



BIENVENIDOS

Curso General de Rodamientos

Presentado por: Adbeiro Cuesta
Ingeniero de aplicaciones – Lugo Hermanos S.A.

21-10-2022

Que es un Rodamiento?



Conceptos Básicos de Rodamientos

Es un elemento de Precisión (*antes mecánico*) diseñado para:

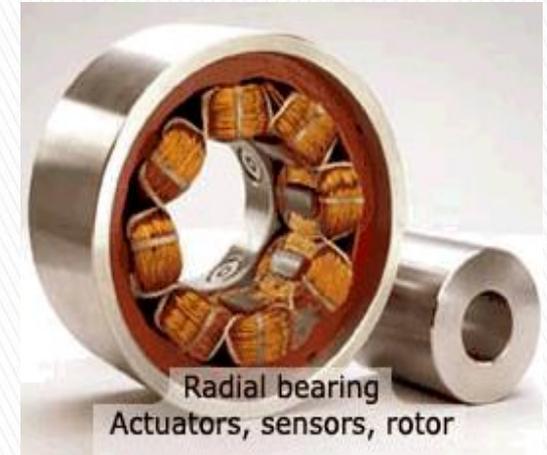
- Reducir la Fricción entre dos superficies
- Transmitir/Transportar Cargas
- Guiar partes móviles



**Rodamientos radiales -
axiales**

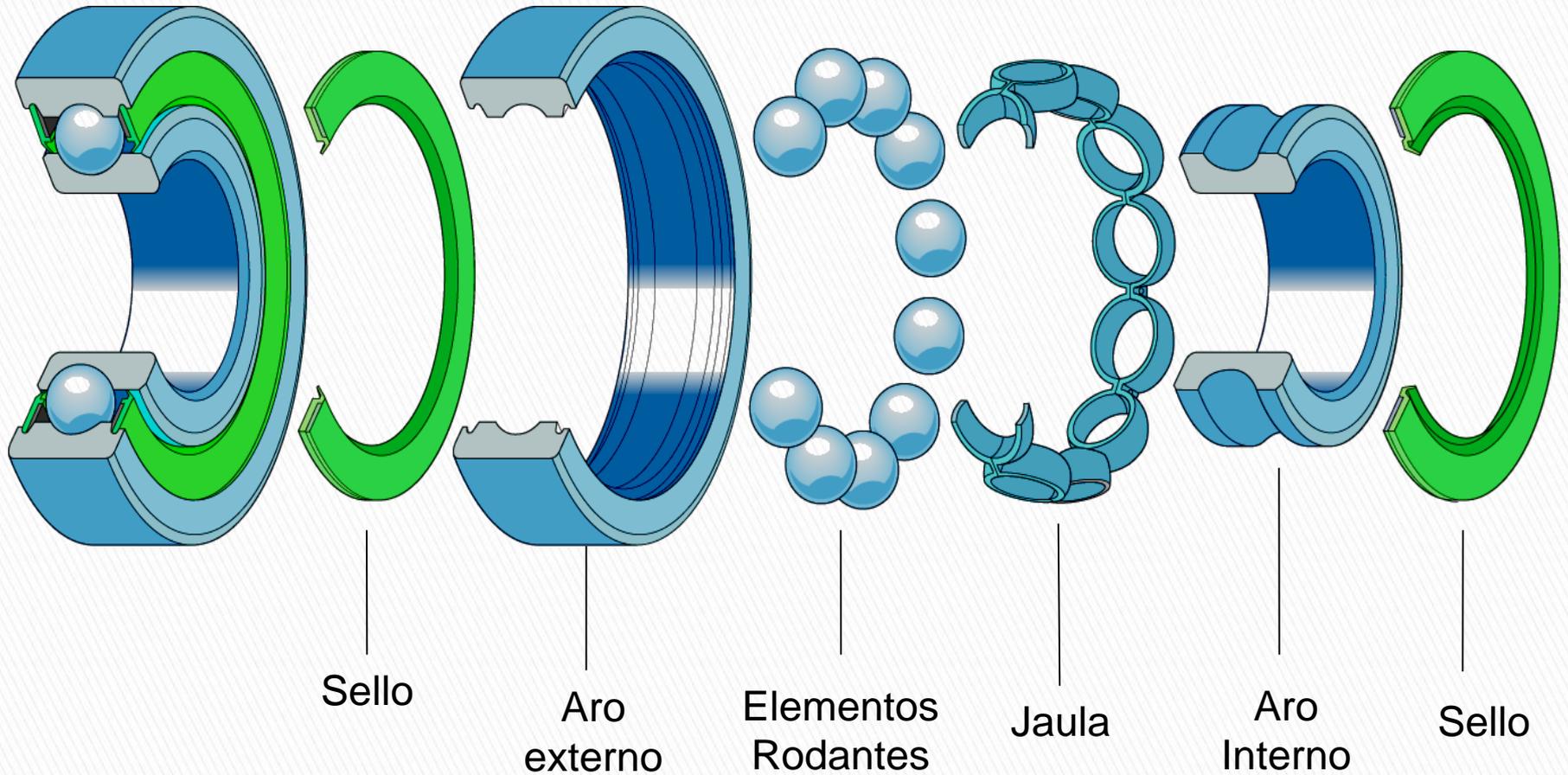


**Rodamientos
lineales**



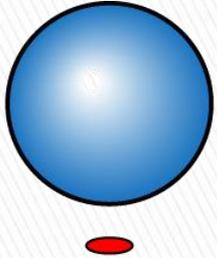
**Rodamientos
Magnéticos**

Componentes de un Rodamiento

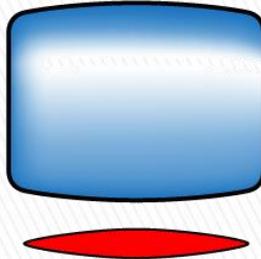


Tipos de elementos rodantes

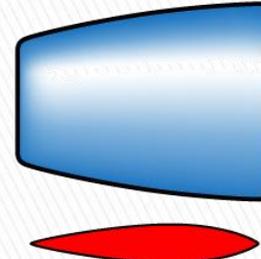
Bolas



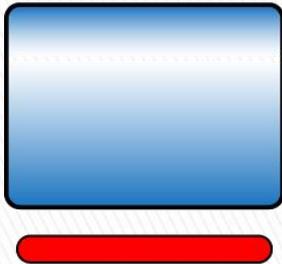
Rodillos Esfericos
(Simétricos)



Rodillos Esféricos
(Asimétricos)



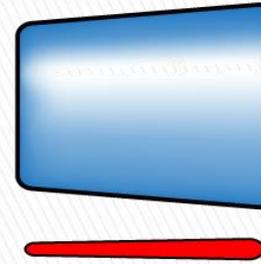
Rodillos Cilíndricos



Agujas



Rodillos Cónicos



•...Y Rodillos Toroidales



Tipos de Jaulas

RESINA FENÓLICA -
BAKELITA



LATÓN



POLIAMIDA



ACERO



Tipos de Jaulas

J

Jaula de chapa embutida de acero sin temprar

Y

Jaula de chapa estampada de latón

P

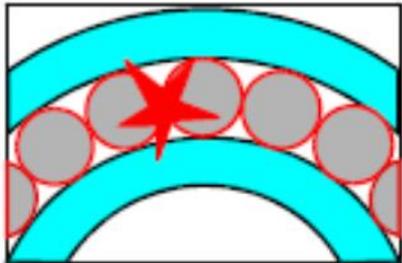
**Jaula polimérica reforzada con poliamida 6,6 y
moldeada por inyección**

TN 9

M

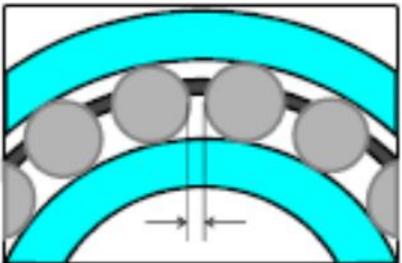
Jaula mecanizada en bronce

Tipos de Jaulas



La función principal de la jaula es

- ✓ Evitar el contacto entre los elementos rodantes
- ✓ Guiar los elementos rodantes y mantenerlos uniformemente separados
- ✓ Proveer espacio para el lubricante



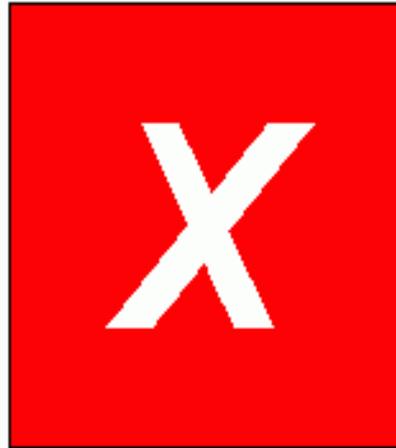
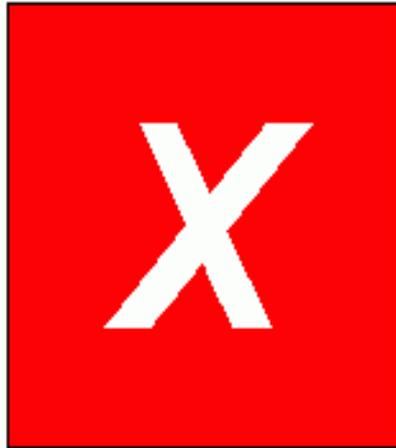
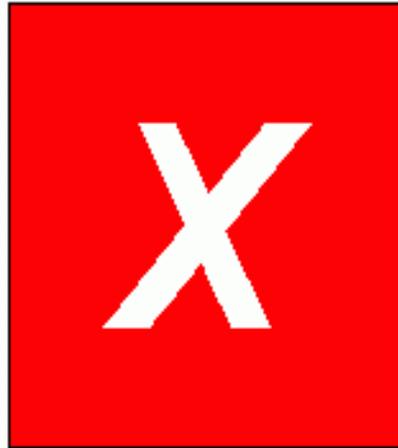
Lo anterior son condiciones necesarias para ofrecer:

- ✓ La máxima capacidad de carga
- ✓ Un bajo coeficiente de fricción
- ✓ Una mínima generación de calor.



Designación de rodamientos ISO

Consta de 5 Cifras que describen al rodamiento:



Tipo de
rodamiento

Serie de
anchura

Serie del
diámetro
exterior

Diametro nominal
del agujero en
mm/5*

*Valido para diámetros entre 20 mm (XXX04) y 480 mm (XXX96)



Designación de rodamientos ISO

Series de Rodamientos

				544						(0)4
	223			524						33
	213			543	6(0)4					23
	232			523	623			23		(0)3
	222			542	6(0)3			32		22
	241			522	(60)3			22		12
	231				622			31		(0)2
	240	323		534	6(0)2			41		31
	230	313		514	(60)2			60		30
	249	303		533	16(0)1			50		20
	239	332		513	630	7(0)4	814	40		10
	(1)23	248	322	532	6(1)0	7(0)3	894	30		39
	1(0)3	238	302	512	16(0)0	7(0)2	874	69		29
	(1)22		331	511	619	7(1)0	813	59		19
	112	294	330	510	609	719	893	49		38
(0)33	1(0)2	293	320	4(2)3	591	618	718	812	39	28
(0)32	1(1)0	292	329	4(2)2	590	608	708	811	29	18
										41
										31
										50
										40
										30
										49
										39
										48
										23
										(0)3
										12
										(0)2
										10
										19

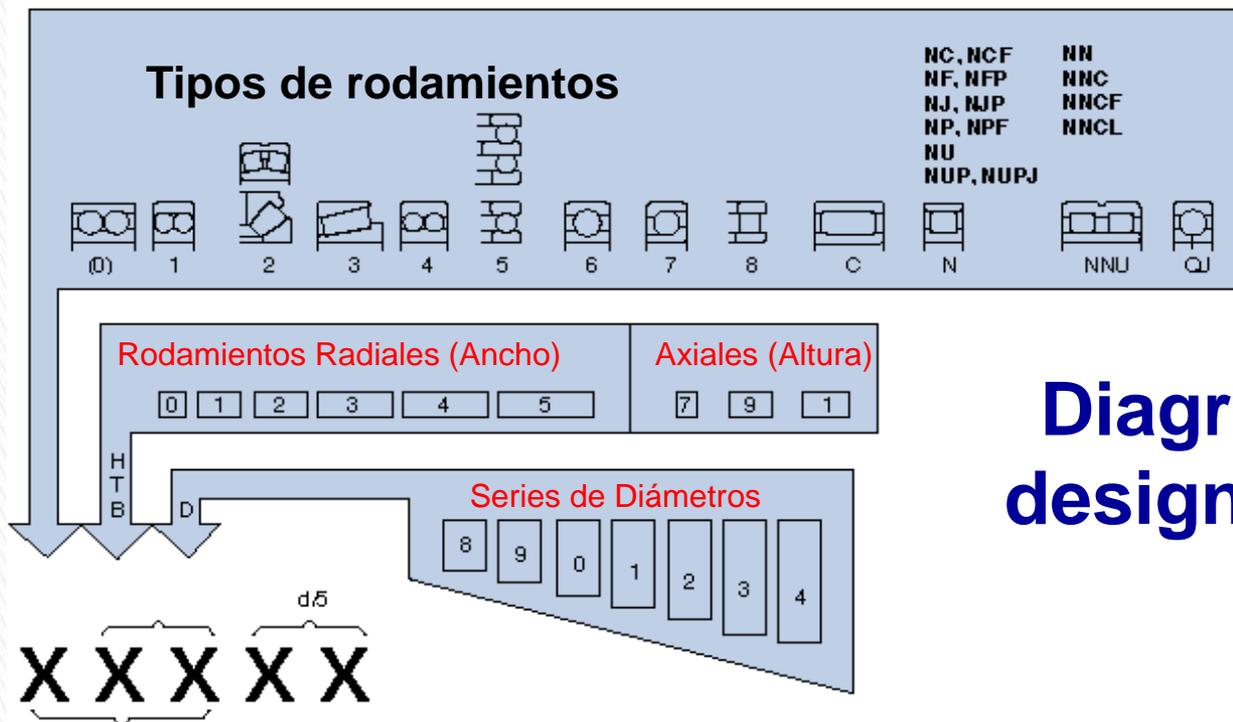


Diagrama de designaciones



Designación de rodamientos ISO

2	3	0	96
3	0	2	20
5	1	1	05

▶ Excepciones a la regla de: “d/5”

- **XXX00** para $d=10$ mm
- **XXX01** para $d=12$ mm
- **XXX02** para $d=15$ mm
- **XXX03** para $d=17$ mm



En rodamientos don $d < 10$ mm

Encontraremos 3 cifras en las referencias de rodamientos rígidos de bolas con $d < 10$ mm



Ejemplos:

- 623 ($d = 3$ mm)
- 604 ($d = 4$ mm)
- 624 ($d = 4$ mm)
- 626 ($d = 6$ mm)
- 629 ($d = 9$ mm)

Cuando usamos (/)?



Los “Grandes”: ($d > 480$ mm)

Ejemplos:

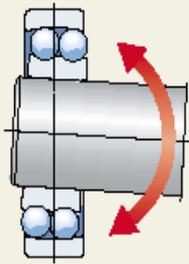
- 239 / 710 ($d = 710$ mm)
- 240 / 560 ($d = 560$ mm)

Los no multiples de 5...

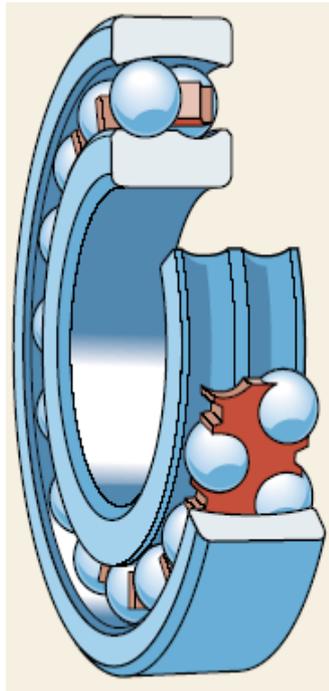
Ejemplos:

- 618 / 4 ($d = 4$)
- 63 / 15.784 ($d = 15.784$ mm o $5/8$ ")

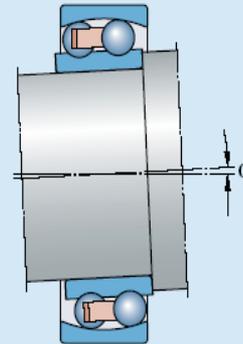
1 – Rodamientos de bolas a rótula



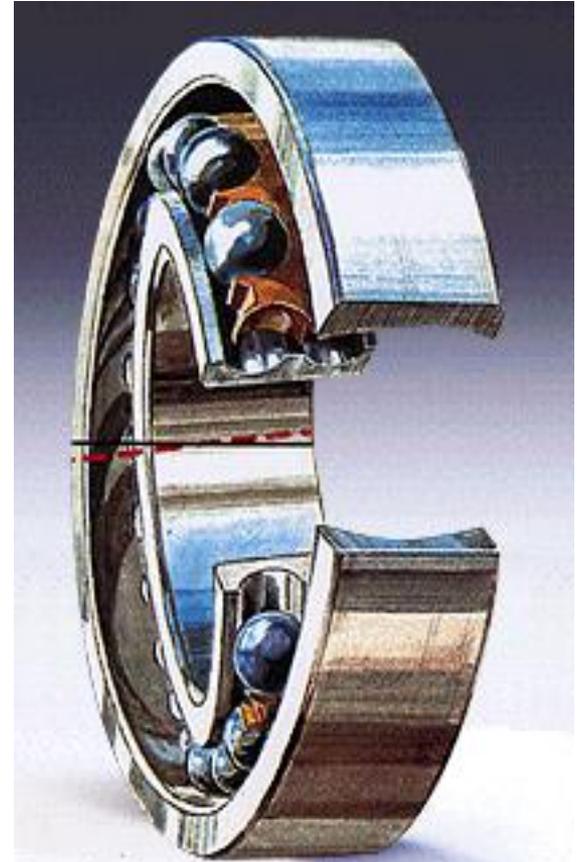
Soporta la desalineación
El rodamiento de bolas a rótula soporta la desalineación mejor que cualquier otro rodamiento. Incluso cuando se balancea, el rodamiento funciona con suavidad.



Permissible angular misalignment

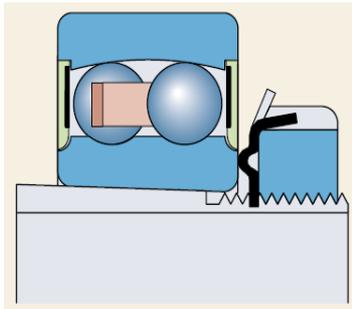
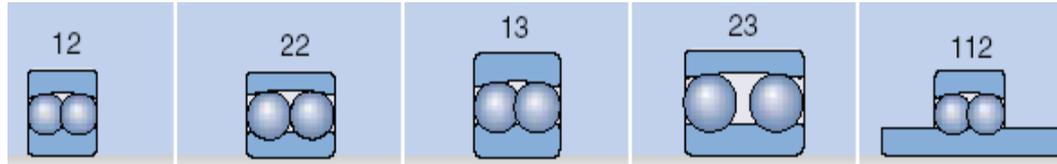


Bearings/ series	Misalignment α
-	degrees
108, 126, 127, 129, 135	3
12 (E)	2,5
13 (E)	3
22 (E)	2,5
22 E-2RS1	1,5
23 (E)	3
23 E-2RS1	1,5
112 (E)	2,5
130, 139	3



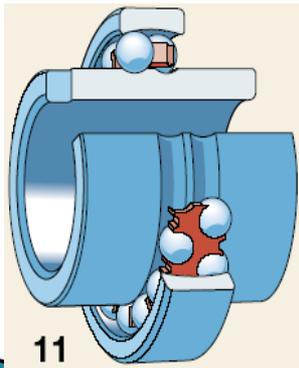
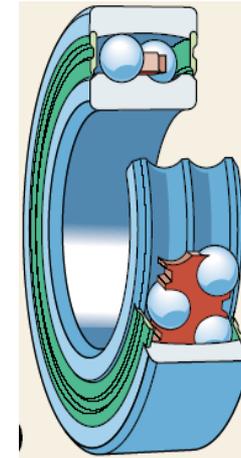
1 – Rodamientos de bolas a rótula

Series:



-K: Agujero cónico. Para instalarse sobre manguitos de montaje/desmontaje

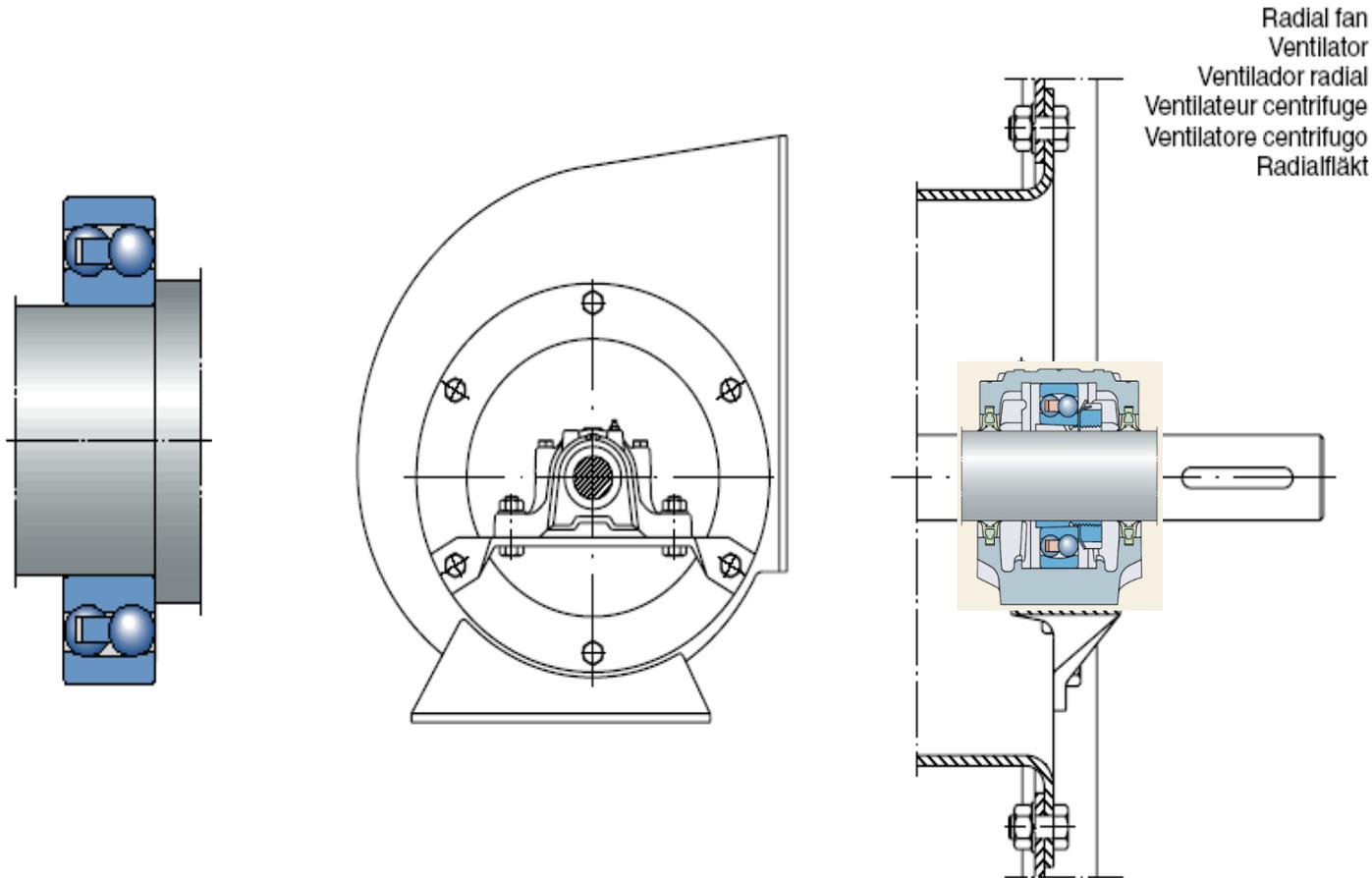
RS1: Los sellos rozantes aseguran una obturación eficaz



- Aro interior prolongado con tolerancia especial de agujero para aplicaciones en ejes redondos comerciales

Ejemplo:
1308 EKTN9

1 – Rodamientos de bolas a rótula



- ▶ Aplicación en Ventiladores

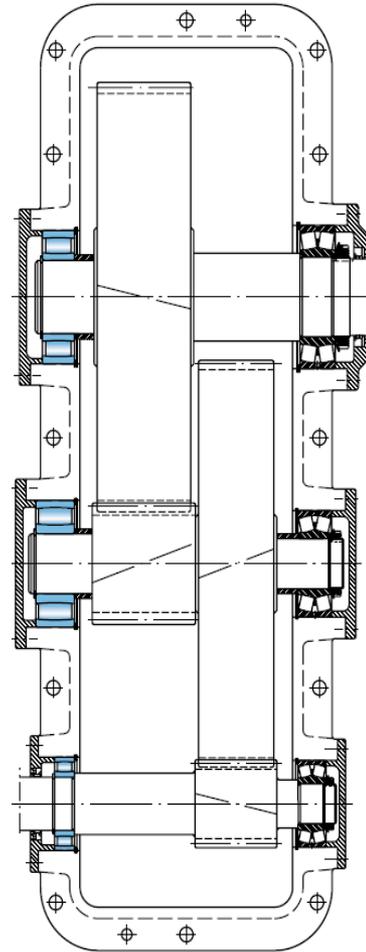
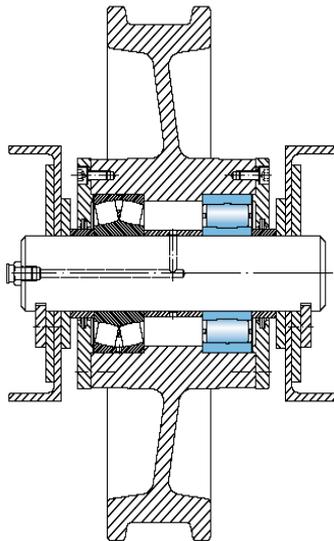
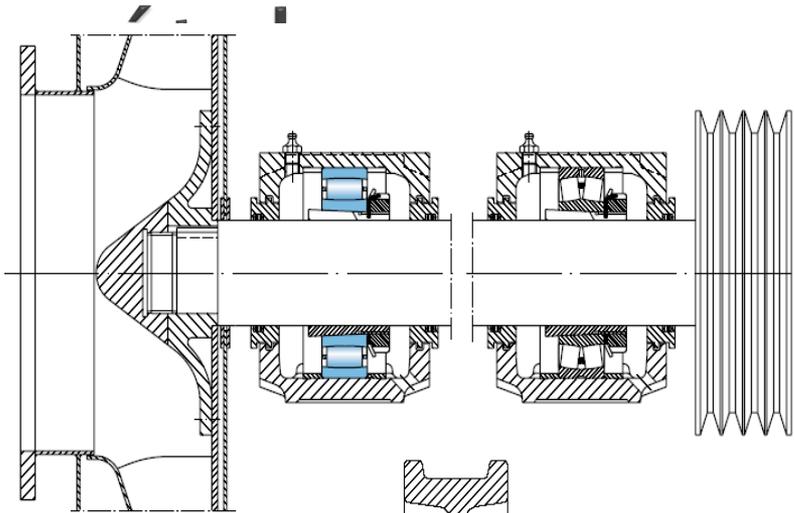
2 - Rodamientos de rodillos a rótula y axiales de rodillos a rótula



Rodamientos tipo **EXPLORER**

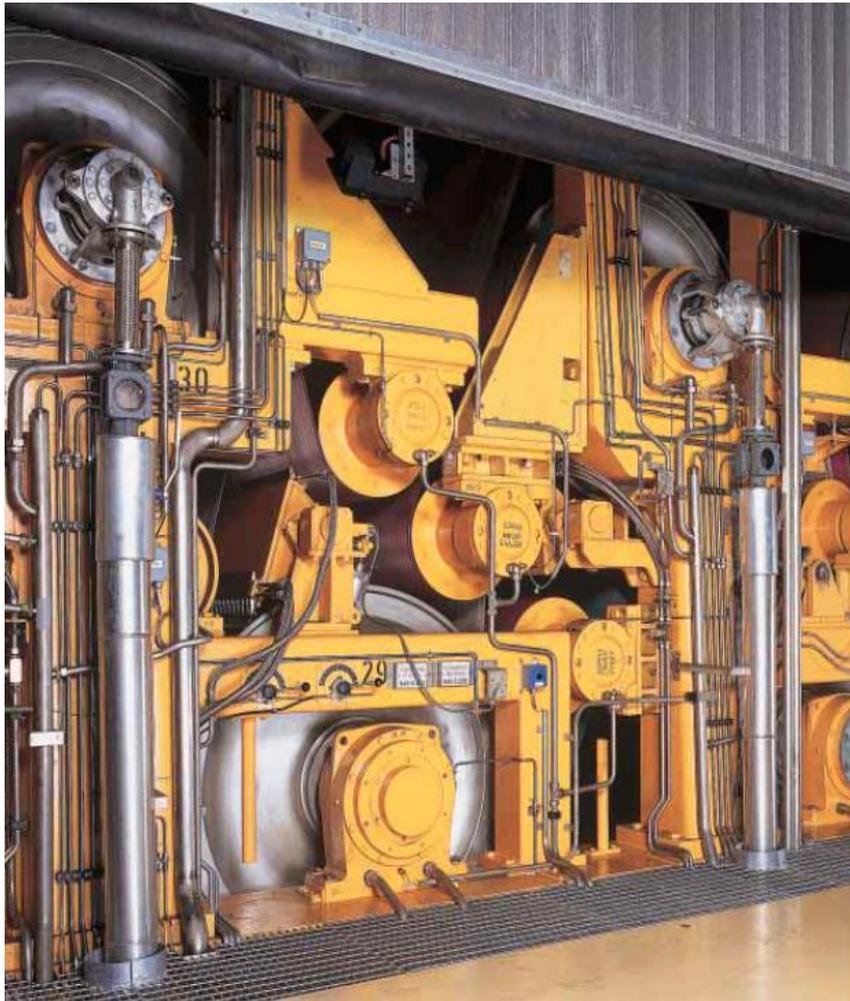


2 - Rodamientos de rodillos a

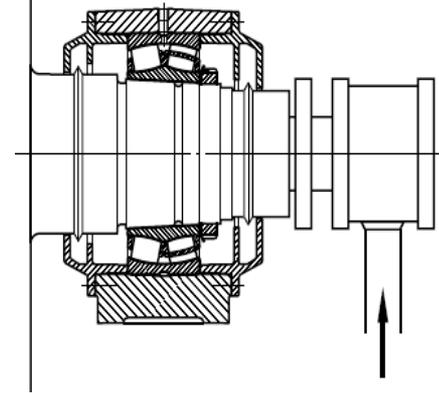


- ▶ Ventiladores, grandes poleas y transmisiones industriales entre otras aplicaciones

2 - Rodamientos de rodillos a



Locating bearing



▶ Aplicaciones en maquinas papeleras

2 - Algunos sufijos



W33

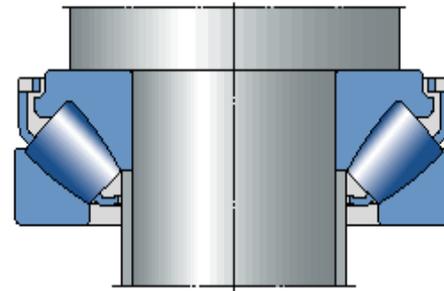
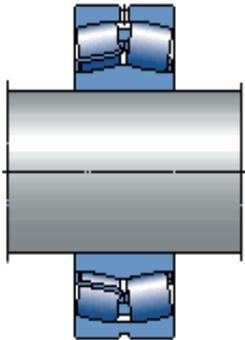
Ranura y 3 agujeros en el aro exterior para lubricación

K

Agujero cónico, conicidad 1:12

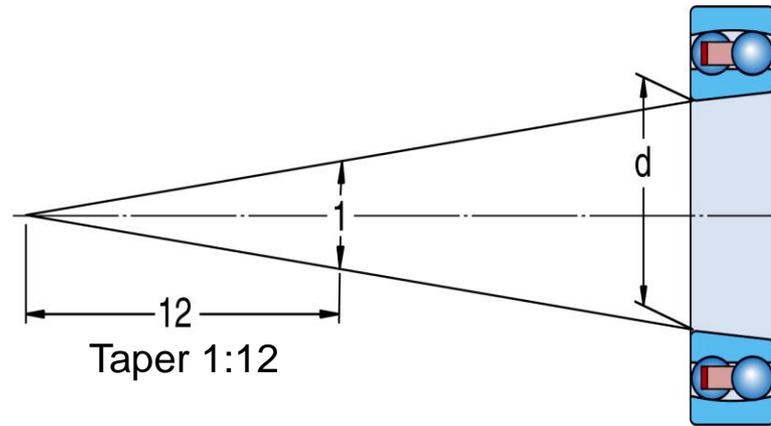
K30

Agujero cónico, conicidad 1:30

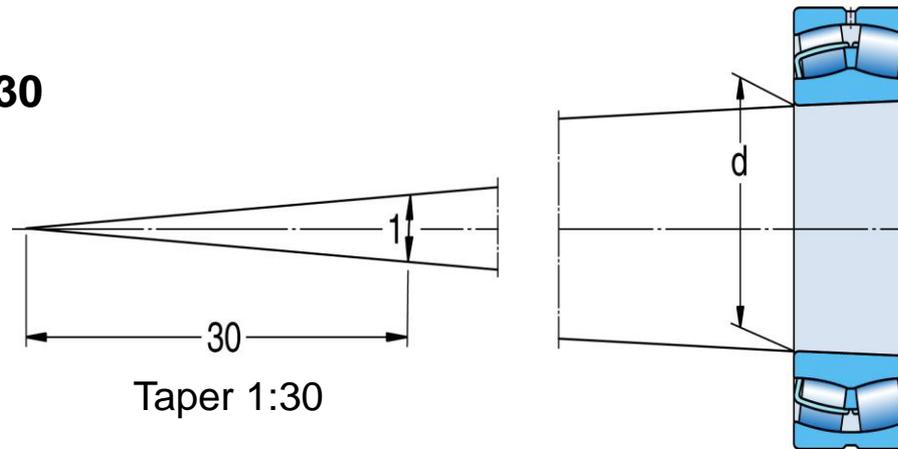


Sufijos de Agujeros Cónicos

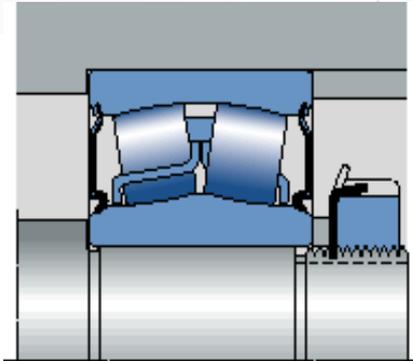
Sufijo K



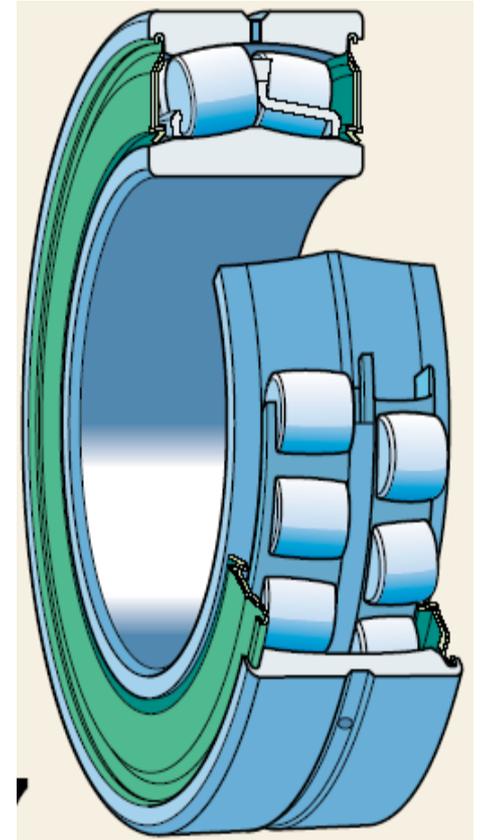
Sufijo K30



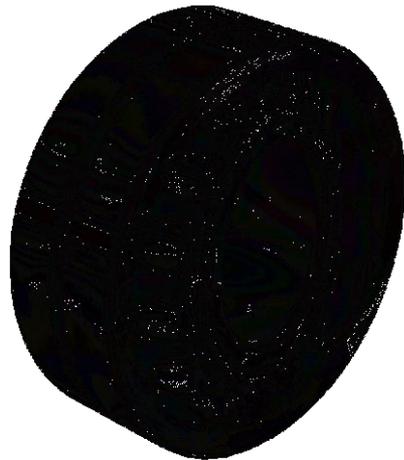
2-Rodamientos Sellados-2CS



- Exclusión de contaminantes
- Aumento de la VIDA DE SERVICIO
- Simplificación de diseños gracias a los sellos integrales



2-Rodamientos para aplicaciones vibratorias VA405 y VA 406

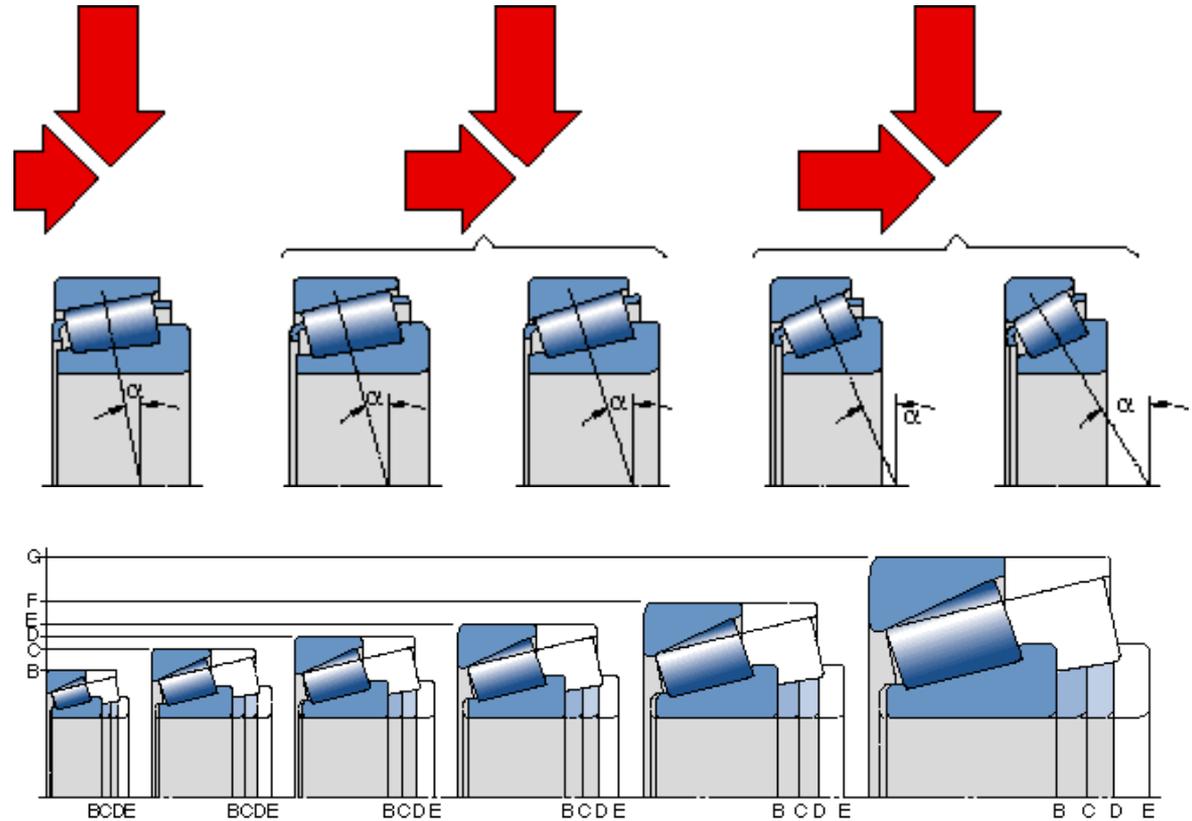


Características

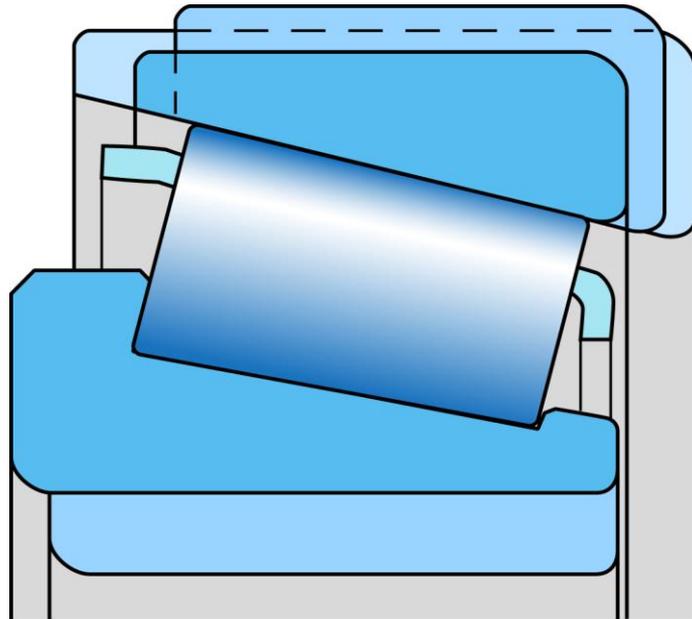
- Rodamientos de calidad SKF **EXPLORER**
- Canastillas de Acero endurecidas
- Juego Radial Interno C4
- Aumento de la precisión dimensional: tolerancias reducidas
- VA 406: Agujero recubierto en Teflón - PTFE (Poli-Tetra-Fluoro-Etileno)

3 - Rodamientos de rodillos cónicos

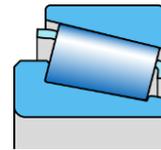
- Rodamientos de calidad SKF **EXPLORER**



Tamaño en Pulgadas de los Rodamientos de Rodillos Cónicos: Copas y Conos

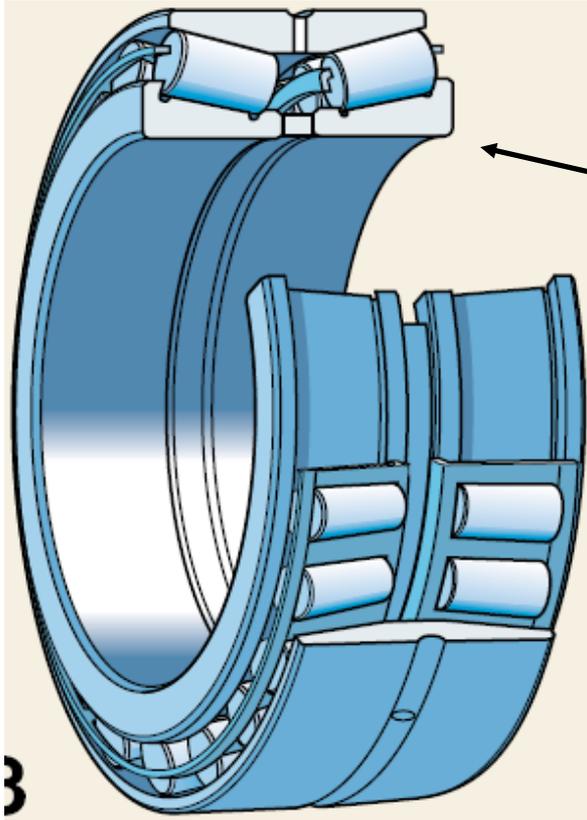


Los rodamientos de rodillos cónicos de pulgada son diseñados alrededor de rodillos y canastillas y pertenecen a familias



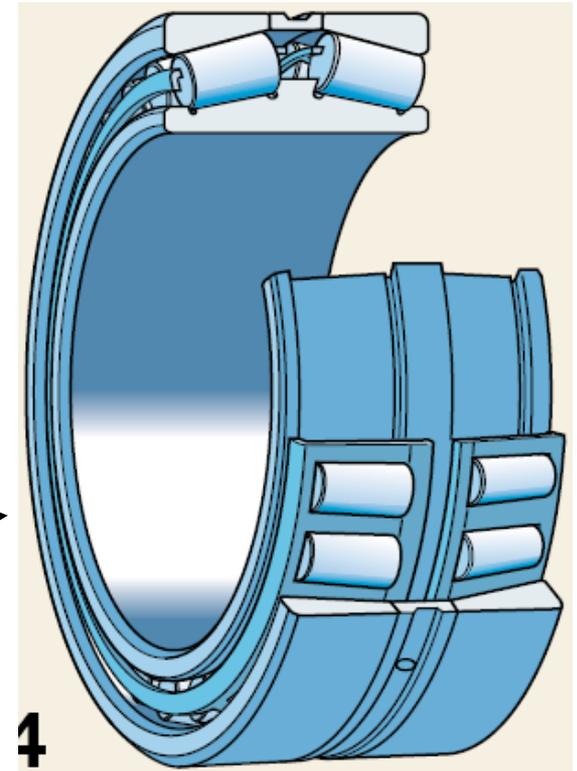
: Diseño Básico (familia)

Cónicos de Doble Hilera (TRB)



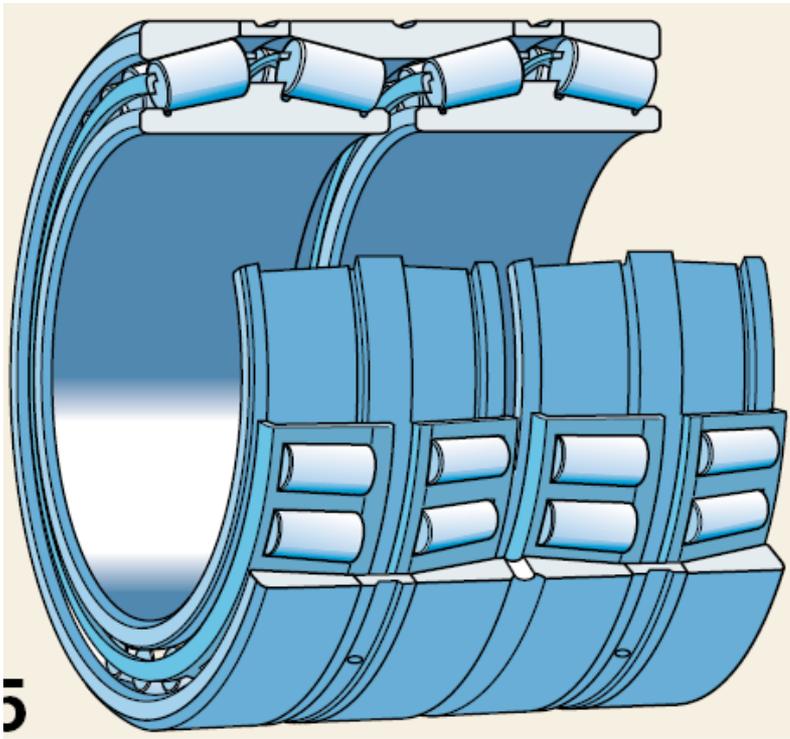
- Configuración TDO (Back to back)

- Configuración TDI (Face to face)



Cónicos de 4 hileras de rodillos

- ▶ Configuración TQO & TQI (BT4...)

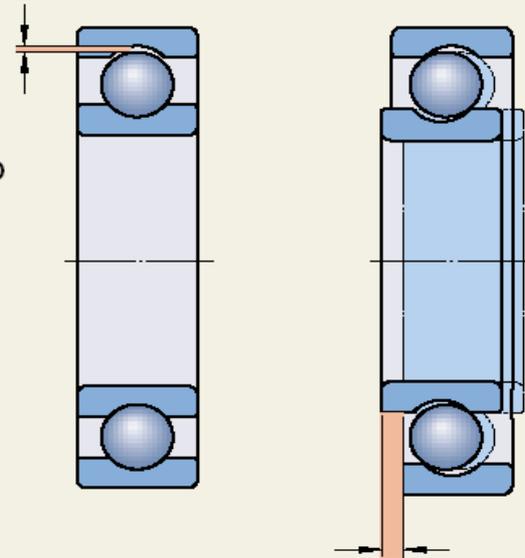


Rodillo de cuello en siderurgia

6 - Rodamientos rígidos de Bolas



Juego radial interno

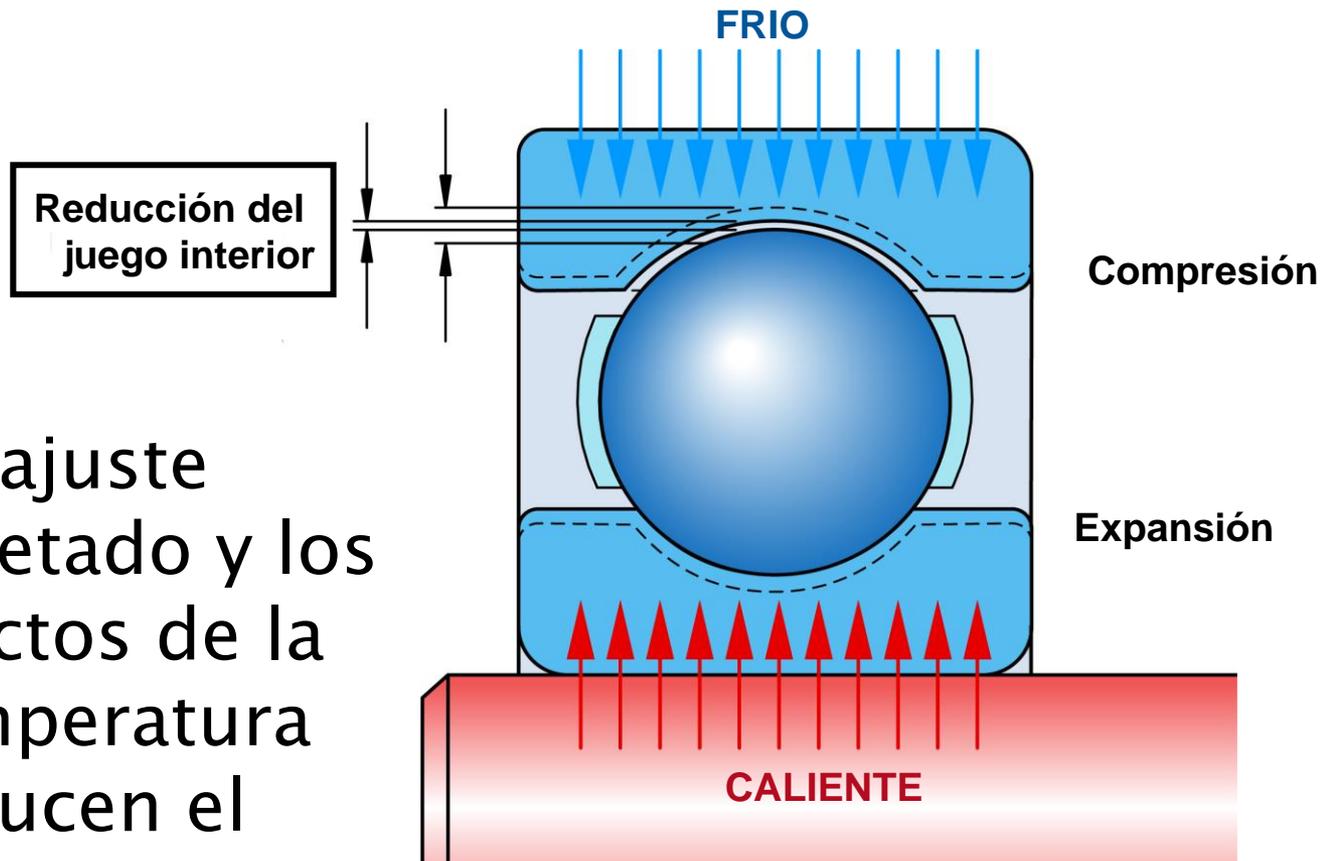


Juego axial interno

- C1** clearance less than C2
- C2** clearance less than Normal
- C3** clearance greater than Normal
- C4** clearance greater than C3
- C5** clearance greater than C4

6 - Rodamientos rígidos de Bolas

Juego Interno



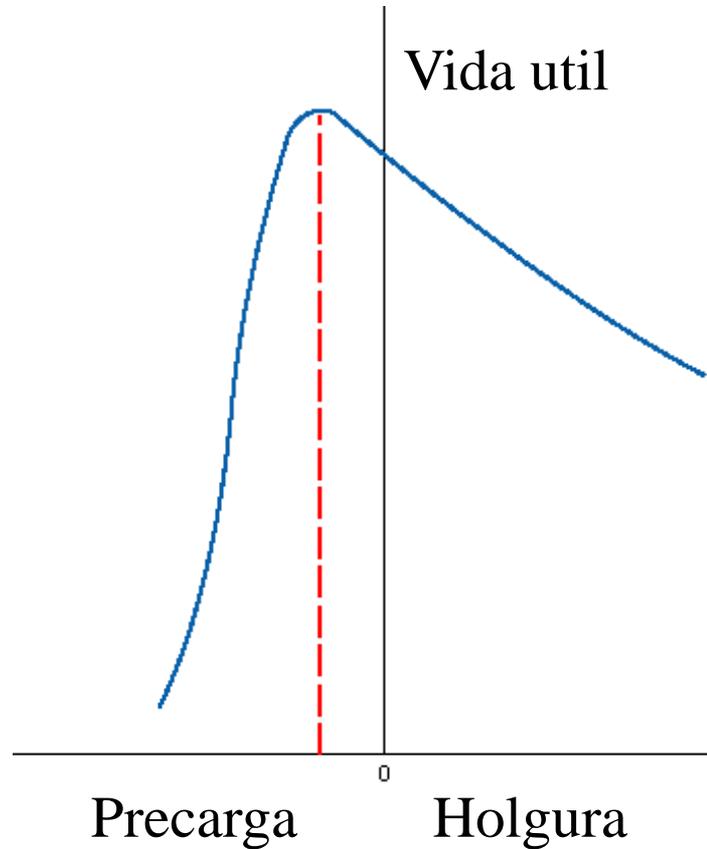
- Un ajuste apretado y los efectos de la temperatura reducen el juego interno.

6 – Rodamientos rígidos de Bolas

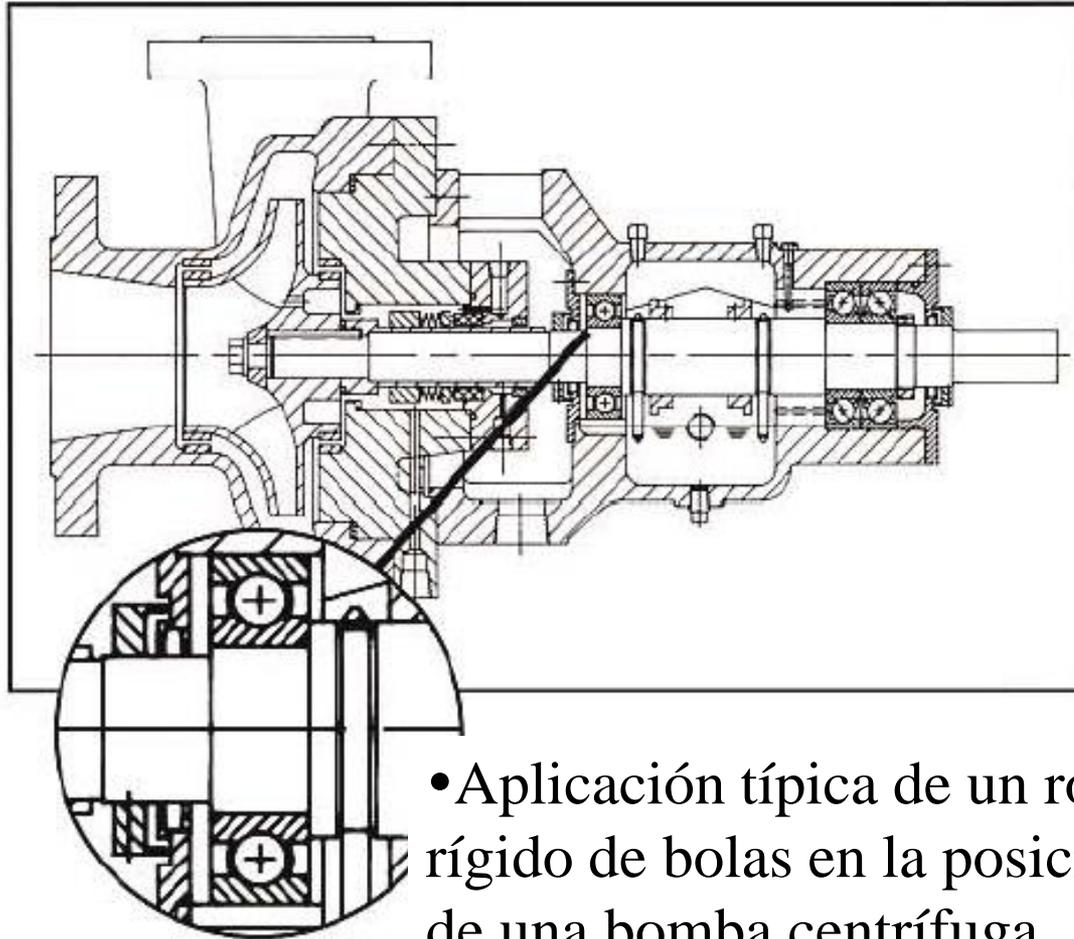
Juego Interno

Bore diameter d		Radial internal clearance				C3		C4		C5	
over	incl.	C2		Normal		C3		C4		C5	
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
mm		µm									
6	6	0	7	2	13	8	23	–	–	–	–
	10	0	7	2	13	8	23	14	29	20	37
10	18	0	9	3	18	11	25	18	33	25	45
18	24	0	10	5	20	13	28	20	36	28	48
	30	1	11	5	20	13	28	23	41	30	53
30	40	1	11	6	20	15	33	28	46	40	64
40	50	1	11	6	23	18	36	30	51	45	73
	65	1	15	8	28	23	43	38	61	55	90
65	80	1	15	10	30	25	51	46	71	65	105
80	100	1	18	12	36	30	58	53	84	75	120
	120	2	20	15	41	36	66	61	97	90	140
120	140	2	23	18	48	41	81	71	114	105	160
140	160	2	23	18	53	46	91	81	130	120	180
	180	2	25	20	61	53	102	91	147	135	200
180	200	2	30	25	71	63	117	107	163	150	230

Efecto de la precarga en la vida de un rodamiento

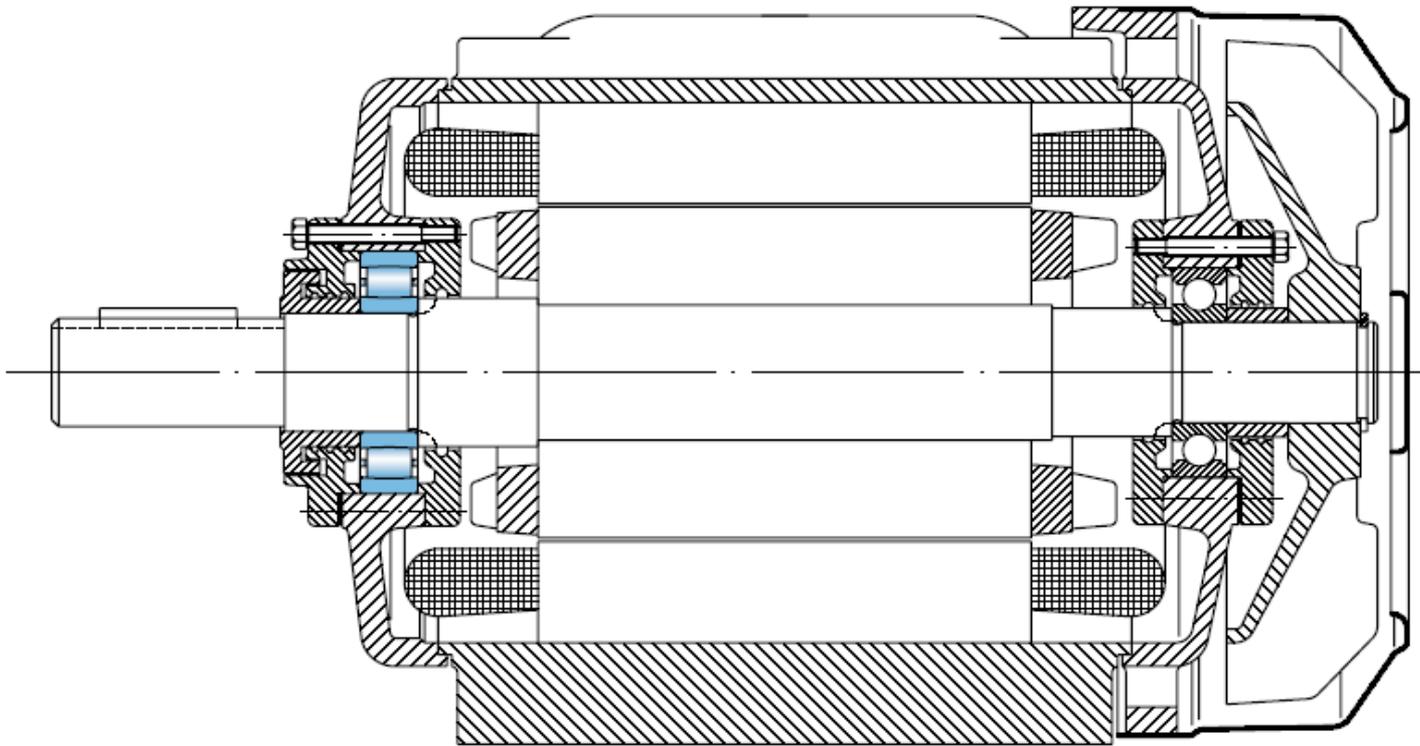


6 – Rodamientos rígidos de Bolas



- Aplicación típica de un rodamiento rígido de bolas en la posición radial de una bomba centrífuga

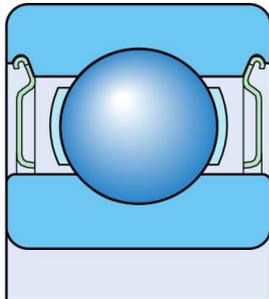
6 – Rodamientos rígidos de Bolas



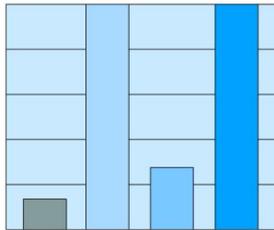
- ▶ Muy común en motores eléctricos

Tipos de obturaciones

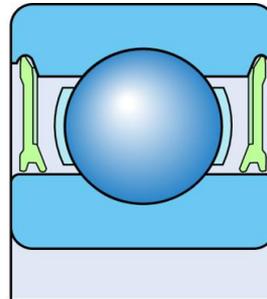
•-2Z



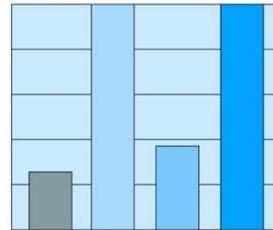
Placas de Protección



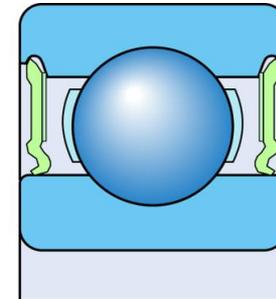
•-2RZ



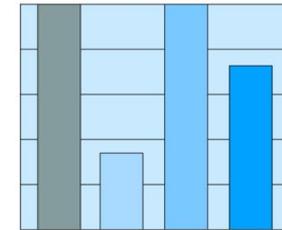
Obturación de caucho sintético de bajo rozamiento



•-2RS1



Obturación de caucho sintético



Exclusión de contaminantes



Funcionamiento silencioso



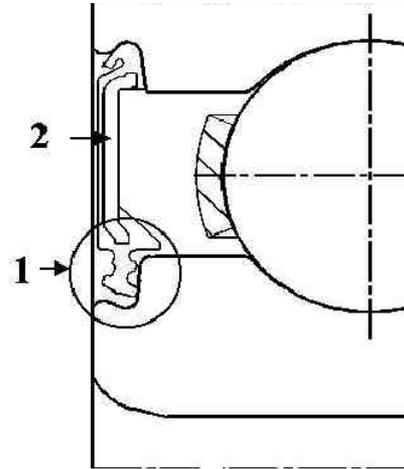
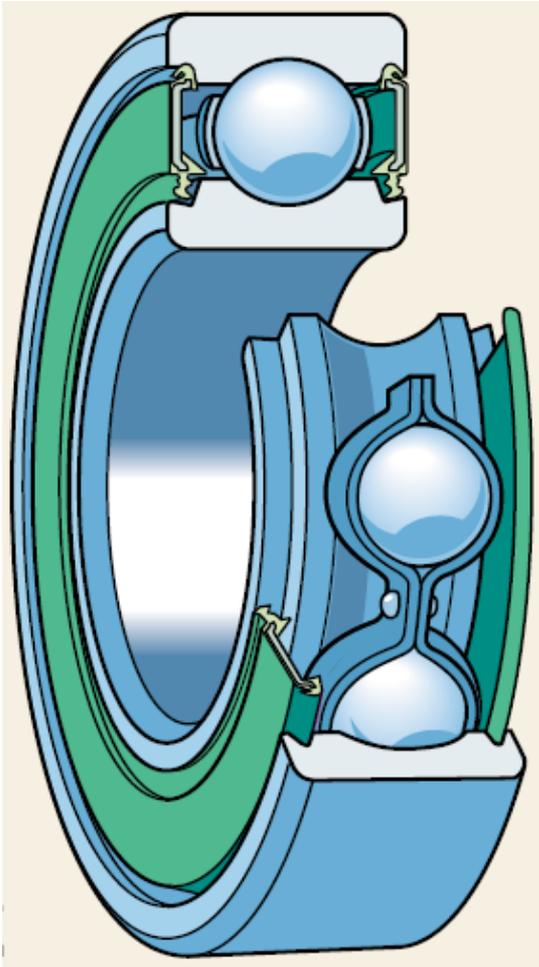
Retención de grasa



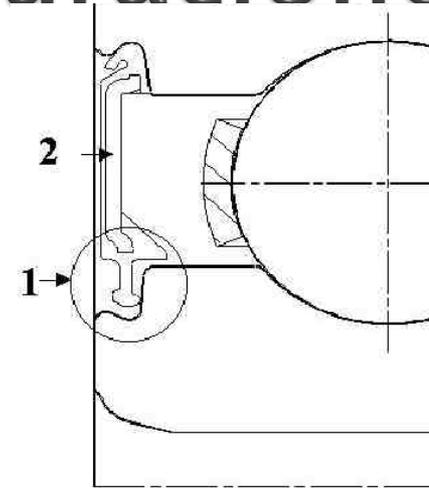
Límite de Velocidad



Nuevos tipos de obturaciones



RSH seal

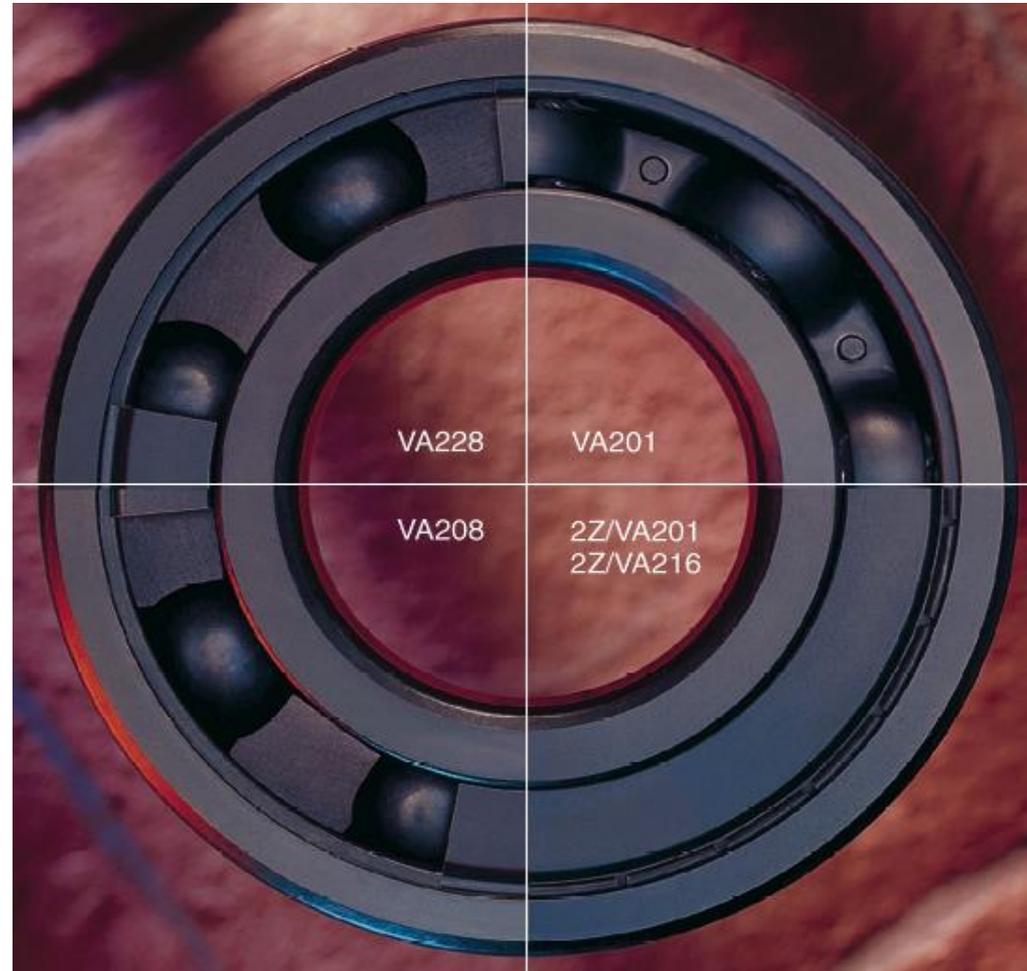


RSL seal

- Mejor retención de grasa
 - Mejor exclusión de contaminantes
 - Mayor exclusión de agua
- ▶ A partir del año 2003 las series pequeñas de la serie 60, 62 y 63 hasta el tamaño xx05 presentan un cambio en su diseño.
 - ▶ El diseño RS1 es reemplazado por el RSH y el diseño RZ por el RSL.

Rodamientos para altas temperaturas

- /VA 228: Jaula de Grafito "Coronet". Máx. capacidad de carga. Temperaturas entre: -150°C y 350°C . Velocidad máxima: 100 RPM.
- /VA 208: Jaula de Grafito segmentada, velocidades mas bajas.
- /VA 201: Jaula en Chapa de Acero. Lubricado con una mezcla de Grafito/Glycol Polialquileno para Temperaturas entre: -40°C y 250°C
- /VA 216: Para ambientes agresivos, Lubricado con grasa multipropósito especial. Temperaturas entre: -40°C y 200°C



Rodamientos Cerámicos/Híbridos

1. Mayor tolerancia a la contaminación
2. Aislamiento Eléctrico
3. Alta estabilidad
4. Bajos esfuerzos en los aros a altas velocidades,
5. Mejor geometría y terminados superficiales



Híbrido de una sola
bola cerámica
(VU901)



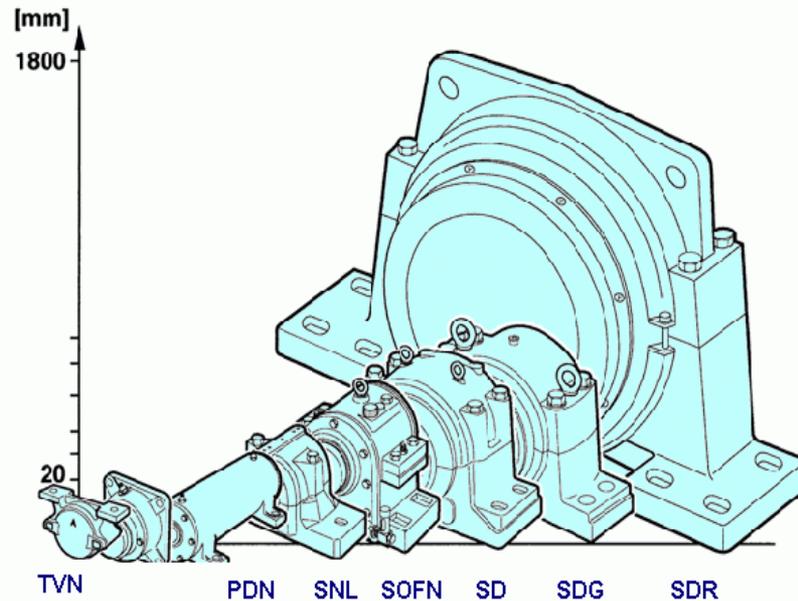
Híbrido con bolas en
cerámica (HC5)



Completamente cerámico
(HC4)

Chumaceras

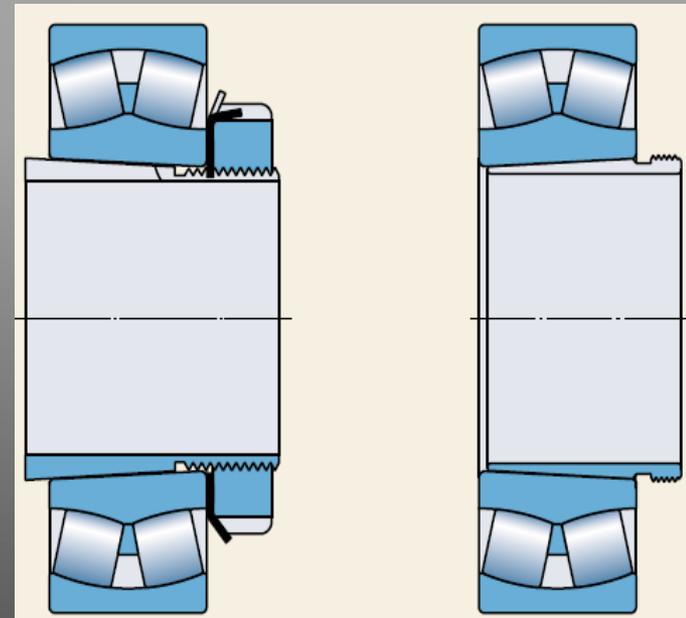
Una solución para cada aplicación



Manguitos de Montaje y Desmontaje



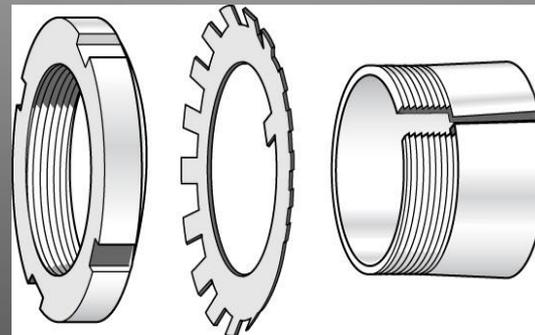
- Para instalar rodamientos con agujero cónico sobre ejes cilíndricos.
- Facilita el montaje y desmontaje de rodamientos



Manguitos de Montaje

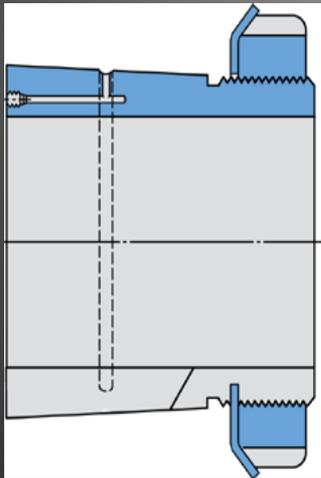


- Permite instalar rodamientos con agujero cónico sobre ejes lisos o escalonados
- Vienen con la tuerca y la arandela

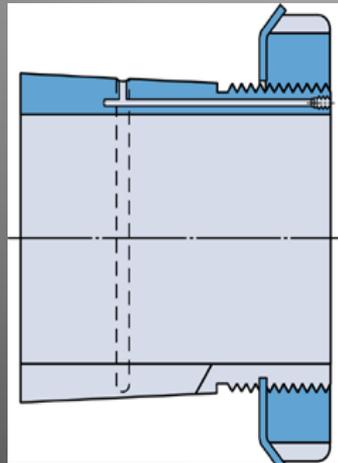


Manguitos de Montaje con sistemas para inyección de aceite

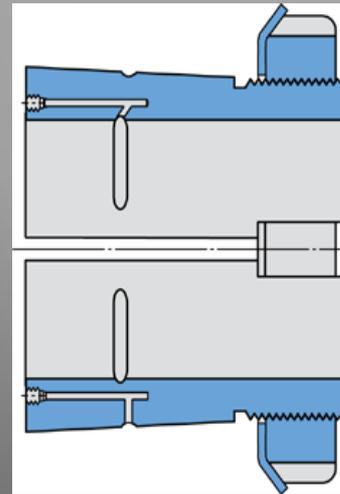
Manguitos con agujeros desde los 140 mm (y desde 200 mm como **estandar**) se suministran con ductos y ranuras para inyectar aceite y facilitar aun mas el montaje y desmontaje de rodamientos.



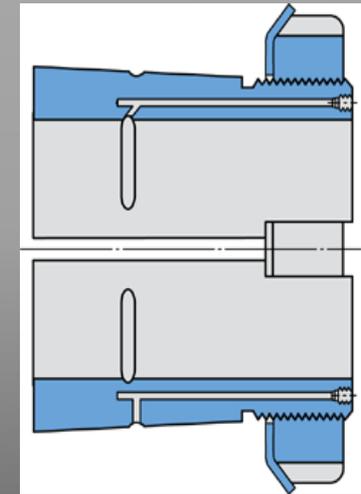
Tipo OH



Tipo OH .. H

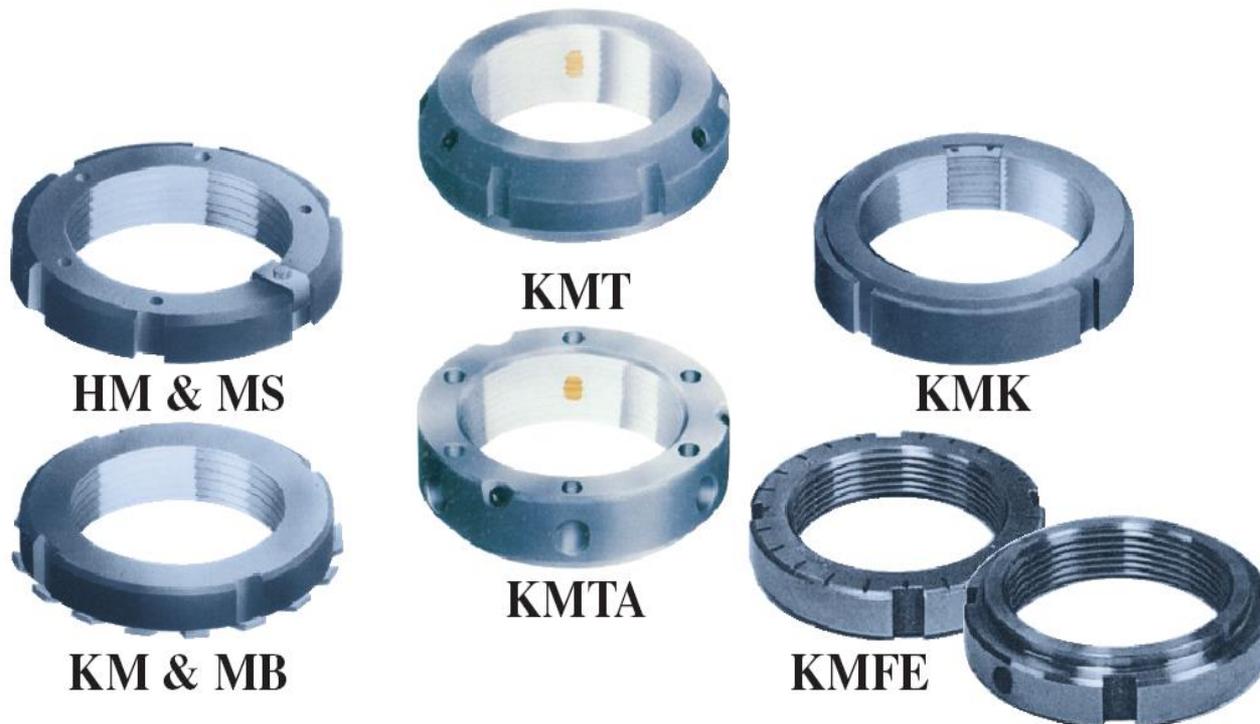


Tipo OH .. B

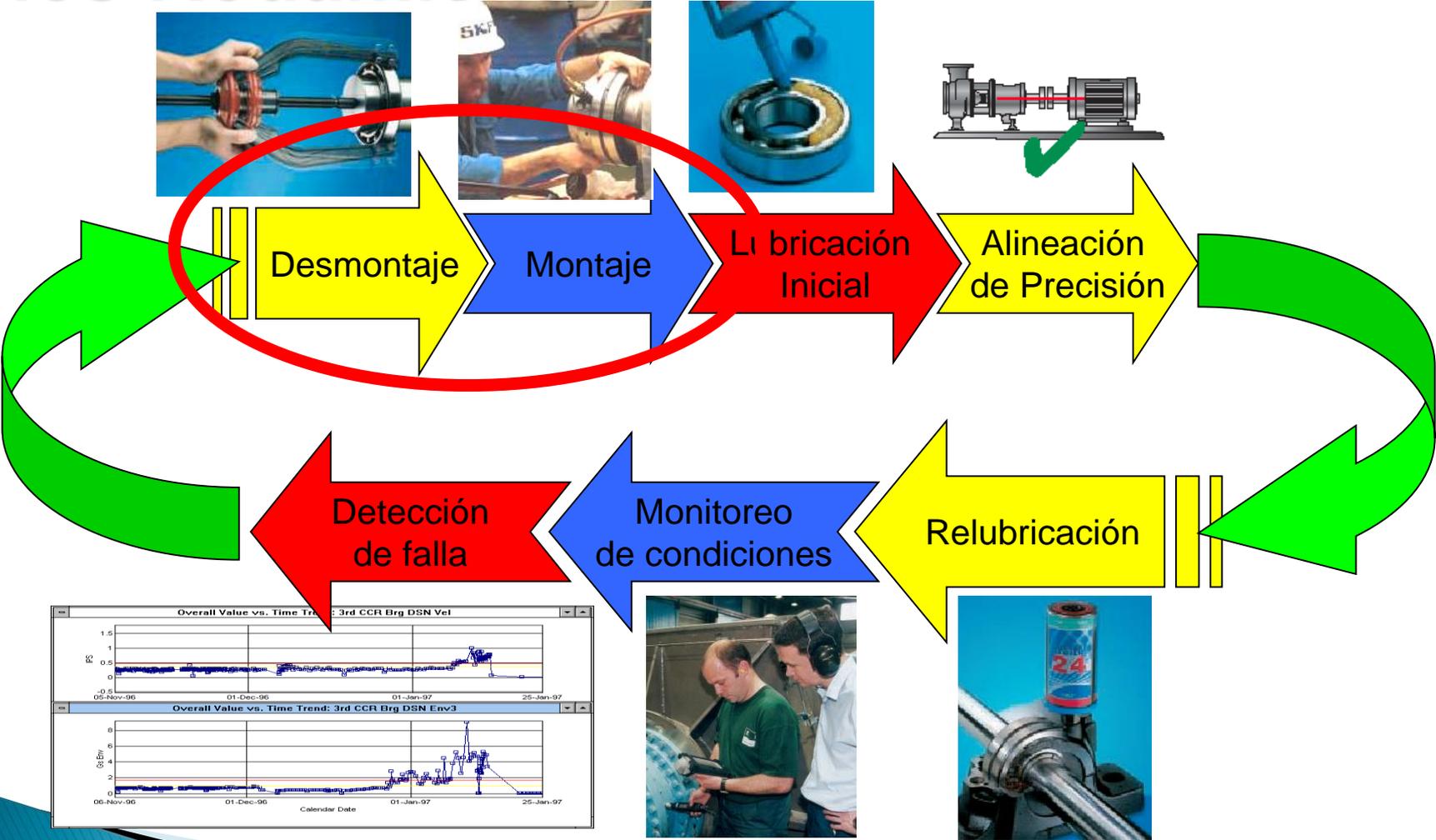


Tipo OH .. HB

Tuercas y Arandelas



Ciclo del Mantenimiento de los Rodamientos



Vida de servicio

Obtener la máxima vida de servicio de un rodamiento depende de:

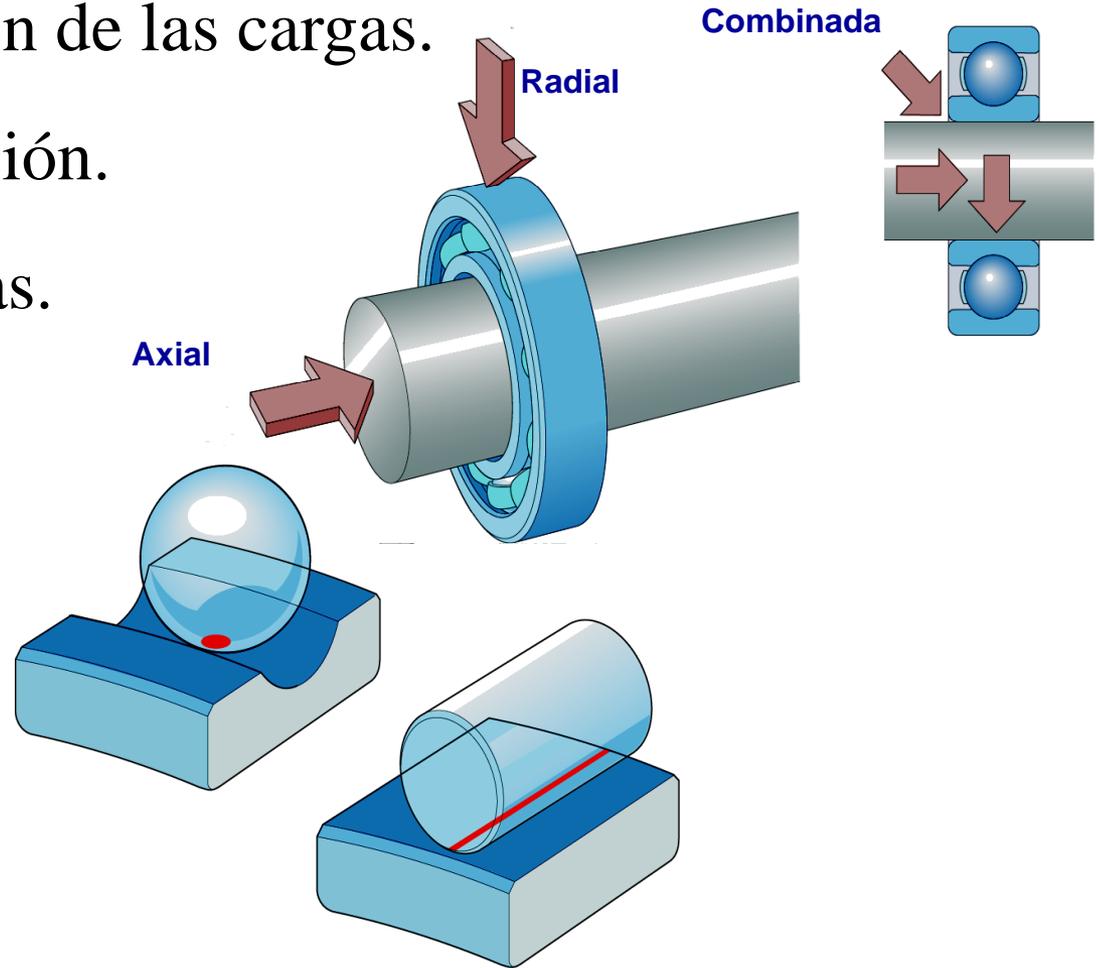
- ✓ El diseño y selección
- ✓ El manejo y almacenamiento
- ✓ El procedimiento de montaje
- ✓ Las prácticas de mantenimiento



Diseño y Selección

- Magnitud y dirección de las cargas.
- Velocidad de operación.
- Condiciones externas.
- Espacio disponible.
- Vida útil esperada.

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



Manejo y Almacenamiento



Procedimiento de Montaje

- ✓ Método apropiado
 - ✓ Experiencia personal
 - ✓ Limpieza general del entorno
 - ✓ Calidad de los componentes involucrados
 - ✓ Disponibilidad de herramientas apropiadas.
 - ✓ Lubricación inicial
- 

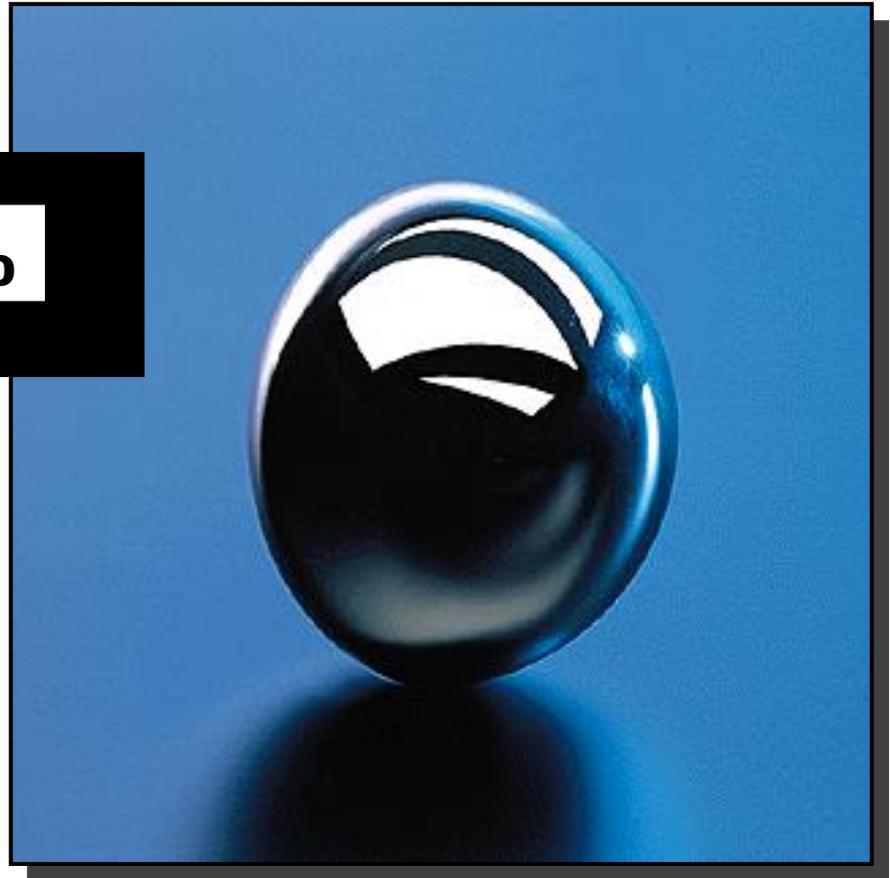
Un Montaje inapropiado

Es la causa
del

16 %

de las fallas prematuras
de los rodamientos

*Usualmente causada por la fuerza
bruta y la falta de herramientas
apropiadas*



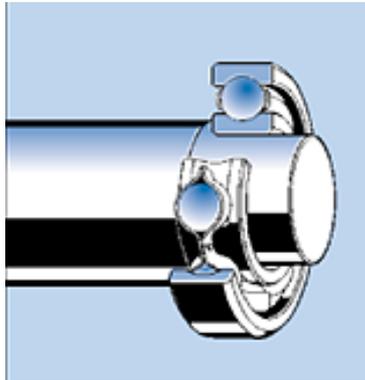
Operación con Problemas?



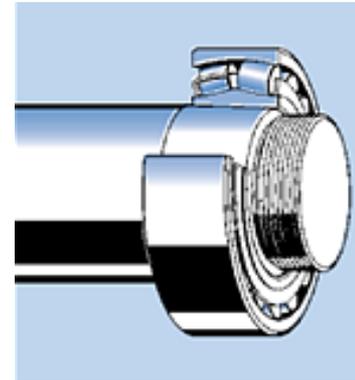
Montajes y Desmontajes



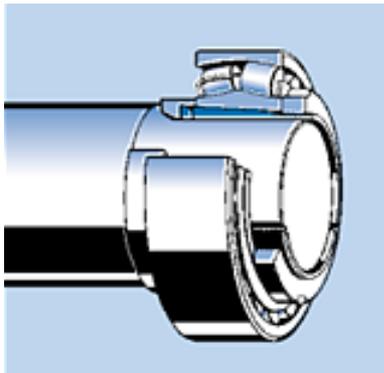
Disposiciones de ejes



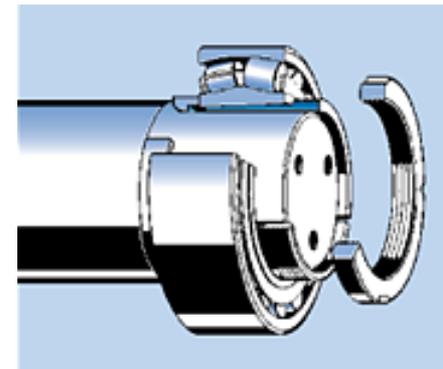
👉 Sobre eje cilíndrico



👉 Sobre eje cónico



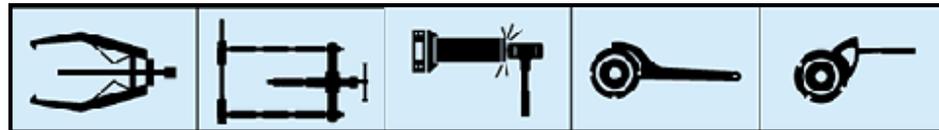
👉 Sobre manguito de montaje



👉 Sobre manguito de desmontaje

Métodos

Mecánico.



Hidráulico.



Inyección de aceite.



Calentamiento.



Elección del método

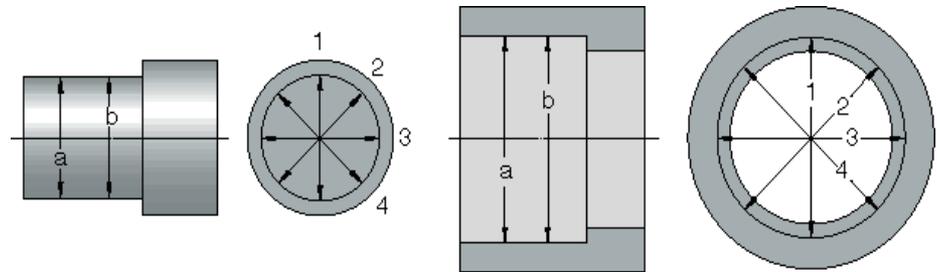
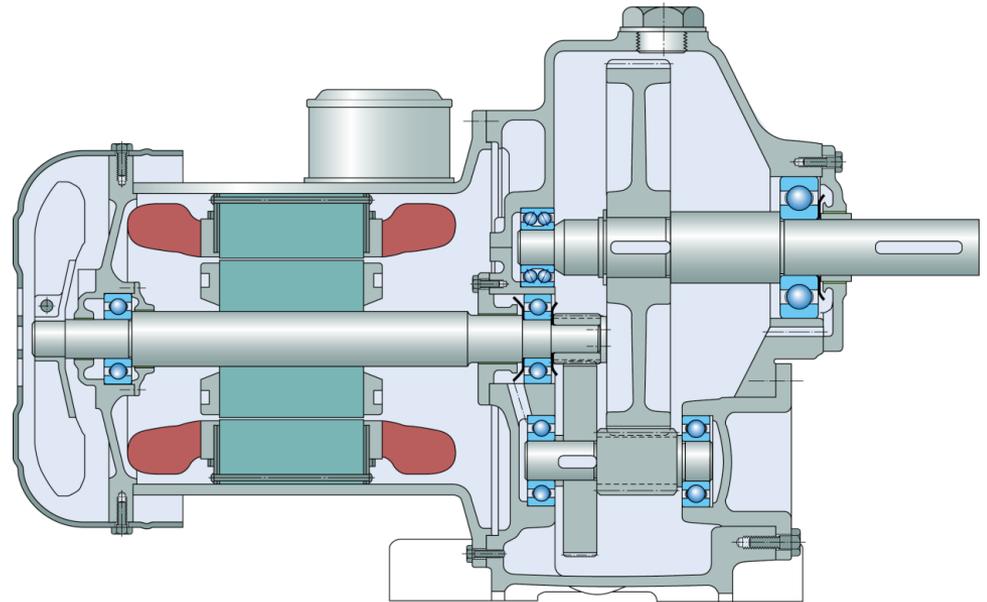
La elección del método puede depender del tamaño del rodamiento.

- **Pequeños (Eje < 80 mm): Mecánico/Calentamiento**
- **Medianos (Eje entre 80 y 200 mm): Mec. / Hid. / Cal.**
- **Grandes (Eje > 200 mm): Hidráulico / calentamiento**

Montaje - Preliminares

Revise los planos del conjunto e identifique:
os.

Se debe comprobar la exactitud de dimensiones y forma de todos los componentes que estarán en contacto con el rodamiento.



Introducción Ajustes

- ▶ El objetivo, después de un montaje, es que los aros **NO** se “**patinen**” bajo la aplicación de una carga.
- ▶ La elección de un ajuste apropiado asegura el apoyo adecuado y la fijación radial del rodamiento.
- ▶ Cuando los aros de un rodamiento quedan **apoyados** en toda su superficie del agujero y del aro externo se aprovecha al máximo su capacidad de carga.
- ▶ Un ajuste inadecuado ocasiona daños al rodamiento y a las piezas adyacentes.

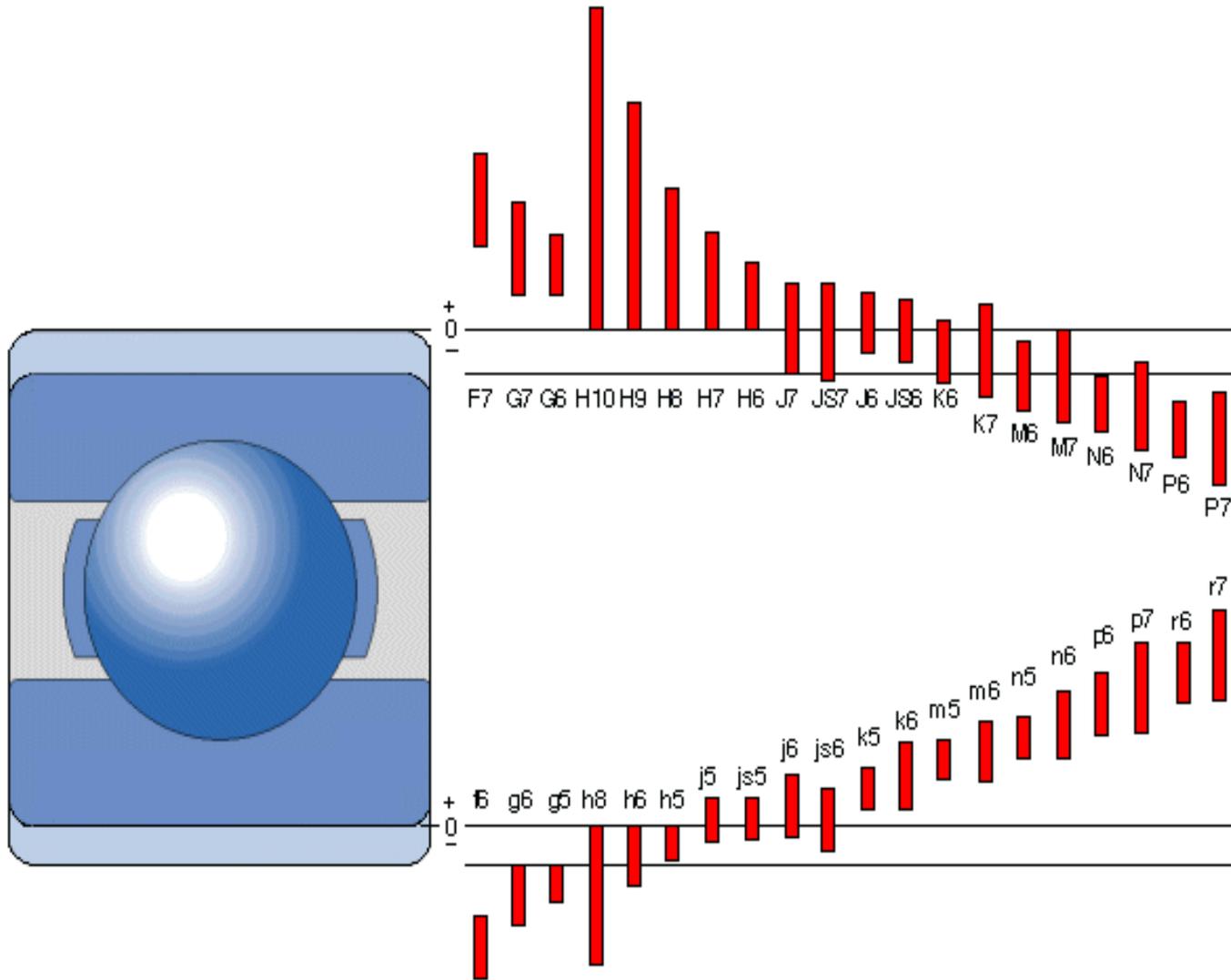
Precisión dimensional

- ▶ Para un buen desempeño del rodamiento, la forma de los asientos en sus dimensiones, cilindridad y perpendicularidad son un factor crítico
- ▶ Tolerancias dimensionales: La precisión dimensional de los asientos cilíndricos en el **eje** debe ser como mínimo del grado **IT6** y en el **alojamiento** del grado **IT7** (*igual que la precisión de los rodamientos utilizados*). Para manguitos se pueden admitir grados IT9 ó IT10.

Tablas de grados de Tolerancias

Tamaños Nominales		Grados de Tolerancia con valores en μm																	
mm mas de	incl.	IT	IT	IT	IT	IT	IT	IT	IT	IT	IT	IT	IT	IT	IT	IT	IT	IT	IT
		01	0	1	2	3	4	5	6*	7	8	9	10	11	12	13	14+	15+	16+
0	3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
3	6	0,4	0,6	1	1,2	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
6	10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
10	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
18	30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
30	50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
50	80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
80	120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
120	180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
180	250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
250	315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000
500	630								44	70	110	175	280	440	700	1100	1750	2800	4400
630	800								50	80	125	200	320	500	800	1250	2000	3200	5000
800	1000							56	90	140	230	360	560	900	1400	2300	3600	5600	
1000	1250					66	105	165	260	420	660	1050	1650	2600	4200	6600			
1250	1600				78	125	195	310	500	780	1250	1950	3100	5000	7800				
1600	2000			92	150	230	370	600	920	1500	2300	3700	6000	9200					
2000	2500		110	175	280	440	700	1100	1750	2800	4400	7000	11000						
2500	3150							135	210	330	540	860	1300	2100	3300	5400	8600	13500	

Ajustes en Ejes y Alojamientos



Ajustes para ejes macizos de acero

Rodamientos radiales con agujero cilíndrico					
Condiciones de la aplicación	Ejemplos	Diámetro del eje en mm			Tolerancia
		Rodamientos de bolas	Rodamientos de agujas ²⁾ , de rodillos cilíndricos o cónicos	Rodamientos de rodillos a rótula	
Carga rotativa sobre el aro interior o dirección indeterminada de la carga					
Cargas ligeras o variables ($P \leq 0,06 C$)	Transportadores, rodamientos poco cargados en reductores	(18) a 100	≤ 40	-	j6
		(100) a 140	(40) a 100	-	k6
Cargas normales y elevadas ($P > 0,06 C$)	Aplicaciones en general, motores eléctricos, turbinas, bombas, motores de combustión interna, engranajes, máquinas para trabajar la madera	≤ 18	-	-	j5
		(18) a 100	≤ 40	≤ 40	k5 (k6) ³⁾
		(100) a 140	(40) a 100	(40) a 65	m5 (m6) ³⁾
		(140) a 200	(100) a 140	(65) a 100	m6
		(200) a 280	(140) a 200	(100) a 140	n6
		-	(200) a 400	(140) a 280	p6
-	-	(280) a 500	r6 ⁴⁾		
-	-	> 500	r7 ⁴⁾		
Cargas muy elevadas y cargas de choque en condiciones trabajo difíciles ($P > 0,12 C$)	Cajas de grasa para material ferroviario pesado, motores tracción, trenes de laminación	-	(50) a 140	(50) a 100	n6 ⁴⁾
		-	(140) a 200	(100) a 140	p6 ⁴⁾
		-	> 200	> 140	r6 ⁴⁾
Es necesaria gran exactitud giro con cargas ligeras ($P \leq 0,06 C$)	Máquinas-herramienta	≤ 18	-	-	h5 ⁵⁾
		(18) a 100	≤ 40	-	j5 ⁵⁾
		(100) a 200	(40) a 140	-	k5 ⁵⁾
		-	(140) a 200	-	m5 ⁵⁾

Ajustes para ejes macizos de acero

Rodamientos radiales con agujero cilíndrico					
Condiciones de la aplicación	Ejemplos	Diámetro del eje en mm			Tolerancia
		Rodamientos de bolas	Rodamientos de agujas ²⁾ , de rodillos cilíndricos o cónicos	Rodamientos de rodillos a rótula	
Carga fija sobre el aro interior					
El aro interior debe poder desplazarse fácilmente sobre el eje	Ruedas sobre ejes fijos (ruedas locas)				g6 ⁶⁾
No es necesario que el aro interior pueda deslizarse fácilmente sobre el eje	Poleas tensoras, Poleas para cable				h6
Cargas puramente axiales					
	Aplicaciones de toda clase	≤ 250 > 250	≤ 250 > 250	≤ 250 > 250	j6 js6

1) Para los rodamientos Y, ver página 666

2) Válido para rodamientos de agujas con aro interior. Los ajustes para rodamientos de agujas sin aro interior podrán encontrarse en la sección "Rodamientos de agujas", página 429

3) Las tolerancias entre paréntesis se emplean generalmente para rodamientos de rodillos cónicos y de una hilera de bolas con contacto angular. También pueden emplearse para otros tipos de rodamientos si la velocidad es moderada y la influencia de la variación del juego interno no es de consideración

4) Pueden usarse rodamientos con juego mayor que el Normal

5) Para rodamientos de gran precisión, se aplican otras recomendaciones, ver el catálogo SKF "Rodamientos de precisión"

6) Para rodamientos grandes se puede adoptar la tolerancia f6, a fin de asegurar que puedan desplazarse fácilmente sobre el eje

Ajustes para ejes macizos de acero

Rodamientos axiales		
Condiciones de la aplicación	Diámetro del eje, en mm	Tolerancia
Cargas axiales puras		
Rodamientos axiales de bolas		h6
Rodamientos axiales de rodillos cilíndricos		h6 (h8)
Coronas axiales de rodillos cilíndricos		h8
Cargas radiales y axiales combinadas sobre rodamientos axiales de rodillos a rótula		
Carga fija sobre la arandela de eje	≤ 250	j6
	> 250	js6
Carga rotativa sobre la arandela de eje o dirección indeterminada de la carga	≤ 200	k6
	(200) a 400	m6
	> 400	n6

Ajustes para alojamientos de fundición y acero

Rodamientos radiales – alojamientos enterizos			
Condiciones de la aplicación	Ejemplos	Tolerancia	Desplazamiento del aro exterior
Carga rotativa sobre el aro exterior			
Cargas pesadas sobre rodamientos en alojamientos de paredes delgadas, cargas de choque elevadas ($P > 0,12 C$)	Cubos de rueda con roentos de rodillos, cabezas de	P7	no es posible
Cargas normales o elevadas ($P > 0,06 C$)	Cubos de rueda con roentos de bolas, cabezas de bi ruedas de translación eias	N7	no es posible
Cargas ligeras o variables ($P \leq 0,06 C$)	Rodillos transportadoreseas para cable, poleas tensc	M7	no es posible
Dirección indeterminada de la carga			
Cargas de choque elevadas	Motores eléctricos de trin	M7	no es posible
Cargas normales o elevadas ($P > 0,06 C$), no es necesario que pueda desplazarse el aro exterior	Motores eléctricos, bom rodamientos de soporte cigüeñales	K7	no es posible en general
Giro exacto o silencioso¹⁾			
	Motores eléctricos pequ	J6 ²⁾	es posible

Ajustes para alojamientos de fundición y acero

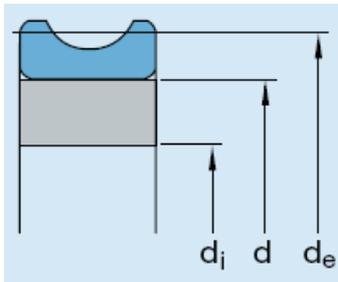
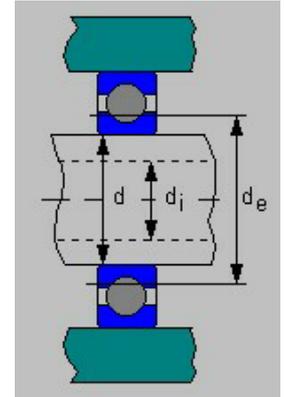
Rodamientos radiales – alojamientos partidos o enterizos			
Condiciones de la aplicación	Ejemplos	Tolerancia	Desplazamiento del aro exterior
Dirección indeterminada de la carga			
Cargas ligeras y normales ($P \leq 0,12 C$), es deseable que el aro exterior pueda desplazarse axialmente	Máquinas eléctricas de tamaño mediano, bombas, rodamientos de soporte para cigüeñales	J7	es posible en general
Carga fija sobre el aro exterior			
Cargas de todas clases	Aplicaciones en general, cajas de grasa para material ferroviario	H7 ¹⁾	es posible
Cargas ligeras y normales ($P \leq 0,12 C$)	Construcciones mecánicas en general	H8	es posible
Transmisión de calor a través del eje	Cilindros secadores, grandes máquinas eléctricas con rodamientos de rodillos a rótula	G7 ²⁾	es posible
<p>¹⁾ Para rodamientos grandes ($D > 250$ mm) y diferencias de temperatura > 10 °C entre aro exterior y soporte, debe usarse G7 en lugar de H7</p> <p>²⁾ Para rodamientos grandes ($D > 250$ mm) y diferencias de temperatura > 10 °C entre aro exterior y soporte, debe usarse F7 en lugar en G7</p>			

Ajustes para alojamientos de fundición y acero

Rodamientos axiales		
Condiciones de la aplicación	Tolerancia	Observaciones
Cargas axiales puras		
Rodamientos axiales de bolas	H8	En las aplicaciones de menor precisión, puede haber hasta 0,001 D de holgura radial
Rodamientos axiales de rodillos cilíndricos	H7 (H9)	
Coronas axiales de rodillos cilíndricos	H10	
Rodamientos axiales de rodillos a rótula, cuando se usa otro rodamiento para fijación radial	—	La arandela de soporte se monta con una holgura radial de hasta 0,001 D ver también página 645
Cargas radiales y axiales combinadas en rodamientos axiales de rodillos a rótula		
Carga fija sobre la arandela de alojamiento	H7	Ver también página 645
Carga rotativa sobre la arandela de alojamiento	M7	Ver también página 645

Ejes Huecos

- ▶ Sobre ejes huecos se requiere un mayor apriete que sobre ejes macizos
- ▶ Para seleccionar el ajuste use las relaciones de diámetros C_i y C_e
- ▶ Solo cuando $C_i \geq 0,5$ el ajuste hallado para eje macizo debe modificarse



$$C_i = \frac{d_i}{d}$$

$$C_e = \frac{d}{d_e} = \frac{d}{k(D-d) + d}$$

Si d_e no es conocido,
use la otra relación

$$k = 0,25$$

En *SABB* de 22 y 23 y *CRB*

$$k = 0,30$$

Todos los demás

Ejes Huecos

- ▶ Conociendo la interferencia mas probable (Δ_V) de un ajuste sobre un eje macizo, se puede calcular la interferencia necesaria sobre un eje hueco

1. Identifique el ajuste sobre eje macizo apropiado para el rodamiento

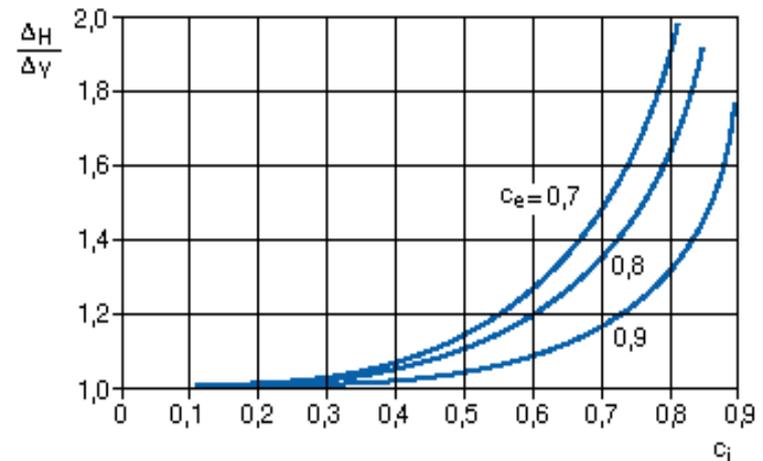
2. Calcule la interferencia mas probable:

$$\Delta_V = \frac{\Sigma \text{valores probables}}{2}$$

3. Obtenga los valores de las relaciones de diámetros C_i y C_e

4. Lea la relacion $\frac{\Delta_H}{\Delta_V}$ de la tabla.

5. Despeje el valor de la interferencia Δ_H

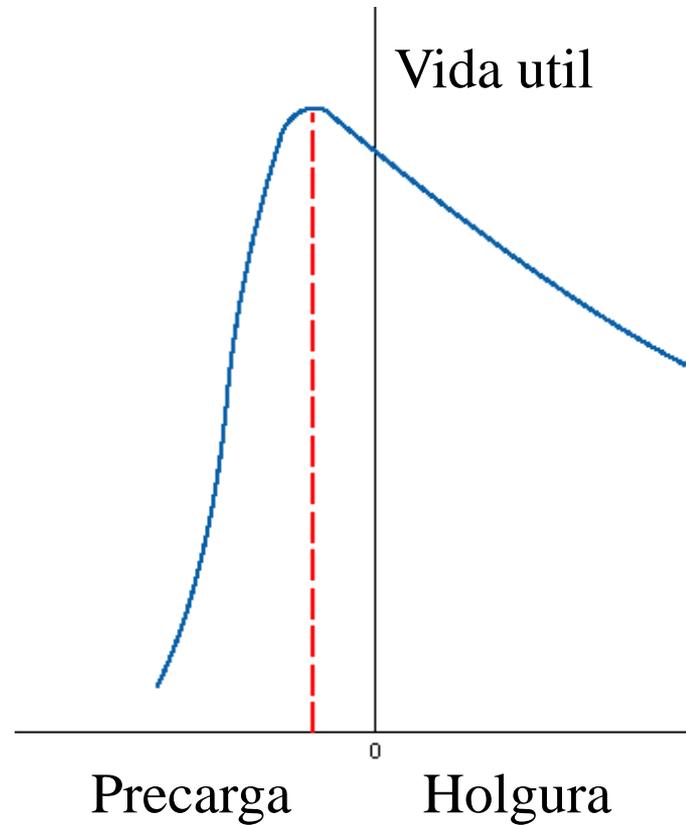


Ajustes y Tolerancias en ejes para montajes con manguito

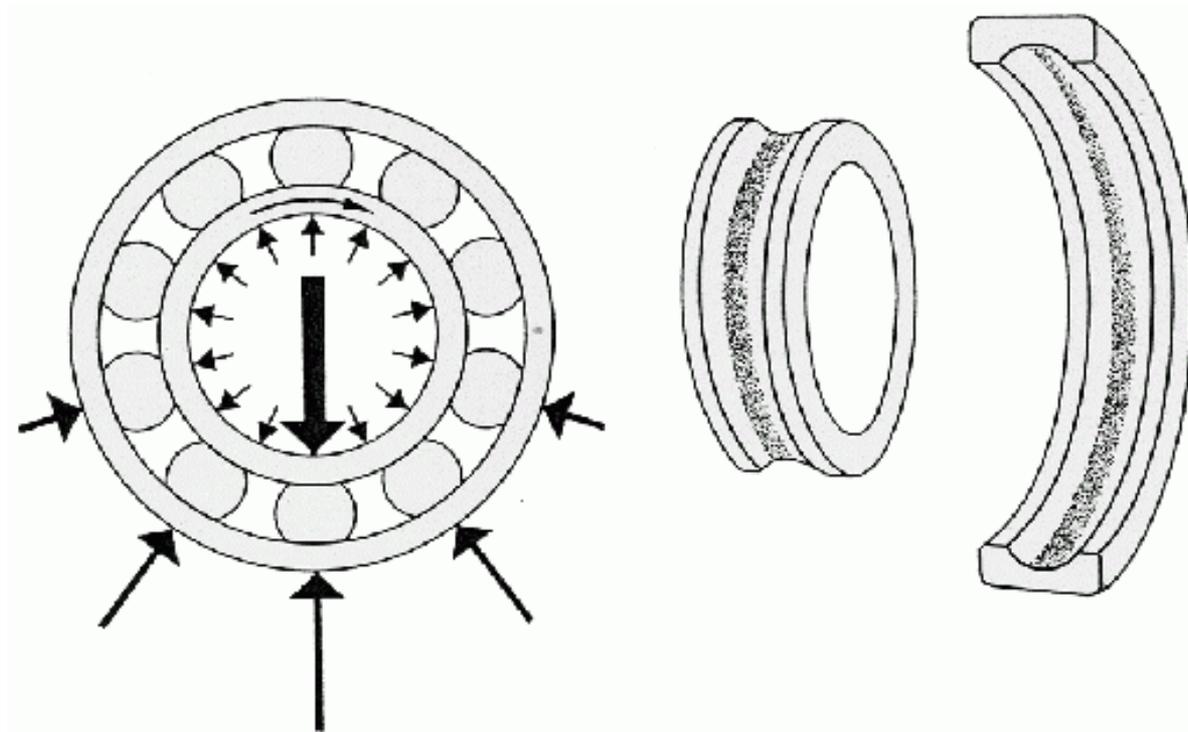
Eje		Tolerancias de Diámetro y forma					
Diámetro Nominal mas de incl.	mm	h9		IT5/2	h10		IT7/2
		Desviación Sup.	Inf.	Max.	Desviación Sup.	Inf.	Max.
		μm		μm	μm		μm
10	18	0	-43	4	0	-70	9
18	30	0	-52	4,5	0	-84	10,5
30	50	0	-62	5,5	0	-100	12,5
50	80	0	-74	6,5	0	-120	15
80	120	0	-87	7,5	0	-140	17,5
120	180	0	-100	9	0	-160	20
180	250	0	-115	10	0	-185	23
250	315	0	-130	11,5	0	-210	26
315	400	0	-140	12,5	0	-230	28,5
400	500	0	-155	13,5	0	-250	31,5
500	630	0	-175	14	0	-280	35
630	800	0	-200	16	0	-320	40
800	1000	0	-230	18	0	-360	45
1000	1250	0	-260	21	0	-420	52,5

- Tolerancias menos estrictas para el eje
- Ejes menos costosos

Efecto de la precarga en la vida de un rodamiento

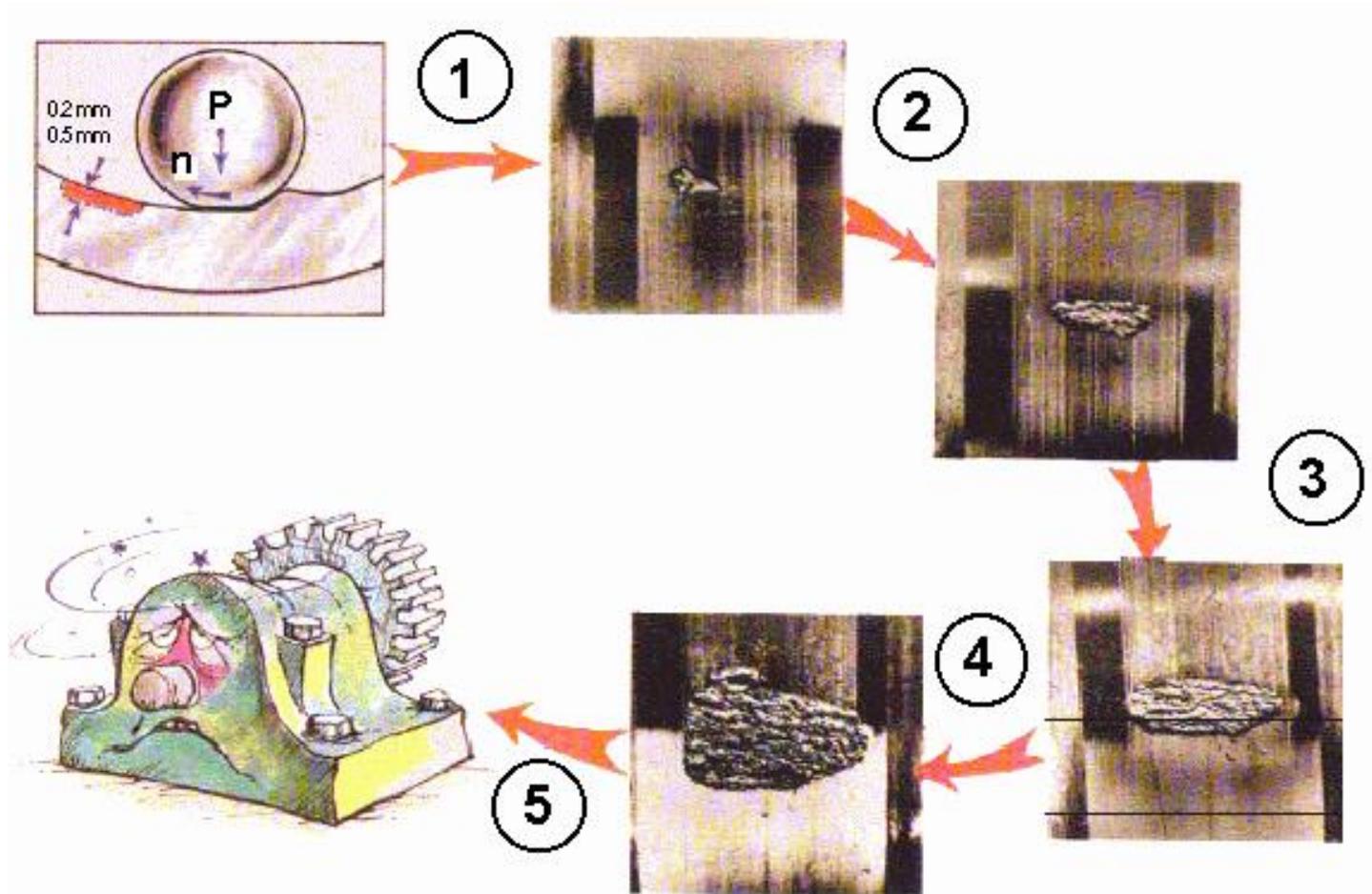


Marcas características de un ajuste excesivo



- ▶ Carga unidireccional, aro interno giratorio, aro externo estacionario

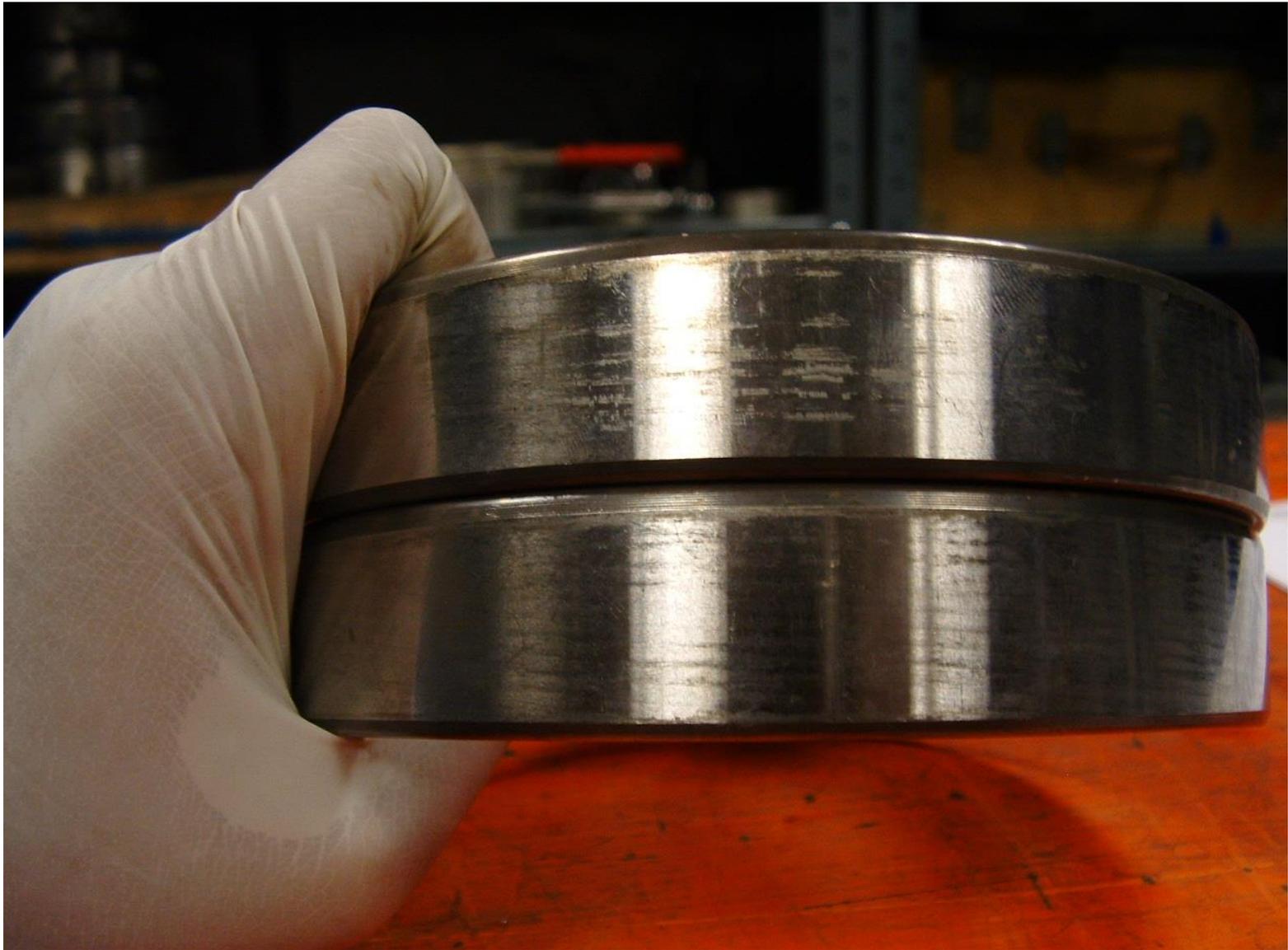
Cómo comienza el fallo?



Porque fallan los rodamientos



- ▶ Ajustes muy holgados y altas cargas producen movimientos relativos entre los aros del rodamiento y las superficies de contacto (ejes-alojamientos)



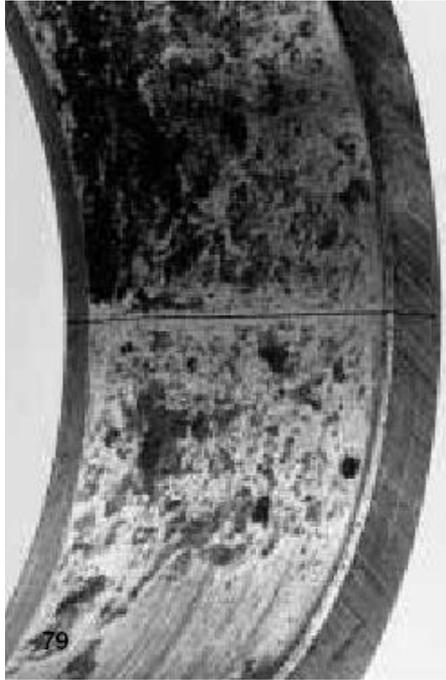
Porque fallan los rodamientos



- ▶ Ajustes muy holgados permiten que se formen delgadas películas de óxidos que comenzarán a penetrar en el metal (Corrosión de contacto)



Porque fallan los rodamientos

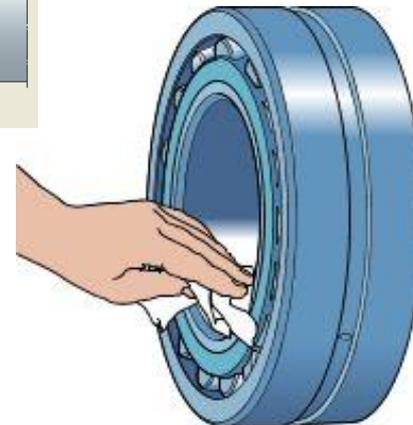
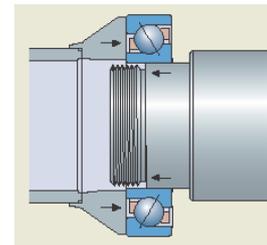
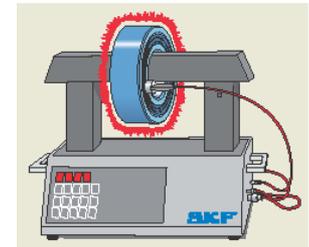
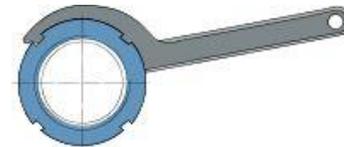


- ▶ Las fracturas y el desconchado pueden también ser consecuencia de un ajuste excesivo



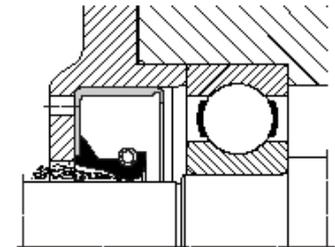
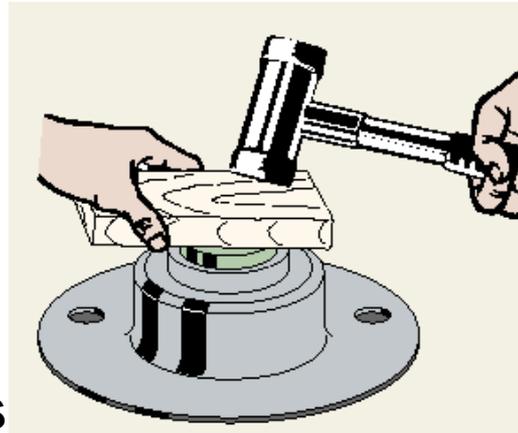
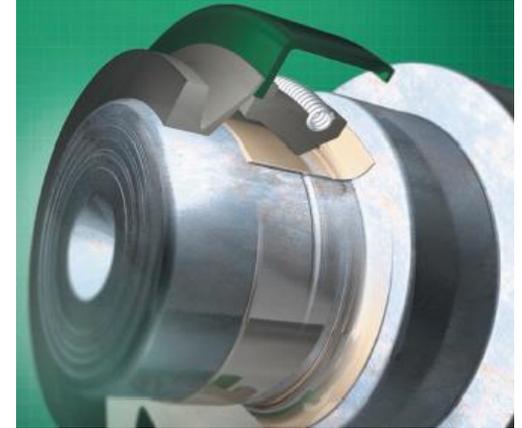
Procedimiento de montaje

- ✓ Verifique el procedimiento para el montaje de los rodamientos y las obturaciones (sellos)
- ✓ Asegúrese de tener las herramientas apropiadas para realizar el montaje.
- ✓ De ser necesario, retire el compuesto *inhibidor de la corrosión* del agujero y de las superficies exteriores usando una tela que no deje pelusas.



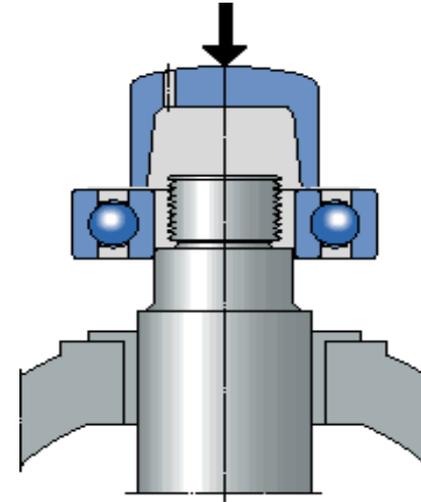
Procedimiento de montaje

- ✓ Siempre reemplace los sellos retenedores.
- ✓ Antes del montaje debe limpiarse e inspeccionarse la superficie del eje que está en contacto de la obturación. (no oxido, no rebabas)
- ✓ La obturación debe quedar perpendicular al eje. En caso contrario el lubricante puede escapar.
- ✓ Es buena idea usar guantes

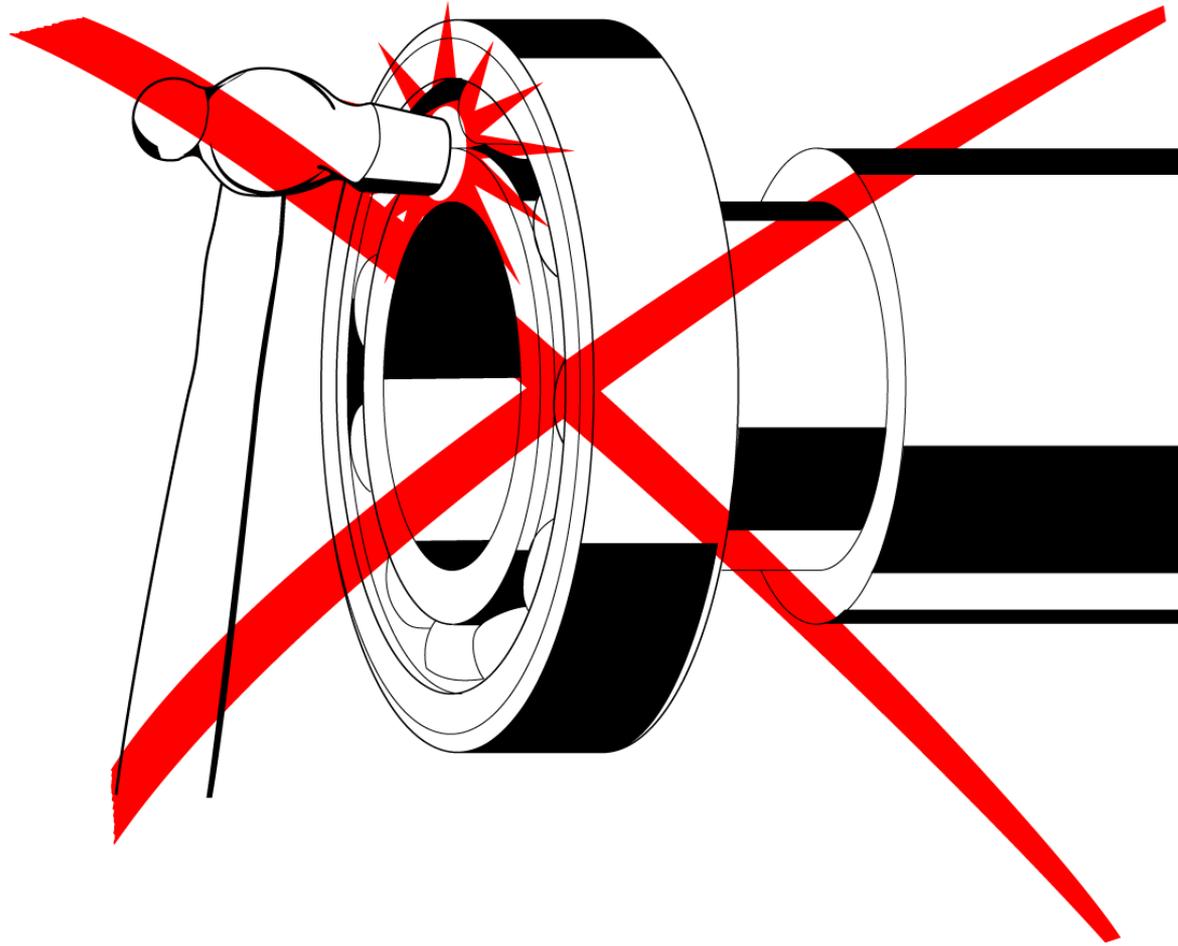


Montaje mecánico

Los rodamientos pequeños se pueden montar **sin calentar**, utilizando una prensa y un casquillo que se apoye en el **aro** que tiene el **ajuste** de interferencia.

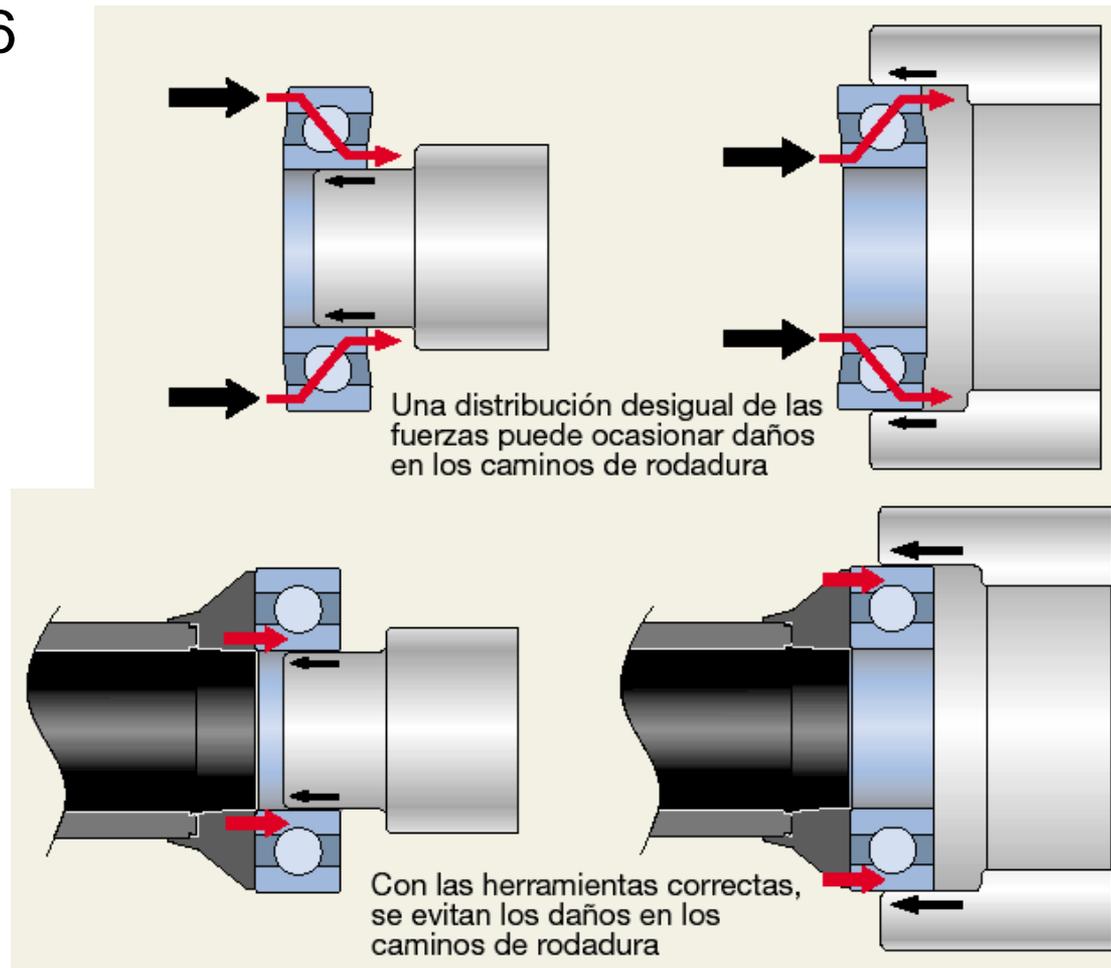


No golpee el rodamiento



Montaje en frío

- TMFT 36



Montaje en frío

En asientos cónicos pueden montarse usando una tuerca de fijación y una llave.

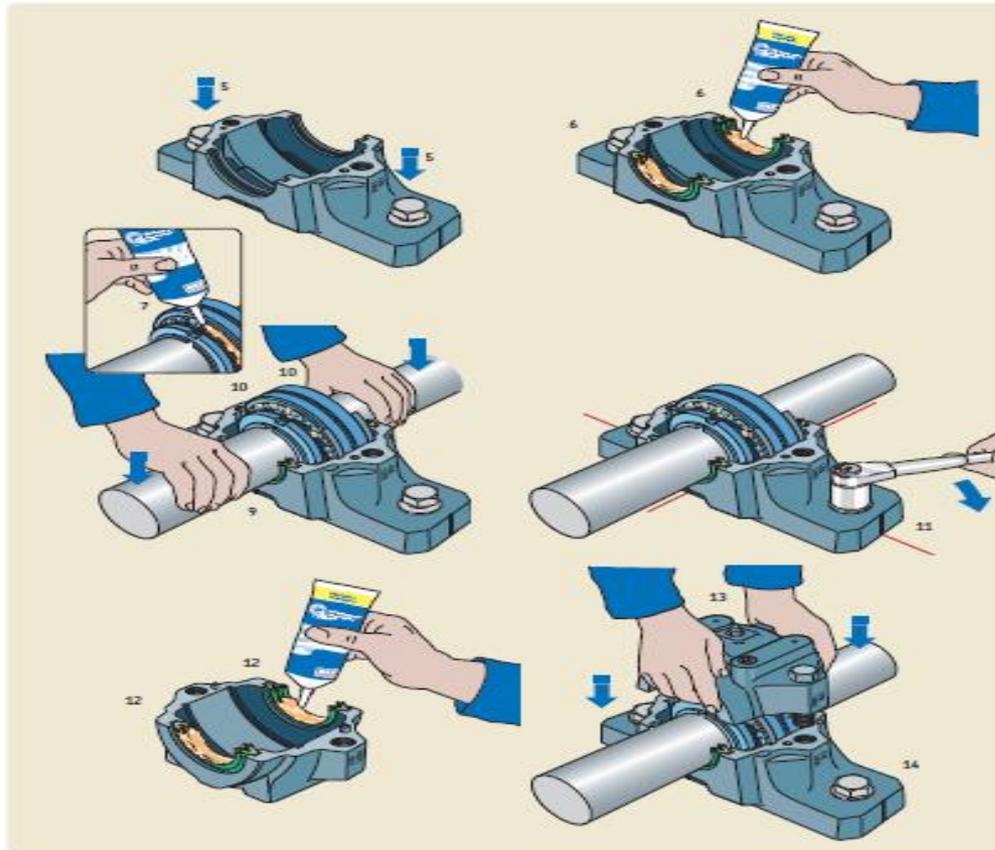
- Llave de Gancho



- Llave de Impacto

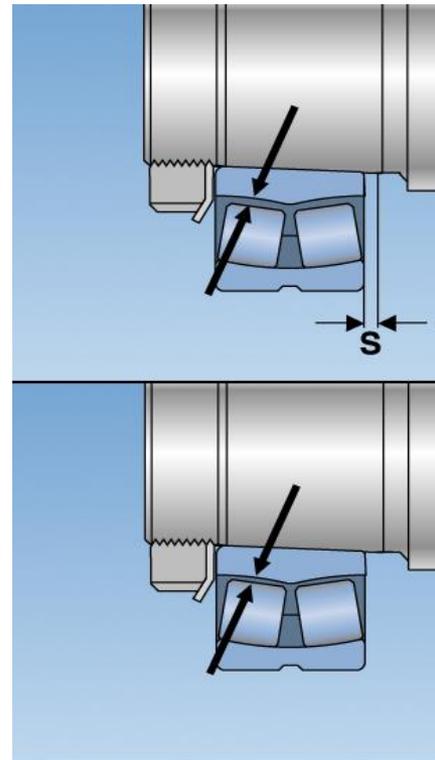


Montaje de soportes SNL



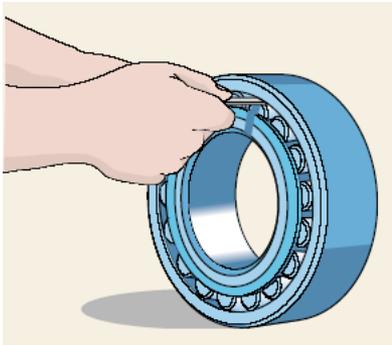
Montaje de soportes SNL

La reducción del juego radial interno se usa como medida de la interferencia necesaria para el montaje correcto



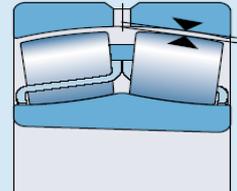
Montaje de soportes SNL

- Mida el juego interno **INICIAL** del rodamiento.



- Compruebe que está dentro del rango

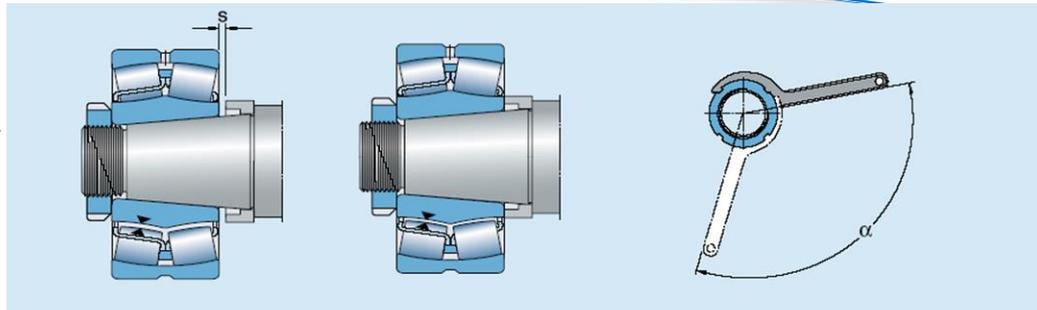
Radial internal clearance of spherical roller bearings with tapered bore



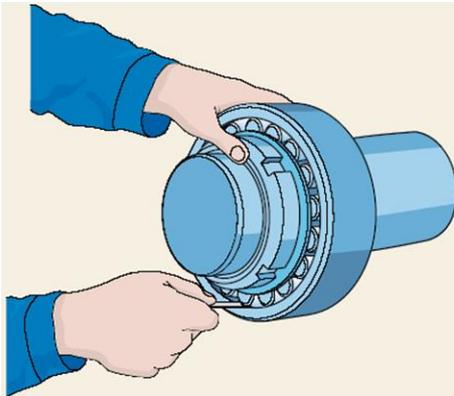
Bore diameter d		Radial internal clearance C2				C3		C4	
over	incl.	min	max	min	max	min	max	min	max
mm		μm							
24	30	20	30	30	40	40	55	55	75
30	40	25	35	35	50	50	65	65	85
40	50	30	45	45	60	60	80	80	100
50	65	40	55	55	75	75	95	95	120
65	80	50	70	70	95	95	120	120	150
80	100	55	80	80	110	110	140	140	180
100	120	65	100	100	135	135	170	170	220
120	140	80	120	120	160	160	200	200	260
140	160	90	130	130	180	180	230	230	300
160	180	100	140	140	200	200	260	260	340
180	200	110	160	160	220	220	290	290	370
200	225	120	180	180	250	250	320	320	410
225	250	140	200	200	270	270	350	350	450
250	280	150	220	220	300	300	390	390	490
280	315	170	240	240	330	330	430	430	540

Montaje de soportes SNL

- Al valor medido, reste la reducción máxima y mínima
- Asegurese que el resultado no sea menor al mínimo permitido

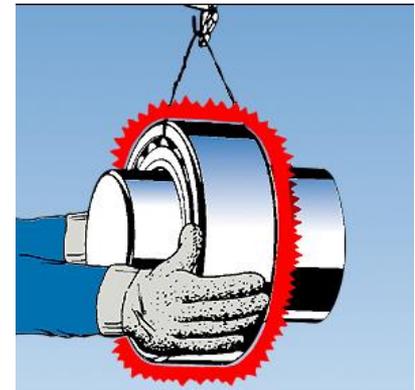
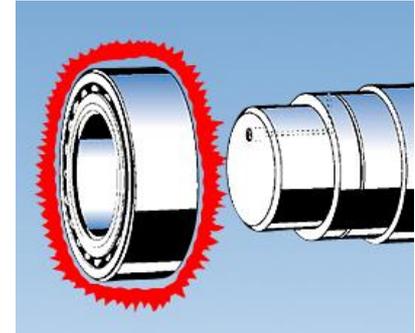


Bore diameter d		Reduction of radial internal clearance		Axial drive-up ¹⁾ s				Permissible residual ²⁾ radial clearance after mounting bearings with initial clearance			Lock nut tightening angle α
over	incl.	min	max	Taper 1:12		Taper 1:30		Normal	C3	C4	degrees
mm	mm	mm	mm	min	max	min	max	mm	mm	mm	
24	30	0,015	0,020	0,3	0,35	–	–	0,015	0,020	0,035	110
30	40	0,020	0,025	0,35	0,4	–	–	0,015	0,025	0,040	120
40	50	0,025	0,030	0,4	0,45	–	–	0,020	0,030	0,050	130
50	65	0,030	0,040	0,45	0,6	3	4	0,025	0,035	0,055	110
65	80	0,040	0,050	0,6	0,7	3,2	4,2	0,025	0,040	0,070	130
80	100	0,045	0,060	0,7	0,9	1,7	2,2	0,035	0,050	0,080	150
100	120	0,050	0,070	0,75	1,1	1,9	2,7	0,050	0,065	0,100	–
120	140	0,065	0,090	1,1	1,4	2,7	3,5	0,055	0,080	0,110	–
140	160	0,075	0,100	1,2	1,6	3	4	0,055	0,090	0,130	–
160	180	0,080	0,110	1,3	1,7	3,2	4,2	0,060	0,100	0,150	–
180	200	0,090	0,130	1,4	2	3,5	5	0,070	0,100	0,160	–
200	225	0,100	0,140	1,6	2,2	4	5,5	0,080	0,120	0,180	–
225	250	0,110	0,150	1,7	2,4	4,2	6	0,090	0,130	0,200	–
250	280	0,120	0,170	1,9	2,7	4,7	6,7	0,100	0,140	0,220	–
280	315	0,130	0,190	2	3	5	7,5	0,110	0,150	0,240	–



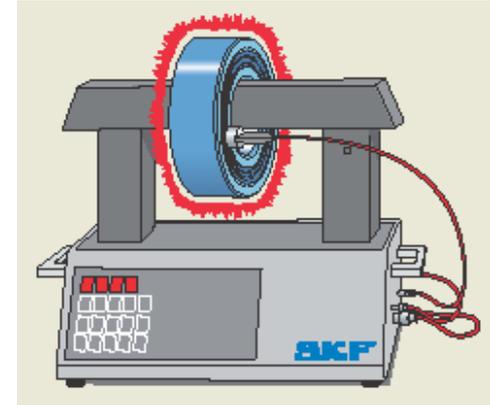
Montaje por calentamiento

- ✓ La fuerza necesaria para montar un rodamiento aumenta enormemente con el tamaño del rodamiento.
- ✓ El calentamiento produce una expansión de los aros que facilita el montaje de rodamientos grandes sobre ejes.
- ✓ La diferencia de la temperatura entre el rodamiento y su asiento depende de la magnitud del ajuste de interferencia.
- ✓ Normalmente una diferencia de 80°C a 90°C es suficiente para poder realizar el montaje sobre un eje.
- ✓ NUNCA debe calentarse un rodamiento sobre los 125°C ya que pueden producirse transformaciones metalúrgicas y variaciones de diámetro y dureza.



Montaje por calentamiento

Los calentadores de inducción, las placas de calentamiento y los aros de calentamiento son los métodos preferidos.



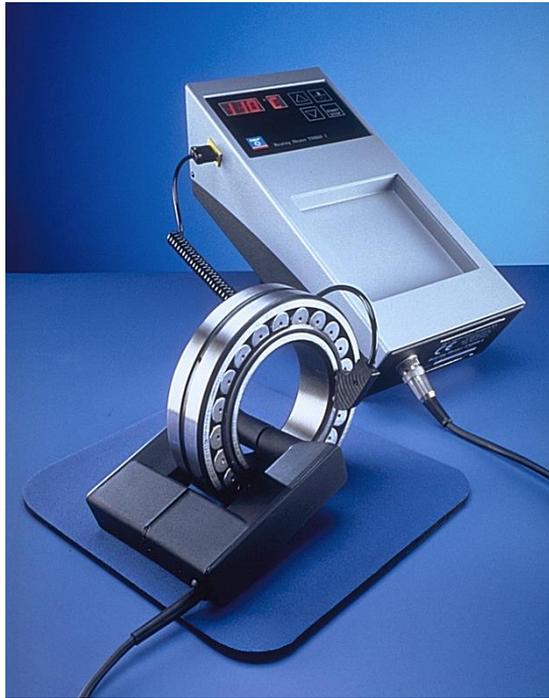
El calentamiento por aceite y el uso de sopletes NO son recomendados por SKF.



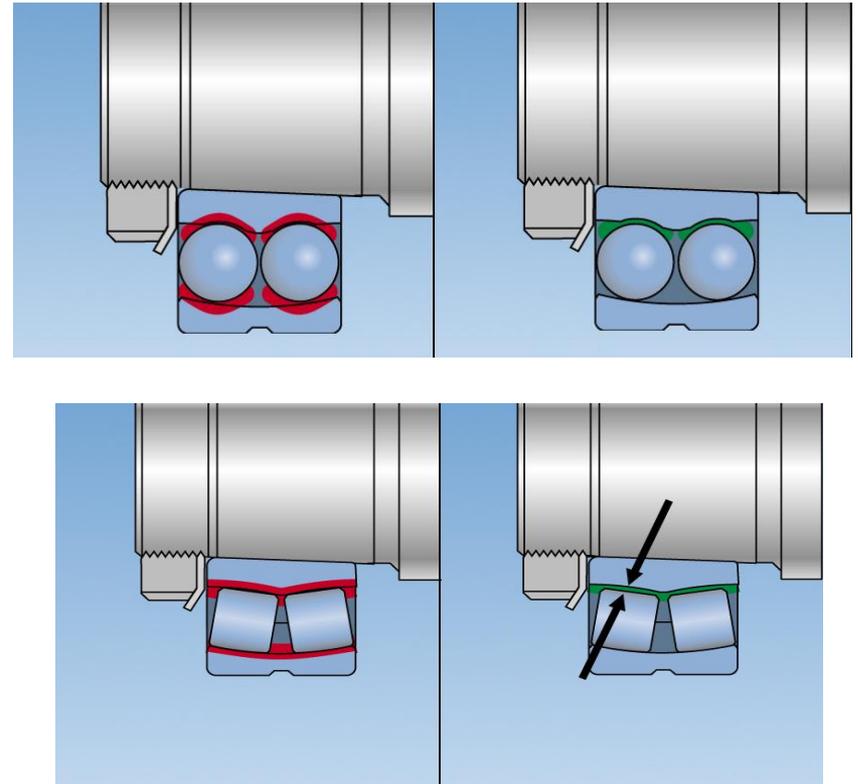
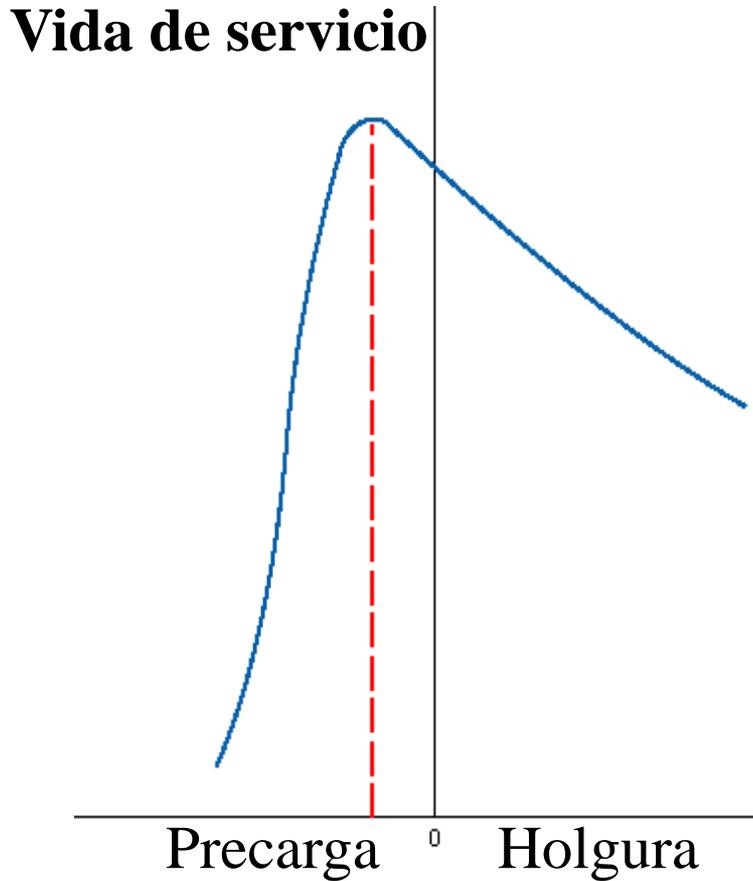
Calentadores



TMBH-1 (Scorpio) & TIH-030



Efecto de la precarga en la vida de un rodamiento



Pagina WEB



Requirements

First visit? [Register here](#)

User name:

Password:

Login

Welcome to this site of SKF knowledge designed to improve product performance and maintenance effectiveness. Later this year, SKF will introduce an expanded fee-based site containing a broad and detailed library of SKF knowledge and application wizards. By registering here you will be informed of when this goldmine of knowledge for design and maintenance will be opened.

Desmontajes

Evite, siempre que sea posible, desmontar un rodamiento que no esté dañado.

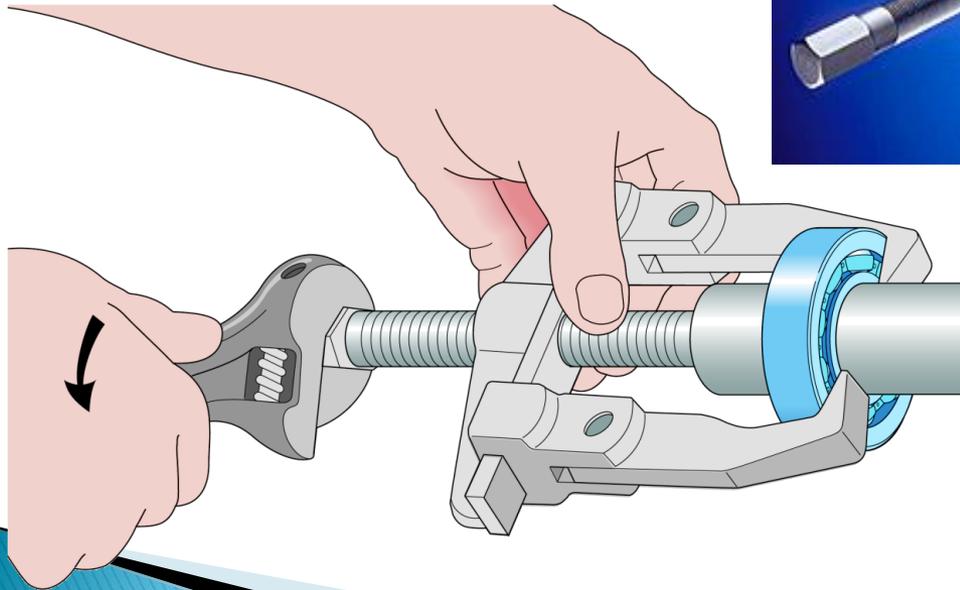
- Un desmontaje puede producir daños internos en el rodamiento.
- Un desmontaje puede permitir que entren contaminantes al rodamiento.
- Pueden cometerse errores durante su montaje posterior.

Extractores



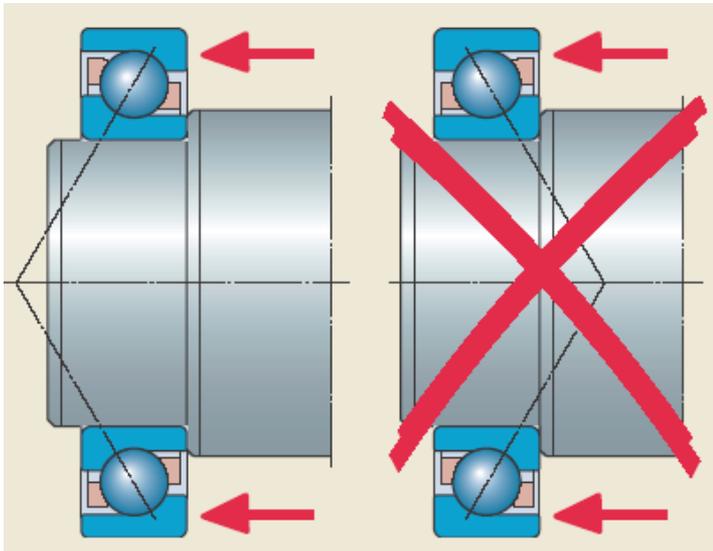
Desmontaje Mecánico

→ Usando un extractor y haciendo presión en el aro exterior

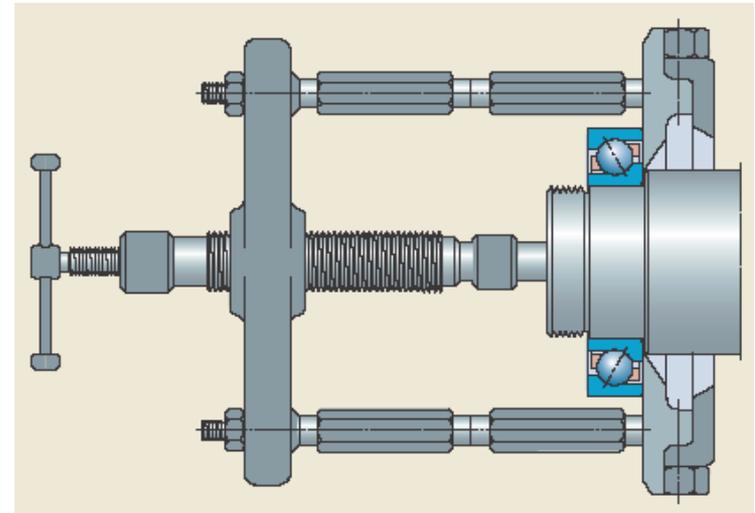


Desmontaje Mecánico

- Los Rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular requieren cuidados especiales para no destruirlos



Nunca apoye el extractor en el lado del **hombro bajo** del aro exterior

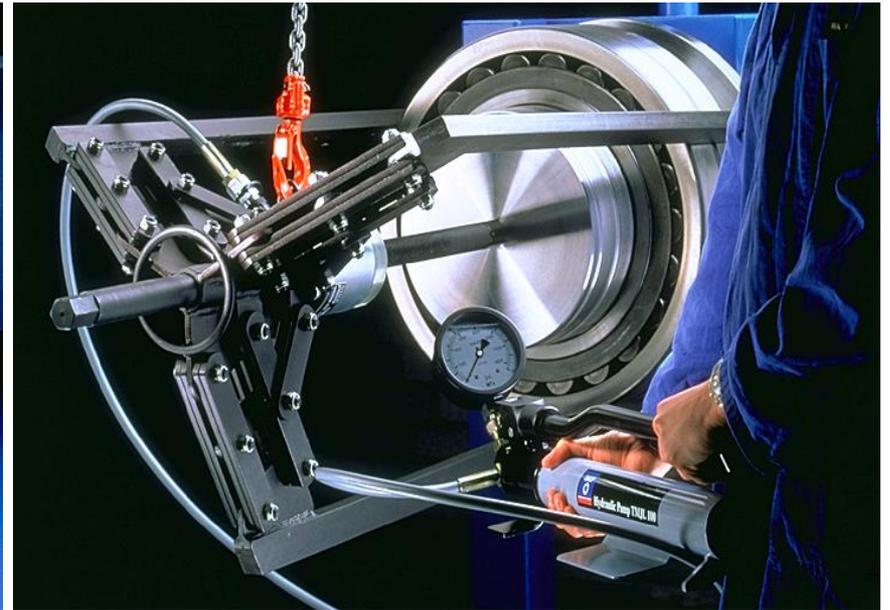


Apoye las mordazas del extractor sobre el aro interior

Desmontaje Hidráulico

Los rodamientos de tamaño medio o grande con ajuste de interferencia en el eje requieren de una fuerza considerable.

Se recomienda el uso de extractores hidráulicos o el ***Método de Inyección de Aceite***.



Accesorios para extracción



TMBS 100/150 - TMHC 108

TMMA 8

TMHP 8



TMMA 5E

TMMA 8E/SET



Husillos hidráulicos
TMHS 5E y 8E

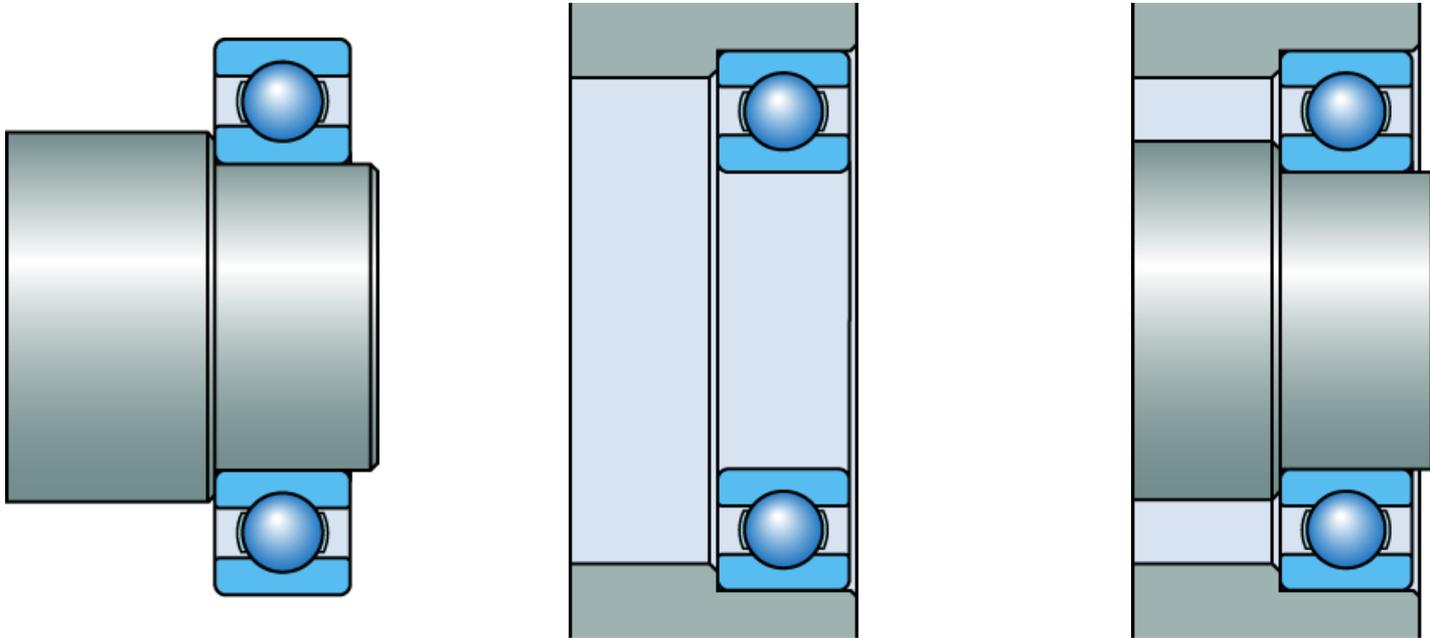


Mordazas TMMS



Extracción interna

Para desmontar rodamientos con ajuste de interferencia en el aro exterior o en ambos aros...

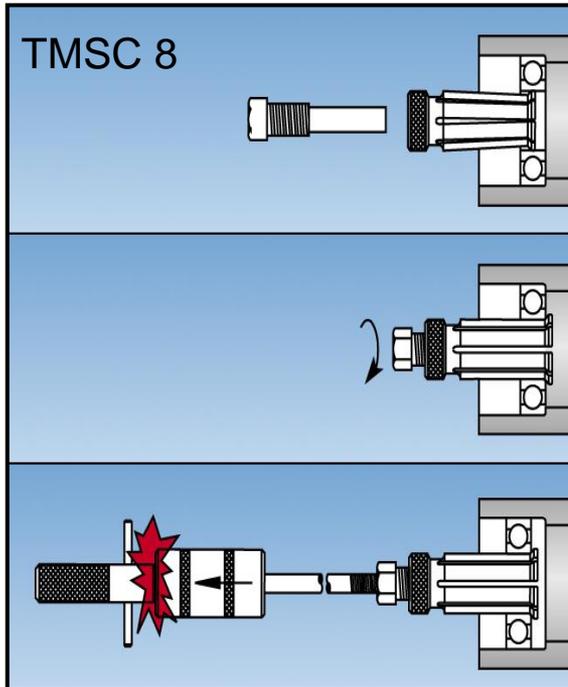


Externa
Ciego

Interna

Extracción Interna

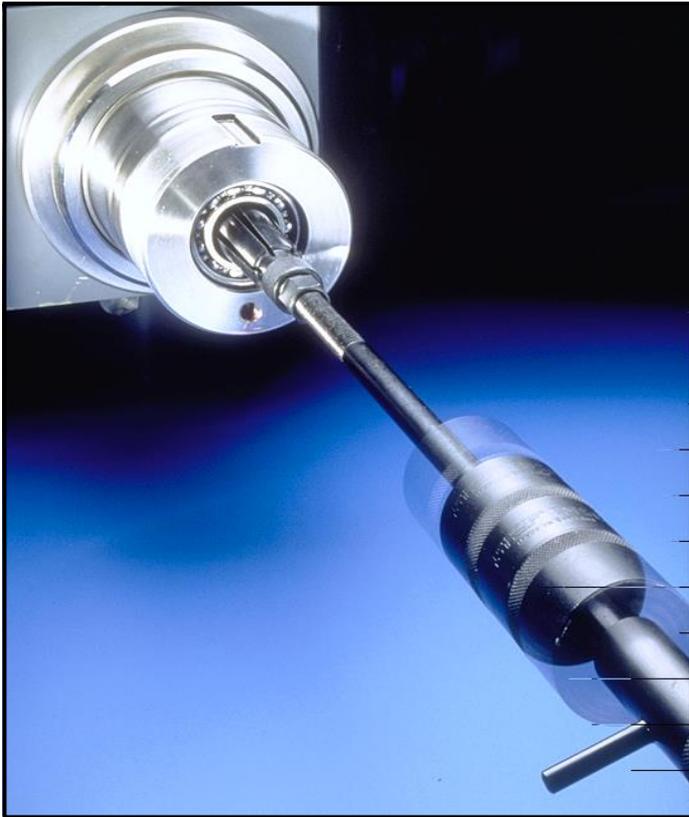
... el extractor debe introducirse por el agujero o por entre los aros del rodamiento.



TMMD 61



Extracción Interna



TMSC 8



TMBP 20

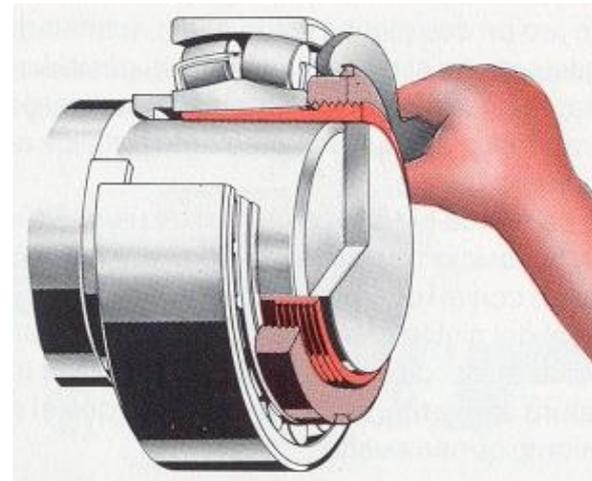
Extracción Interna

- TMMD 61



Manguitos de Desmontaje

- Sobre manguitos de desmontaje se puede emplear una tuerca de fijación y una llave.



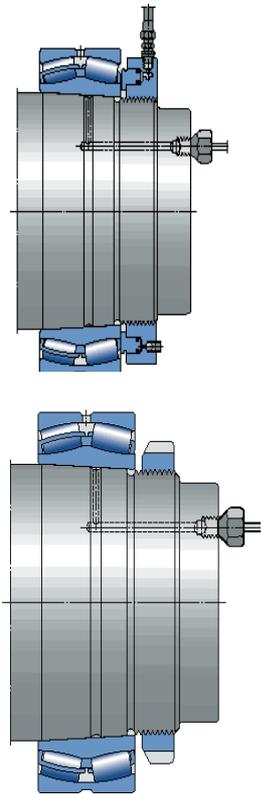
Inyección de aceite

Desarrollado por SKF en el año 1940, este método representa un ahorro considerable de esfuerzo.

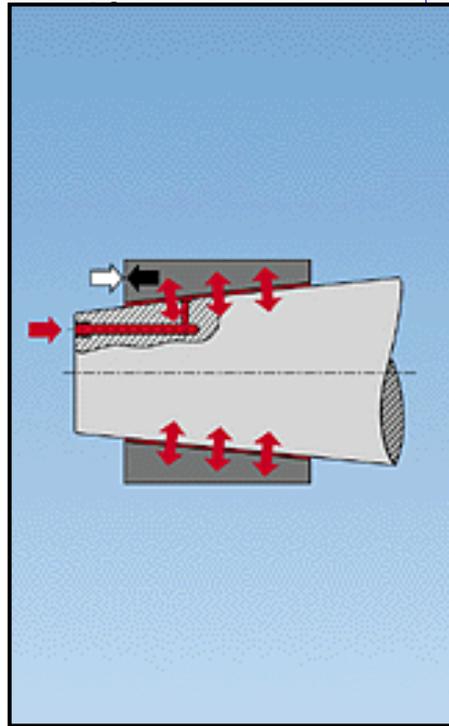


Inyección de aceite

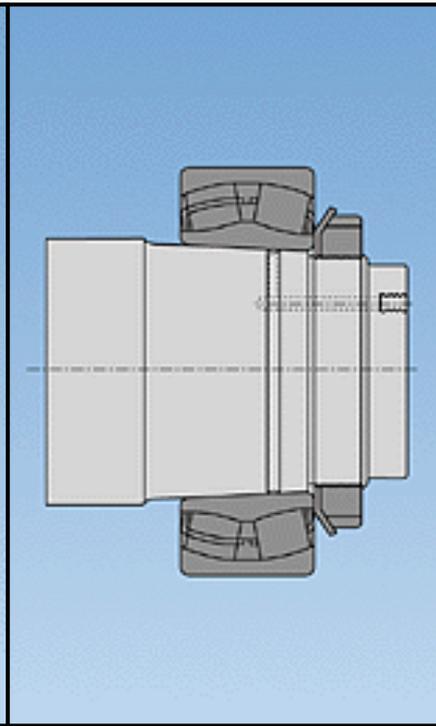
Ejes cónicos



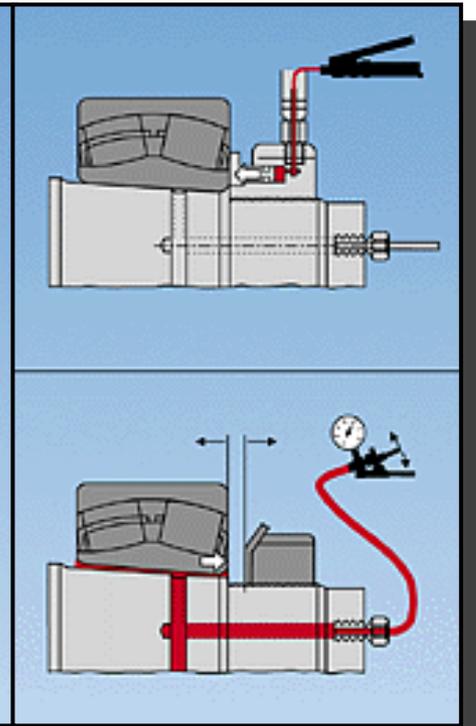
El concepto



La preparación

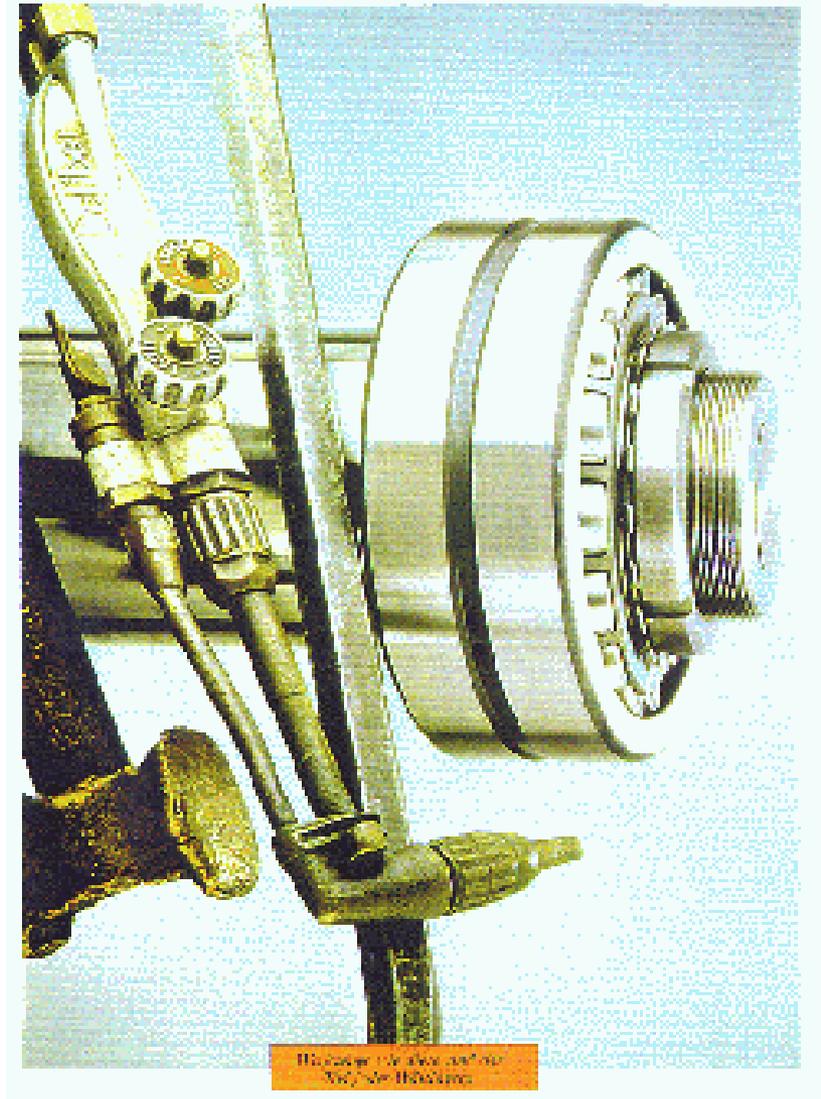


La

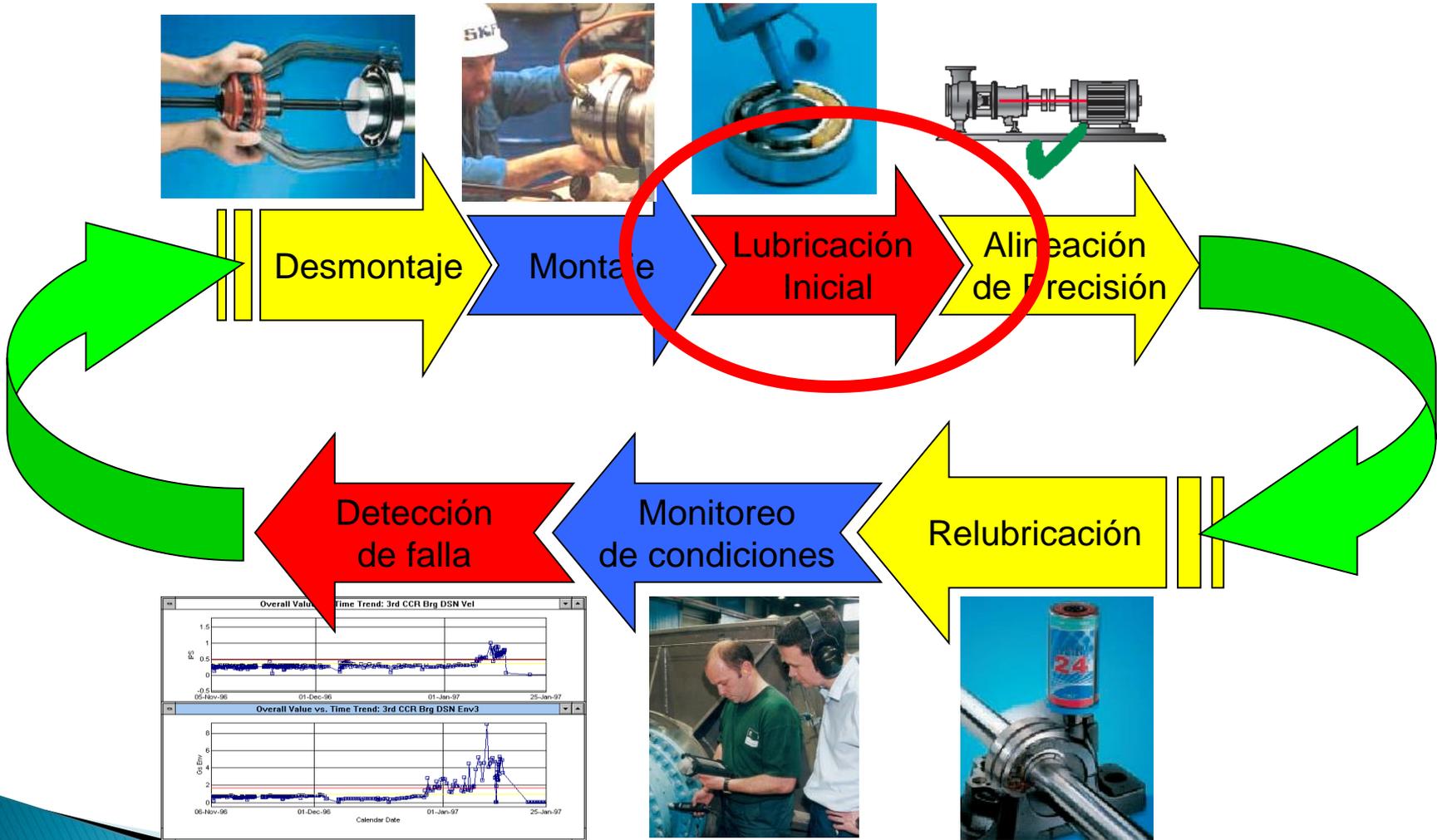


Herramientas???

Estas herramientas
le aseguran un
funcionamiento
CON PROBLEMAS



Ciclo del Mantenimiento de los Rodamientos



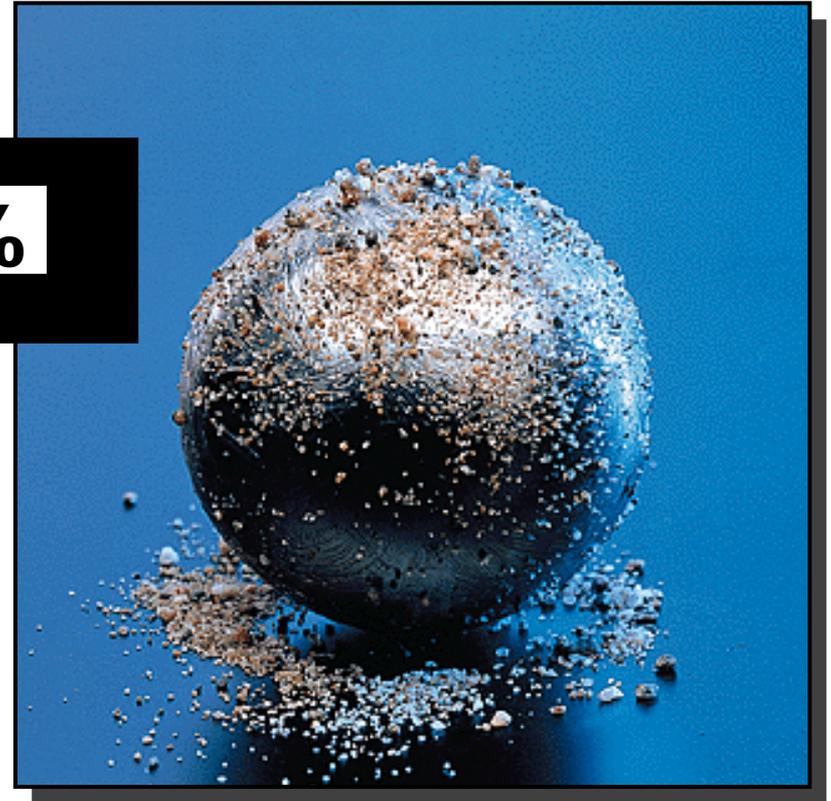
La Contaminación

...es mas fácil evitar que un rodamiento se ensucie que limpiarlo después.

La contaminación
es la causa del

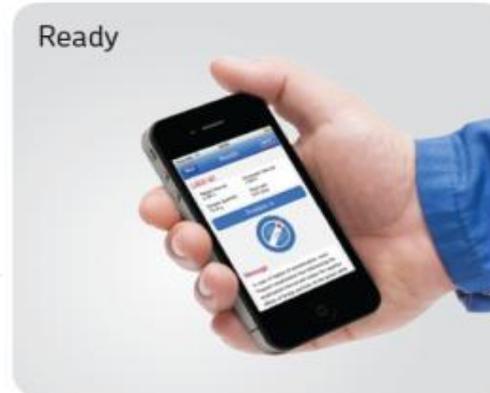
14 %

de las fallas prematuras
de los rodamientos



Las 5 R's (o C's) de una correcta lubricación

- El lubricante correcto
- La cantidad correcta
- En el momento correcto
- Con el método correcto
- En el punto correcto



La Lubricación deficiente

Es la causa
del

36 %

de las fallas
prematuras de los
rodamientos

*Especificación incorrecta y
aplicación inadecuada del
lubricante!*

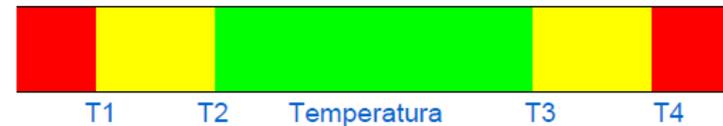


Diferentes grasas para diferentes condiciones

Tabla de selección de grasas SKF

Grasa	Descripción	Ejemplos de aplicaciones	Rango de temperatura °C LTL HTPL	Temp.	Velocidad
LGMT 2	Uso general industrial y automoción	Rodamientos de ruedas de automóviles, Transmisiones y vehículos, Motores eléctricos pequeños	-30 °C (-30 °F) 120 °C (250 °F)	M	M
LGMT 3	Uso general industrial y automoción	Rodamientos de alta velocidad, Aplicaciones con gran cantidad y rotación del eje exterior, Rodamientos de ruedas de coches, camiones y tráilers	-30 °C (-30 °F) 120 °C (250 °F)	M	M
LGEP 2	Presión extrema	Máquinas pesadas, Rodamientos de cilindros de trabajo en industria siderúrgica, Máquina portuaria, trípode vibratorio	-30 °C (-3 °F) 110 °C (230 °F)	M	L a M
LGWA 2	Amplia gama de temperaturas °C, presión extrema	Rodamientos de ruedas de coches, tráilers y camiones, Lavadoras, Motores eléctricos	-30 °C (-20 °F) 140 °C (285 °F)	M a H	L a M
LGFP 2	Compatible con aditivos	Equipos de procesamiento de alimentos, Máquinas embotelladoras	-30 °C (-3 °F) 110 °C (230 °F)	M	M
LGGB 2	Biodegradable, baja toxicidad °C	Equipos agrícolas y forestales, Equipos de construcción y mantenimiento de carreteras, Tratamiento de aguas e inyecciones	-40 °C (-40 °F) 90 °C (195 °F)	L a M	L a M
LGBB 2	Poco rodamientos de orientación y de sellos de turbinas eólicas	Rodamientos oscilantes de orientación y de sellos de turbinas eólicas	-40 °C (-40 °F) 120 °C (250 °F)	L a M	VL
LGLT 2	Temperatura baja, velocidad extremadamente alta	Huillos de máquinas herramienta y sellos, Motores eléctricos pequeños y robots, Cilindros de inyección	-50 °C (-40 °F) 110 °C (230 °F)	L a M	M a EV
LGWM 1	Presión extrema, temperatura baja	En principio de turbinas eólicas, Sistemas de lubricación centralizada, Aplicaciones de rodamientos axiales de rodillos a visiva	-30 °C (-30 °F) 110 °C (230 °F)	L a M	L a M
LGWM 2	Grandes cargas, amplio rango de temperatura	En principio de turbinas eólicas, Aplicaciones grandes turbinas y hélices, Aplicaciones industriales a la nieve	-40 °C (-40 °F) 110 °C (230 °F)	L a M	L a M
LGEM 2	Velocidad alta con aditivos sólidos	Transmisiones de mandibulas, Máquinas de construcción, Máquinas vibratorias	-30 °C (-3 °F) 120 °C (250 °F)	M	VL
LGVE 2	Velocidad moderadamente alta con aditivos sólidos	Rodamientos de molinos, Rodillos de apoyo y sellos en hornos rotatorios y secadores, Rodamientos oscilantes	-30 °C (21 °F) 120 °C (250 °F)	M	VL
LGHB 2	Presión extrema, alta viscosidad, alta temperatura °C	Rodamientos de accionamiento, Sección de estado de fibras especiales, Rodamientos de cilindros de trabajo y rodillos continuos de industria siderúrgica, Rodamientos de rodillos a ritmo saturado hasta 150 °C (300 °F)	-30 °C (-3 °F) 150 °C (300 °F)	M a H	VL a M
LGHP 2	Gama de aceites de alto rendimiento	Motores eléctricos, Ventiladores, molinos a alta velocidad, Rodamientos de bolas de alta velocidad a temperaturas medias y altas	-40 °C (-40 °F) 150 °C (300 °F)	M a H	M a H
LGET 2	Temperatura extrema	Equipos de minería (hornos), Máquinas de acción de tamalón, Simuladores, trípode	-40 °C (-40 °F) 260 °C (500 °F)	VM	L a M

El concepto "SEMAFORO" de SKF



-  •Prohibido Operar
-  •Funcionamiento inseguro (Solo periodos cortos de tiempo)
-  •Funcionamiento seguro; vida de la grasa predecible

T1 = Temperatura mínima
 T2 = Temperatura mínima de operación
 T3 = Temperatura máxima de operación
 T4 = Temperatura máxima

Temperaturas medidas en el aro exterior del rodamiento

Selección de una grasa

Parámetros de funcionamiento: temperatura, carga, velocidad

No es solo la aplicación o la temperatura

Parámetros de funcionamiento del rodamiento

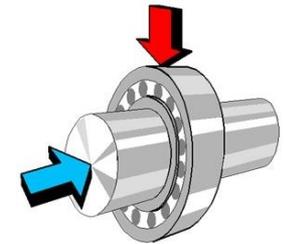
Temperatura

L	= baja	<50 °C	(120 °F)
M	= media	50 a 100 °C	(120 a 230 °F)
H	= alta	>100 °C	(210 °F)
EH	= extremadamente alta	>150 °C	(300 °F)

Carga

VH	= muy alta	C/P <2
H	= alta	C/P -4
M	= media	C/P -8
L	= baja	C/P ≥15

C/P = relación de carga
 C = carga dinámica básica, kN
 P = carga dinámica equivalente, kN



Velocidad

para rodamientos de bolas

EH	= extremadamente alta	n_{d_m} por encima de 700 000
VH	= muy alta	n_{d_m} hasta 700 000
H	= alta	n_{d_m} hasta 500 000
M	= media	n_{d_m} hasta 300 000
L	= baja	n_{d_m} por debajo de 100 000

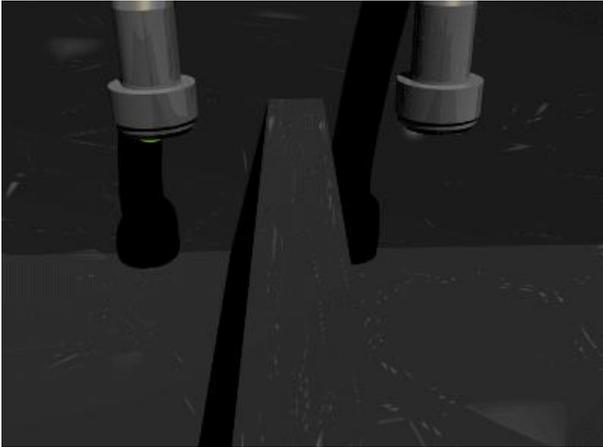
para rodamientos de rodillos

Velocidad	SRB/TRB/CARB	CRB	
H	= alta	n_{d_m} por encima de 210 000	n_{d_m} por encima de 270 000
M	= media	n_{d_m} hasta 210 000	n_{d_m} hasta 270 000
L	= baja	n_{d_m} hasta 75 000	n_{d_m} hasta 75 000
VL	= muy baja	n_{d_m} por debajo de 30 000	n_{d_m} por debajo de 30 000

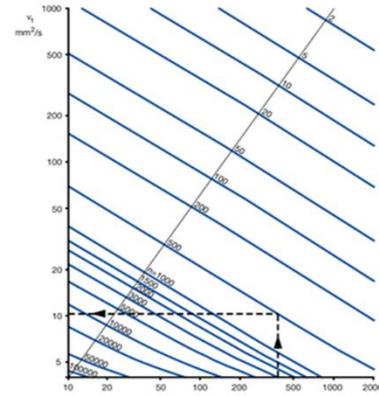
n_{d_m} = velocidad de rotación, rpm x 0,5 (D+d), mm



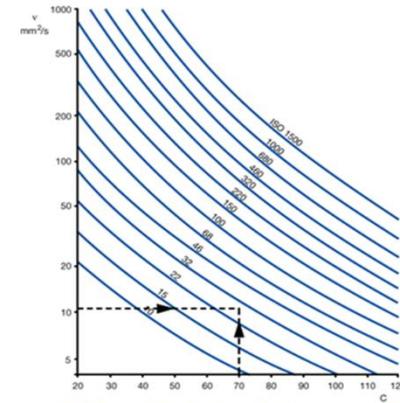
Factor de velocidad n_{d_m} = velocidad de rotación, rpm x 0,5 (D+d), mm



Usamos dos gráficas incluidas en el catálogo general



1-Viscosidad cinemática requerida a la temperatura de Operación

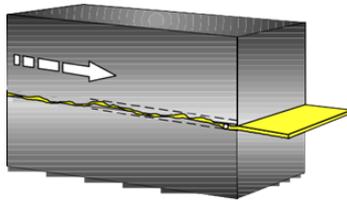


2-Viscosidad cinemática requerida en la temperatura de referencia @ 40°C

Unidades de Viscosidad (mm²/s ó cSt)

- Si la viscosidad es demasiado **baja** el film lubricante no soporta las cargas entre las piezas y desaparece del **medio** sin cumplir su **objetivo** de evitar el contacto metal-metal.
- Al ser **alta** la viscosidad es necesaria mayor **fuerza** para mover el lubricante originando de esta manera mayor fricción y desgaste, además de no llegar a lubricar rápidamente en el arranque en frío.

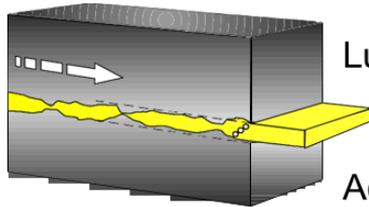
Viscosidad: Factor k y selección de EP



Lubricación por capa límite

$$k < 0,4$$

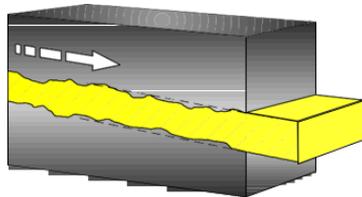
Uso de aditivos EP



Lubricación mixta

$$k < 1$$

Aditivos EP pueden ayudar



Lub. De Película completa/fluida

$$k \geq 2$$

El factor Kappa (k) representa la **relación** entre la **viscosidad** del lubricante **en operación** y la **viscosidad requerida** a la temperatura de operación

$$K = \frac{V_{proporcionada}}{V_{requerida}} \quad K = \frac{v}{v_1}$$

Recomendación general:

$$1 < \kappa < 4$$

> 4 genera fricción fluida que reducirá la viscosidad operativa

Cantidad de llenado de grasa



Rodamientos abiertos (No sellados):

El rodamiento debe ser llenado en un 100%

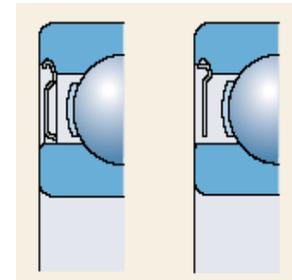
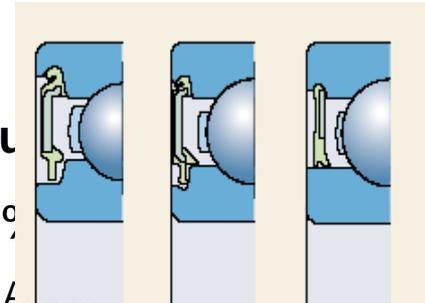
El soporte/alojamiento debe ser llenado solo en un 30-50%.



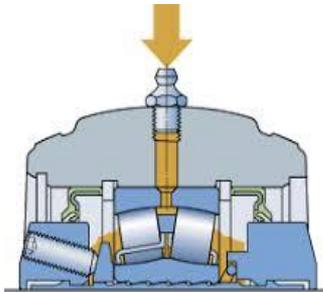
Rodamientos sellados y obturados

Llenado normal = 25-35%

NO SE DEBE APLICAR MAS GRASA...

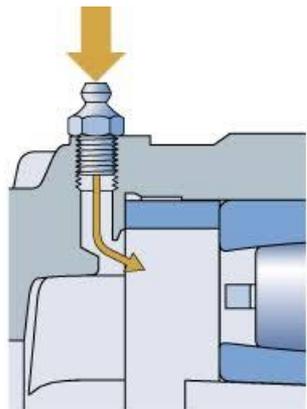


Cantidad y frecuencias de relubricación



CANTIDAD
 $G = 0.002 \times D \times B$

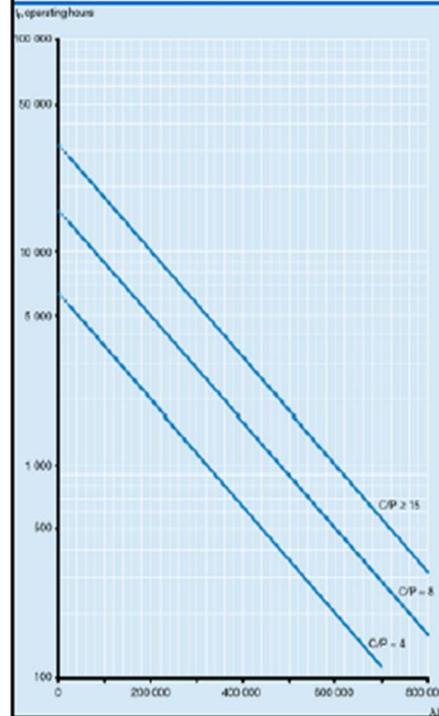
LUBRICACIÓN CENTRAL



CANTIDAD
 $G = 0.005 \times D \times B$

LUBRICACIÓN LATERAL

Intervalos de lubricación



Depende de la relación de carga C/P y el factor de velocidad A multiplicado por el factor bf para el rodamiento correspondiente donde

• **$A = n \cdot dm$** (RPM.mm)

• **bf** = factor para el rodamiento que depende del tipo de rodamiento y de las condiciones de carga (C/P)

Condiciones del diagrama:

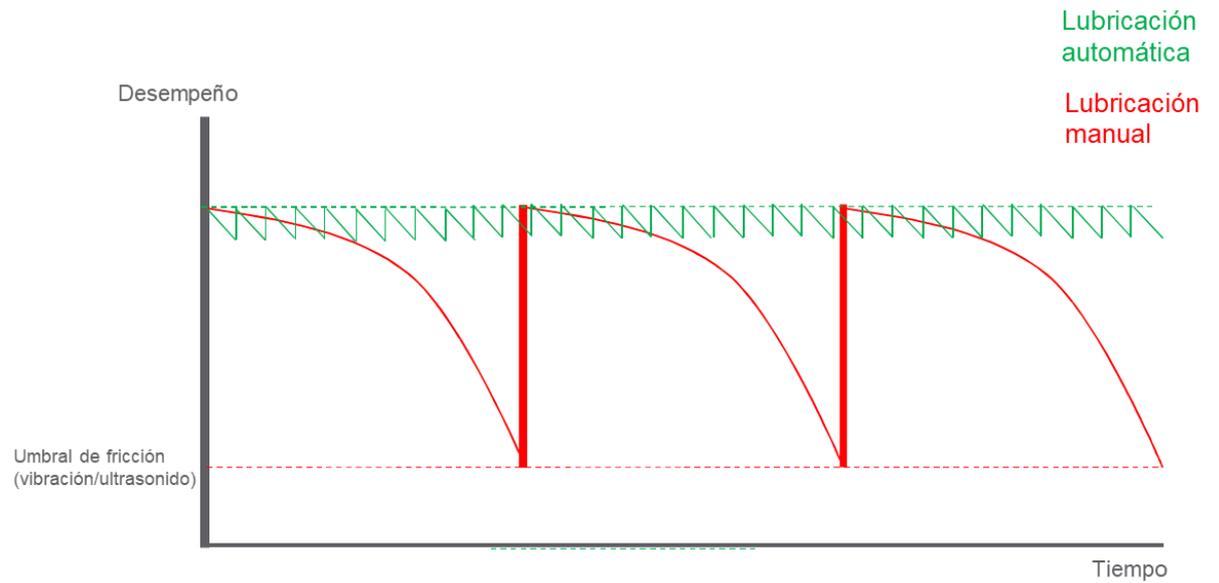
- Ejes horizontales, giro del aro interior
- Condiciones normales de operación
- Buen sistema de retención y sellado
- Grasas minerales/jabón de Litio de buena calidad
- Diagrama válido solo a 70 °C (aro exterior)

DT +15 °C (max 100 °C), Disminuya a la mitad el intervalo

DT -15 °C (min 50 °C), Aumente el intervalo (50%)

Si $n \cdot dm > 0,7 \cdot A$ Verifique viscosidad y método

Lubricación automática



Las 5 C`s de una correcta lubricación

- ✓ El lubricante correcto
- ✓ La cantidad correcta
- ✓ En el momento correcto
- ✓ Con el método correcto
 - En el punto correcto



Cuidados con la lubricación.

1. Utilizar grasa limpia proveniente de un envase sellado.
2. No mezclar grasas.
3. Aplicar la grasa inmediatamente después del montaje.
4. Cuando utilice ductos de lubricación en lo posible que sean en acero inoxidable sin costura.
5. Reemplace las graseras cuando estén defectuosas.
6. Llene los tubos y mangueras con grasa.



Compatibilidad de grasas



La lubricación No Confiable

1. Usualmente las tareas de lubricación son asignadas a los **aprendices de mantenimiento**.
2. No obstante la buena disposición de la persona, La operación puede no realizarse de forma adecuada y **poner en riesgo el desempeño y por ende la confiabilidad del equipo**.



Situación real



Las 5 C`s de una correcta lubricación

- ✓ El lubricante correcto
- ✓ La cantidad correcta
- ✓ En el momento correcto
- ✓ Con el método correcto
- ✓ En el punto correcto

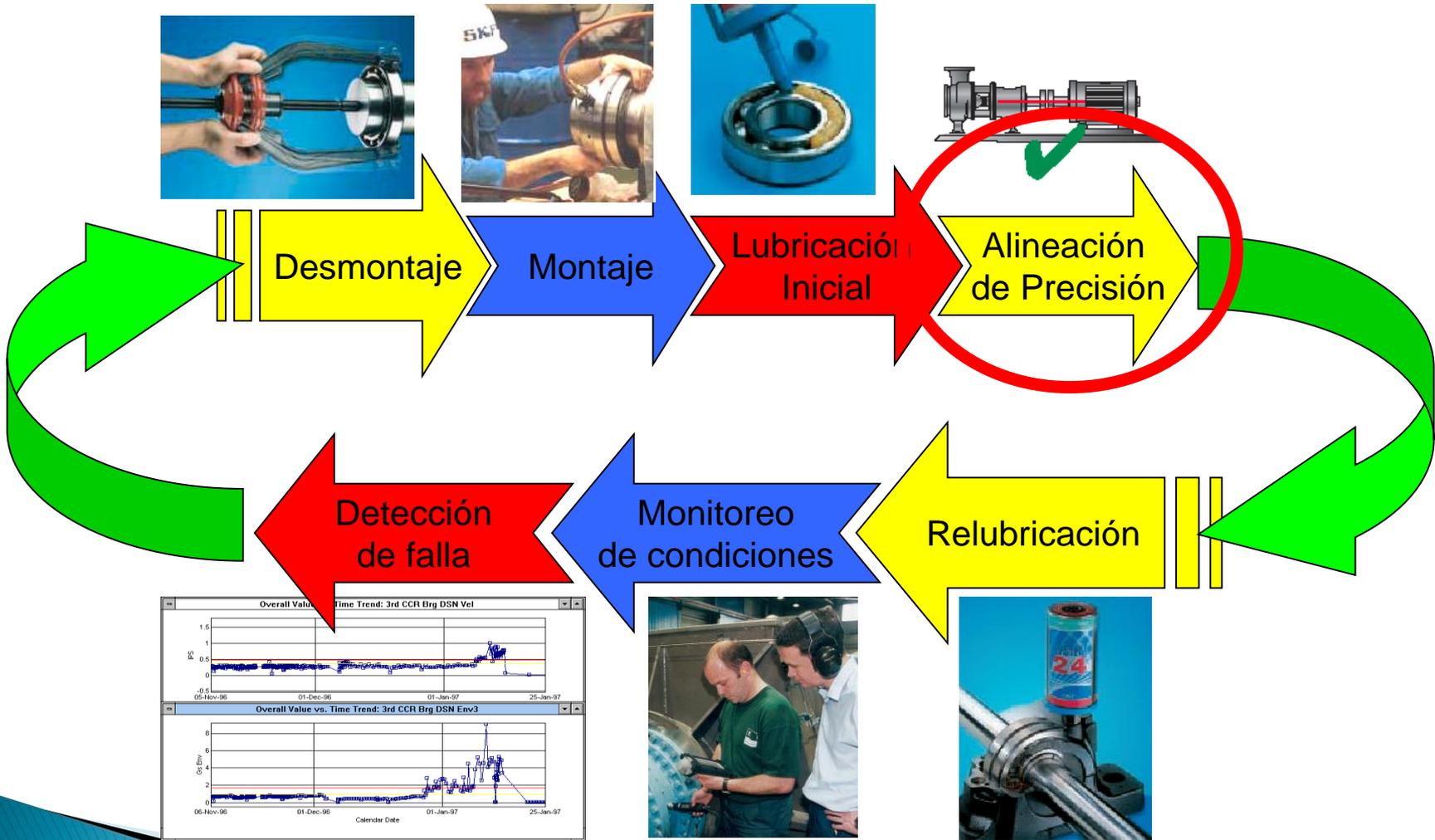


Ejes verticales

- ✓ Suministre la grasa desde arriba del rodamiento y agregue una reserva de grasa en la parte superior del rodamiento.
- ✓ Aplicar grasa de consistencia NGLI grado 3



Ciclo del Mantenimiento de los Rodamientos



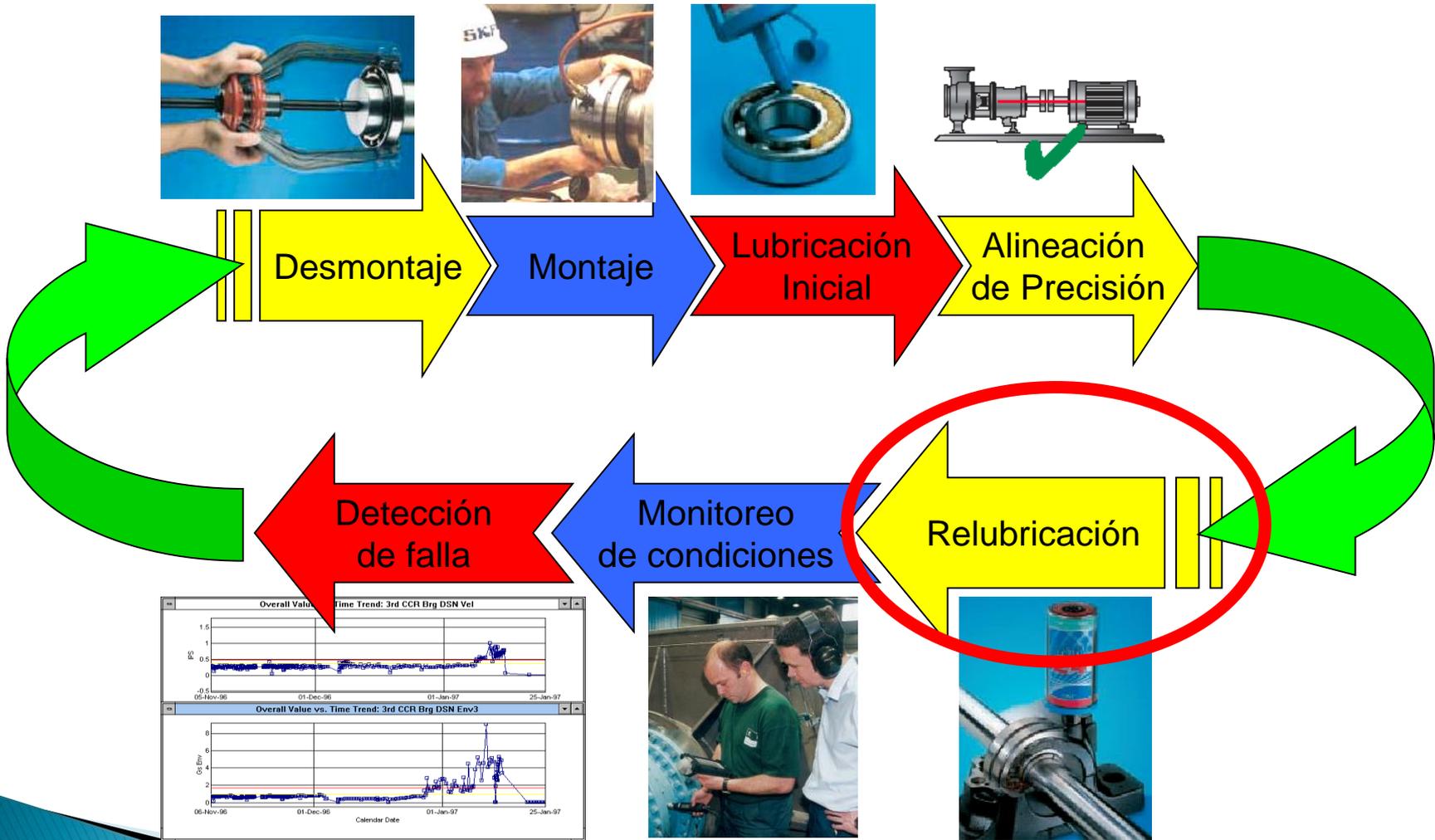
ALINEADOR DE POLEAS TMEB 2



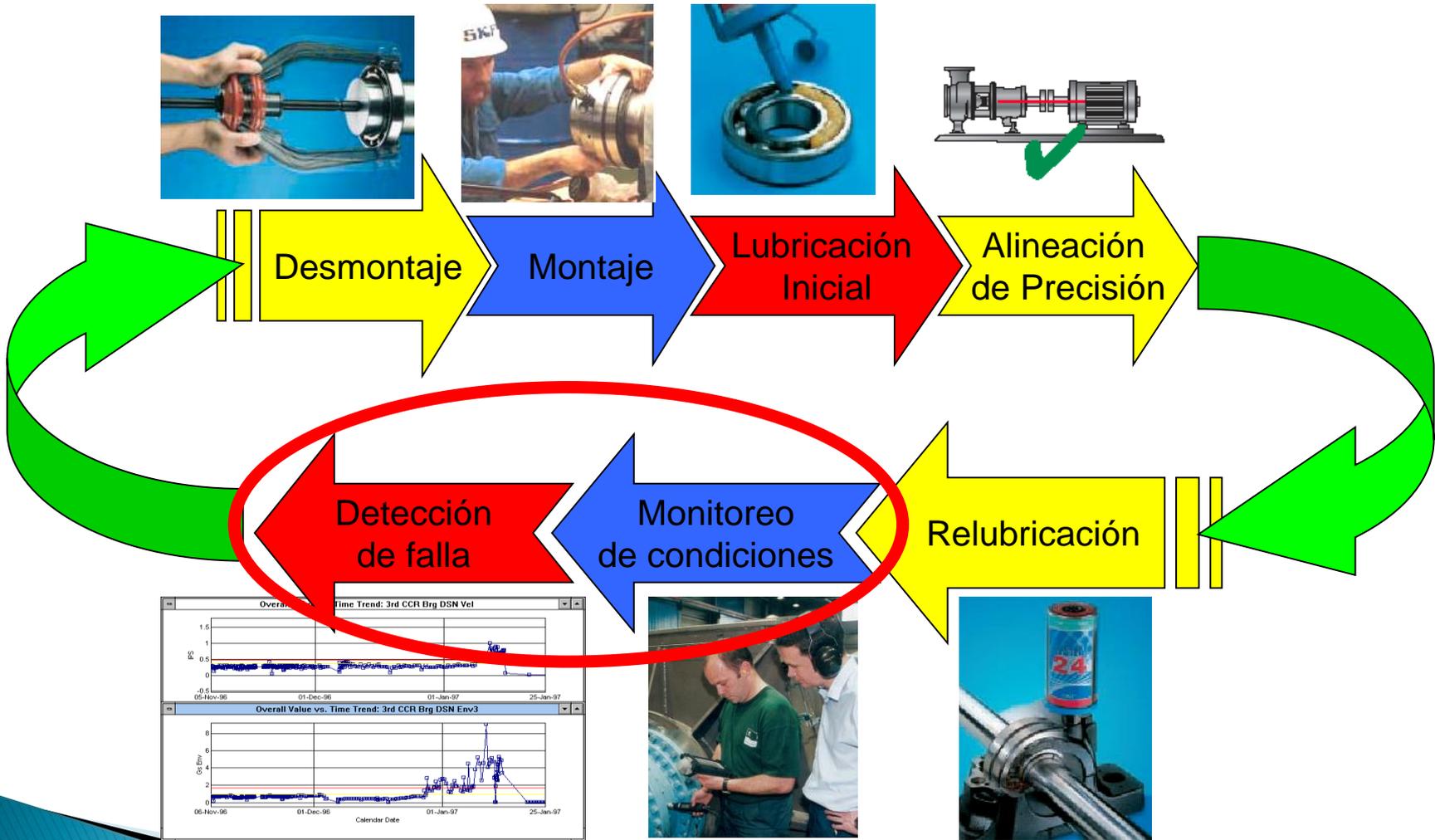
TKSA 20



Ciclo del Mantenimiento de los Rodamientos



Ciclo del Mantenimiento de los Rodamientos



Equipos de Monitoreo de Condiciones SKF

Contenido

1. Temperatura
Termómetro Infra-rojo TKTL 2400K
Cámara termográfica TKTI 10
2. Ruido
Estetoscopio electrónico TMST 3
Detector Electrónico de Fugas TKSU 1
3. Inspección visual
Estroboscopio TMRS 1
Endoscopio TKES 1
4. Estado del Rodamiento
Detector de descarga eléctrica TKED 1
5. Estado del lubricante
Analizador de aceite TMEH 1
6. Alineamiento de ejes
Alineadores Laser TKSA 20 & TKSA 40



Agradezco su Gentil Atención

