25	32,7 35,7	45,9 53,4	1 1,1	30 36	30,6 32	46,4 55	1 1
30	38,7 39,8	55,2 64,1	1 1,1	36 42	35,6 37	56,4 65	1 1
35	45,4 44,6 52,8	63,9 70,5 69,0	1,1 1,5 1,5	42 47 76	42 44 44	65 71 71	1 1,5 1,5
40	47,8 50,8 60,1 59,4	72,1 80,5 79,5 80,3	1,1 1,5 1,5 1,5	46 53 71 84	47 49 49 49	73 81 81 81	1 1,5 1,5 1,5
45	52,8 55,6 68 70	77,1 90 87,1 86,4	1,1 1,5 1,5 1,5	49 58 79 93	52 54 54 54	78 91 91 91	1 1,5 1,5 1,5
50	57,8 62 74,6 76,5	82,1 99,5 87 94,2	1,1 2 2 2	52 65 88 102	57 61 61 61	83 99,5 99 99	1 2 2 2

Rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular
d 55 – 110 mm

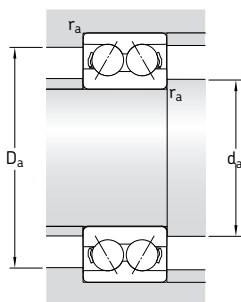


Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades		Masa	Designaciones ²⁾	
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _u	Velocidad de referencia	Velocidad límite		Rodamiento con jaula metálica	jaula de poliamida
mm			kN		kN	rpm		kg	—	
55	100	33,3	60	47,5	2	6 300	6 300	1,05	* 3211 A	* 3211 ATN9
	120	49,2	112	81,5	3,45	5 300	5 300	2,55	* 3311 A	* 3311 ATN9
	120	49,2	95,6	83	3,55	4 800	5 000	2,55	3311 DNRCBM	—
	120	49,2	111	100	4,3	4 800	5 000	2,80	3311 DMA	—
60	110	36,5	73,5	58,5	2,5	5 600	5 600	1,40	* 3212 A	* 3212 ATN9
	130	54	127	95	4,05	5 000	5 000	3,25	* 3312 A	—
65	120	38,1	80,6	73,5	3,1	4 500	4 800	1,75	3213 A	—
	140	58,7	146	110	4,55	4 500	4 500	4,10	* 3313 A	—
	140	58,7	138	122	5,1	4 300	4 500	4,00	3313 DNRCBM	—
70	125	39,7	88,4	80	3,4	4 300	4 500	1,90	3214 A	—
	150	63,5	163	125	5	4 300	4 300	5,05	* 3314 A	—
75	130	41,3	95,6	88	3,75	4 300	4 500	2,10	3215 A	—
	160	68,3	176	140	5,5	4 000	4 000	5,55	* 3315 A	—
80	140	44,4	106	95	3,9	4 000	4 300	2,65	3216 A	—
	170	68,3	182	156	6	3 400	3 600	6,80	3316 A	—
	170	68,3	190	196	7,35	3 400	3 600	7,55	3316 DMA	—
85	150	49,2	124	110	4,4	3 600	3 800	3,40	3217 A	—
	180	73	195	176	6,55	3 200	3 400	8,30	3317 A	—
90	160	52,4	130	120	4,55	3 400	3 600	4,15	3218 A	—
	190	73	195	180	6,4	3 000	3 200	9,25	3318 A	—
	190	73	225	250	8,8	3 000	3 200	10,0	3318 DMA	—
95	170	55,6	159	146	5,4	3 200	3 400	5,00	3219 A	—
	200	77,8	225	216	7,5	2 800	3 000	11,0	3319 A	—
	200	77,8	242	275	9,5	2 800	3 000	12,0	3319 DMA	—
100	180	60,3	178	166	6	3 000	3 200	6,10	3220 A	—
	215	82,6	255	255	8,65	2 600	2 800	13,5	3320 A	—
110	200	69,8	212	212	7,2	2 800	2 800	8,80	3222 A	—
	240	92,1	291	305	9,8	2 400	2 600	19,0	3322 A	—

* Rodamiento SKF Explorer

¹⁾ Para las dimensiones de la ranura para anillo elástico y del anillo elástico → tabla 1 en la página 437

²⁾ Para variantes finales disponibles → matriz 1 en la página 441

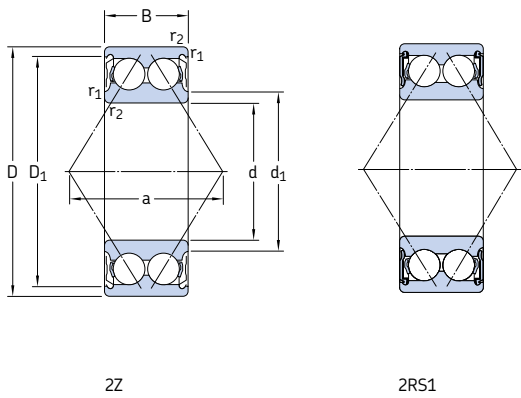


Dimensiones

Dimensiones de acuerdos y resaltes

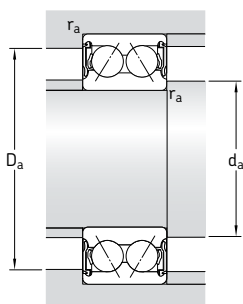
d	d ₁ ~	D ₁ ~	r _{1,2} min	a	d _a min	D _a máx	r _a máx
mm					mm		
55	63,2 68,4 81,6 81,3	92,3 109 106,5 104,4	1,5 2 2 2	57 72 97 114	63 66 66 66	91 109 109 109	1,5 2 2 2
60	68,8 74,3	101 118	1,5 2,1	63 78	69 72	101 118	1,5 2
65	85 78,5 95,1	103 130 126	1,5 2,1 2,1	71 84 114	74 77 77	111 130 128	1,5 2 2
70	88,5 84,2	107 139	1,5 2,1	74 89	79 82	116 138	1,5 2
75	91,9 88,8	112 147	1,5 2,1	77 97	84 87	121 148	1,5 2
80	97,7 108 114	120 143 145	2 2,1 2,1	82 101 158	91 92 92	129 158 158	2 2 2
85	104 116	128 153	2 3	88 107	96 99	139 166	2 2,5
90	111 123 130	139 160 167	2 3 3	94 112 178	101 104 104	149 176 176	2 2,5 2,5
95	119 127 138	147 168 177	2,1 3 3	101 118 189	107 109 109	158 186 186	2 2,5 2,5
100	125 136	155 180	2,1 3	107 127	112 114	168 201	2 2,5
110	139 153	173 200	2,1 3	119 142	122 124	188 226	2 2,5

Rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular obturados
d 10 – 60 mm



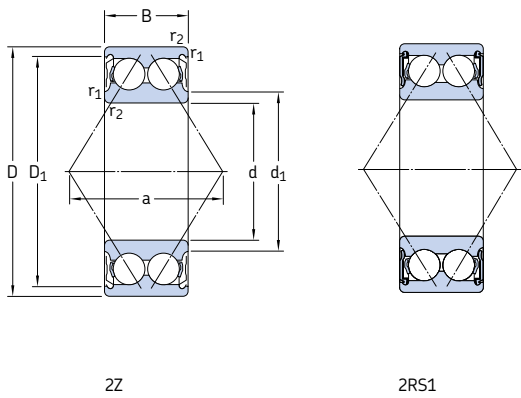
Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades límites		Masa	Designaciones ¹⁾	
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _u	Rodamiento con placas de protección	obturaciones		Rodamiento con placas de protección	obturaciones
mm			kN		kN	rpm		kg	–	
10	30	14	7,61	4,3	0,183	24 000	17 000	0,051	3200 A-2Z	3200 A-2RS1
12	32	15,9	10,1	5,6	0,24	22 000	15 000	0,058	3201 A-2Z	3201 A-2RS1
15	35	15,9	11,2	6,8	0,285	18 000	14 000	0,066	3202 A-2Z	3202 A-2RS1
	42	19	15,1	9,3	0,4	16 000	12 000	0,13	3302 A-2Z	3302 A-2RS1
17	40	17,5	14,3	8,8	0,365	16 000	12 000	0,10	3203 A-2Z	3203 A-2RS1
	47	22,2	21,6	12,7	0,54	14 000	11 000	0,18	3303 A-2Z	3303 A-2RS1
20	47	20,6	20	12	0,51	14 000	10 000	0,16	* 3204 A-2Z	* 3204 A-2RS1
	52	22,2	23,6	14,6	0,62	13 000	9 000	0,22	* 3304 A-2Z	* 3304 A-2RS1
25	52	20,6	21,6	14,3	0,6	12 000	8 500	0,18	* 3205 A-2Z	* 3205 A-2RS1
	62	25,4	32	20,4	0,865	11 000	7 500	0,35	* 3305 A-2Z	* 3305 A-2RS1
30	62	23,8	30	20,4	0,865	10 000	7 500	0,29	* 3206 A-2Z	* 3206 A-2RS1
	72	30,2	41,5	27,5	1,16	9 000	6 300	0,52	* 3306 A-2Z	* 3306 A-2RS1
35	72	27	40	28	1,18	9 000	6 300	0,44	* 3207 A-2Z	* 3207 A-2RS1
	80	34,9	52	35,5	1,5	8 500	6 000	0,73	* 3307 A-2Z	* 3307 A-2RS1
40	80	30,2	47,5	34	1,43	8 000	5 600	0,57	* 3208 A-2Z	* 3208 A-2RS1
	90	36,5	64	44	1,86	7 500	5 000	0,93	* 3308 A-2Z	* 3308 A-2RS1
45	85	30,2	51	39	1,63	7 500	5 300	0,63	* 3209 A-2Z	* 3209 A-2RS1
	100	39,7	75	53	2,24	6 700	4 800	1,25	* 3309 A-2Z	* 3309 A-2RS1
50	90	30,2	51	39	1,66	7 000	4 800	0,65	* 3210 A-2Z	* 3210 A-2RS1
	110	44,4	90	64	2,75	6 000	4 300	1,70	* 3310 A-2Z	* 3310 A-2RS1
55	100	33,3	60	47,5	2	6 300	4 500	0,91	* 3211 A-2Z	* 3211 A-2RS1
	120	49,2	112	81,5	3,45	5 300	3 800	2,65	* 3311 A-2Z	* 3311 A-2RS1
60	110	36,5	73,5	58,5	2,5	5 600	4 000	1,20	* 3212 A-2Z	* 3212 A-2RS1
	130	54	127	95	4,05	5 000	–	2,80	* 3312 A-2Z	–

* Rodamiento SKF Explorer
¹⁾ Para variantes finales disponibles → matriz 1 en la página 441



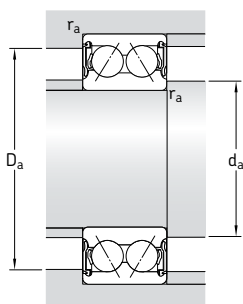
Dimensiones					Dimensiones de acuerdos y resaltes			
d	d ₁ ~	D ₁ ~	r _{1,2} min	a	d _a min	d _a máx	D _a máx	r _a máx
mm					mm			
10	15,8	25	0,6	16	14,4	15,5	25,6	0,6
12	17,2	27,7	0,6	19	16,4	17	27,7	0,6
15	20,2 23,7	30,7 35,7	0,6 1	21 24	19,4 20,6	20 23,5	30,7 36,4	0,6 1
17	23,3 25,7	35 40,2	0,6 1	23 28	21,4 22,6	23 25,5	35,6 41,4	0,6 1
20	27,7 29,9	40,9 44	1 1,1	28 30	25,6 27	27,5 29,5	41,4 45	1 1
25	32,7 35,7	45,9 53,4	1 1,1	30 36	30,6 32	32,5 35,5	46,4 55	1 1
30	38,7 39,8	55,2 64,1	1 1,1	36 42	35,6 37	38,5 39,5	56,4 65	1 1
35	45,4 44,6	63,9 70,5	1,1 1,5	42 47	42 44	45 44,5	65 71	1 1,5
40	47,8 50,8	72,1 80,5	1,1 1,5	46 53	47 49	47 50,5	73 81	1 1,5
45	52,8 55,6	77,1 90	1,1 1,5	49 58	52 54	52,5 55,5	78 91	1 1,5
50	57,8 62	82,1 99,5	1,1 2	52 65	57 61	57,5 61,5	83 99,5	1 2
55	63,2 68,4	92,3 109	1,5 2	57 72	63 66	63 68	91 109	1,5 2
60	68,8 73,4	101 118	1,5 2,1	63 78	68,5 72	68,5 73	101 118	1,5 2

Rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular obturados
d **65 – 75** mm



Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga P _u	Velocidades límites		Masa	Designaciones ¹⁾	
d	D	B	dinámica C	estática C ₀		Rodamiento con placas de protección			obturaciones	Rodamiento con placas de protección
mm			kN		kN	rpm		kg	–	
65	120	38,1	80,6	73,5	3,1	4 800	3 600	1,75	3213 A-2Z	3213 A-2RS1
	140	58,7	146	110	4,55	4 500	–	4,10	* 3313 A-2Z	–
70	125	39,7	88,4	80	3,4	4 500	–	1,90	3214 A-2Z	–
	150	63,5	163	125	5	4 300	–	5,05	* 3314 A-2Z	–
75	130	41,3	95,6	88	3,75	4 500	–	2,10	3215 A-2Z	–
	160	68,3	176	140	5,5	4 000	–	5,60	* 3315 A-2Z	–

* Rodamiento SKF Explorer
¹⁾ Para variantes finales disponibles → matriz 1 en la página 441



Dimensiones

Dimensiones de acuerdos y resaltes

d	d ₁ ~	D ₁ ~	r _{1,2} min	a	d _a min	d _a máx	D _a máx	r _a máx
mm					mm			
65	76,3 78,5	113 130	1,5 2,1	71 84	74 77	76 78,5	111 130	1,5 2
70	82 84,2	118 139	1,5 2,1	74 89	79 82	82 84	116 139	1,5 2
75	84,6 88,8	123 147	1,5 2,1	77 97	84 87	84 88,5	121 148	1,5 2



Rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto

Diseños	452
Rodamientos con un diseño básico	452
Rodamientos con muescas de fijación.....	452
Rodamientos de la clase SKF Explorer	453
Datos generales	453
Dimensiones.....	453
Tolerancias.....	453
Juego interno.....	454
Desalineación	454
Influencia de la temperatura de funcionamiento sobre el material del rodamiento.....	454
Jaulas	454
Carga mínima	454
Carga dinámica equivalente.....	455
Carga estática equivalente.....	455
Designaciones complementarias.....	455
Diseño de las disposiciones de rodamientos.....	455
Tabla de productos	456

Diseños

Los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto son rodamientos radiales de una hilera de bolas con contacto angular con caminos de rodadura diseñados para soportar cargas axiales en ambos sentidos. Pueden soportar cargas radiales que no superen una cierta proporción de la carga axial. Estos rodamientos ocupan bastante menos espacio axial que los rodamientos de dos hileras.

La gama SKF estándar de rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto comprende rodamientos de las series **QJ 2** y **QJ 3** (→ **fig. 1**). Éstos están disponibles con

- un diseño básico
- muescas de fijación.

Además, SKF fabrica rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto en otras series, diseños y tamaños. Para más información sobre estos rodamientos, consulte el “Catálogo Interactivo de Ingeniería” a través de la página web www.skf.com.

Rodamientos con un diseño básico

Los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto mostrados en este catálogo tienen un ángulo de contacto de 35° y están diseñados para soportar cargas predominantemente axiales. El aro interior está partido. Esto permite la incorporación de un gran número de bolas al rodamiento, dotándole de una gran capacidad de carga. Los rodamientos son de diseño desarmable, es decir, el aro exterior con las bolas y la jaula pueden montarse por separado de las dos mitades del aro interior.

Ambas mitades del aro interior de los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto SKF Explorer tienen un reborde con ranura. Esto mejora el flujo de aceite cuando se usa junto con un rodamiento de rodillos cilíndricos SKF (→ **fig. 2**). Además, estas ranuras sirven para facilitar el desmontaje.

Rodamientos con muescas de fijación

En muchas aplicaciones se utiliza un rodamiento radial en combinación con un rodamiento de bolas de cuatro puntos de contacto que actúa como un rodamiento puramente axial y se mon-

Fig. 1

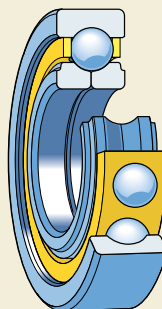


Fig. 2

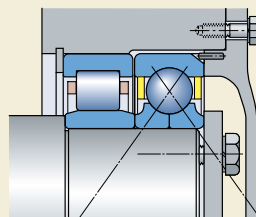
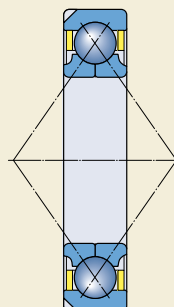


Fig. 3



ta con un juego radial en el alojamiento (→ fig. 2). Para evitar que el aro exterior gire, existen rodamientos con dos muescas de fijación (con el sufijo N2 en su designación) en el aro exterior situadas a 180° entre sí (→ fig. 3).

Rodamientos de la clase SKF Explorer

Los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto de alto rendimiento SKF Explorer aparecen con un asterisco en la tabla de productos. Estos rodamientos mantienen la designación de los rodamientos estándar tradicionales, p.ej. **QJ 309 N2MA**. No obstante, cada rodamiento y su caja están marcados con el nombre “EXPLORER”.

Datos generales

Dimensiones

Las dimensiones principales de los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto SKF cumplen con la normativa **ISO 15:1998**.

Tolerancias

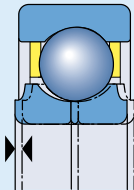
Los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto SKF se fabrican, como estándar, con tolerancias Normales. También se suministran algunos tamaños con una mayor precisión según la clase de tolerancia P6.

Los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto SKF Explorer, tienen una exactitud de giro P6. La tolerancia de su precisión dimensional es Normal, pero la tolerancia de anchura está reducida a **0/-40 µm**.

Los valores para las tolerancias corresponden a la normativa **ISO 492:2002** y se muestran en las **tablas 3 y 4**, en las **páginas 125 y 126**.

Tabla 1

Juego axial interno de los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto



Diámetro del agujero d más de		Juego axial interno				C3		C4	
		C2		Normal					
hasta incl.		mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
mm		µm							
10	17	15	55	45	85	75	125	115	165
17	40	26	66	56	106	96	146	136	186
40	60	36	86	76	126	116	166	156	206
60	80	46	96	86	136	126	176	166	226
80	100	56	106	96	156	136	196	186	246
100	140	66	126	116	176	156	216	206	266
140	180	76	156	136	196	176	246	226	296
180	220	96	176	156	226	206	276	256	326

Juego interno

Los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto SKF, se suministran como estándar, con un juego axial interno Normal, pero ciertos tamaños de rodamientos también se fabrican con un juego mayor o menor, o con unos límites de juego más reducidos.

Los límites de juego se muestran en la **tabla 1** y son válidos para los rodamientos antes de montar y sin carga.

Desalineación

La capacidad de los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto para soportar errores de alineación entre los aros, y consecuentemente la capacidad de compensar la desalineación en la aplicación o de tolerar las flexiones del eje, es limitada. Todo depende del juego interno durante el funcionamiento, del tamaño del rodamiento y de la magnitud de las fuerzas y los momentos que actúan sobre el mismo. La interrelación de estos factores es compleja y no permite establecer normas generales.

Cualquier desalineación aumentará el nivel de ruido durante el funcionamiento, la tensión en la jaula y reducirá la vida útil.

Influencia de la temperatura de funcionamiento sobre el material del rodamiento

Los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto SKF reciben un tratamiento térmico especial. Cuando están equipados con una jaula de latón o PEEK, pueden funcionar a temperaturas de hasta **+150 °C**.

Jaulas

Los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto SKF están equipados con una de las siguientes jaulas

- jaula mecanizada de latón de tipo ventana, centrada en el aro exterior, con el sufijo MA en su designación (→ **fig. 4**)
- jaula de poliéter-éter-cetona (PEEK) reforzada con fibra de vidrio y moldeada por inyección, de tipo ventana, con ranuras de lubricación en las superficies de guiado, centrada en el aro exterior, con el sufijo PHAS en su designación.

Si se requieren rodamientos con una jaula de PEEK distinta a la mencionada, contacte con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF.

Carga mínima

Con el fin de lograr un funcionamiento satisfactorio, los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto, como todos los rodamientos de bolas y rodillos, se deben someter siempre a una carga mínima determinada, particularmente si han de funcionar a altas velocidades o están sometidos a altas aceleraciones o cambios rápidos en la dirección de la carga. Bajo tales condiciones, las fuerzas de inercia de las bolas y la jaula, y el rozamiento en el lubricante, pueden perjudicar las condiciones de rodadura de la disposición de rodamientos y pueden causar deslizamientos dañinos entre las bolas y los caminos de rodadura.

La carga mínima a aplicar a los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto se puede calcular usando la fórmula

$$F_{am} = k_a \frac{C_0}{1\,000} \left(\frac{n \, d_m}{100\,000} \right)^2$$

donde

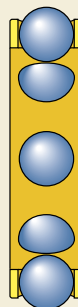
F_{am} = carga axial mínima, kN

k_a = factor de carga axial mínima

1 para los rodamientos de la serie QJ 2

1,1 para los rodamientos de la serie QJ 3

Fig. 4



C_0 = capacidad de carga estática básica, kN
(→ tabla de productos)

n = velocidad de giro, rpm

d_m = diámetro medio del rodamiento
= 0,5 (d + D), mm

Al iniciar el funcionamiento a bajas temperaturas o cuando el lubricante sea muy viscoso, se pueden requerir cargas mínimas aún mayores. El peso de los componentes soportados por el rodamiento, junto con las fuerzas externas, generalmente exceden la carga mínima requerida. Si no es el caso, el rodamiento de bolas de cuatro puntos de contacto se deberá someter a una carga axial adicional, por ejemplo, mediante muelles.

Carga dinámica equivalente

Si los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto se utilizan como rodamientos fijos y han de soportar tanto cargas radiales como axiales, la carga dinámica equivalente se obtiene con la fórmula

$$P = F_r + 0,66 F_a \quad \text{cuando } F_a/F_r \leq 0,95$$

$$P = 0,6 F_r + 1,07 F_a \quad \text{cuando } F_a/F_r > 0,95$$

Debe recordar que los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto sólo funcionan adecuadamente cuando las bolas hacen contacto en un solo punto con el camino de rodadura del aro exterior y en un punto con el camino de rodadura del aro interior. Este es el caso cuando la carga axial $F_a \geq 1,27 F_r$.

Si el rodamiento de bolas de cuatro puntos de contacto se dispone con libertad radial en el alojamiento para actuar como un rodamiento axial en combinación con un rodamiento radial (la disposición habitual para estos rodamientos, → fig. 2 en la página 452), entonces la carga dinámica equivalente será:

$$P = 1,07 F_a$$

Carga estática equivalente

$$P_0 = F_r + 0,58 F_a$$

Designaciones complementarias

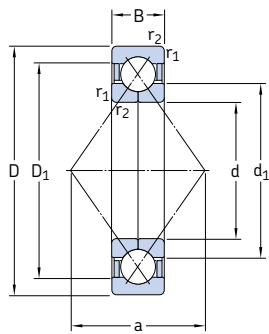
Los sufijos en las designaciones utilizados para identificar ciertas características de los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto SKF, se explican a continuación:

B20	Tolerancia de anchura reducida
C2	Juego axial interno menor que Normal
C2H	Juego axial interno en la mitad superior de la gama C2
C2L	Juego axial interno en la mitad inferior de la gama C2
C3	Juego axial interno mayor que Normal
C4	Juego axial interno mayor que C3
CNL	Juego axial interno en la mitad inferior de la gama Normal
FA	Jaula mecanizada de acero de tipo ventana, centrada en el aro exterior
MA	Jaula mecanizada de latón de tipo ventana, centrada en el aro exterior
N2	Dos muescas de fijación separadas 180° entre sí, en la cara lateral grande del aro exterior
PHAS	Jaula de poliéter-éter-cetona (PEEK) reforzada con fibra de vidrio y moldeada por inyección, de tipo ventana, centrada en el aro exterior, con ranuras de lubricación en las superficies de guiado
P6	Precisión dimensional y exactitud de giro según la antigua clase de tolerancia 6 de la ISO
P63	P6 + C3
P64	P6 + C4
S1	Aros del rodamiento estabilizados dimensionalmente para temperaturas de funcionamiento de hasta +200 °C
344524	C2H + CNL

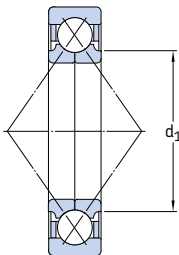
Diseño de las disposiciones de rodamientos

Los aros exteriores de los rodamientos dispuestos como rodamientos axiales con juego radial en el alojamiento, no se deben fijar (→ fig. 2, página 452). En caso contrario, se impediría que el aro exterior pueda compensar las dilataciones térmicas, lo cual producirán una fuerza adicional en el rodamiento. Si no se puede evitar la fijación del aro exterior, se deberá al menos centrar éste con cuidado durante el montaje.

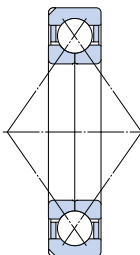
Rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto
d 15 – 65 mm



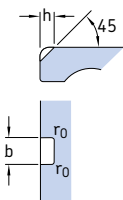
Rodamientos con un diseño básico



Rodamientos SKF Explorer

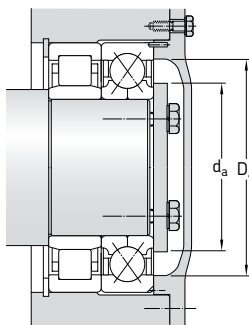
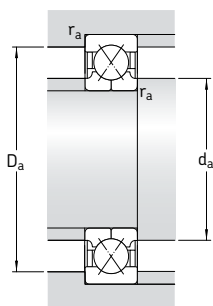


Rodaminetos con muescas de fijación



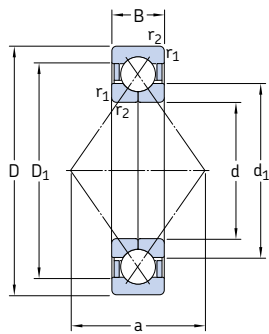
Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades		Masa	Designaciones	
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _u	Velocidad de referencia	Velocidad límite		Rodaminetos con muescas de fijación	sin muescas de fijación
mm			kN		kN	rpm		kg	–	
15	35	11	12,7	8,3	0,36	22 000	36 000	0,062	QJ 202 N2MA	–
17	40	12	17	11,4	0,45	22 000	30 000	0,082	* QJ 203 N2MA	–
	47	14	23,4	15	0,64	17 000	28 000	0,14	QJ 303 N2MA	–
20	52	15	32	21,6	0,85	18 000	24 000	0,18	* QJ 304 N2MA	* QJ 304 MA
	52	15	32	21,6	0,85	18 000	24 000	0,18	* QJ 304 N2PHAS	–
25	52	15	27	21,2	0,83	16 000	22 000	0,16	* QJ 205 N2MA	* QJ 205 MA
	62	17	42,5	30	1,18	15 000	20 000	0,29	* QJ 305 N2MA	* QJ 305 MA
30	62	16	37,5	30,5	1,2	14 000	19 000	0,24	* QJ 206 N2MA	* QJ 206 MA
	72	19	53	41,5	1,63	12 000	17 000	0,42	* QJ 306 N2MA	* QJ 306 MA
	72	19	53	41,5	1,63	12 000	17 000	0,42	* QJ 306 N2PHAS	–
35	72	17	49	41,5	1,63	12 000	17 000	0,36	* QJ 207 N2MA	–
	80	21	64	51	1,96	11 000	15 000	0,57	* QJ 307 N2MA	* QJ 307 MA
	80	21	64	51	1,96	11 000	15 000	0,57	* QJ 307 N2PHAS	–
40	80	18	56	49	1,9	11 000	15 000	0,45	* QJ 208 N2MA	* QJ 208 MA
	90	23	78	64	2,45	10 000	14 000	0,78	* QJ 308 N2MA	* QJ 308 MA
45	85	19	63	56	2,16	10 000	14 000	0,52	–	* QJ 209 MA
	100	25	100	83	3,25	9 000	12 000	1,05	* QJ 309 N2MA	* QJ 309 MA
	100	25	100	83	3,25	9 000	12 000	1,05	* QJ 309 N2PHAS	–
50	90	20	65,5	61	2,4	9 000	13 000	0,59	–	* QJ 210 MA
	110	27	118	100	3,9	8 000	11 000	1,35	–	* QJ 310 MA
	110	27	118	100	3,9	8 000	11 000	1,35	–	* QJ 310 PHAS
55	100	21	85	83	3,2	8 000	11 000	0,77	* QJ 211 N2MA	* QJ 211 MA
	120	29	137	118	4,55	7 000	10 000	1,75	* QJ 311 N2MA	* QJ 311 MA
60	110	22	96,5	93	3,65	7 500	10 000	0,99	* QJ 212 N2MA	* QJ 212 MA
	110	22	96,5	93	3,65	7 500	10 000	0,99	* QJ 212 N2PHAS	–
	130	31	156	137	5,3	6 700	9 000	2,15	* QJ 312 N2MA	* QJ 312 MA
65	120	23	110	112	4,4	6 700	9 500	1,20	* QJ 213 N2MA	* QJ 213 MA
	140	33	176	156	6,1	6 300	8 500	2,70	–	* QJ 313 MA

* Rodamiento SKF Explorer

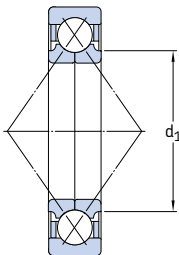


Dimensiones					Dimensiones de las muescas de fijación			Dimensiones de acuerdos y resaltes		
d	d_1 ~	D_1 ~	$r_{1,2}$ min	a	b	h	r_0	d_a min	D_a máx	r_a máx
mm					mm			mm		
15	22	28,1	0,6	18	3	2,2	0,5	19,2	30,8	0,6
17	23,5 27,7	32,5 36,3	0,6 1	20 22	3,5 4,5	2,5 3,5	0,5 0,5	21,2 22,6	35,8 41,4	0,6 1
20	27,5 27,5	40,8 40,8	1,1 1,1	25 25	4,5 4,5	3,5 3,5	0,5 0,5	27 27	45 45	1 1
25	31,5 34	43 49	1 1,1	27 30	4,5 4,5	3 3,5	0,5 0,5	30,6 32	46,4 55	1 1
30	37,5 40,5 40,5	50,8 58,2 58,2	1 1,1 1,1	32 36 36	4,5 4,5 4,5	3,5 3,5 3,5	0,5 0,5 0,5	35,6 37 37	56,4 65 65	1 1 1
35	44 46,2 46,2	59 64,3 64,3	1,1 1,5 1,5	37 40 40	4,5 5,5 5,5	3,5 4 4	0,5 0,5 0,5	42 44 44	65 71 71	1 1,5 1,5
40	49,5 52	66 72,5	1,1 1,5	42 46	5,5 5,5	4 4	0,5 0,5	47 49	73 81	1 1,5
45	54,5 58 58	72 81,2 81,2	1,1 1,5 1,5	46 51 51	– 6,5 6,5	– 5 5	– 0,5 0,5	52 54 54	78 91 91	1 1,5 1,5
50	59,5 65 65	76,5 90 90	1,1 2 2	49 56 56	5,5 – –	4 – –	0,5 – –	57 61 61	83 99 99	1 2 2
55	66 70,5	84,7 97,8	1,5 2	54 61	6,5 6,5	5 8,1	0,5 0,5	64 66	91 109	1,5 2
60	72 72 77	93 93 106	1,5 1,5 2,1	60 60 67	6,5 6,5 6,5	5 5 8,1	0,5 0,5 0,5	69 69 72	101 101 118	1,5 1,5 2
65	78,5 82,5	101 115	1,5 2,1	65 72	6,5 –	6,5 –	0,5 –	74 77	111 128	1,5 2

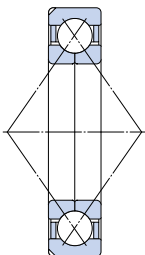
Rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto
d **70 – 150** mm



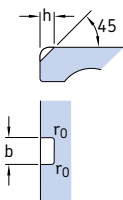
Rodamientos con un diseño básico



Rodamientos SKF Explorer

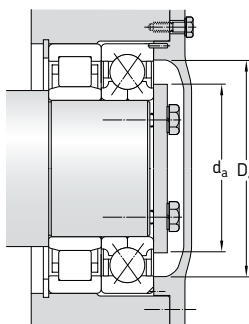
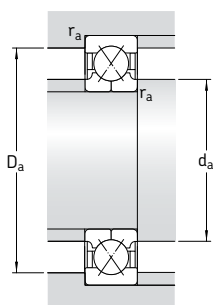


Rodamientos con muescas de fijación



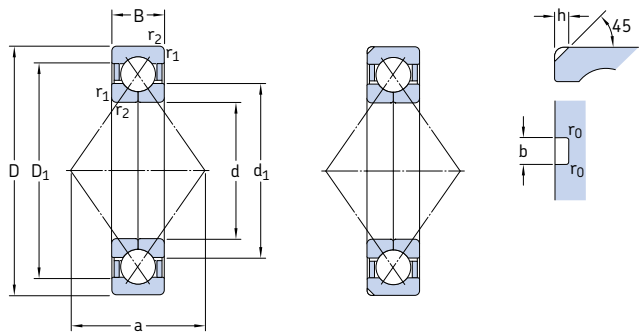
Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga Pu	Velocidades		Masa	Designaciones	
d	D	B	C	C0		Velocidad de referencia	Velocidad límite		Rodamientos con muescas de fijación	sin muescas de fijación
mm			kN		kN	rpm		kg	—	
70	125	24	120	122	4,8	6 300	9 000	1,32	* QJ 214 N2MA	* QJ 214 MA
	125	24	120	122	4,8	6 300	9 000	1,32	* QJ 214 N2PHAS	—
	150	35	200	180	6,7	5 600	8 000	3,15	* QJ 314 N2MA	* QJ 314 MA
	150	35	200	180	6,7	5 600	8 000	3,15	* QJ 314 N2PHAS	—
75	130	25	125	132	5,2	6 300	8 500	1,45	* QJ 215 N2MA	* QJ 215 MA
	130	25	125	132	5,2	6 300	8 500	1,45	* QJ 215 N2PHAS	—
	160	37	199	186	7,35	4 500	7 500	3,90	QJ 315 N2MA	—
80	140	26	146	156	5,85	5 600	8 000	1,85	* QJ 216 N2MA	* QJ 216 MA
	170	39	216	208	8	4 300	7 000	4,60	QJ 316 N2MA	—
85	150	28	156	173	6,2	5 300	7 500	2,25	* QJ 217 N2MA	* QJ 217 MA
	180	41	234	236	8,65	4 000	6 700	5,45	QJ 317 N2MA	—
90	160	30	174	186	6,95	4 300	7 000	2,75	QJ 218 N2MA	—
	190	43	265	285	10,2	3 800	6 300	6,45	QJ 318 N2MA	—
95	170	32	199	212	7,8	4 000	6 700	3,35	QJ 219 N2MA	—
	200	45	286	315	11	3 600	6 000	7,45	QJ 319 N2MA	—
100	180	34	225	240	8,65	3 800	6 300	4,05	QJ 220 N2MA	—
	215	47	307	340	11,6	3 400	5 600	9,30	QJ 320 N2MA	—
110	200	38	265	305	10,4	3 400	5 600	5,60	QJ 222 N2MA	—
	240	50	390	475	15	3 000	4 800	12,5	QJ 322 N2MA	—
120	215	40	286	340	11,2	3 200	5 000	6,95	QJ 224 N2MA	—
	260	55	390	490	15	2 800	4 500	16,0	QJ 324 N2MA	—
130	230	40	296	365	11,6	2 800	4 800	7,75	QJ 226 N2MA	—
	280	58	423	560	16,6	2 600	4 000	19,5	QJ 326 N2MA	—
140	250	42	325	440	13,2	2 600	4 300	9,85	QJ 228 N2MA	—
	300	62	468	640	18,6	2 400	3 800	24,0	QJ 328 N2MA	—
150	270	45	377	530	15,3	2 400	4 000	12,5	QJ 230 N2MA	—
	320	65	494	710	19,6	2 200	3 600	29,0	QJ 330 N2MA	—

* Rodamiento SKF Explorer



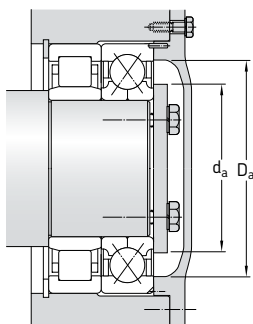
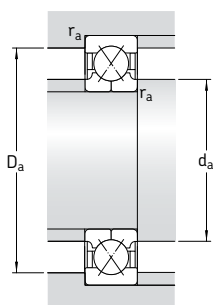
Dimensiones					Dimensiones de las muescas de fijación			Dimensiones de acuerdos y resaltes		
d	d ₁ ~	D ₁ ~	r _{1,2} min	a	b	h	r ₀	d _a min	D _a máx	r _a máx
mm					mm			mm		
70	83,5 83,5 89 89	106 106 123 123	1,5 1,5 2,1 2,1	68 68 77 77	6,5 6,5 8,5 8,5	6,5 6,5 10,1 10,1	0,5 0,5 2 2	79 79 82 82	116 116 138 138	1,5 1,5 2 2
75	88,5 88,5 104	112 112 131	1,5 1,5 2,1	72 72 82	6,5 6,5 8,5	6,5 6,5 10,1	0,5 0,5 2	84 84 87	121 121 148	1,5 1,5 2
80	95,3 111	120 139	2 2,1	77 88	6,5 8,5	8,1 10,1	1 2	91 92	129 158	2 2
85	100 117	128 148	2 3	83 93	6,5 10,5	8,1 11,7	1 2	96 99	139 166	2 2,5
90	114 124	136 156	2 3	88 98	6,5 10,5	8,1 11,7	1 2	101 104	149 176	2 2,5
95	120 131	145 165	2,1 3	93 103	6,5 10,5	8,1 11,7	1 2	107 109	158 186	2 2,5
100	127 139	153 176	2,1 3	98 110	8,5 10,5	10,1 11,7	2 2	112 114	168 201	2 2,5
110	141 154	169 196	2,1 3	109 123	8,5 10,5	10,1 11,7	2 2	122 124	188 226	2 2,5
120	152 169	183 211	2,1 3	117 133	10,5 10,5	11,7 11,7	2 2	132 134	203 246	2 2,5
130	165 182	195 227	3 4	126 144	10,5 10,5	11,7 12,7	2 2	144 147	216 263	2,5 3
140	179 196	211 244	3 4	137 154	10,5 10,5	11,7 12,7	2 2	154 157	236 283	2,5 3
150	194 211	226 259	3 4	147 165	10,5 10,5	11,7 12,7	2 2	164 167	256 303	2,5 3

Rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto
d 160 – 200 mm



Rodamientos con un diseño básico Rodaminetos con muescas de fijación

Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga P_u	Velocidades		Masa	Designación Rodamiento con muescas de fijación
d	D	B	dinámica C	estática C_0		Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	rpm		kg	–
160	290	48	423	620	17,6	2 200	3 800	15,5	QJ 232 N2MA QJ 332 N2MA
	340	68	540	815	21,6	2 000	3 400	34,5	
170	310	52	436	670	18,3	2 200	3 400	19,5	QJ 234 N2MA QJ 334 N2MA
	360	72	618	965	25	1 900	3 200	41,5	
180	320	52	449	710	19	2 000	3 400	20,5	QJ 236 N2MA QJ 336 N2MA
	380	75	637	1 020	26	1 800	3 000	47,5	
190	400	78	702	1 160	28,5	1 700	2 800	49,0	QJ 338 N2MA
200	360	58	540	915	23,2	1 800	3 000	28,5	QJ 240 N2MA



Dimensiones					Dimensiones de las muescas de fijación			Dimensiones de acuerdos y resaltes		
d	d_1 ~	D_1 ~	$r_{1,2}$ min	a	b	h	r_0	d_a min	D_a máx	r_a máx
mm					mm			mm		
160	206 224	243 276	3 4	158 175	10,5 10,5	12,7 12,7	2 2	174 177	276 323	2,5 3
170	221 237	258 293	4 4	168 186	10,5 10,5	12,7 12,7	2 2	187 187	293 343	3 3
180	231 252	269 309	4 4	175 196	10,5 10,5	12,7 12,7	2 2	197 197	303 363	3 3
190	263	326	5	207	10,5	12,7	2	210	380	4
200	258	302	4	196	10,5	12,7	2	217	343	3



Rodillos de leva de dos hileras

Diseños	464
Datos generales	464
Dimensiones.....	464
Tolerancias.....	464
Juego interno.....	464
Jaulas.....	465
Capacidad de carga	465
Capacidad de carga axial.....	465
Diseño de los componentes adyacentes	465
Vástagos.....	465
Pestañas guía	465
Lubricación.....	465
Tabla de productos	466

Diseños

Los rodillos de leva de dos hileras SKF (→ **fig. 1**) están basados en los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular y tienen un ángulo de contacto de 30°. Son unidades engrasadas de fábrica, listas para montar que se utilizan para todo tipo de mandos de leva, transportadores, etc. Llevan placas de protección de chapa de acero que forman un largo intersticio de obturación con el resalte del aro interior, para retener el lubricante y excluir la contaminación.

Los rodillos de leva de dos hileras SKF están disponibles con dos diseños

- con una superficie de rodadura bombeada, serie **3058(00) C-ZZ**
- con una superficie de rodadura cilíndrica (plana), serie **3057(00) C-ZZ**.

Los rodillos de leva con superficies de rodadura bombeadas se deben usar cuando existe una desalineación angular con el camino de rodadura y cuando se deben minimizar las tensiones en los bordes. Además de los rodillos de leva de dos hileras, la gama SKF estándar de roldanas comprende otros rodillos de leva, rodillos de apoyo, y rodillos de leva con eje. Estos incluyen, por ejemplo

- rodillos de leva de una hilera, serie **3612(00) R** (→ **página 399**)
- rodillos de apoyo basados en rodamientos de agujas o de rodillos cilíndricos
- rodillos de leva con eje basados en rodamientos de agujas o de rodillos cilíndricos.

Para más información sobre los rodillos de apoyo y los rodillos de leva con eje, consulte el catálogo "Rodamientos de agujas" o el "Catálogo Interactivo de Ingeniería SKF" a través de la página web www.skf.com.

Datos generales

Dimensiones

A excepción del diámetro exterior, las dimensiones principales de los rodillos de leva de dos hileras SKF, de la serie de dimensiones 32, cumplen con la normativa **ISO 15:1998**.

Fig. 1

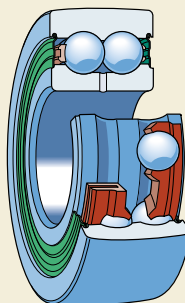
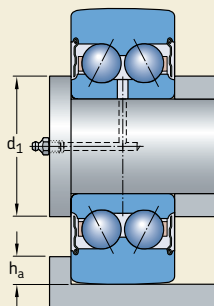


Fig. 2



Tolerancias

Los rodillos de leva de dos hileras SKF se fabrican, como estándar, con tolerancias Normales, salvo la tolerancia del diámetro de la superficie de rodadura bombeada, que tiene una tolerancia el doble de la Normal.

Los valores para las tolerancias cumplen con la normativa **ISO 492:2002** y se muestran en la **tabla 3** en la **página 125**.

Juego interno

Los rodillos de leva de dos hileras se fabrican con el juego axial interno Normal de los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular (→ **tabla 2** en la **página 438**).

Jaulas

Los rodillos de leva de dos hileras llevan dos jaulas de poliamida 6,6, reforzada con fibra de vidrio y moldeada por inyección, de montaje a presión, centrada en las bolas, sin sufijo en su designación. Pueden soportar temperaturas de funcionamiento de hasta $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Capacidad de carga

A diferencia de los rodamientos de bolas normales, que tienen el diámetro exterior de su aro exterior totalmente apoyado en el alojamiento, el aro exterior de un rodillo de leva tiene sólo una pequeña zona de contacto con su superficie de rodadura, por ejemplo un raíl o una leva. La zona de contacto depende de la carga radial aplicada y de si la superficie de rodadura está bombeada o es cilíndrica. La deformación del aro exterior a causa de esta pequeña zona de contacto altera la distribución de la fuerza en el rodillo de leva y por tanto, afecta la capacidad de carga del mismo. Las capacidades de carga básica que se muestran en la tabla de productos tienen esto en cuenta.

La capacidad de carga dinámica depende de la vida requerida, pero según la deformación y la resistencia del aro exterior, no se debe superar el valor de la carga radial dinámica máxima F_r .

La carga estática admisible para un rodillo de leva se calcula por el menor de los valores de F_{0r} y C_0 . Si los requisitos de un funcionamiento suave están por debajo de los normales, la carga estática puede exceder C_0 pero nunca debe exceder la carga radial estática máxima permisible F_{0r} .

Capacidad de carga axial

Los rodillos de leva están diseñados para soportar cargas predominantemente radiales. Si una carga axial actúa sobre el aro exterior, como sucede cuando el rodillo de leva rueda contra una pestaña guía, se producirá un momento de vuelco y su vida útil se reducirá en consecuencia.

Diseño de los componentes adyacentes

Vástagos

Salvo algunas excepciones, los rodillos de leva funcionan con el giro del aro exterior. Si se requiere que el aro interior se desplace fácilmente, el vástago o el eje se debe mecanizar con una tolerancia g6. Si por el contrario, se requiere un ajuste más apretado, el vástago o el eje se deberá mecanizar con una tolerancia j6.

Toda la cara lateral del aro interior de los rodillos de leva sometidos a mayores cargas axiales, deberá estar apoyada (\rightarrow fig. 2). El diámetro de la superficie de apoyo debe ser igual al diámetro d_1 de la cara del aro interior.

Pestañas guía

Para los raíles o las levas con pestañas guía (\rightarrow fig. 2), la altura recomendada para la pestaña h_a no debe exceder

$$h_a = 0,5 (D - D_1)$$

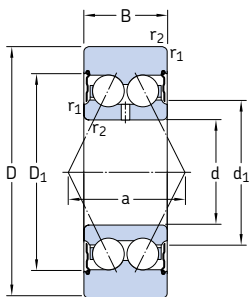
Esto evita dañar las placas de protección colocadas en el aro exterior. Los valores para los diámetros del aro exterior D y D_1 se muestran en la tabla de productos.

Lubricación

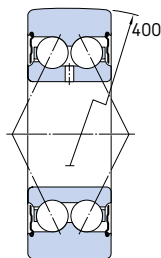
Los rodillos de leva de dos hileras SKF están llenos con una grasa lítica, de consistencia 3 según la escala NLGI. Esta grasa tiene buenas propiedades antioxidantes y es adecuada para temperaturas de -30 a $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$. La viscosidad del aceite base es de $98\text{ mm}^2/\text{s}$ a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ y de $9,4\text{ mm}^2/\text{s}$ a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Bajo condiciones de funcionamiento normales, estos rodillos de leva son libres de mantenimiento. No obstante, deben ser relubricados si están expuestos a humedad o contaminantes sólidos, o si han de funcionar a temperaturas superiores a los $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante largos períodos. El aro interior lleva un orificio de lubricación para este fin. Para la relubricación, se debe utilizar una grasa con espesante de litio, preferiblemente la grasa SKF LGMT 3. La grasa se debe aplicar lentamente para evitar dañar las placas de protección.

Rodillos de leva de dos hileras
D 32 – 80 mm



3057(00) C-2Z



3058(00) C-2Z

Dimensiones							Velocidad límite	Masa	Designaciones	
D	B	d	d ₁	D ₁	r _{1,2} min	a			Rodillo de leva con superficie de rodadura bombeada cilíndrica	
mm							rpm	kg	–	
32	14	10	15,8	25	0,6	16	11 000	0,06	305800 C-2Z	–
35	15,9	12	17,2	27,7	0,6	19	9 500	0,076	305801 C-2Z	305701 C-2Z
40	15,9	15	20,2	30,7	0,6	21	9 000	0,10	305802 C-2Z	305702 C-2Z
47	17,5	17	23,3	35	0,6	23	8 000	0,16	305803 C-2Z	305703 C-2Z
52	20,6	20	27,7	40,9	1	28	7 000	0,22	305804 C-2Z	305704 C-2Z
62	20,6	25	32,7	45,9	1	30	6 000	0,32	305805 C-2Z	305705 C-2Z
72	23,8	30	38,7	55,2	1	36	5 000	0,48	305806 C-2Z	305706 C-2Z
80	27	35	45,4	63,9	1,1	42	4 300	0,64	305807 C-2Z	305707 C-2Z

Diámetro exterior D	Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga P _u	Cargas radiales máximas	
	dinámica C	estática C ₀		dinámica F _r	estática F _{0r}
mm	kN		kN	kN	
32	7,28	3,65	0,156	4,25	6
35	9,75	4,75	0,20	3,9	5,6
40	10,8	5,7	0,24	6	8,5
47	13,8	7,65	0,325	9,5	13,4
52	17,8	9,8	0,415	8,3	12
62	19,9	12,2	0,52	15,3	22
72	27,0	17,0	0,71	17,3	24,5
80	34,5	21,6	0,915	16,6	24