



Productos de ingeniería

Rodamientos híbridos.....	895
Rodamientos INSOCOAT®.....	911
Rodamientos y unidades de rodamientos para altas temperaturas.....	921
Rodamientos NoWear®	943
Rodamientos y unidades de rodamientos con Solid Oil ..	949





Rodamientos híbridos

Rodamientos híbridos.....	896
Rodamientos rígidos de bolas híbridos SKF.....	897
Rodamientos obturados y engrasados de por vida.....	897
Rodamientos con un diseño abierto.....	898
Otros rodamientos híbridos SKF	898
Rodamientos híbridos de alta precisión	898
Rodamientos de bolas y de rodillos híbridos, unidades de rodamientos híbridos.....	898
Rodamientos híbridos con aros de acero y recubrimientos especiales.....	898
Datos generales	899
Dimensiones, tolerancias, juego interno	899
Desalineación	899
Jaulas.....	900
Carga mínima	900
Precarga axial	900
Capacidad de carga axial.....	901
Carga dinámica equivalente.....	901
Carga estática equivalente.....	901
Velocidades	901
Propiedades del nitruro de silicio.....	901
Propiedades eléctricas	901
Designaciones complementarias.....	902
Selección del tamaño del rodamiento.....	903
Lubricación.....	903
Tablas de productos.....	904
Rodamientos rígidos de bolas híbridos obturados y engrasados de por vida.....	904
Rodamientos rígidos de bolas híbridos	908

Rodamientos híbridos

Los aros de los rodamientos híbridos están hechos de acero para rodamientos y los elementos rodantes de nitruro de silicio (Si_3N_4). Además de ser unos excelentes aislantes eléctricos, los rodamientos híbridos pueden alcanzar una velocidad más alta y asegurar una mayor vida útil que los rodamientos hechos completamente de acero, en la mayoría de las aplicaciones.

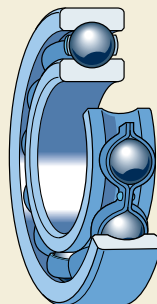
Su gran capacidad para aislar la electricidad es una de las características esenciales del nitruro de silicio. Éste protege los aros de los daños causados por la corriente eléctrica e incrementa por tanto, la vida útil del rodamiento.

La densidad del nitruro de silicio es de solamente el **40 %** de la densidad del acero para rodamientos. Por tanto, los elementos rodantes pesan menos y tienen una inercia menor. Esto implica menos tensión en la jaula durante los arranques y las paradas rápidos, además de una fricción considerablemente menor a velocidades altas, tal y como viene explicado en la sección "Fricción" en la **página 102**. Una fricción menor, significa que el rodamiento funciona a temperaturas más bajas y una larga duración para el lubricante. Los rodamientos híbridos son por tanto, apropiados para las altas velocidades de giro.

Una lubricación insuficiente no produce adherencias entre el nitruro de silicio y el acero. Esto permite que los rodamientos híbridos duren mucho más en aplicaciones que funcionan bajo condiciones dinámicas severas o bajo condiciones de lubricación con una baja viscosidad de funcionamiento ($\kappa < 1$). En los rodamientos híbridos se suele aplicar $\kappa = 1$ para condiciones de funcionamiento con $\kappa < 1$ para calcular la vida útil de éstos bajo tales condiciones. Los rodamientos híbridos pueden funcionar bien, si se lubrican con un lubricante que forme una película ultra fina como pueden ser los refrigerantes, que permiten diseños libres de aceite, pero deberá tener cuidado a la hora de seleccionar el diseño y el material. En tales casos se recomienda consultar con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF antes de decidirse por un diseño y realizar el pedido.

El nitruro de silicio presenta una mayor dureza y una mayor elasticidad que el acero, lo que hace que el rodamiento tenga una mayor

Fig. 1



rigidez y una mayor vida útil en entornos contaminados.

Los elementos rodantes de nitruro de silicio presentan una menor expansión térmica que los elementos rodantes de acero de tamaño similar. Esto implica una menor sensibilidad a la temperatura dentro del rodamiento y un control de precarga más preciso. A la hora de diseñar disposiciones de rodamientos para bajas temperaturas y para estimar las reducciones de juego en los rodamientos híbridos, póngase en contacto con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF.

Rodamientos rígidos de bolas híbridos SKF

La gama estándar de rodamientos híbridos SKF comprende principalmente rodamientos rígidos de una hilera de bolas híbridos (→ **fig. 1**). El motivo es evidente: los rodamientos rígidos de bolas son los más utilizados, especialmente en motores eléctricos, y son muy útiles en diseños sencillos que utilizan rodamientos engrasados de por vida. Las ranuras profundas de los caminos de rodadura y la gran osculación entre los caminos de rodadura y las bolas permiten soportar cargas radiales así como axiales en ambos sentidos.

Los rodamientos rígidos de bolas híbridos SKF están disponibles con un diámetro de agujero de entre 5 y 110 mm. Cumplen con la mayoría de las necesidades de aplicación. A petición, SKF también puede fabricar rodamientos más grandes.

Los rodamientos con un diámetro de agujero de hasta **45 mm**, por ejemplo, son más apropiados para motores eléctricos con una corriente de entre 0,15 y **15 kW** así como generadores, herramientas mecánicas, y transmisiones de alta velocidad.

Existe un campo muy amplio de aplicación para los rodamientos rígidos de bolas híbridos, y por tanto SKF fabrica

- rodamientos obturados y engrasados de por vida
- rodamientos con un diseño abierto.

Rodamientos obturados y engrasados de por vida

Los rodamientos rígidos de bolas híbridos SKF, obturados y engrasados de por vida (→ **fig. 2**), están protegidos a ambos lados con

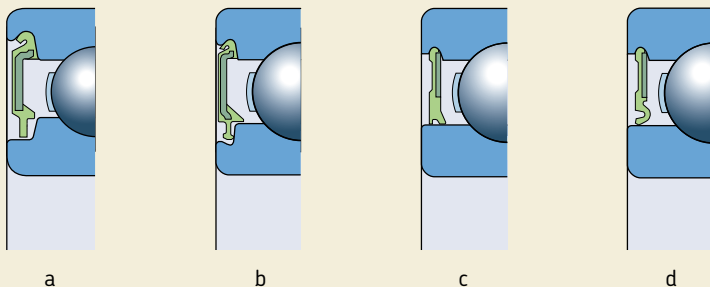
- una obturación de baja fricción con un diseño RSL (**a**) incorporada a rodamientos con un diámetro exterior de hasta **25 mm**, con el sufijo 2RSL en su designación
- una obturación de baja fricción con un diseño RSL (**b**) incorporada a rodamientos con un diámetro exterior de **25 mm a 52 mm**, con el sufijo 2RSL en su designación
- una obturación de baja fricción con un diseño RZ (**c**) incorporada a rodamientos con un diámetro exterior de más de **52 mm**, con el sufijo 2RZ en su designación
- una obturación rozante con el diseño RS1 (**d**), con el sufijo 2RS1 en su designación.

Podrá encontrar más información sobre la adecuación de las diferentes obturaciones para las distintas condiciones de funcionamiento en la sección “Rodamientos rígidos de bolas” que comienza en la **página 287**.

Las obturaciones son de caucho nitrilo (NBR) con un refuerzo de chapa de acero. El margen de temperaturas de funcionamiento para estas obturaciones es de **-40 a +100 °C** y hasta **+120 °C** durante períodos breves.

Los rodamientos obturados se llenan, como estándar, con una grasa de calidad superior, con base de aceite de éster sintético que utiliza un espesante de poliurea, sufijo WT en la desig-

Fig. 2



nación del rodamiento. Presenta unas excelentes propiedades de lubricación para el margen de temperaturas de entre +70 y +120 °C, ofrece una vida útil extremadamente larga imposible con otros diseños de rodamientos obturados y engrasados de por vida, y se ajusta a las necesidades de la maquinaria eléctrica. Las características más importantes de la grasa WT se muestran en la **tabla 1**.

Respecto a su adecuación para las altas temperaturas, deberá tenerse en cuenta los márgenes de temperaturas permisibles para la jaula y las obturaciones. Respecto a los rodamientos híbridos SKF con obturaciones de caucho fluorado, que soportan temperaturas de hasta 180 °C, contacte con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF.

Rodamientos con un diseño abierto

Además de los rodamientos obturados y engrasados de por vida, SKF también suministra rodamientos rígidos de bolas híbridos más grandes, con un diseño básico abierto, sin obturaciones. En caso de necesitar rodamientos con un diseño abierto más pequeños en una cantidad pequeña, SKF recomienda pedir rodamientos híbridos obturados y retirar las obturaciones, que resulta muy sencillo.

Otros rodamientos híbridos SKF

Rodamientos híbridos de alta precisión

La gama de productos SKF también incluye una selección de

- rodamientos rígidos de bolas con contacto angular híbridos de alta precisión
- rodamientos de rodillos cilíndricos híbridos de alta precisión
- rodamientos axiales de bolas con contacto angular híbridos de alta precisión, de simple y de doble efecto.

Encontrará más información sobre estos rodamientos híbridos en el catálogo SKF “High-precision bearings”.

Además, se pueden fabricar bajo pedido especial, rodamientos de una y dos hileras de bolas con contacto angular híbridos y rodamientos de bolas con cuatro puntos de contacto híbridos. En tales casos, deberá contactar con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF para más información.

Rodamientos de bolas y de rodillos híbridos, unidades de rodamientos híbridos

SKF también diseña y fabrica otros rodamientos híbridos en tamaños estándar, bajo pedido especial, para ciertas series de tamaños, incluyendo

- rodamientos de bolas con contacto angular
- rodamientos de rodillos cilíndricos
- unidades de rodamientos.

Estos diseños permiten una combinación de rendimiento, sencillez de manipulación y rentabilidad óptima. Para más información, contacte con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones.

Rodamientos híbridos con aros de acero y recubrimientos especiales

Los rodamientos híbridos SKF están hechos, como estándar, del mismo acero que los rodamientos completamente de acero equivalentes. Las temperaturas de estabilización estándar son

Tabla 1

Propiedades de la grasa WT	
Propiedades	Grasa WT
Código DIN 51825	K2P-40
Espesante	Poliurea (Di-urea)
Tipo de aceite	Éster sintético
Clase de consistencia NLGI	2-3
Margen de temperaturas, °C ¹⁾	-40 a +160
Viscosidad del aceite base, mm ² /s a 40 °C a 100 °C	70 9,4

¹⁾ Para conocer la temperatura de funcionamiento segura para la grasa, → sección “Margen de temperaturas – el concepto del semáforo de SKF”, desde la **página 232**

120 °C para los rodamientos rígidos de bolas y 150 °C para los rodamientos de bolas con contacto angular. Para un funcionamiento continuo por encima de estas temperaturas se recomienda utilizar rodamientos con aros dimensionalmente estabilizados para temperaturas de funcionamiento más altas, p.ej.

- hasta +150 °C, sufijo S0
- hasta +200 °C, sufijo S1.

No solemos tener en existencias rodamientos rígidos de bolas híbridos estabilizados a S0 ó S1 etc.

A petición, se pueden fabricar rodamientos híbridos con aros totalmente endurecidos, de acero inoxidable para rodamientos, con una buena resistencia a la corrosión, el desgaste y la oxidación y capaces de soportar altas temperaturas. Dichos rodamientos pueden funcionar a temperaturas de hasta 300 °C.

Si desea rodamientos híbridos hechos a medida con aros de un acero inoxidable especial para temperaturas criogénicas, o de aceros para herramientas para altas temperaturas, contacte con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF.

Los aros se pueden recubrir para protegerlos contra la corrosión, p.ej. con cromato de zinc o con cromo de baja densidad. Se pueden aplicar recubrimientos de baja fricción con una base de molibdeno para aplicaciones de vacío y de gas.

Datos generales

Dimensiones, tolerancias, juego interno

Los rodamientos rígidos de bolas híbridos SKF, son rodamientos normalizados y se fabrican con

- dimensiones principales según la normativa ISO 15:1998
- tolerancias Normales según la normativa ISO 492:2002
- un juego radial interno C3 según la normativa ISO 5753:1991 como estándar (→ tabla 2).

Desalineación

Los rodamientos rígidos de bolas híbridos tienen sólo una capacidad limitada para soportar la desalineación. La desalineación angular permisible entre los aros, que no producirá tensiones adicionales inadmisiblemente altas en el rodamiento, depende de

- el juego radial interno del rodamiento durante el funcionamiento
- el tamaño del rodamiento
- las fuerzas y los momentos que actúan sobre el rodamiento.

Dependiendo de las distintas influencias de los factores, la desalineación angular permisible se encuentra entre 2 y 10 minutos de arco. Cualquier desalineación aumentará el ruido del rodamiento y reducirá su vida útil.

Tabla 2

Tabla 2

Juego radial interno			
Diámetro del agujero d		Juego radial interno C3	
más de	hasta incl.	mín	máx
mm		μm	
10	10	8	23
	18	11	25
	30	13	28
40	40	15	33
	50	18	36
	65	23	43
80	80	25	51
	100	30	58
	120	36	66

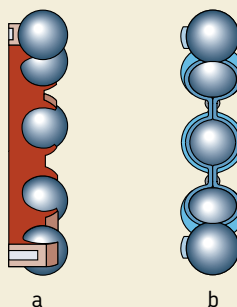
Jaulas

Dependiendo del tamaño del rodamiento, los rodamientos rígidos de bolas híbridos SKF están equipados con una

- jaula de poliamida 6,6 reforzada con fibra de vidrio y moldeada por inyección, de montaje a presión, centrada en las bolas, con el sufijo TN9 en su designación (→ **fig. 3a**)
- jaula remachada de chapa de acero, centrada en las bolas, sin sufijo en su designación (→ **fig. 3b**).

Los rodamientos híbridos con jaulas de poliamida 6,6 reforzada con fibra de vidrio, pueden funcionar a temperaturas de hasta **+120 °C**.

Fig. 3



Carga mínima

Con el fin de lograr un funcionamiento satisfactorio, los rodamientos rígidos de bolas híbridos, como los rodamientos estándar, se deben someter siempre a una carga mínima determinada. Por favor consulte la sección “Carga mínima” de los rodamientos rígidos de bolas estándar en la **página 298**.

No obstante, los rodamientos híbridos son generalmente menos propensos a dañar los caminos de rodadura con deslizamientos y adherencias causados por cargas demasiado ligeras. Esto los convierte en una buena alternativa para disposiciones de rodamientos sometidas a ciclos de carga variable que incluyan cargas ligeras.

Precarga axial

Para proporcionar un bajo nivel de ruido y un buen funcionamiento a altas velocidades, es normal precargar axialmente una disposición de rodamientos que comprenda dos rodamientos rígidos de bolas híbridos. Un método particularmente sencillo para aplicar la precarga axial, es utilizando arandelas de muelles, tal y como se describe en la sección “Precarga mediante muelles”, desde la **página 216**. Las precargas axiales recomendadas se pueden calcular según se indica en dicha sección. Para más información, consulte la sección “Precarga de rodamientos” desde la **página 206**.

Capacidad de carga axial

Si los rodamientos rígidos de bolas híbridos están sometidos a una carga puramente axial, ésta generalmente no debe exceder el valor de **0,5 C₀**. Los rodamientos pequeños (diámetro de agujero de hasta aproximadamente **12 mm**) y los rodamientos de la serie de diámetros ligera 0, no deben ser sometidos a una carga axial superior a **0,25 C₀**. Las cargas axiales excesivas pueden reducir la vida útil del rodamiento considerablemente.

Carga dinámica equivalente

$$P = F_r \quad \text{cuando } F_a/F_r \leq e$$
$$P = 0,46 F_r + Y F_a \quad \text{cuando } F_a/F_r > e$$

Tanto el factor e, como el factor Y depende de la relación $f_0 F_a/C_0$, donde f_0 es un factor de cálculo (\rightarrow tablas de productos), F_a la componente axial de la carga y C_0 la capacidad de carga estática básica.

Adicionalmente los factores están influenciados por la magnitud del juego radial interno. Para los rodamientos con un juego interno C3 montados con los ajustes habituales mostrados en las **tablas 2, 4 y 5** de las **páginas 169 a 171**, los valores para el factor e y el factor Y se muestran en la **tabla 3**.

Tabla 3

Factores de cálculo para los rodamientos rígidos de bolas híbridos con un juego radial interno C3		
$f_0 F_a/C_0$	e	Y
0,172	0,29	1,88
0,345	0,32	1,71
0,689	0,36	1,52
1,03	0,38	1,41
1,38	0,40	1,34
2,07	0,44	1,23
3,45	0,49	1,10
5,17	0,54	1,01
6,89	0,54	1,00

Los valores intermedios se obtienen mediante la interpolación lineal

Carga estática equivalente

$$P_0 = 0,6 F_r + 0,5 F_a$$

Si $P_0 < F_r$, tomar $P_0 = F_r$

Velocidades

Los rodamientos rígidos de bolas híbridos equipados con una jaula de poliamida pueden funcionar a velocidades que superan los valores indicados para los rodamientos hechos completamente de acero. Las velocidades límite que se muestran en las tablas de productos son válidas para los rodamientos con una jaula, obturación y la grasa estándar según la designación del rodamiento. Los rodamientos híbridos equipados con jaulas de poliéter-éter-cetona (PEEK) pueden funcionar a velocidades y a temperaturas más altas. Para más información, contacte con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF.

Los valores correspondientes a la “Velocidad de referencia” que aparecen con los rodamientos obturados, son válidos para los rodamientos con un diseño básico abierto y demuestran la velocidad de estos rodamientos. Para los rodamientos obturados, no se deberán exceder los valores de las “Velocidades límite”.

Los rodamientos híbridos funcionan perfectamente bajo condiciones vibratorias u oscilantes. Por tanto, no suele ser necesario aplicar grasas especiales o precargas bajo tales condiciones.

Propiedades del nitruro de silicio

Las propiedades del nitruro de silicio para rodamientos (Si_3N_4) se muestran en la sección “Materiales usados para los rodamientos”, que comienza en la **página 138**.

Propiedades eléctricas

Los rodamientos híbridos ofrecen una protección efectiva contra los daños del arco eléctrico a la grasa y a los caminos de rodadura, causados tanto por corrientes alternas, como continuas. La impedancia de un rodamiento híbrido es alta, incluso para frecuencias muy altas, lo que supone una protección excelente frente a corrientes de alta frecuencia y picos a través de los contactos de la bola/camino de rodadura. Para los rodamientos híbridos pequeños equipados

Rodamientos híbridos

con una obturación rozante de caucho nitrilo (NBR) reforzada con una chapa de acero, el nivel de tensión cuando tiene lugar la primera formación de arco a través del contacto de la obturación/rodamiento, es de más de 2,5 kV CC. Para más información, contacte con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF.

Designaciones complementarias

Los sufijos en las designaciones utilizados para identificar ciertas características de los rodamientos rígidos de bolas híbridos SKF, se explican a continuación.

C3	Juego radial interno mayor que Normal
F1	Grado del llenado de grasa: 10–15 % del espacio libre en el rodamiento
HC5	Elementos rodantes de nitruro de silicio
2RS1	Obturación rozante de caucho nitrilo (NBR) reforzada con una chapa de acero, a ambos lados del rodamiento
2RSH2	Obturación rozante de caucho fluorado (FKM) reforzada con una chapa de acero, a ambos lados del rodamiento
2RSL	Obturación de baja fricción de caucho nitrilo (NBR) reforzada con una chapa de acero, a ambos lados del rodamiento
2RZ	Obturación de baja fricción de caucho nitrilo (NBR) reforzada con una chapa de acero, a ambos lados del rodamiento
TNH	Jaula de poliéter-éter-cetona (PEEK) reforzada con fibra de vidrio y moldeada por inyección, de montaje a presión, centrada en las bolas
TN9	Jaula de poliamida 6,6 reforzada con fibra de vidrio y moldeada por inyección, de montaje a presión, centrada en las bolas
WT	Grasa con espesante de poliurea de consistencia 2–3 en la Escala NLGI para un margen de temperaturas de –40 a +160 °C (grado de llenado normal)

Selección del tamaño del rodamiento

Para seleccionar el tamaño necesario de los rodamientos rígidos de bolas híbridos, siga el procedimiento para los rodamientos hechos totalmente de acero en la sección “Selección del tamaño del rodamiento”, comenzando en la **página 49**. Debido a que las bolas cerámicas tienen un coeficiente de elasticidad más elevado, el factor de seguridad estático s_0 deberá incrementarse en

$$s_0 \text{ híbrido} = 1,1 s_0 \text{ totalmente de acero}$$

Los valores recomendados para s_0 para los rodamientos hechos totalmente de acero se muestran en la **tabla 10** de la **página 77**.

Lubricación

La mayoría de los rodamientos rígidos de bolas híbridos SKF, vienen obturados y engrasados de por vida. En el caso de los rodamientos abiertos y de que la lubricación sea con grasa, SKF recomienda la grasa SKF LGHP 2 para motores eléctricos. Para aplicaciones con una velocidad muy alta a temperaturas inferiores a los **+70 °C** se recomienda el uso de la grasa **LGLC 2** ó **LGLT 2** de SKF. Si desea más información sobre las grasas SKF, consulte la sección “Lubricación”, que comienza en la **página 229**.

Las aplicaciones que requieran una larga vida útil a velocidades extremadamente altas deberán lubricarse con aceite. Los dos métodos de lubricación recomendados en este caso son

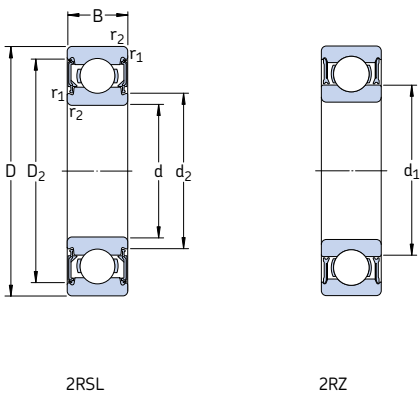
- lubricación por chorro de aceite
- lubricación por aire y aceite.

El sistema de lubricación por aire y aceite como, por ejemplo el sistema OLA de VOGEL (→ **fig. 4**), permite lograr una lubricación fiable con cantidades mínimas de aceite, lo cual reduce las temperaturas de funcionamiento, permite velocidades más elevadas y reduce las emisiones de aceite al ambiente.

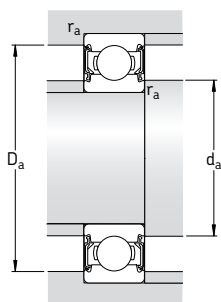
Para más información sobre el diseño de los sistemas de lubricación por aire y aceite, consulte la publicación **1-5012-3** “Oil + Air Systems” de VOGEL, o visite la página www.vogelag.com.



Rodamientos rígidos de bolas híbridos
obturados y engrasados de por vida
d **5 – 45** mm

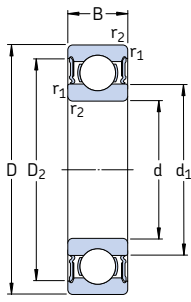


Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades		Masa	Designación
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _d	Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	rpm		kg	—
5	16	5	1,14	0,38	0,016	130 000	85 000	0,0050	625-2RZTN9/HC5C3WTF1
6	19	6	2,34	0,95	0,04	110 000	70 000	0,0080	626-2RSLTN9/HC5C3WTF1
7	19	6	2,34	0,95	0,04	110 000	70 000	0,0070	607-2RSLTN9/HC5C3WTF1
	22	7	3,45	1,37	0,057	95 000	63 000	0,012	627-2RSLTN9/HC5C3WTF1
8	22	7	3,45	1,37	0,057	95 000	63 000	0,012	608-2RSLTN9/HC5C3WTF1
10	26	8	4,75	1,96	0,083	85 000	56 000	0,018	6000-2RSLTN9/HC5C3WT
	30	9	5,4	2,36	0,1	75 000	50 000	0,032	6200-2RSLTN9/HC5C3WT
12	28	8	5,4	2,36	0,1	75 000	50 000	0,022	6001-2RSLTN9/HC5C3WT
	32	10	7,28	3,1	0,132	67 000	45 000	0,037	6201-2RSLTN9/HC5C3WT
15	32	9	5,85	2,85	0,12	63 000	43 000	0,030	6002-2RSLTN9/HC5C3WT
	35	11	8,06	3,75	0,16	60 000	40 000	0,044	6202-2RSLTN9/HC5C3WT
17	35	10	6,37	3,25	0,137	56 000	38 000	0,038	6003-2RSLTN9/HC5C3WT
	40	12	9,95	4,75	0,2	53 000	34 000	0,059	6203-2RSLTN9/HC5C3WT
20	42	12	9,95	5	0,212	48 000	32 000	0,062	6004-2RSLTN9/HC5C3WT
	47	14	13,5	6,55	0,28	45 000	30 000	0,097	6204-2RSLTN9/HC5C3WT
25	47	12	11,9	6,55	0,275	40 000	28 000	0,073	6005-2RSLTN9/HC5C3WT
	52	15	14,8	7,8	0,335	38 000	26 000	0,12	6205-2RSLTN9/HC5C3WT
30	55	13	13,8	8,3	0,355	34 000	24 000	0,11	6006-2RZTN9/HC5C3WT
	62	16	20,3	11,2	0,475	32 000	22 000	0,18	6206-2RZTN9/HC5C3WT
35	62	14	16,8	10,2	0,44	30 000	20 000	0,15	6007-2RZTN9/HC5C3WT
	72	17	27	15,3	0,655	28 000	18 000	0,26	6207-2RZTN9/HC5C3WT
40	68	15	17,8	11,6	0,49	28 000	18 000	0,19	6008-2RZTN9/HC5C3WT
	80	18	32,5	19	0,8	24 000	16 000	0,34	6208-2RZTN9/HC5C3WT
45	85	19	35,1	21,6	0,915	22 000	14 000	0,42	6209-2RZTN9/HC5C3WT
	100	25	55,3	31,5	1,34	20 000	4 500	0,77	6309-2RS1TN9/HC5C3WT

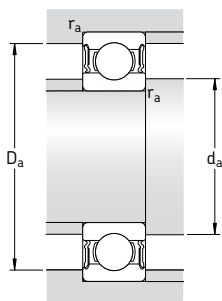


Dimensiones					Dimensiones de acuerdos y resaltes				Factor de cálculo
d	d ₁	d ₂	D ₂	r _{1,2} min	d _a min	d _a máx	D _a máx	r _a máx	f ₀
mm					mm				–
5	8,4	–	13,3	0,3	7,4	–	13,6	0,3	8,4
6	–	9,5	16,5	0,3	8,4	9,4	16,6	0,3	13
7	–	9,5	16,5	0,3	9	9,4	17	0,3	13
	–	10,6	19,2	0,3	9,4	10,5	19,6	0,3	12
8	–	10,6	19,2	0,3	10	10,5	20	0,3	12
10	–	13	22,6	0,3	12	12,5	24	0,3	12
	–	15,2	24,8	0,6	14,2	15	25,8	0,6	13
12	–	15,2	24,8	0,3	14	15	26	0,3	13
	–	16,6	27,4	0,6	16,2	16,5	27,8	0,6	12
15	–	18,7	28,2	0,3	17	18,5	30	0,3	14
	–	19,4	30,4	0,6	19,2	19,4	30,8	0,6	13
17	–	20,7	31,4	0,3	19	20,5	33	0,3	14
	–	22,2	35	0,6	21,2	22	35,8	0,6	13
20	–	24,9	37,2	0,6	23,2	24,5	38,8	0,6	14
	–	26,3	40,6	1	25,6	26	41,4	1	13
25	–	29,7	42,2	0,6	28,2	29,5	43,8	0,6	14
	–	31,8	46,3	1	30,6	31,5	46,4	1	14
30	38,2	–	49	1	34,6	–	50,4	1	15
	40,4	–	54,1	1	35,6	–	56,4	1	14
35	43,8	–	55,6	1	39,6	–	57,4	1	15
	46,9	–	62,7	1,1	42	–	65	1	14
40	49,3	–	61,1	1	44,6	–	63,4	1	15
	52,6	–	69,8	1,1	47	–	73	1	14
45	57,6	–	75,2	1,1	52	–	78	1	14
	62,2	–	86,7	1,5	54	–	91	1,5	13

Rodamientos rígidos de bolas híbridos
obturados y engrasados de por vida
d **50 – 60** mm

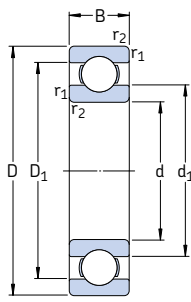


Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga P_u	Velocidades		Masa	Designación
d	D	B	dinámica C	estática C_0		Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	rpm		kg	—
50	90	20	37,1	23,2	0,98	20 000	4 800	0,44	6210-2RS1/HC5C3WT
	110	27	65	38	1,6	18 000	4 300	0,92	6310-2RS1/HC5C3WT
55	100	21	46,2	29	1,25	19 000	4 300	0,59	6211-2RS1/HC5C3WT
	120	29	74,1	45	1,9	17 000	3 800	1,20	6311-2RS1/HC5C3WT
60	110	22	55,3	36	1,53	17 000	4 000	0,71	6212-2RS1/HC5C3WT
	130	31	85,2	52	2,2	15 000	3 400	1,50	6312-2RS1/HC5C3WT
65	120	23	58,5	40,5	1,73	16 000	3 600	0,92	6213-2RS1/HC5C3WT
	140	33	97,5	60	2,5	14 000	3 200	1,85	6313-2RS1/HC5C3WT
70	125	24	63,7	45	1,9	15 000	3 400	1,00	6214-2RS1/HC5C3WT
75	130	25	68,9	49	2,04	14 000	3 200	1,05	6215-2RS1/HC5C3WT

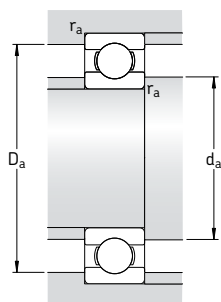


Dimensiones				Dimensiones de acuerdos y resaltes			Factor de cálculo
d	d ₁ ~	D ₂ ~	r _{1,2} mín	d _a mín	D _a máx	r _a máx	f ₀
mm				mm			–
50	62,5 68,8	81,6 95,2	1,1 2	57 61	83 99	1 2	14 13
55	69,1 75,3	89,4 104	1,5 2	64 66	91 109	1,5 2	14 13
60	75,5 81,9	98 112	1,5 2,1	69 72	101 118	1,5 2	14 13
65	83,3 88,4	106 121	1,5 2,1	74 77	111 128	1,5 2	15 13
70	87,1	111	1,5	79	116	1,5	15
75	92,1	117	1,5	84	121	1,5	15

Rodamientos rígidos de bolas híbridos
d 65 – 110 mm



Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga P_u	Velocidades		Masa	Designación
d	D	B	C	C_0		Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	rpm		kg	–
65	100	18	31,9	25	1,06	18 000	10 000	0,41	6013/HC5C3
	120	23	58,5	40,5	1,73	16 000	8 500	0,92	6213/HC5C3
70	110	20	39,7	31	1,32	16 000	9 000	0,57	6014/HC5C3
	125	24	63,7	45	1,9	15 000	8 500	0,99	6214/HC5C3
75	160	37	119	76,5	3	12 000	6 700	2,60	6315/HC5C3
80	170	39	130	86,5	3,25	12 000	6 300	2,80	6316/HC5C3
95	200	45	159	118	4,15	9 500	5 300	4,90	6319/HC5C3
110	240	50	203	180	5,7	8 000	4 500	8,15	6322/HC5C3T



Dimensiones				Dimensiones de acuerdos y resaltes			Factor de cálculo
d	d ₁ ~	D ₁ ~	r _{1,2} mín	d _a mín	D _a máx	r _a máx	f ₀
mm				mm			–
65	76,3 83,3	91,5 106	1,1 1,5	71 74	94 111	1 1,5	16 15
70	82,9 87,1	99,9 111	1,1 1,5	76 79	104 116	1 1,5	16 15
75	101	138	2,1	87	148	2	13
80	108	147	2,1	92	158	2	13
95	121	172	3	109	186	2,5	13
110	149	205	3	124	226	2,5	13



Rodamientos INSOCOAT®

Diseños de los rodamientos INSOCOAT	913
Rodamientos INSOCOAT con aro exterior recubierto	913
Rodamientos INSOCOAT con aro interior recubierto	913
Otros rodamientos INSOCOAT	913
Datos generales	914
Dimensiones	914
Tolerancias	914
Juego interno	914
Jaulas	914
Carga mínima	914
Capacidad de carga axial	914
Cargas equivalentes	914
Propiedades eléctricas	915
Diseño de los componentes adyacentes	915
Montaje y mantenimiento	915
Información adicional	915
Tablas de productos	916
Rodamientos rígidos de bolas INSOCOAT	916
Rodamientos de rodillos cilíndricos INSOCOAT	918

Los rodamientos en motores eléctricos, generadores o equipos afines corren el riesgo de ser afectados por el paso de una corriente eléctrica, que podría dañar las superficies de sus elementos rodantes y caminos de rodadura además de degradar la grasa rápidamente. El riesgo de daño denominado erosión eléctrica, es considerablemente mayor cuando un convertidor de frecuencia controla la maquinaria eléctrica, lo que es cada vez más común. En la aplicación, existe el riesgo adicional que suponen las corrientes de alta frecuencia, debido a las capacidades de dispersión inherentes dentro de la maquinaria eléctrica.

Para proteger los rodamientos del paso de la corriente eléctrica, SKF ha desarrollado los rodamientos INSOCOAT® rodamientos aislados contra la electricidad (→ **fig. 1**). Un rodamiento INSOCOAT es una solución muy económica comparada con otros métodos de aislamiento para proteger el rodamiento. Al integrar la función de aislamiento contra la electricidad dentro del rodamiento, SKF ha logrado incrementar la fiabilidad y el tiempo operativo de la máquina, prácticamente eliminando los problemas de erosión eléctrica.

Los rodamientos INSOCOAT tienen una capa de óxido de aluminio nominal de **100 µm** de grosor en la superficie exterior del aro exterior o interior, que puede soportar tensiones de hasta **1 000 V CC**. La técnica utilizada por SKF para recubrir el rodamiento con un spray de plasma, permite un recubrimiento con un grosor extremadamente uniforme, que posteriormente recibe un tratamiento para hacerlo insensible al vaho y a la humedad.

Los rodamientos INSOCOAT son resistentes y se deben manipular del mismo modo que los rodamientos normales no aislados.

Fig. 1



Diseños de los rodamientos INSOCOAT

Los rodamientos INSOCOAT están disponibles en los tamaños y variantes más utilizados, como

- rodamientos rígidos de una hilera de bolas
- rodamientos de una hilera de rodillos cilíndricos

El rendimiento, así como la precisión dimensional y la exactitud de giro de los rodamientos INSOCOAT son idénticos a los de los rodamientos estándar no aislados.

La gama estándar SKF, incluye rodamientos con el aro exterior o interior recubiertos, con un diseño abierto. SKF también puede suministrar rodamientos rígidos de bolas con placas de protección Z o con obturaciones rozantes RS1. Antes de decidirse por un diseño y realizar el pedido, contacte con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF.

Rodamientos INSOCOAT con aro exterior recubierto

Los rodamientos con un aislamiento contra la electricidad en las superficies externas del aro exterior son los rodamientos INSOCOAT más comunes. Se identifican por el sufijo VL0241.

Para aplicaciones que requieran rodamientos más pequeños, no mostrados en la tabla de productos de la **página 916**, SKF recomienda utilizar rodamientos rígidos de bolas híbridos (→ **página 897**).

Rodamientos INSOCOAT con aro interior recubierto

Los rodamientos con un recubrimiento aislante contra la electricidad INSOCOAT en las superficies externas del aro interior (→ **fig. 2**) ofrecen una mayor protección frente a la erosión eléctrica, debido a una mayor impedancia gracias a una superficie recubierta más pequeña. Se identifican por el sufijo VL02071.

Otros rodamientos INSOCOAT

Si la gama estándar de rodamientos rígidos de bolas y rodamientos de rodillos cilíndricos INSOCOAT no es adecuada, póngase en contacto con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF para más información sobre el programa completo de fabricación de los rodamientos INSOCOAT. Bajo pedido, se pueden suministrar otros tipos y tamaños de rodamientos INSOCOAT que no aparecen en la gama estándar, además de los rodamientos INSOCOAT con una capa de óxido de aluminio de hasta **300 µm** de grosor en el aro exterior.



Fig. 2

Datos generales

Dimensiones

Las dimensiones principales de los rodamientos rígidos de bolas y los rodamientos de rodillos cilíndricos INSOCOAT cumplen con la normativa **ISO 15:1998**.

Tolerancias

Los rodamientos INSOCOAT se fabrican con tolerancias Normales. Algunos rodamientos rígidos de bolas también están disponibles con una precisión más alta según la clase de tolerancia P5. Los valores correspondientes a las tolerancias cumplen con la normativa **ISO 492:2002** y se muestran en las **tablas 3 y 5** de las **páginas 125 y 127**.

La capa de óxido de aluminio aplicada a las superficies exteriores del aro exterior o interior, no afecta la precisión del rodamiento.

Juego interno

Los rodamientos rígidos de bolas y los rodamientos de rodillos cilíndricos INSOCOAT se fabrican, como estándar, con el juego radial interno que se muestra en la designación del rodamiento. La disponibilidad de rodamientos con un juego diferente del estándar deberá comprobarse antes de realizar el pedido.

Encontrará los límites de juego para

- los rodamientos rígidos de bolas, en la **tabla 4** de la **página 297**
- los rodamientos de rodillos cilíndricos, en la **tabla 1** de la **página 513**.

Los valores son válidos para los rodamientos antes de montar y sin carga.

Jaulas

Dependiendo del tipo y tamaño del rodamiento, los rodamientos INSOCOAT están equipados, como estándar, con una de las siguientes jaulas

- una 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.

- una jaula remachada de chapa de acero, centrada en las bolas, sin sufijo en su designación
- una jaula mecanizada de latón de dos piezas, centrada en los elementos rodantes, con el sufijo M en su designación.

Para obtener más información sobre estas jaulas, consulte las secciones “Rodamientos rígidos de bolas”, que comienza en la **página 287**, y “Rodamientos de rodillos cilíndricos”, comenzando en la **página 503**.

Carga mínima

Con el fin de lograr un funcionamiento satisfactorio, los rodamientos INSOCOAT, como los rodamientos estándar no aislados, se deben someter siempre a una carga mínima determinada. Las recomendaciones para calcular las cargas mínimas requeridas son idénticas a las de los rodamientos estándar no aislados, y se muestran para

- rodamientos rígidos de bolas, en la **página 298**
- rodamientos de rodillos cilíndricos, en la **página 517**.

Capacidad de carga axial

La capacidad de carga axial de los rodamientos INSOCOAT es idéntica a la de los rodamientos estándar no aislados. Encontrará recomendaciones para los

- rodamientos rígidos de bolas, en la **página 299**
- rodamientos de rodillos cilíndricos, en la **página 518**.

Cargas equivalentes

Las recomendaciones para calcular las cargas dinámicas y estáticas equivalentes de los rodamientos INSOCOAT son idénticas que las de los rodamientos estándar correspondientes, y se muestran para los

- rodamientos rígidos de bolas, en la **página 299**
- rodamientos de rodillos cilíndricos, en la **página 519**.

Propiedades eléctricas

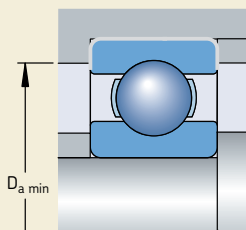
El recubrimiento INSOCOAT proporciona una protección eficaz contra las corrientes CA y CC. La resistencia óhmica mínima es de **50 MΩ** a **1 000 V CC**. Las pruebas realizadas en SKF, han demostrado que el fallo eléctrico del recubrimiento aislante tiene lugar por encima de los **3 000 V CC**.

Diseño de los componentes adyacentes

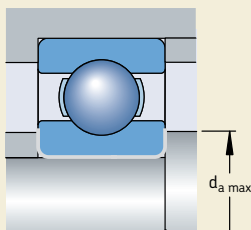
Por motivos de aislamiento se recomienda que para

- los rodamientos con el aro exterior recubierto, tipo VL0241, el reborde del alojamiento o el casquillo distanciador no deberán tener un diámetro inferior a las dimensiones del resalte $D_{a \text{ mín}}$ (→ **fig. 3a**) que se muestra en las tablas de productos
- los rodamientos con el aro interior recubierto, tipo VL2071, el reborde del eje o el casquillo distanciador no deberán tener un diámetro superior a las dimensiones del resalte $d_{a \text{ máx}}$ (→ **fig. 3b**) que se muestra en las tablas de productos.

Fig. 3



a



b

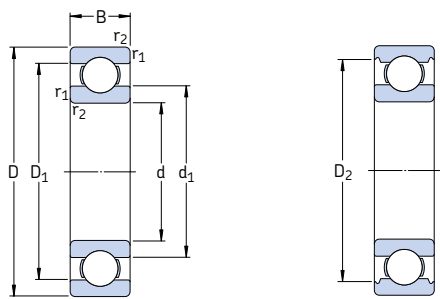
Montaje y mantenimiento

Durante el montaje, los rodamientos **INSOCOAT** deben ser manipulados de la misma manera que los rodamientos estándar. Una lubricación adecuada es importante para aprovechar al máximo la vida útil de los rodamientos **INSOCOAT**. El mejor método es mediante un reengrase frecuente.

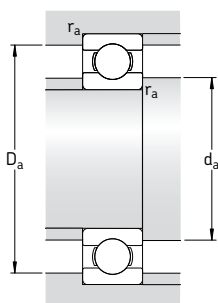
Información adicional

Para más información sobre los rodamientos **INSOCOAT**, contacte con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF.

Rodamientos rígidos de bolas INSOCOAT
d 70 – 150 mm

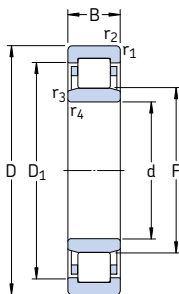


Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga P_u	Velocidades		Masa	Designación
d	D	B	dinámica C	estática C_0		Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	rpm		kg	–
70	150	35	104	68	2,75	9 500	6 300	2,50	6314/C3VL0241
75	130	25	66,3	49	2,04	10 000	6 700	1,20	6215/C3VL0241
	160	37	114	76,5	3	9 000	5 600	3,05	6315/C3VL0241
80	140	26	70,2	55	2,2	9 500	6 000	1,40	6216/C3VL0241
	170	39	124	86,5	3,25	8 500	5 300	3,55	6316/C3VL0241
85	150	28	83,2	64	2,5	9 000	5 600	1,75	6217/C3VL0241
	180	41	133	96,5	3,55	8 000	5 000	4,10	6317/C3VL0241
90	160	30	95,6	73,5	2,8	8 500	5 300	2,40	6218/C3VL0241
	190	43	143	108	3,8	7 500	4 800	4,90	6318/C3VL0241
95	170	32	108	81,5	3	8 000	5 000	2,50	6219/C3VL0241
	200	45	153	118	4,15	7 000	4 500	5,65	6319/C3VL0241
100	180	34	124	93	3,35	7 500	4 800	3,15	6220/C3VL0241
	215	47	174	140	4,75	6 700	4 300	7,00	6320/C3VL0241
110	200	38	143	118	4	6 700	4 300	4,25	6222/C3VL0241
	240	50	203	180	5,7	6 000	3 800	9,65	6322/C3VL0241
120	215	40	146	118	3,9	6 300	4 000	5,20	6224/C3VL0241
	260	55	208	186	5,7	5 600	3 400	12,5	6324/C3VL0271
130	230	40	156	132	4,15	5 600	3 600	5,75	6226/C3VL0271
	280	58	229	216	6,3	5 000	3 200	15,2	6326/C3VL0271
140	300	62	251	245	7,1	4 800	4 300	21,8	6328 M/C3VL0271
150	270	45	174	166	4,9	5 000	3 200	9,80	6230/C3VL0271
	320	65	276	285	7,8	4 300	2 800	23,0	6330/C3VL0271

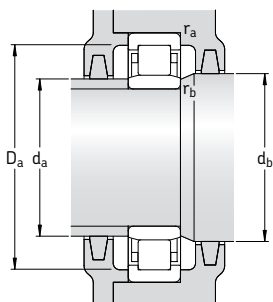


Dimensiones					Dimensiones de acuerdos y resaltes					Factores de cálculo	
d	d ₁	D ₁	D ₂	r _{1,2} min	d _a min	d _a máx	D _a min	D _a máx	r _a máx	k _r	f ₀
mm	~	~	~		mm					~	
70	95	126	132	2,1	82	–	136	138	2	0,03	13
75	92 101	114 134	118 141	1,5 2,1	84 87	– –	121 146	121 148	1,5 2	0,025 0,03	15 13
80	101 108	127 143	122 149	2 2,1	91 92	– –	128 154	129 158	2 2	0,025 0,03	15 13
85	106 115	130 152	134 158	2 3	96 99	– –	139 163	139 166	2 2,5	0,025 0,03	15 13
90	112 121	139 160	145 166	2 3	101 104	– –	149 171	149 176	2 2,5	0,025 0,03	15 13
95	118 127	146 169	151 174	2,1 3	107 109	– –	156 179	158 186	2 2,5	0,025 0,03	14 13
100	125 135	155 181	160 186	2,1 3	112 114	– –	165 191	168 201	2 2,5	0,025 0,03	14 13
110	138 149	173 201	179 207	2,1 3	122 124	– –	184 213	188 226	2 2,5	0,025 0,03	14 13
120	151 164	184 216	189 –	2,1 3	132 134	– 158	194 –	203 246	2 2,5	0,025 0,03	14 14
130	160 177	199 233	205 –	3 4	144 147	154 171	– –	216 263	2,5 3	0,025 0,03	15 14
140	190	250	–	4	157	185	–	283	3	0,03	14
150	190 206	229 265	– –	3 4	164 167	185 200	– –	256 303	2,5 3	0,025 0,03	15 14

Rodamientos de rodillos cilíndricos INSOCOAT
d 75 – 120 mm

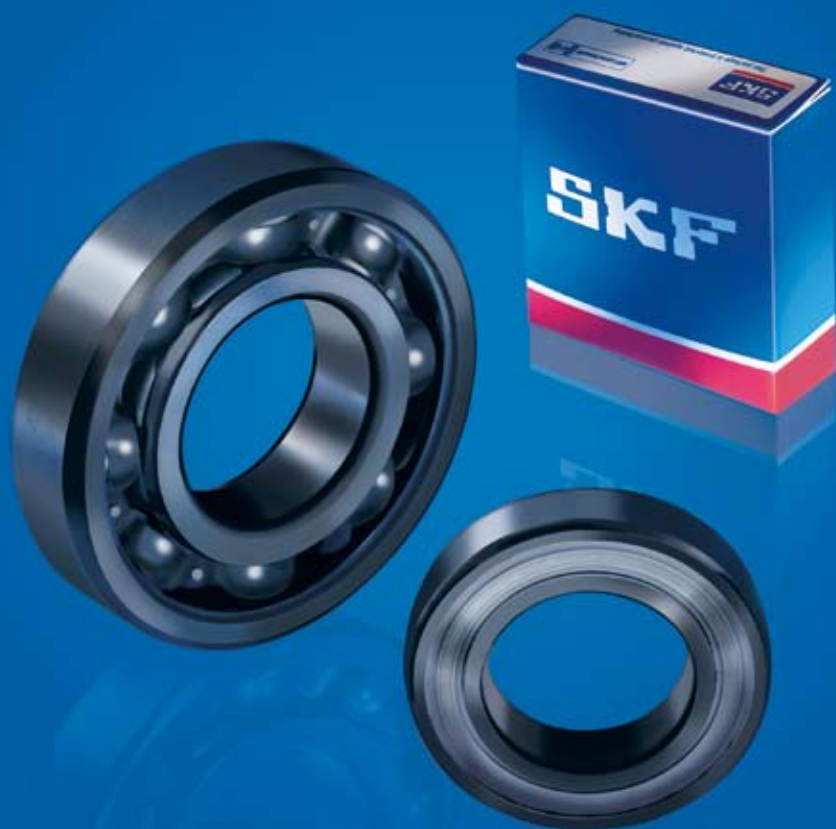


Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades		Masa	Designación
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _u	Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	rpm		kg	–
75	160	37	280	265	33,5	4 500	5 300	3,30	* NU 315 ECP/VL0241
85	180	41	340	335	41,5	4 000	4 800	5,25	* NU 317 ECM/C3VL0241
90	160	30	208	220	27	4 500	5 000	2,75	* NU 218 ECM/C3VL0241
95	200	45	390	390	46,5	3 600	4 300	7,25	* NU 319 ECM/C3VL0241
110	240	50	530	540	61	3 000	3 400	12,0	* NU 322 ECM/C3VL0241
120	260	55	610	620	69,5	2 800	3 200	15,2	* NU 324 ECM/C3VL0241



Dimensiones						Dimensiones de acuerdos y resaltes							Factor de cálculo
d	D ₁ ~	F	r _{1,2} min	r _{3,4} min	s ¹⁾	d _a min	d _a máx	d _b min	D _a min	D _a máx	r _a máx	r _b máx	k _r
mm						mm							—
75	136	95	2,1	2,1	1,8	87	92	97	141	148	2	2	0,15
85	153	108	3	3	2,3	99	105	111	158	166	2,5	2,5	0,15
90	139	107	2	2	1,8	101	104	110	144	149	2	2	0,15
95	170	121,5	3	3	2,9	109	118	124	175	186	2,5	2,5	0,15
110	201	143	3	3	3	124	139	146	207	226	2,5	2,5	0,15
120	219	154	3	3	3,7	134	150	157	225	246	2,5	2,5	0,15

¹⁾ Desplazamiento axial admisible desde la posición normal de un aro del rodamiento en relación al otro



Rodamientos y unidades de rodamientos para altas temperaturas

Rodamientos rígidos de bolas para altas temperaturas.....	923
Diseño VA201 para las aplicaciones más comunes	923
Diseño 2Z/VA201 con placas de protección.....	923
Diseño 2Z/VA208 para altas exigencias.....	923
Diseño 2Z/VA228 para las necesidades más exigentes	924
Diseño 2Z/VA216 para entornos agresivos	924
Rodamientos Y para altas temperaturas	924
Rodamientos Y de diseño VA201 y VA228.....	924
Soportes con rodamientos Y para altas temperaturas	925
Datos generales	926
Dimensiones.....	926
Tolerancias.....	926
Juego interno.....	926
Desalineación	926
Velocidades	927
Diseño de los componentes adyacentes	927
Selección del tamaño del rodamiento	928
Mantenimiento	929
Información adicional	929
Tablas de productos.....	930
Rodamientos rígidos de una hilera de bolas para altas temperaturas	930
Rodamientos Y para altas temperaturas con prisioneros para ejes métricos	934
Rodamientos Y para altas temperaturas con prisioneros para ejes en pulgadas.....	935
Soportes de pie con rodamientos Y para altas temperaturas y ejes métricos.....	936
Soportes de pie con rodamientos Y para altas temperaturas y ejes en pulgadas	937
Soportes de brida cuadrados con rodamientos Y para altas temperaturas y ejes métricos.....	938
Soportes de brida cuadrados con rodamientos Y para altas temperaturas y ejes en pulgadas .	939
Soportes de brida ovalados con rodamientos Y para altas temperaturas y ejes métricos.....	940
Soportes de brida ovalados con rodamientos Y para altas temperaturas y ejes en pulgadas	941

Fig. 1



Para disposiciones de rodamientos que deban funcionar a temperaturas extremas en el margen de -150 a $+350$ °C, o que deban soportar diferencias de temperatura muy grandes, p.ej. en carillos de secadero, hornos o transportadores para los equipos de lacado, los rodamientos normales no son apropiados. Por tanto, SKF ha desarrollado los siguientes rodamientos y unidades para altas temperaturas

- rodamientos rígidos de bolas (→ fig. 1)
- rodamientos Y (→ fig. 2)
- soportes de pie con rodamientos Y (→ fig. 3)
- soportes de brida con rodamientos Y

para satisfacer los distintos requisitos de ingeniería, y para lograr

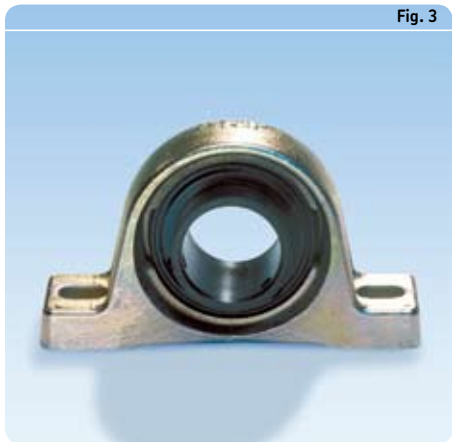
Fig. 2



- un menor coste de funcionamiento de la máquina
- una mayor vida útil sin mantenimiento
- una alta fiabilidad de funcionamiento

en este amplio margen de temperaturas, incluso en un entorno severo. Los rodamientos y las unidades para altas temperaturas de la gama SKF estándar, se describen a continuación y se muestran en las tablas de productos correspondientes. Bajo pedido especial, SKF puede fabricar rodamientos para temperaturas extremadamente bajas o altas, que se diseñan para satisfacer necesidades concretas. Si necesita dichos productos de ingeniería, deberá contactar con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF.

Fig. 3



Rodamientos rígidos de bolas para altas temperaturas

El diseño de los rodamientos rígidos de bolas SKF para altas y bajas temperaturas se corresponde con el de los rodamientos rígidos de una hilera de bolas estándar. No tienen escotes de llenado y son capaces de soportar cargas axiales moderadas además de cargas radiales. Las características de estos rodamientos incluyen un juego radial interno grande y jaulas especiales. El juego es cuatro veces el juego C5 y evita que los rodamientos se agarroten incluso cuando se enfrían rápidamente. Todas las superficies de los rodamientos y las placas de protección están fosfatadas con manganeso. Se logra así una protección contra la corrosión y se mejoran las propiedades de funcionamiento.

Los rodamientos rígidos de bolas SKF para altas temperaturas tienen un agujero cilíndrico y están disponibles en cinco diseños diferentes como se describe a continuación:

Diseño VA201 para las aplicaciones más comunes

Los rodamientos con un diseño VA201 (→ fig. 4a) no están obturados y tienen una jaula de chapa de acero. Están lubricados con una mezcla de glicol polialquileo/grafito que puede utilizarse a temperaturas de entre -40 y $+250$ °C. A temperaturas superiores a los $+200$ °C, persiste la lubricación en seco.

Diseño 2Z/VA201 con placas de protección

Los rodamientos con un diseño 2Z/VA201 (→ fig. 4b) tienen el mismo diseño que los rodamientos VA201 pero además tienen placas de protección a ambos lados para evitar la entrada de contaminantes sólidos. Además, estos rodamientos tienen el doble de mezcla de glicol polialquileo/grafito que los rodamientos abiertos VA201.

Nota

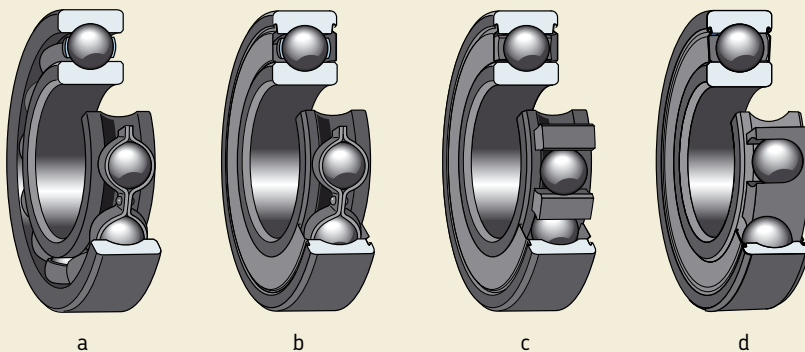
Los rodamientos de diseño 2Z/VA 201 no se recomiendan para aplicaciones principalmente no rotatorias.

Diseño 2Z/VA208 para altas exigencias

Estos rodamientos (→ fig. 4c) tienen una jaula segmentada de grafito y se pueden utilizar a temperaturas de entre -150 y $+350$ °C. Los segmentos separan las bolas y también garantizan la lubricación necesaria. Los rodamientos están equipados con dos placas de protección, que guían axialmente los segmentos de la jaula y evitan la entrada de contaminantes sólidos. Las cantidades diminutas de polvo de grafito liberadas por la jaula durante la rotación, ofrecen una lubricación adecuada para el rodamiento.

Una ventaja adicional de estos rodamientos es que son ecológicos. Incluso a temperaturas máximas, no emiten gases ni vapores peligrosos.

Fig. 4



Diseño 2Z/VA228 para las necesidades más exigentes

Los rodamientos del diseño 2Z/VA228 (→ fig. 4d) pertenecen a “la gama alta” de los productos SKF para altas temperaturas. Van equipados con una jaula de tipo “corona” de grafito puro, que expande el campo de aplicación de estos rodamientos para altas temperaturas. La jaula con diseño de “corona” es única de SKF y permite velocidades de funcionamiento de hasta **100 rpm**.

Por lo demás, estos rodamientos son iguales a los VA208.

Diseño 2Z/VA216 para entornos agresivos

Para las disposiciones de rodamientos en entornos agresivos, se recomienda los rodamientos de diseño 2Z/VA216. Dichos rodamientos van engrasados con una grasa multi-uso de color crema-blanco, con una base de aceite de poliéter fluorado mezclado con PTFE, para unas temperaturas de funcionamiento de entre **-40** y **+230 °C**. Salvo esta excepción, los rodamientos tienen el mismo diseño que los **2Z/VA201**.

Para casos normales, el llenado de lubricante es de entre el 25 y el **35 %**. A petición, se pueden suministrar otros grados de llenado.

Rodamientos Y para altas temperaturas

Los rodamientos Y para altas temperaturas de SKF se corresponden en diseño con los rodamientos Y pertinentes de la serie **YAR 2-2FW** con prisioneros. Las características de estos rodamientos para temperaturas extremas incluyen un gran juego radial interno y jaulas y placas de protección especiales. Como ocurre con los rodamientos rígidos de bolas para altas temperaturas, todas las superficies de los rodamientos Y están fosfatadas con manganeso. Se logra así una protección contra la corrosión y se mejoran las propiedades de funcionamiento.

Los rodamientos Y de SKF para altas y bajas temperaturas están disponibles con dos diseños diferentes:

Rodamientos Y de diseño VA201 y VA228

Los rodamientos Y de diseño VA201 (→ fig. 5a) y VA228 (→ fig. 5b) tienen las mismas características que los rodamientos rígidos de bolas con la misma identificación V, con la excepción del juego del rodamiento, que es sólo el doble de grande que el juego C5. Los rodamientos Y van equipados con placas de protección de chapa de acero y placas deflectoras a ambos lados, que los protegen de los contaminantes sólidos.

Fig. 5

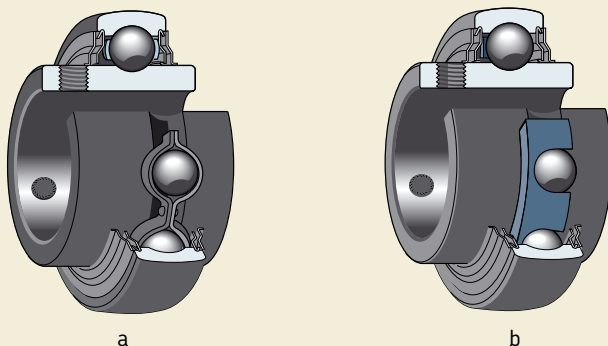


Fig. 6



Soportes con rodamientos Y para altas temperaturas

Las unidades de rodamientos Y para altas temperaturas tienen un soporte de fundición gris y están disponibles en tres diseños diferentes como

- unidades con soportes de pie (→ **fig. 6**)
- unidades con soportes de brida cuadrados con cuatro orificios para los tornillos (→ **fig. 7**)
- unidades con soportes de bridas ovalados con dos orificios para los tornillos (→ **fig. 8**)

Los rodamientos Y incorporados a estas unidades son los descritos anteriormente.

Los soportes de fundición de las unidades son intercambiables con los de las unidades de rodamientos Y estándar, con la excepción de unos pocos tamaños con algunas dimensiones ligeramente distintas. Los soportes están recubiertos de cinc y cromados en amarillo para lograr una mayor protección frente a la corrosión.

Los soportes no tienen boquilla engrasadora ya que los rodamientos alojados están lubricados de por vida. El agujero del soporte está recubierto con una pasta lubricante y las tolerancias son tales que permiten soportar desalineaciones iniciales, incluso a altas temperaturas.

Fig. 7



Fig. 8



Datos generales

Dimensiones

Las dimensiones principales de

- los rodamientos rígidos de bolas cumplen con la normativa **ISO 15:1998**
- los rodamientos Y cumplen con la normativa **ISO 9628:1992**
- las unidades de rodamientos Y cumplen con la normativa **ISO 3228:1993**.

Tolerancias

Los rodamientos rígidos de bolas y los rodamientos Y se fabrican con tolerancias Normales según las normativas

- **ISO 492:2002** (→ **tabla 3, página 125**) y
- **ISO 9628:1992** (→ **tabla 1**), respectivamente

No obstante, puesto que la superficie de los rodamientos lleva un tratamiento especial para protegerlos contra la corrosión y mejorar así su funcionamiento, puede haber ligeras desviaciones con respecto a las tolerancias estándar. Tales desviaciones no afectan el montaje o el funcionamiento del rodamiento.

Los rodamientos Y para ejes en pulgadas están hechos con las mismas tolerancias que los rodamientos básicos correspondientes para ejes métricos.

Las tolerancias para la altura desde la base de apoyo al eje, dimensión H_1 de las unidades con soporte de pie, son de **0/-0,25 mm**.

Juego interno

Los rodamientos rígidos de bolas SKF para altas temperaturas, se fabrican con un juego cuatro veces mayor que el juego C5 estándar. Los rodamientos Y, y las correspondientes unidades de rodamientos Y, tienen un juego el doble de grande que el juego C5 estándar, según la normativa **ISO 5753:1991**.

Los límites del juego para los distintos rodamientos se muestran en la **tabla 2** y son válidos para los rodamientos antes de montar y sin carga.

Desalineación

Debido a su gran juego interno, los rodamientos rígidos de bolas para altas temperaturas pueden tolerar desalineaciones angulares del aro exterior respecto al aro interior de entre 20 y 30 minutos de arco. Esto es solamente aplicable cuando los rodamientos giran lentamente ya que las condiciones de rodadura del rodamiento bajo tales desalineaciones son desfavorables.

Durante el montaje las unidades de rodamientos Y son capaces de compensar errores de desalineación de hasta **5°**.

Tabla 1

Tolerancias de los rodamientos Y					
Diámetro nominal d, D más de hasta incl.		Diámetro del agujero Desviación		Diámetro exterior Desviación	
		sup.	inf.	sup.	inf.
mm		µm		µm	
18	30	+18	0	–	–
30	50	+21	0	0	-10
50	80	+24	0	0	-10
80	120	+28	0	0	-15

Tabla 2

Juego radial interno					
Diámetro del agujero d más de hasta incl.		Juego radial interno Rodamientos rígidos de bolas		Rodamientos Y Unidades de rodamientos Y	
		mín	máx	mín	máx
mm		µm		µm	
	10	80	148	–	–
10	18	100	180	–	–
18	24	112	192	56	96
24	30	120	212	60	106
30	40	160	256	80	128
40	50	180	292	90	146
50	65	220	360	110	180
65	80	260	420	–	–
80	100	300	480	–	–
100	120	360	560	–	–

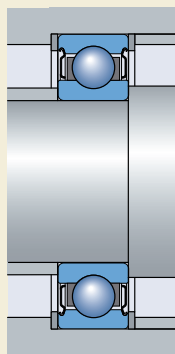
Velocidades

Los rodamientos rígidos de bolas así como los rodamientos Y de SKF para altas temperaturas con diseños VA201, VA208 y VA228 están diseñados para disposiciones de rodamientos que giren lentamente, es decir, unas pocas revoluciones por minuto. La experiencia ha demostrado, no obstante, que los rodamientos pueden funcionar durante largos períodos a velocidades de hasta **100 rpm** sin mantenimiento. Se recomienda contactar con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF si los rodamientos se van a utilizar a velocidades más altas.

Diseño de los componentes adyacentes

Es aconsejable que las placas de protección de los rodamientos rígidos de bolas con diseño 2Z/VA228 y 2Z/VA208 vayan apoyadas, debido al guiado axial que tienen que proporcionar para la jaula de grafito (→ **fig. 9**). Por tanto, se recomienda que el resalte del soporte o el agujero del casquillo distanciador tenga un diámetro más pequeño que el diámetro del resalte del aro exterior D_2 indicado en las tablas de productos. De no ser posible, se deberá insertar una arandela de apoyo, con un diámetro de agujero de alojamiento apropiado entre el rodamiento y el resalte del soporte o el casquillo distanciador.

Fig. 9



Selección del tamaño del rodamiento

El tamaño necesario viene determinado por la capacidad de carga estática C_0 , ya que los rodamientos y las unidades de rodamientos para altas temperaturas giran a velocidades muy bajas.

A altas temperaturas, la capacidad de carga del rodamiento se reduce. Para tener esto en cuenta se debe multiplicar la capacidad de carga estática C_0 por un factor de temperatura f_T .

La capacidad de carga estática requerida se puede calcular según

$$C_{0\text{ req}} = 2 P_0 / f_T$$

donde

$C_{0\text{ req}}$ = capacidad de carga estática requerida, kN

P_0 = carga estática equivalente, kN

f_T = factor de temperatura (→ **tabla 3**)

La carga estática equivalente P_0 se obtiene con la fórmula

$$P_0 = 0,6 F_r + 0,5 F_a$$

donde

F_r = carga radial real del rodamiento, kN

F_a = carga axial real del rodamiento, kN

Al calcular P_0 se deberá utilizar la carga máxima posible así como sus componentes radiales y

axiales incorporados a la ecuación anterior. Si $P_0 < F_r$, entonces se deberá usar $P_0 = F_r$.

Para diferentes cargas y temperaturas, la capacidad de carga estática requerida $C_{0\text{ req}}$ se muestra en la **tabla 4**. Usando la capacidad de carga estática calculada con la fórmula anterior, o tomada de la **tabla 4**, podrá seleccionar un rodamiento o unidad de rodamiento Y apropiado de las tablas de productos.

Tabla 3	
Factor de temperatura f_T	
Temperatura de funcionamiento	Factor f_T
°C	—
150	1
200	0,95
250	0,9
300	0,8
350	0,64

Tabla 4					
Capacidad de carga estática requerida para distintas cargas y temperaturas					
Carga P_0	Capacidad de carga estática requerida $C_{0\text{ req}}$ para temperaturas de funcionamiento de hasta				
	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	350 °C
kN	kN				
0,5	1	1,05	1,11	1,2	1,56
1	2	2,1	2,22	2,5	3,12
2	4	4,2	4,44	5	6,25
3	6	6,3	6,67	7,5	9,4
4	8	8,4	8,9	10	12,5
5	10	10,5	11,1	12,5	15,6
6	12	12,6	13,3	15	18,8
7	14	14,7	15,5	17,5	21,9
8	16	16,8	17,8	20	25
9	18	18,9	19,9	22,5	28,1
10	20	21	22,2	25	31,3
11	22	23,1	24,5	27,5	34,4
12	24	25,2	26,7	30	37,5
13	26	27,3	29	32,5	40,5
14	28	29,4	31,1	35	44
15	30	31,5	33,3	37,5	47
16	32	33,6	35	40	50
17	34	35,7	37,8	42,5	53
18	36	37,8	40	45	56
19	38	40	42	47,5	60
20	40	42	44,5	50	62,5
22	44	46	49	55	69
24	48	50,5	53	60	75
26	52	54,5	58	65	81
28	56	59	62	70	87,5
30	60	63	66,5	75	94
32	64	67	71	80	—
34	68	71,5	75,5	85	—
36	72	75,5	80	90	—
38	76	80	84,5	95	—
40	80	84	89	—	—
42	84	88,5	9,5	—	—
44	88	92,5	—	—	—

El rodamiento o unidad de rodamiento Y seleccionado deberán tener un valor C_0 que sea igual o superior al valor requerido.

Mantenimiento

Los rodamientos y las unidades de rodamientos Y de SKF para altas temperaturas están lubricados de por vida y por tanto, no permiten la relubricación. No obstante, los rodamientos rígidos de bolas abiertos con diseño VA201 se deberán revisar después de seis meses de funcionamiento. Basta con abrir el soporte o en caso de un carrillo de secadero, extraer la rueda con el rodamiento del eje, y eliminar los contaminantes con un fuelle.

Si ya no queda película de lubricante seco en los caminos de rodadura, lo cual viene indicado por una pista metálica brillante, el rodamiento se deberá relubricar con la pasta negra original para altas temperaturas, compuesta de una mezcla de glicol polialquileno y grafito.

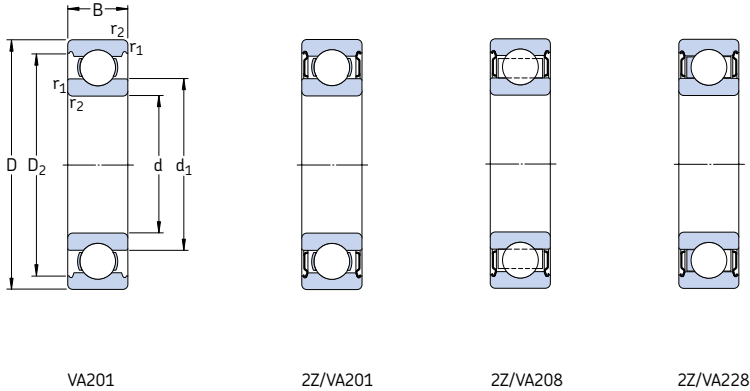
Información adicional

Para más información sobre

- la selección del tipo de rodamiento
- la selección del tamaño del rodamiento
- el diseño de la disposición
- el montaje o desmontaje
- el mantenimiento

solicite el material informativo correspondiente o contacte con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF.

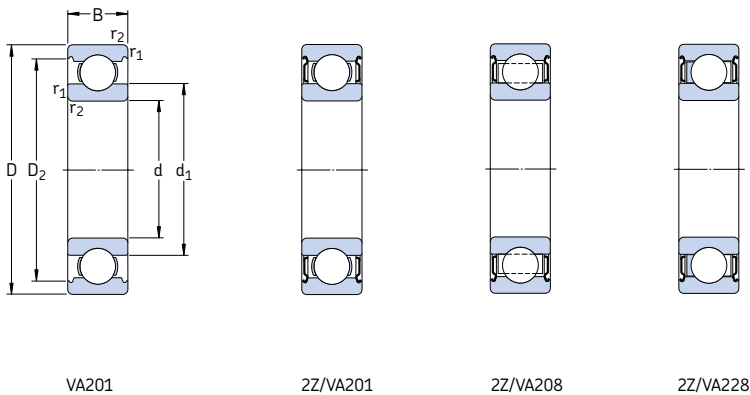
Rodamientos rígidos de una hilera de bolas para altas temperaturas
d 10 – 45 mm



Dimensiones						Capacidad de carga estática C_0	Masa	Designación
d	D	B	d_1	D_2	$r_{1,2}$ min			
mm						kN	kg	–
10	35	11	17,5	28,7	0,6	3,4	0,053	6300-2Z/VA201
12	32	10	18,2	27,4	0,6	3,1	0,037	6201/VA201
	32	10	18,2	27,4	0,6	3,1	0,037	6201-2Z/VA201
	32	10	18,2	27,4	0,6	3,1	0,037	6201-2Z/VA228
15	35	11	21,5	30,4	0,6	3,75	0,045	6202/VA201
	35	11	21,5	30,4	0,6	3,75	0,045	6202-2Z/VA201
	35	11	21,5	30,4	0,6	3,75	0,043	6202-2Z/VA228
17	35	10	22,7	31,2	0,3	3,25	0,039	6003/VA201
	40	12	24,2	35	0,6	4,75	0,065	6203/VA201
	40	12	24,2	35	0,6	4,75	0,065	6203-2Z/VA201
	40	12	24,2	35	0,6	4,75	0,060	6203-2Z/VA228
20	42	12	27,2	37,2	0,6	5	0,068	6004-2Z/VA208
	47	14	28,5	40,6	1	6,55	0,11	6204/VA201
	47	14	28,5	40,6	1	6,55	0,11	6204-2Z/VA201
	47	14	28,5	40,6	1	6,55	0,10	6204-2Z/VA228
	52	15	30,3	44,8	1,1	7,8	0,13	6304/VA201
	52	15	30,3	44,8	1,1	7,8	0,13	6304-2Z/VA201
	52	15	30,3	44,8	1,1	7,8	0,13	6304-2Z/VA208
25	47	12	32	42,2	0,6	6,55	0,08	6005/VA201
	47	12	32	42,2	0,6	6,55	0,08	6005-2Z/VA201
	47	12	32	42,2	0,6	6,55	0,08	6005-2Z/VA208
	52	15	34	46,3	1	7,8	0,13	6205/VA201
	52	15	34	46,3	1	7,8	0,13	6205-2Z/VA201
	52	15	34	46,3	1	7,8	0,12	6205-2Z/VA228
	62	17	36,6	52,7	1,1	11,6	0,23	6305/VA201
	62	17	36,6	52,7	1,1	11,6	0,22	6305-2Z/VA228

Dimensiones						Capacidad de carga estática C ₀	Masa	Designación
d	D	B	d ₁ ~	D ₂ ~	r _{1,2} min			
mm						kN	kg	—
30	55	13	38,2	49	1	8,3	0,11	6006-2Z/VA208
	62	16	40,3	54,1	1	11,2	0,20	6206/VA201
	62	16	40,3	54,1	1	11,2	0,20	6206-2Z/VA201
	62	16	40,3	54,1	1	11,2	0,19	6206-2Z/VA208
	62	16	40,3	54,1	1	11,2	0,19	6206-2Z/VA228
	72	19	44,6	61,9	1,1	16	0,35	6306/VA201
	72	19	44,6	61,9	1,1	16	0,34	6306-2Z/VA208
	72	19	44,6	61,9	1,1	16	0,34	6306-2Z/VA228
	72	17	46,9	62,7	1,1	15,3	0,29	6207/VA201
	72	17	46,9	62,7	1,1	15,3	0,29	6207-2Z/VA201
	72	17	46,9	62,7	1,1	15,3	0,28	6207-2Z/VA208
	72	17	46,9	62,7	1,1	15,3	0,28	6207-2Z/VA228
35	80	21	49,5	69,2	1,5	19	0,46	6307/VA201
	80	21	49,5	69,2	1,5	19	0,44	6307-2Z/VA208
	68	15	49,2	61,1	1	11,6	0,17	6008-2Z/VA208
	80	18	52,6	69,8	1,1	19	0,37	6208/VA201
40	80	18	52,6	69,8	1,1	19	0,37	6208-2Z/VA201
	80	18	52,6	69,8	1,1	19	0,35	6208-2Z/VA208
	80	18	52,6	69,8	1,1	19	0,35	6208-2Z/VA228
	90	23	56,1	77,7	1,5	24	0,63	6308/VA201
	90	23	56,1	77,7	1,5	24	0,63	6308-2Z/V201
	90	23	56,1	77,7	1,5	24	0,61	6308-2Z/VA208
	90	23	56,1	77,7	1,5	24	0,61	6308-2Z/VA228
	85	19	57,6	75,2	1,1	21,6	0,41	6209/VA201
	85	19	57,6	75,2	1,1	21,6	0,41	6209-2Z/VA201
	85	19	57,6	75,2	1,1	21,6	0,39	6209-2Z/VA208
	85	19	57,6	75,2	1,1	21,6	0,39	6209-2Z/VA228
	100	25	62,1	86,7	1,5	31,5	0,83	6309/VA201
	100	25	62,1	86,7	1,5	31,5	0,79	6309-2Z/VA208

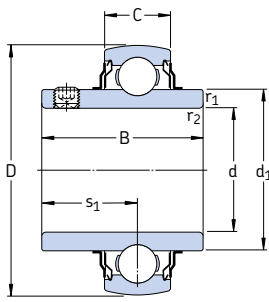
Rodamientos rígidos de una hilera de bolas para altas temperaturas
d 50 – 120 mm



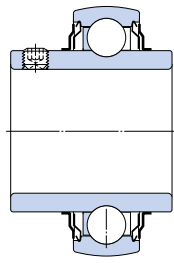
Dimensiones						Capacidad de carga estática	Masa	Designación
d	D	B	d ₁	D ₂	r _{1,2} min	C ₀		
mm						kN	kg	–
50	90	20	62,5	81,7	1,1	23,2	0,46	6210/VA201
	90	20	62,5	81,7	1,1	23,2	0,46	6210-2Z/VA201
	90	20	62,5	81,7	1,1	23,2	0,45	6210-2Z/VA208
	90	20	62,5	81,7	1,1	23,2	0,45	6210-2Z/VA228
	110	27	68,7	95,2	2	38	1,05	6310/VA201
	110	27	68,7	95,2	2	38	1,05	6310-2Z/VA201
	110	27	68,7	95,2	2	38	1,04	6310-2Z/VA208
	110	27	68,7	95,2	2	38	1,04	6310-2Z/VA228
	100	21	69	89,4	1,5	29	0,61	6211/VA201
	100	21	69	89,4	1,5	29	0,61	6211-2Z/VA201
	100	21	69	89,4	1,5	29	0,59	6211-2Z/VA208
	100	21	69	89,4	1,5	29	0,59	6211-2Z/VA228
55	120	29	75,3	104	2	45	1,35	6311/VA201
	120	29	75,3	104	2	45	1,33	6311-2Z/VA208
	110	22	75,5	97	1,5	36	0,78	6212/VA201
	110	22	75,5	97	1,5	36	0,78	6212-2Z/VA201
	110	22	75,5	97	1,5	36	0,74	6212-2Z/VA208
	110	22	75,5	97	1,5	36	0,74	6212-2Z/VA228
60	130	31	81,8	113	2,1	52	1,70	6312/VA201
	130	31	81,8	113	2,1	52	1,60	6312-2Z/VA208
	120	23	83,3	106	1,5	40,5	0,99	6213/VA201
	120	23	83,3	106	1,5	40,5	0,94	6213-2Z/VA208
65	120	23	83,3	106	1,5	40,5	0,94	6213-2Z/VA228
	140	33	88,3	122	2,1	60	2,10	6313/VA201
	140	33	88,3	122	2,1	60	2,00	6313-2Z/VA208
	125	24	87	111	1,5	45	1,05	6214/VA201
70	125	24	87	111	1,5	45	1,00	6214-2Z/VA208
	150	35	94,9	130	2,1	68	2,50	6314/VA201
	150	35	94,9	130	2,1	68	2,70	6314-2Z/VA208

Dimensiones						Capacidad de carga estática C ₀	Masa	Designación
d	D	B	d ₁ ~	D ₂ ~	r _{1,2} min			
mm						kN	kg	—
75	130	25	92	117	1,5	49	1,20	6215/VA201
	130	25	92	117	1,5	49	1,20	6215-2Z/VA201
	130	25	92	117	1,5	49	1,15	6215-2Z/VA208
	130	25	92	117	1,5	49	1,15	6215-2Z/VA228
	160	37	101	139	2,1	76,5	3,00	6315/VA201
	160	37	101	139	2,1	76,5	3,00	6315-2Z/VA208
80	140	26	101	127	2	55	1,35	6216-2Z/VA208
	170	39	108	147	2,1	86,5	3,55	6316-2Z/VA208
85	150	28	106	135	2	64	1,80	6217/VA201
	150	28	106	135	2	64	1,70	6217-2Z/VA208
90	160	30	112	143	2	73,5	2,15	6218-2Z/VA228
95	170	32	118	152	2,1	81,5	2,60	6219/VA201
	170	32	118	152	2,1	81,5	2,60	6219-2Z/VA201
	170	32	118	152	2,1	81,5	2,45	6219-2Z/VA228
100	150	24	115	139	1,5	54	1,10	6020-2Z/VA208
	180	34	124	160	2,1	93	3,15	6220/VA201
	180	34	124	160	2,1	93	3,00	6220-2Z/VA208
	180	34	124	160	2,1	93	3,00	6220-2Z/VA228
120	180	28	139	166	2	80	1,90	6024-2Z/VA208

Rodamientos Y para altas temperaturas
con prisioneros para ejes métricos
d **20 – 60** mm



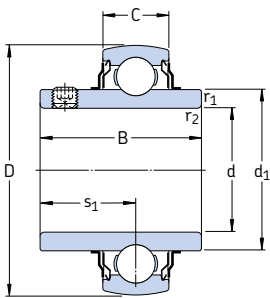
VA201



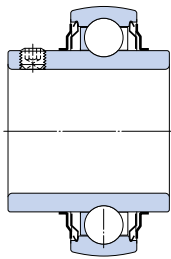
VA228

Dimensiones							Capacidad de carga estática C ₀	Masa	Designaciones	
d	D	B	C	d ₁	s ₁	r _{1,2} min			Rodamiento con jaula de chapa de acero	jaula enteriza de grafito de tipo corona
mm							kN	kg	–	
20	47	31	14	28,2	18,3	0,6	6,55	0,14	YAR 204-2FW/VA201	YAR 204-2FW/VA228
25	52	34,1	15	33,7	19,8	0,6	7,8	0,17	YAR 205-2FW/VA201	YAR 205-2FW/VA228
30	62	38,1	18	39,7	22,2	0,6	11,2	0,28	YAR 206-2FW/VA201	YAR 206-2FW/VA228
35	72	42,9	19	46,1	25,4	1	15,3	0,41	YAR 207-2FW/VA201	YAR 207-2FW/VA228
40	80	49,2	21	51,8	30,2	1	19	0,55	YAR 208-2FW/VA201	YAR 208-2FW/VA228
45	85	49,2	22	56,8	30,2	1	21,6	0,60	YAR 209-2FW/VA201	YAR 209-2FW/VA228
50	90	51,6	22	62,5	32,6	1	23,2	0,69	YAR 210-2FW/VA201	YAR 210-2FW/VA228
55	100	55,6	25	69,1	33,4	1	29	0,94	YAR 211-2FW/VA201	YAR 211-2FW/VA228
60	110	65,1	26	75,6	39,7	1,5	36	1,30	YAR 212-2FW/VA201	YAR 212-2FW/VA228

Rodamientos Y para altas temperaturas
con prisioneros para ejes en pulgadas
d 3/4 – 2 7/16 pulg



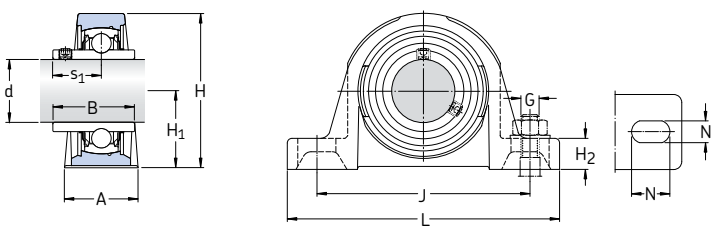
VA201



VA228

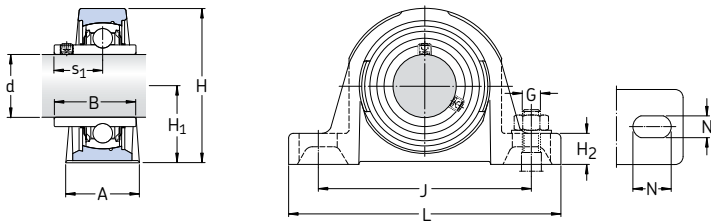
Dimensiones							Capacidad de carga estática	Masa	Designaciones	jaula enteriza de grafito de tipo corona
d	D	B	C	d ₁	s ₁	r _{1,2} min	C ₀		Rodamiento con jaula de chapa de acero	
pulg	mm						kN	kg	—	
3/4	47	31	14	28,2	18,3	0,6	6,55	0,14	YAR 204-012-2FW/VA201	YAR 204-012-2FW/VA228
1	52	34,1	15	33,7	19,8	0,6	7,8	0,17	YAR 205-100-2FW/VA201	YAR 205-100-2FW/VA228
1 3/16	62	38,1	18	39,7	22,2	0,6	11,2	0,27	YAR 206-103-2FW/VA201	YAR 206-103-2FW/VA228
1 1/4	72	42,9	19	46,1	25,4	1	15,3	0,46	YAR 207-104-2FW/VA201	YAR 207-104-2FW/VA228
1 7/16	72	42,9	19	46,1	25,4	1	15,3	0,38	YAR 207-107-2FW/VA201	YAR 207-107-2FW/VA228
1 1/2	80	49,2	21	51,8	30,2	1	19	0,59	YAR 208-108-2FW/VA201	YAR 208-108-2FW/VA228
1 11/16	85	49,2	22	56,8	30,2	1	21,6	0,66	YAR 209-111-2FW/VA201	YAR 209-111-2FW/VA228
1 3/4	85	49,2	22	56,8	30,2	1	21,6	0,62	YAR 209-112-2FW/VA201	YAR 209-112-2FW/VA228
1 15/16	90	51,6	22	62,5	32,6	1	23,2	0,71	YAR 210-115-2FW/VA201	YAR 210-115-2FW/VA228
2	100	55,6	25	69,1	33,4	1	29	0,94	YAR 211-200-2FW/VA201	YAR 211-200-2FW/VA228
2 3/16	100	55,6	25	69,1	33,4	1	29	0,92	YAR 211-203-2FW/VA201	YAR 211-203-2FW/VA228
2 7/16	110	65,1	26	75,6	39,7	1,5	36	1,30	YAR 212-207-2FW/VA201	YAR 212-207-2FW/VA228

Soportes de pie con rodamientos Y para altas temperaturas
y ejes métricos
d 20 – 60 mm



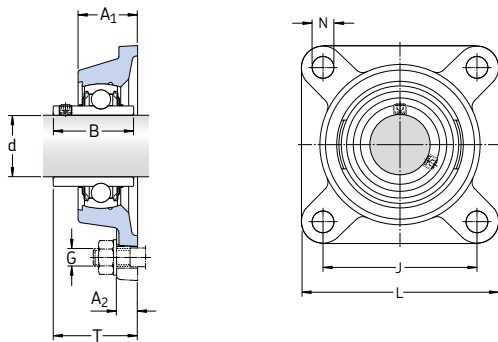
Dimensiones													Capacidad de carga estática C ₀	Masa	Designaciones	
d	A	B	H	H ₁	H ₂	J	L	N	N ₁	G	s ₁				Unidad de rodamiento Y con jaula de chapa de acero	jaula enteriza de grafito de tipo corona
mm													kN	kg	–	
20	32	31	64	33,3	14	97	127	20,5	11,5	10	18,3	6,55	0,57		SY 20 TF/VA201	SY 20 TF/VA228
25	36	34,1	70	36,5	16	102	130	19,5	11,5	10	19,8	7,8	0,73		SY 25 TF/VA201	SY 25 TF/VA228
30	40	38,1	82	42,9	16,5	117,5	152	23,5	14	12	22,2	11,2	1,10		SY 30 TF/VA201	SY 30 TF/VA228
35	45	42,9	93	47,6	19	126	160	21	14	12	25,4	15,3	1,45		SY 35 TF/VA201	SY 35 TF/VA228
40	48	49,2	99	49,2	19	135,5	175	24,5	14	12	30,2	19	1,80		SY 40 TF/VA201	SY 40 TF/VA228
45	48	49,2	107	54	20,6	143,5	187	22,5	14	12	30,2	21,6	2,20		SY 45 TF/VA201	SY 45 TF/VA228
50	54	51,6	114	57,2	22	157	203	26	18	16	32,6	23,2	2,70		SY 50 TF/VA201	SY 50 TF/VA228
55	60	55,6	127	63,5	23,8	171,5	219	27,5	18	16	33,4	29	3,60		SY 55 TF/VA201	SY 55 TF/VA228
60	60	65,1	139,7	69,9	26	190,5	240	29	18	16	39,7	36	4,45		SY 60 TF/VA201	SY 60 TF/VA228

Soportes de pie con rodamientos Y para altas temperaturas
y ejes en pulgadas
d 3/4 – 2 7/16 pulg



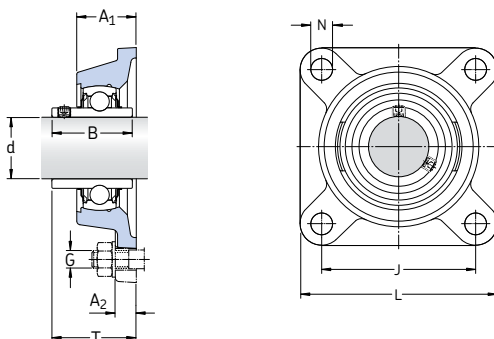
Dimensiones													Capacidad de carga estática C ₀	Masa	Designaciones	
d	A	B	H	H ₁	H ₂	J	L	N	N ₁	G	s ₁				Unidad de rodamiento Y con jaula de chapa de acero	jaula enteriza de grafito de tipo corona
pulg													kN	kg	—	
3/4	32	31	64	33,3	14	97	127	20,5	11,5	10	18,3	6,55	0,57	0,57	SY 3/4 TF/VA201	SY 3/4 TF/VA228
1	36	34,1	70	36,5	16	102	130	19,5	11,5	10	19,8	7,8	0,73	0,73	SY 1. TF/VA201	SY 1. TF/VA228
1 3/16	40	38,1	82	42,9	17	117,5	152	23,5	14	12	22,2	11,2	1,10	1,10	SY 1.3/16 TF/VA201	SY 1.3/16 TF/VA228
1 1/4	45	42,9	93	47,6	19	126	160	21	14	12	25,4	15,3	1,45	1,45	SY 1.1/4 TF/VA201	SY 1.1/4 TF/VA228
1 7/16	45	42,9	93	47,6	19	126	160	21	14	12	25,4	15,3	1,45	1,45	SY 1.7/16 TF/VA201	SY 1.7/16 TF/VA228
1 1/2	48	49,2	99	49,2	19	135,5	175	24,5	14	12	30,2	19	1,80	1,80	SY 1.1/2 TF/VA201	SY 1.1/2 TF/VA228
1 11/16	48	49,2	107	54	20,6	143,5	187	22,5	14	12	30,2	21,6	2,2	2,2	SY 1.11/16 TF/VA201	SY 1.11/16 TF/VA228
1 3/4	48	49,2	107	54	20,6	143,5	187	22,5	14	12	30,2	21,6	2,20	2,20	SY 1.3/4 TF/VA201	SY 1.3/4 TF/VA228
1 15/16	54	51,6	114	57,2	22	157	203	26	18	16	32,6	23,2	2,70	2,70	SY 1.15/16 TF/VA201	SY 1.15/16 TF/VA228
2	60	55,6	127	63,5	23,8	171,5	219	27,5	18	16	33,4	29	3,60	3,60	SY 2. TF/VA201	SY 2. TF/VA228
2 3/16	60	55,6	127	63,5	23,8	171,5	219	27,5	18	16	33,4	29	3,55	3,55	SY 2.3/16 TF/VA201	SY 2.3/16 TF/VA228
2 7/16	60	65,1	139,7	69,9	26	190,5	240	29	18	16	39,7	36	4,45	4,45	SY 2.7/16 TF/VA201	SY 2.7/16 TF/VA228

Soportes de brida cuadrados con rodamientos Y para altas temperaturas
y ejes métricos
d 20 – 60 mm



Dimensiones									Capacidad de carga estática C ₀	Masa	Designaciones	
d	A ₁	A ₂	B	J	L	N	G	T			Unidad de rodamiento Y con jaula de chapa de acero jaula enteriza de grafito de tipo corona	
mm									kN	kg	–	
20	29,5	11	31	63,5	86	11,1	10	37,3	6,55	0,60	FY 20 TF/VA201	FY 20 TF/VA228
25	30	12	34,1	70	95	12,7	10	38,8	7,8	0,77	FY 25 TF/VA201	FY 25 TF/VA228
30	32,5	13	38,1	82,5	108	12,7	10	42,2	11,2	1,10	FY 30 TF/VA201	FY 30 TF/VA228
35	34,5	13	42,9	92	118	14,3	12	46,4	15,3	1,40	FY 35 TF/VA201	FY 35 TF/VA228
40	38,5	14	49,2	101,5	130	14,3	12	54,2	19	1,90	FY 40 TF/VA201	FY 40 TF/VA228
45	39	14	49,2	105	137	15,9	14	54,2	21,6	2,10	FY 45 TF/VA201	FY 45 TF/VA228
50	43	15	51,6	111	143	15,9	14	60,6	23,2	2,50	FY 50 TF/VA201	FY 50 TF/VA228
55	47,5	16	55,6	130	162	19	16	64,4	29	3,60	FY 55 TF/VA201	FY 55 TF/VA228
60	52	17	65,1	143	175	19	16	73,7	36	4,60	FY 60 TF/VA201	FY 60 TF/VA228

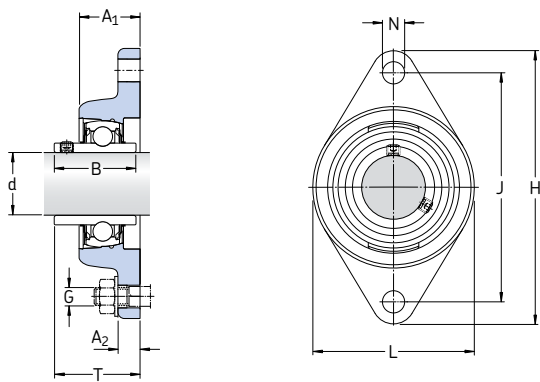
**Soportes de brida cuadrados con rodamientos Y para altas temperaturas
y ejes en pulgadas**
d $\frac{3}{4}$ – $2\frac{7}{16}$ pulg



Dimensiones

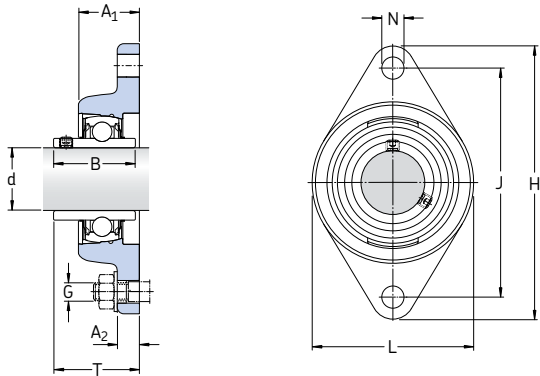
Dimensiones									Capacidad de carga estática C ₀	Masa	Designaciones	
d	A ₁	A ₂	B	J	L	N	G	T			Unidad de rodamiento Y con jaula de chapa de acero	jaula enteriza de grafito de tipo corona
pulg	mm								kN	kg	—	
3/4	29,5	11	31	63,5	86	11,1	10	37,3	6,55	0,60	FY 3/4 TF/VA201	FY 3/4 TF/VA228
1	30	12	34,1	70	95	12,7	10	38,8	7,8	0,77	FY 1. TF/VA201	FY 1. TF/VA228
1 3/16	32,5	13	38,1	82,5	108	12,7	10	42,2	11,2	1,10	FY 1.3/16 TF/VA201	FY 1.3/16 TF/VA228
1 1/4	34,5	13	42,9	92	118	14,3	12	46,4	15,3	1,40	FY 1.1/4 TF/VA201	FY 1.1/4 TF/VA228
1 7/16	34,5	13	42,9	92	118	14,3	12	46,4	15,3	1,40	FY 1.7/16 TF/VA201	FY 1.7/16 TF/VA228
1 1/2	38,5	14	49,2	101,5	130	14,3	12	54,2	19	1,90	FY 1.1/2 TF/VA201	FY 1.1/2 TF/VA228
1 11/16	39	14	49,2	105	137	15,9	14	54,2	21,6	2,10	FY 1.11/16 TF/VA201	FY 1.11/16 TF/VA228
1 3/4	39	14	49,2	105	137	15,9	14	54,2	21,6	2,10	FY 1.3/4 TF/VA201	FY 1.3/4 TF/VA228
1 15/16	43	15	51,6	111	143	15,9	14	60,6	23,2	2,50	FY 1.15/16 TF/VA201	FY 1.15/16 TF/VA228
2	47,5	16	55,6	130	162	19	16	64,4	29	3,75	FY 2. TF/VA201	FY 2. TF/VA228
2 3/16	47,5	16	55,6	130	162	19	16	64,4	29	3,70	FY 2.3/16 TF/VA201	FY 2.3/16 TF/VA228
2 7/16	52	17	65,1	143	175	19	16	73,7	36	4,50	FY 2.7/16 TF/VA201	FY 2.7/16 TF/VA228

Soportes de brida ovalados con rodamientos
Y para altas temperaturas y ejes métricos
d **20 – 55** mm



Dimensiones										Capacidad de carga estática C ₀	Masa	Designaciones	
d	A ₁	A ₂	B	H	J	L	N	G	T			Unidad de rodamiento Y con jaula de chapa de acero jaula enteriza de grafito de tipo corona	
mm										kN	kg	–	
20	24,6	11	31	112	89,7	60,3	11,1	10	32,6	6,55	0,50	FYT 20 TF/VA201	FYT 20 TF/VA228
25	30	12	34,1	124	98,9	70	12,7	10	38,8	7,8	0,63	FYT 25 TF/VA201	FYT 25 TF/VA228
30	32,5	13	38,1	141,5	116,7	83	12,7	10	42,2	11,2	0,93	FYT 30 TF/VA201	FYT 30 TF/VA228
35	34,5	13	42,9	156	130,2	96	14,3	12	46,4	15,3	1,25	FYT 35 TF/VA201	FYT 35 TF/VA228
40	38,5	14	49,2	171,5	143,7	102	14,3	12	54,2	19	1,65	FYT 40 TF/VA201	FYT 40 TF/VA228
45	39	14	49,2	178,5	148,5	111	15,9	14	54,2	21,6	1,80	FYT 45 TF/VA201	FYT 45 TF/VA228
50	43	15	51,6	189	157,2	116	15,9	14	60,6	23,2	2,15	FYT 50 TF/VA201	FYT 50 TF/VA228
55	47,6	20,6	55,6	215,9	184,2	127	19	16	62,8	29	3,30	FYT 55 TF/VA201	FYT 55 TF/VA228

Soportes de brida ovalados con rodamientos
Y para altas temperaturas y ejes en pulgadas
d 3/4 – 2 3/16 pulg



Dimensiones											Capacidad de carga estática C ₀	Masa	Designaciones Unidad de rodamiento Y con jaula de chapa de acero	Y con jaula enteriza de grafito de tipo corona
d	A ₁	A ₂	B	H	J	L	N	G	T					
pulg	mm										kN	kg	–	
3/4	24,6	11	31	112	89,7	60,5	11,1	10	32,6	6,55	0,50	FYT 3/4 TF/VA201	FYT 3/4 TF/VA228	
1	30	12	34,1	124	98,9	70	12,7	10	38,8	7,8	0,63	FYT 1. TF/VA201	FYT 1. TF/VA228	
1 3/16	32,5	13	38,1	141,5	116,7	83	12,7	10	42,2	11,2	0,93	FYT 1.3/16 TF/VA201	FYT 1.3/16 TF/VA228	
1 1/4	34,5	13	42,9	156	130,2	96	14,3	12	46,4	15,3	1,25	FYT 1.1/4 TF/VA201	FYT 1.1/4 TF/VA228	
1 7/16	34,5	13	42,9	156	130,2	96	14,3	12	46,4	15,3	1,20	FYT 1.7/16 TF/VA201	FYT 1.7/16 TF/VA228	
1 1/2	38,5	14	49,2	171,5	143,7	102	14,3	12	54,2	19	1,65	FYT 1.1/2 TF/VA201	FYT 1.1/2 TF/VA228	
1 11/16	39	14	49,2	178,5	148,5	111	15,9	14	54,2	21,6	1,80	FYT 1.11/16 TF/VA201	FYT 1.11/16 TF/VA228	
1 3/4	39	14	49,2	178,5	148,5	111	15,9	14	54,2	21,6	1,80	FYT 1.3/4 TF/VA201	FYT 1.3/4 TF/VA228	
1 15/16	43	15	51,6	189	157,2	116	15,9	14	60,6	23,2	2,15	FYT 1.15/16 TF/VA201	FYT 1.15/16 TF/VA228	
2	47,6	20,6	55,6	215,9	184,2	127	19	16	62,8	29	3,30	FYT 2. TF/VA201	FYT 2. TF/VA228	
2 3/16	47,6	20,6	55,6	215,9	184,2	127	19	16	62,8	29	3,25	FYT 2.3/16 TF/VA201	FYT 2.3/16 TF/VA228	



Rodamientos NoWear®

Rodamientos NoWear	944
Rodamientos NoWear del diseño L5DA	944
Rodamientos NoWear del diseño L7DA	944
Aplicación de los rodamientos NoWear	946
Mejor vida útil con NoWear	946
Datos generales	946
Dimensiones, tolerancias, juego interno	946
Capacidad de carga	947
Material del recubrimiento NoWear	947
Lubricación de los rodamientos NoWear	947

Rodamientos NoWear

En estos tiempos en que la productividad implica velocidades más altas, mayores temperaturas de funcionamiento y un menor mantenimiento, se espera que los rodamientos superen los límites de sus predecesores. Aplicaciones nuevas y avanzadas exigen cada vez más de los rodamientos, especialmente bajo condiciones de funcionamiento extremas, en las que existe el riesgo de adherencias, lubricación límite, variaciones repentinas en la carga, cargas ligeras o altas temperaturas de funcionamiento.

Para soportar estas condiciones de funcionamiento severas, las superficies de contacto de los rodamientos SKF se pueden cubrir con un recubrimiento cerámico de baja fricción. Este recubrimiento, cuya marca registrada es NoWear, ha sido desarrollado y patentado por SKF para sus rodamientos.

Rodamientos NoWear

Los rodamientos NoWear están diseñados para aquellas aplicaciones en las que otros rodamientos fallen prematuramente debido a condiciones de funcionamiento severas. Los rodamientos NoWear pueden soportar períodos más largos de lubricación insuficiente, variaciones repentinas en la carga y cambios rápidos de velocidad, vibraciones y oscilaciones.

Los rodamientos NoWear abren nuevas posibilidades para las aplicaciones existentes que funcionan bajo condiciones severas, sin introducir grandes cambios en el diseño y permitiendo una libertad para futuros diseños. Ya han sido probados en una amplia gama de aplicaciones extremas, incluyendo máquinas papeleras, aplicaciones marítimas, así como ventiladores, compresores, bombas hidráulicas y motores.

La mayoría de los rodamientos de bolas y de rodillos SKF se pueden obtener en versión NoWear, tal como se describe a continuación y se muestra en la **tabla 1**. A petición, también se pueden suministrar otras versiones.

Rodamientos NoWear del diseño L5DA

Los rodamientos NoWear del diseño L5DA son los más comunes. Los elementos rodantes de estos rodamientos NoWear van recubiertos (→ **fig. 1**) y se recomiendan para aquellas aplicaciones con un nivel de carga bajo-medio, o donde existen vibraciones y oscilaciones.

Fig. 1



Fig. 2



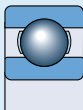
Rodamientos NoWear del diseño L7DA

Los rodamientos NoWear del diseño L7DA llevan los elementos rodantes y el (los) camino(s) de rodadura del aro interior recubierto(s) (→ **fig. 2**). Estos rodamientos se recomiendan para aquellas aplicaciones que requieren una resistencia al desgaste por rozamiento o con cargas muy elevadas.

Tabla 1
Gama de rodamientos NoWear
Tipo de rodamiento
Símbolo

Gama¹⁾
Diseño disponible

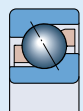
Elementos
rodantes
recubiertos

Elementos rodantes +
camino(s) de rodadura del
aro interior recubiertos

Rodamientos rígidos de bolas

– gama del diámetro del agujero $d = 15 - 140$ mm

L5DA

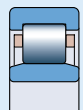
L7DA


Rodamientos de bolas con contacto angular

– gama del diámetro del agujero $d = 15 - 140$ mm

L5DA

L7DA


Rodamientos de rodillos cilíndricos

– gama del diámetro del agujero $d = 15 - 140$ mm

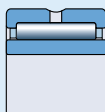
– gama del diámetro del agujero d más de 220 mm

L5DA

L5DA

L7DA

–


Rodamientos de agujas

– gama del diámetro del agujero $d = 15 - 140$ mm

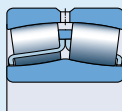
– gama del diámetro del agujero d más de 220 mm

L5DA

L5DA

L7DA

–


Rodamientos de rodillos a rótula

– gama del diámetro del agujero $d = 15 - 140$ mm

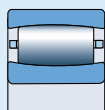
– gama del diámetro del agujero d más de 220 mm

L5DA

L5DA

L7DA

–


Rodamientos CARB

– gama del diámetro del agujero $d = 15 - 140$ mm

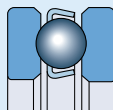
– gama del diámetro del agujero d más de 220 mm

L5DA

L5DA

L7DA

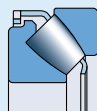
–


Rodamientos axiales de bolas

– gama del diámetro del agujero $d = 15 - 110$ mm

L5DA

–


Rodamientos axiales de rodillos a rótula

– gama completa del diámetro del agujero

L5DA

–

¹⁾ Los valores de estas gamas son orientativos y pueden variar entre las distintas series de rodamientos.
 Para más información, contacte con SKF

Aplicación de los rodamientos NoWear

Para aplicaciones muy exigentes en que deban utilizarse rodamientos NoWear, deberán tenerse en cuenta y sopesar diversos parámetros de funcionamiento. Por tanto, la selección de los rodamientos NoWear deberá hacerse en cooperación con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF.

Las siguientes recomendaciones tratan de ilustrar los tipos de aplicaciones que pueden beneficiarse de los rodamientos NoWear.

Cuando los rodamientos de rodillos cilíndricos, de agujas, de rodillos a rótula o CARB están sometidos a cargas bajas en combinación con altas velocidades, se recomiendan los rodamientos NoWear L5DA en los casos en que la vida útil prevista del rodamiento no logra alcanzarse.

Con la versión L5DA de los rodamientos NoWear, es posible ampliar los intervalos de relubricación sin perjudicar la vida útil del rodamiento. No obstante, si se mantienen los intervalos de relubricación, podrán incrementarse las velocidades de funcionamiento.

Los rodamientos sometidos a oscilaciones o vibraciones externas pueden fallar prematuramente debido a una lubricación insuficiente. Bajo estas condiciones, SKF recomienda la versión L5DA. Sin embargo, en casos extremos, puede ser preferible la versión L7DA.

Si las condiciones de funcionamiento provocan una viscosidad de funcionamiento baja ($k < 1$) y no se dispone de lubricantes apropiados, los rodamientos NoWear suponen un modo excelente de prolongar la vida útil del rodamiento y de lograr una fiabilidad de funcionamiento. Suele recomendarse la versión L5DA de los rodamientos NoWear. No obstante, para condiciones de lubricación poco comunes, que requieren una lubricación especial, deberá utilizarse la versión L7DA más avanzada.

Para más información acerca de los rodamientos NoWear, póngase en contacto con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF.

Mejor vida útil con NoWear

Los rodamientos NoWear son apropiados para situaciones en que la película lubricante es insuficiente para un funcionamiento ininterrumpido del rodamiento, es decir, cuando k es inferior a 1. Para calcular la vida útil de un rodamiento NoWear, deberá aplicarse el cálculo de la vida útil del rodamiento tradicional pero con $k = 1$.

El que la vida útil del rodamiento mejore al cambiar a NoWear, bajo condiciones de carga baja y altas velocidades, depende de la aplicación, aunque la experiencia demuestra que se pueden esperar varias mejoras. Sin embargo, calcular la vida útil bajo estas condiciones resulta difícil.

Para los rodamientos lubricados con grasa que funcionen a velocidades cercanas o superiores a su velocidad nominal, o a altas temperaturas que acorten la vida de la grasa, el hecho de seleccionar la versión NoWear prolonga los intervalos de relubricación hasta 15 veces dependiendo de las condiciones de la aplicación.

Cuando se desee ampliar la vida útil en aplicaciones con cargas elevadas y una lubricación escasa, NoWear puede ser la solución. El recubrimiento NoWear no puede proteger el rodamiento del desconchado causado por cargas elevadas constantes. Con cargas elevadas, la tensión de cortadura máxima se sitúa debajo del recubrimiento dentro del acero del rodamiento, que sigue teniendo las propiedades del acero normal. Para dichas aplicaciones, contacte con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF.

Datos generales

Dimensiones, tolerancias, juego interno

Las dimensiones, las tolerancias y el juego interno de los rodamientos NoWear son los mismos que para los rodamientos estándar.

Capacidad de carga

Las capacidades de carga dinámica y estática de los rodamientos NoWear son las mismas que para los rodamientos estándar.

Material del recubrimiento NoWear

El recubrimiento cerámico de baja fricción, se aplica mediante un proceso físico de deposición de vapor. Las superficies del rodamiento logran así toda la resiliencia del material subyacente, pero con la dureza, el coeficiente bajo de fricción y la resistencia al desgaste del recubrimiento NoWear. Durante el funcionamiento, una parte mínima del recubrimiento se transferirá a la superficie de contacto. Esto, junto con la inercia del material reducen la fricción y mejoran la resistencia del rodamiento al desgaste y a las adherencias, incluso cuando sólo están recubriendo los elementos rodantes.

Las propiedades esenciales del recubrimiento NoWear se muestran en la **tabla 2**.

Lubricación de los rodamientos No Wear

Por defecto, para los rodamientos NoWear son válidas las mismas pautas de lubricación que para los rodamientos estándar (→ sección “Lubricación”, comenzando en la **página 229**). Sin embargo, los rodamientos NoWear funcionan con una alta fiabilidad, incluso cuando no se pueda lograr una distancia adecuada entre las superficies ($\kappa < 1$), evitando el contacto metálico directo entre los elementos rodantes y los aros. Deberá tenerse en cuenta que podrían reducirse los aditivos EP y AW en el lubricante con el recubrimiento NoWear, ya que el recubrimiento ya actúa como un potente aditivo.

Los rodamientos NoWear no están diseñados para aplicaciones de vacío ni para otras aplicaciones con un funcionamiento totalmente en seco.

Tabla 2

Propiedades del recubrimiento NoWear	
Propiedades	NoWear
Dureza	1 200 HV10
Grosor del recubrimiento – dependiendo del tamaño del rodamiento (µm)	1 ... 3
Coeficiente de fricción – deslizamiento en seco sobre acero	0,1 ... 0,2
Temperatura de funcionamiento máxima ¹⁾ – Recubrimiento NoWear	+350 °C

¹⁾ El recubrimiento NoWear soporta temperaturas de hasta +350 °C. No obstante, la mayoría de las veces es el acero del rodamiento el factor limitante. Para más información, contacte con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF



Rodamientos y unidades de rodamientos con Solid Oil

Rodamientos y unidades de rodamientos con Solid Oil	950
Características del Solid Oil	951
Datos generales	952
Dimensiones, tolerancias y juego interno	952
Capacidad de carga	952
Carga mínima	952
Velocidades límite.....	952
Propiedades del aceite	953

En la mayoría de las aplicaciones, las grasas y los aceites lubricantes normales ofrecerán una lubricación satisfactoria de los rodamientos garantizando una vida útil aceptable. Sin embargo, en casos en que la falta de accesibilidad signifique que la relubricación es prácticamente imposible, o en que se requiera impedir de forma eficaz la entrada de contaminantes. El Solid Oil (la tercera opción de lubricación) puede ser la respuesta, ya que permite una lubricación de por vida y una buena obturación.

El Solid Oil ha resultado ser muy útil en equipos de elevación al aire libre, como grúas y guías de movimiento transversal, y en disposiciones de ejes verticales o para aquellas disposiciones de rodamientos de difícil acceso para su relubricación.

Rodamientos y unidades de rodamientos con Solid Oil

La mayoría de los rodamientos de bolas y de rodillos SKF (→ **fig. 1**) así como las unidades de rodamientos pueden suministrarse con Solid Oil y se identifican por el **sufijo W64** en su designación.

El uso de Solid Oil, resulta menos apropiado para los rodamientos equipados con grandes jaulas de poliamida o mecanizadas de latón. Lo mismo puede decirse de los rodamientos CARB, que perderán sus propiedades de desplazamiento axial si se llenan con Solid Oil.

Fig. 1



Características del Solid Oil

El Solid Oil consta de una matriz de polímero, que está saturada con aceite lubricante.

El material polimérico tiene una estructura con millones de micro-poros, que retienen el aceite lubricante. Los poros son tan pequeños que el material retiene el aceite mediante la tensión superficial. El aceite representa una media del **70 %** del peso del material.

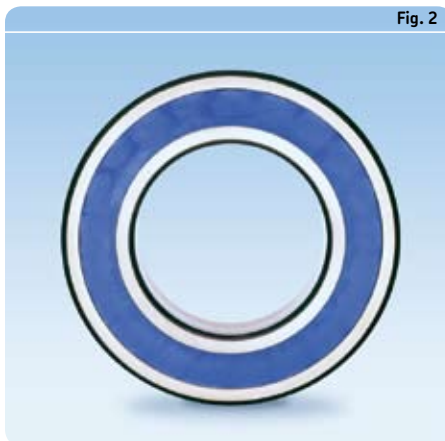
El aceite utilizado normalmente es un aceite sintético de muy alta calidad, que cumple con las necesidades de la mayoría de las aplicaciones.

El material de polímero lleno de aceite se moldea dentro del rodamiento. Se formará un intersticio muy estrecho alrededor de los elementos rodantes y de los caminos de rodadura durante el proceso de moldeo, permitiendo que los componentes del rodamiento giren libremente. El aceite, que se filtra por ese intersticio, ofrece una buena lubricación al rodamiento desde el principio. El Solid Oil llena por completo el espacio interno del rodamiento y encapsula la jaula y los elementos rodantes. El Solid Oil utiliza la jaula como elemento de refuerzo, y gira con ella.

El Solid Oil mantiene el aceite en posición y hace que llegue más aceite al rodamiento que la grasa. El Solid Oil proporciona una película de aceite uniforme y consistente para las superficies metálicas que se deslizan sobre éste. Un incremento moderado de la temperatura empuja el aceite hacia la superficie de la matriz de polímero, ya que la expansión térmica del aceite es superior a la de la matriz. La viscosidad del aceite también disminuye al aumentar la temperatura. Cuando el rodamiento deja de funcionar, la matriz de polímero reabsorbe el exceso de aceite.

Además el Solid Oil es ecológico y mantiene los contaminantes alejados del rodamiento sin necesidad de obturaciones (→ **fig. 2**). No obstante, para aquellas aplicaciones en que se necesite impedir la entrada de contaminantes de forma eficaz, se recomienda utilizar rodamientos con Solid Oil y obturaciones rozantes integrales. Pero en cualquier caso no será necesario ningún tipo de mantenimiento ya que no se necesita la relubricación.

Fig. 2



Datos generales

Dimensiones, tolerancias y juego interno

Las dimensiones, tolerancias y el juego interno de los rodamientos o unidades con Solid Oil son los mismos que para los productos estándar correspondientes.

Capacidad de carga

Las capacidades de carga dinámica y estática de los rodamientos con Solid Oil son las mismas que para los rodamientos estándar correspondientes.

Carga mínima

Con el fin de lograr un funcionamiento satisfactorio, los rodamientos o unidades con Solid Oil, como todos los rodamientos o unidades, se deben someter siempre a una carga mínima determinada, que deberá ser ligeramente mayor que la de los rodamientos o unidades estándar. Las recomendaciones para calcular las cargas mínimas requeridas para los distintos rodamientos estándar se muestran en los textos precedentes a cada sección de tablas.

Velocidades límite

La **tabla 1** muestra las velocidades límite orientativas para los rodamientos con Solid Oil dadas por el factor de velocidad

$$A = n \cdot d_m$$

donde

A = factor de velocidad mm/min

n = velocidad de giro, rpm

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

Las velocidades límite indicadas por el factor A son aplicables a los rodamientos abiertos (no obturados). Para los rodamientos con obturaciones integrales, deberá usarse el **80 %** del valor indicado.

Es importante recordar que cuanto mayor sea la velocidad, mayor será la temperatura de funcionamiento. Por tanto, quizás sea necesario limitar la velocidad del rodamiento para su funcionamiento a altas temperaturas de modo

Tabla 1

Velocidades límite

Tipo de rodamiento

Factor de
velocidad
A

Rodamientos rígidos de bolas

– de una hilera 300 000
– de dos hileras 40 000

Rodamientos de bolas con contacto angular

– con jaula de chapa de acero 150 000
– con jaula de poliamida 6,6 40 000

Rodamientos de bolas a rótula

– con jaula de chapa de acero 150 000
– con jaula de poliamida 6,6 40 000

Rodamientos de rodillos cilíndricos

– con jaula de chapa de acero 150 000
– con jaula de poliamida 6,6 40 000

Rodamientos de rodillos cónicos

45 000

Rodamientos de rodillos a rótula

– con diseño E 42 500
– con diseño CC 85 000

Rodamientos Y, y unidades de rodamientos Y 40 000

que no se exceda el límite de temperatura para el Solid Oil.

Generalmente, cuando los rodamientos con Solid Oil deben funcionar bajo condiciones extremas, es aconsejable contactar con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF para solicitar asesoramiento y asistencia técnica.

Propiedades del aceite

El aceite estándar que se suele utilizar para el Solid Oil es un aceite sintético de muy alta calidad. Sus propiedades principales se muestran en la **tabla 2**.

Los aceites con otras viscosidades también se pueden utilizar, p.ej. aceites especiales para la industria alimentaria, aplicaciones con cargas elevadas o temperaturas bajas, etc. Ciertos aditivos, como los antioxidantes, se pueden añadir al Solid Oil para lograr una mayor protección. Antes de decidirse por un tipo de aceite y de realizar el pedido, póngase en contacto con el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF.

Tabla 2

Aceite estándar para el Solid Oil	
Propiedades	Solid Oil
Viscosidad cinemática	
a 40 °C	140 mm ² /s
a 100 °C	19 mm ² /s
Temperaturas admisibles¹⁾	
– Para un funcionamiento continuo	+85 °C
– Para un funcionamiento intermitente	+95 °C
– Para una puesta en funcionamiento	–40 °C

¹⁾ Los rodamientos con Solid Oil se pueden calentar a una temperatura de +100 °C para su montaje