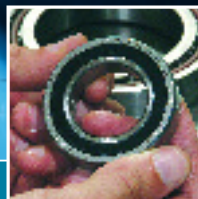


**MachLine®: para su
máquina herramienta,
la solución por excelencia**

machline®



425 450 475 0.010
0.008
0.006
0.004
0.002
0.000
-0.002
-0.004
-0.006
-0.008
0.010
-0.008
-0.006
-0.004
-0.002
0.000
0.002
0.004
0.006
0.008
0.010



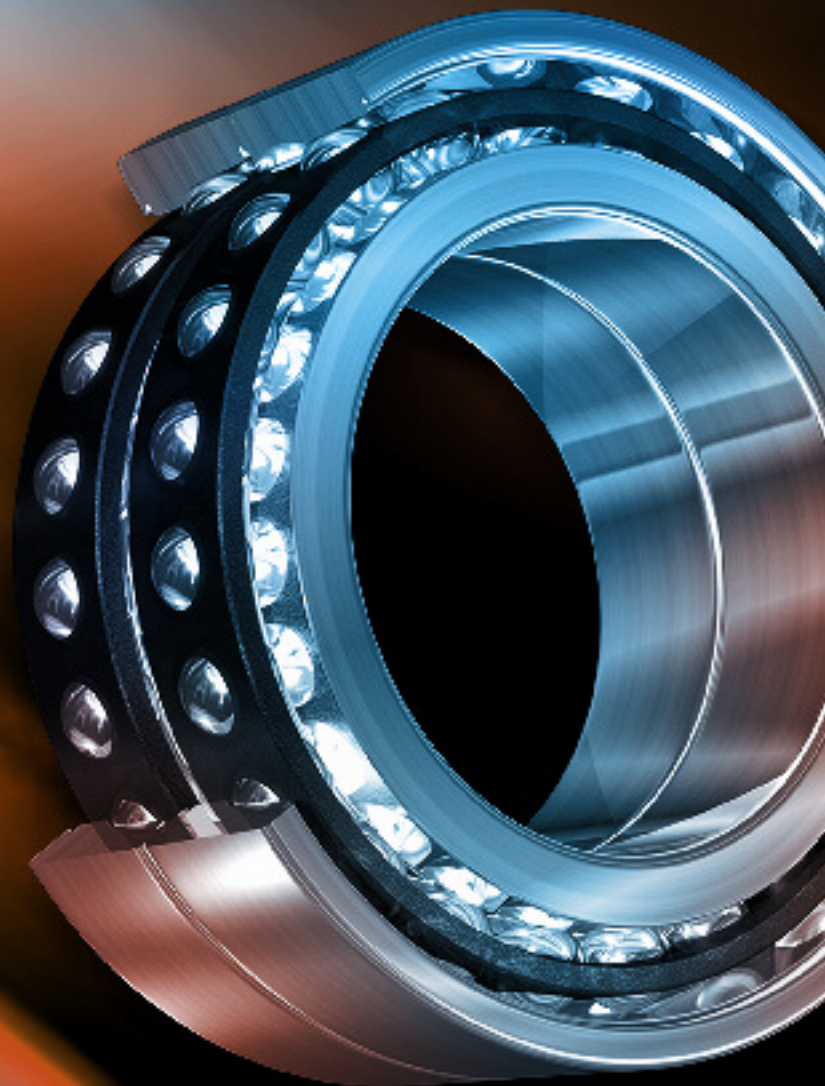
Industry





**Nuestra experiencia al servicio
de su máquina herramienta**

mechline[®]

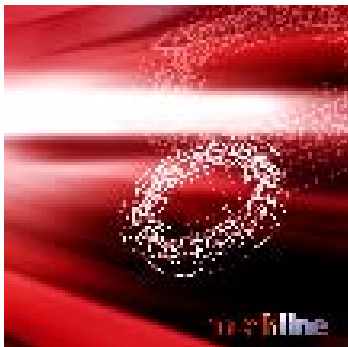


Sumario



Saberlo todo sobre MachLine® 4 > 10

- > MachLine supera cada desafío de la máquina herramienta 6
- > Investigación y Desarrollo 7
- > La gama 8-10



Generalidades técnicas 11 > 36

- > Precarga, definición de las simbolizaciones 12-14
- > Rigidez, deflexión axial 15
- > Influencia de una carga axial exterior 16
- > Factor de corrección de velocidad 17
- > Cálculo del husillo 18-24
- > Lubricación 25-27
- > Guía de elección 28-29
- > Rodamientos de bolas en cerámica (CH) 30-31
- > Rodamientos alta velocidad (ML) 32
- > Rodamientos estancos (MLE) 33
- > Rodamientos HNS (N) 34
- > Ejemplos de montaje 35-36



Gama MachLine® 37 > 60



- > Simbolización, marcaje y presentación 38-39
- > MachLine: las gamas 40-51
- > Tuercas de precisión auto-blocantes 52-54
- > Síntesis de las gamas 55
- > Tolerancias y clases de precisión 56-60




Mantenimiento y servicios 61 > 68

- > Almacenaje 62
- > Montaje 63-66
- > Análisis vibratorio 67
- > Peritaje, formación 68

Precisión, velocidad, exigencia: así en el cielo como en la tierra



Colaboradores de proyectos tan ambiciosos como el Ariane 5 o el Airbus A380, los ingenieros de SNR han debido superar desde hace cuarenta años desafíos técnicos estimulantes, pero con una exigencia extrema. Toda su experiencia ha sido necesaria para responder a especificaciones draconianas y satisfacer exigencias de velocidad y temperatura fuera de lo común.



Esta experiencia en las condiciones « excepcionales », la pone hoy SNR a trabajar para aportar a la máquina herramienta lo mejor de su saber-hacer. Fruto de esta cultura de fabricante, los rodamientos MachLine han sido « programados » para garantizar una precisión, prestaciones y longevidad excepcionales.

SNR pertenece a la historia de los rodamientos... y construye su futuro

Actor principal de la escena europea y mundial, SNR ha permanecido siempre fiel a su papel de conceutor y fabricante. Este dominio de los procesos se acompaña de una presencia comercial en mas de 200 países. Pero el nombre SNR está también estrechamente ligado al desarrollo de la mecatrónica, campo en el que ha sido una de las pioneras, desarrollando un centro de competencia específica, para acompañar a los clientes de sus tres grandes mercados: automóvil, aeronáutica e industria.



La precisión nace de la organización

Los rodamientos de muy alta precisión como MachLine son concebidos, fabricados y probados en la división aeronáutica, cuya organización está enteramente regida por el « cero fallos ».



Calidad: los rodamientos más seguros... y más limpios

Los rodamientos MachLine satisfacen las normas más estrictas en materia de calidad de fabricación y de protección del entorno: certificaciones ISO 9001-V2000, EN 9100, ISO 14001.



machline®





Saberlo todo sobre

MachLine®

¿Cómo han sido tenidas en cuenta las especificidades de la máquina herramienta, cómo la I+D de SNR ha respondido, qué familias de productos componen la gama MachLine, cuáles son sus características generales? Estas preguntas encontrarán respuesta en las páginas siguientes...

- MachLine supera cada desafío de la máquina herramienta 6
- Investigación y desarrollo 7
- La gama 8-10

machline®



MachLine® supera cada desafío de la máquina herramienta

Cada vez más rápidos, limpios, duraderos: los rodamientos deben adaptarse a las realidades de la producción de hoy en día: mecanizado de gran velocidad, reducción de los tiempos muertos, mayor rigidez, estanquidad integrada...

Las máquinas presentan prestaciones cada vez mayores, en un contexto donde la productividad y el respeto al medio ambiente deben ir de la mano.

En todos esos puntos, la gama MachLine aporta respuestas precisas.

| El desafío de la fiabilidad

Para no tener que elegir entre velocidad de mecanizado y capacidad de carga, la gama MachLine propone un abanico de nuevas referencias de concepto innovador, completado por una oferta de tuercas de precisión auto-blocantes. Vienen a enriquecer las gamas « estándar » de alta precisión siempre disponibles y son a descubrir en este catálogo:

- *MachLine Alta precisión: estándar*
- *MachLine ML: Alta Velocidad*
- *MachLine CH: Híbrida*
- *MachLine MLE: Estanca*
- *MachLine N: HNS*
- *Tuercas de precisión auto-blocantes*

Prestaciones aumentadas con bolas cerámicas:

↗ x3 *duración de vida*

↗ +30% *de velocidad*

↗ +10% *de rigidez*

Todos los rodamientos de la gama MachLine se realizan con un falso círculo de rotación de precisión ISO2 (precisión P4S).

| El desafío de la velocidad

El tiempo de mecanizado, es dinero. Cuanto más rápido trabaja una máquina, más productiva es. Para conseguirlo, los rodamientos deben soportar velocidades muy altas: la gama ML ha sido concebida en esa perspectiva.

| El desafío de la simplicidad

Suprimiendo el engrase periódico, se simplifica la tarea del usuario: la gama MLE, estanca, dispone de lubricación de por vida.



| I+D SNR: la prestación al servicio de la máquina herramienta

Para MachLine, SNR ha realizado su investigación en todos los campos que contribuyen a la prestación, desde los materiales a la geometría pasando por las funciones complementarias de los rodamientos.

- El acero:

Si los fallos debidos al acero son rarísimos en los rodamientos MachLine, es porque SNR domina totalmente su abastecimiento y la trazabilidad de sus productos en todo el mundo. Esto garantiza una limpieza inclusionaria muy elevada, compromiso de durabilidad del rodamiento.

- Lubricación y estanquidad:

LubSolid, solución adoptada para ciertas aplicaciones en la industria, es una de las lubricaciones « de por vida » puesta a punto por SNR. Constituye para MachLine uno de los ejes de la investigación SNR: soporta las altas velocidades, mejora la estanquidad y protege así el entorno mecánico.



Bolas de talla media que garantizan un mejor compromiso entre velocidad máxima y capacidad de carga.



Nueva presentación disponible durante 2006

- Simulación de fallos:

En este campo, SNR dispone de un centro de ensayo particularmente efectivo y de larga experiencia. MachLine ha sufrido una amplia batería de pruebas, y ha sido objeto de numerosas simulaciones y de un análisis vibratorio profundo..

- Investigación en la instrumentación de los rodamientos:

Porque la micro-electrónica, el magnetismo y los programas instalados condicionan el futuro de la máquina herramienta, la I+D de SNR estudia las evoluciones mecatrónicas de los productos MachLine.

- La aportación de la investigación fundamental y aplicada:

MachLine se beneficia, como las otras gamas SNR, de una participación activa de la empresa en los Programas de investigación Europeos, en colaboración con los mayores aceristas mundiales y las grandes universidades.

2,2 Millones de N.Dm: las muy altas velocidades se alcanzan con la gama ML.

machline



MachLine®: un universo de soluciones



ALTA PRECISIÓN

- Series SNR 71900V y 7000V, con un excelente compromiso entre las prestaciones de velocidad, rigidez, capacidad y precisión.
- Serie 7200G1, especialmente concebida para responder a las especificaciones fijadas por las aplicaciones con presencia de fuertes cargas y predominio axial.
- Variantes en función del ángulo de contacto (C para 15° y H para 25°) y de la precarga (débil, media o fuerte).



HÍBRIDOS, DE BOLAS CERÁMICAS, CH

- Variante posible en todas las gamas, series y dimensiones, con bolas en Nitruro de Silicio y anillos de acero, combinando así las mejores cualidades de ambos materiales.
- Nivel térmico reducido y velocidad límite aumentada. Reducción de las exigencias de lubricación respecto de un rodamiento "todo acero".
- Rigidez y duración de vida netamente aumentadas.

Rango de velocidad
10⁴ r.p.m.

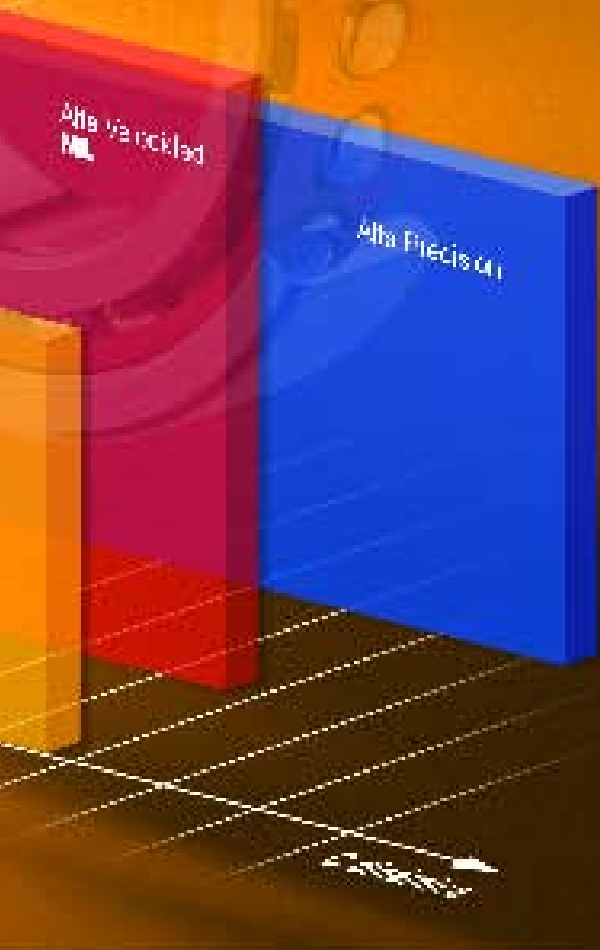


Alta Velocidad
y Esterilidad
MLE

Estándar de fabricación:

Sea el que sea el tipo de aplicación de una máquina herramienta, existe una solución MachLine adaptada.

Rangos de utilización de las gamas MachLine para un rodamiento de mismo diámetro interior



Precisión de fabricación 4S en estándar (ISO 2 para todas las características dinámicas de rotación e ISO 4 para las demás).



ALTA VELOCIDAD ML

Velocidad
+ 30 %

- Familia constituida por las series 71900 y 7000, concebida y desarrollada por SNR para responder a las exigencias cada vez más severas en la mecanización de alta velocidad.
- Geometría adaptada: reducción del diámetro de las bolas, aumento de su número y optimización del guiado de la jaula sobre el anillo exterior.
- Diferentes variantes en función del ángulo de contacto (C para 17° y H para 25°) y la precarga.



ALTA VELOCIDAD Y ESTANQUIDAD MLE

Estanquidad
sin contacto

- Cuando, en un husillo, no es indispensable instalar un circuito de lubricación por aceite, y basta con lubricación por grasa, SNR aporta una solución técnicamente adaptada y económicamente ventajosa, con la utilización en el montaje de rodamientos de la familia MLE, constituida por las series 71900 y 7000.
- Juntas en nitrilo fijadas al anillo exterior, sin contacto con el anillo interior, lo que permite mantener la misma velocidad límite que en un rodamiento abierto lubricado con grasa.
- Variantes en función del ángulo de contacto (C para 17° y H para 25°) y la precarga.

machline





MachLine®: un universo de soluciones

| Rodamientos HNS: N

Producto puramente salido del saber hacer en aeronáutica de SNR, este rodamiento para máquina herramienta presenta prestaciones sobresalientes:

- Aumento de la velocidad de rotación,
- Mejor resistencia a la fatiga,
- Más fiabilidad en caso de malas condiciones de lubricación,
- Aumento de la duración de vida,
- Resistencia a la corrosión.

Características:

Rodamientos en acero inoxidable martensítico nitrógeno (material utilizado en la aeronáutica).

- Anillos en XD15N.
- Bolas de cerámica.



| Tuercas de precisión auto-blocantes

Disponibles en versión estrecha o ancha, 2 o 4 insertos de bloqueo a elegir, apriete por agujeros ciegos o por almenas, la gama SNR de tuercas de precisión auto-blocantes cubre el conjunto de las necesidades del mercado.

Estos productos son indispensables:

- para todos los montajes de rodamientos de precisión,
- cuando es necesario a la vez garantizar la precarga de un conjunto de rodamientos, y su mantenimiento en el tiempo.
- en el caso de esfuerzos axiales importantes.



Generalidades técnicas

Cada aplicación tiene sus exigencias de velocidad y carga, requiriendo un tipo de geometría, material o lubricación. Nuestros ingenieros proporcionan en las páginas siguientes las informaciones necesarias para optimizar la elección de rodamientos y dominar su montaje.

• Precarga, definición de las simbolizaciones	12-14
• Rigidez, deflexión axial	15
• Influencia de una carga axial exterior	16
• Factor de corrección de velocidad	17
• Cálculo del husillo	18-24
• Lubricación	25-27
• Guía de elección	28-29
• Rodamientos de bolas en cerámica (CH)	30-31
• Rodamientos alta velocidad (ML)	32
• Rodamientos estancos (MLE)	33
• Rodamientos HNS (N)	34
• Ejemplos de montaje	35-36

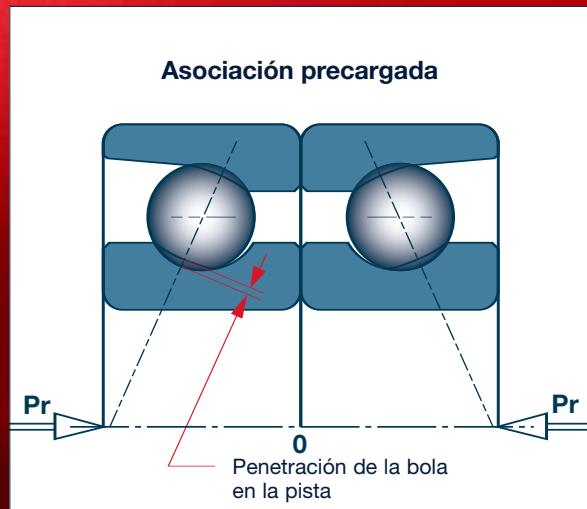
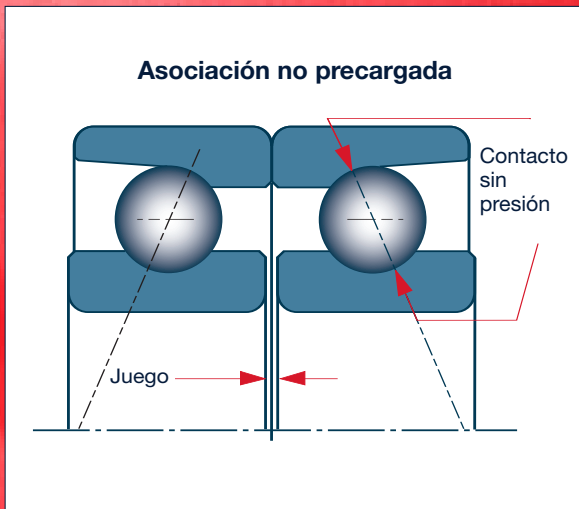


Precarga: una influencia directa en la aplicación

Precarga y puesta en precarga

La precarga es una característica importante de la asociación: permite dotarla de rigidez definida y controlada. Tiene también una influencia directa sobre el nivel de carga y la velocidad de rotación admisible.

La puesta en precarga de una asociación consiste en aplicar de forma permanente un esfuerzo axial por apriete a las caras de los rodamientos de la asociación. Este esfuerzo va a provocar una deformación elástica entre pistas y bolas y causar entre estos componentes una presión de contacto.



Ejemplo: asociación 7014HVDBJ84

Juego: 0,012 mm

Precarga: $Pr = 1100$ N

Penetración: 0,0025 mm

Presión de contacto:

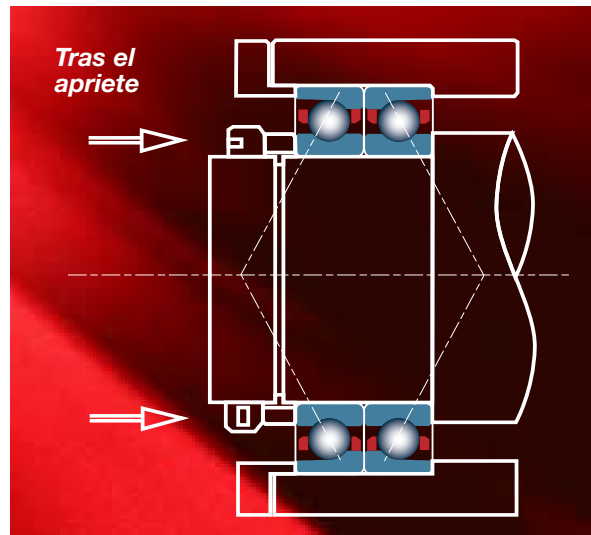
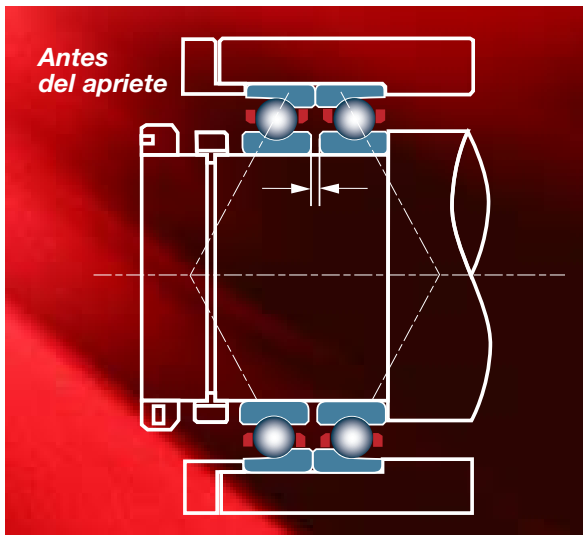
- anillo interior: 960 N/mm²

- anillo exterior: 840 N/mm²

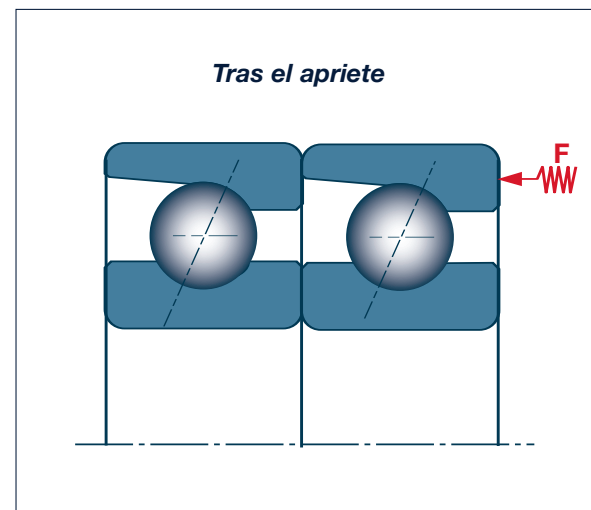
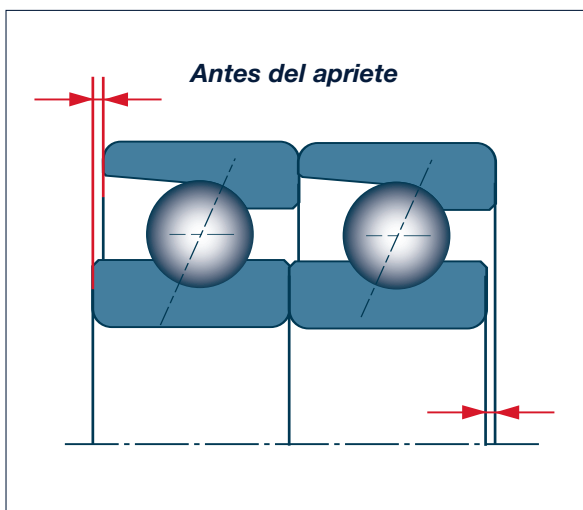
El esfuerzo axial se llama precarga (Pr)

Dos métodos de aplicación

- Puesta en precarga por apriete en las caras de los rodamientos de una asociación



- Puesta en precarga por resortes calibrados



Definición de las simbolizaciones

P_r	Precarga	P	Carga dinámica equivalente
a	Distancia entre los 2 separadores (μm)	C	Carga dinámica de base
K	Constante de penetración ($\mu\text{m} (\text{daN})^{-2/3}$)	P_0	Carga estática equivalente
P_{r_i}	Precarga inicial (daN)	C_0	Carga estática de base
P_{r_s}	Precarga deseada (daN)	N	Velocidad de rotación (r.p.m.)
PE	Precarga de equilibrio de una asociación	L_{10}	Duración de vida nominal (h)
CD	Carga de despegue	f_s	Factor de seguridad
F_a	Carga axial	L_{na}	Duración de vida corregida (h)
F_r	Carga radial	$N.Dm$	Factor de velocidad



Precarga: los parámetros a no olvidar

Niveles de precarga

SNR ha definido 3 niveles de precarga correspondientes cada uno a un nivel de presión de contacto adaptado a las condiciones de funcionamiento:

- **Precarga ligera (código 7):**
Aplicaciones a gran velocidad y débil carga.
- **Precarga media (código 8):**
Mejor compromiso entre velocidad y carga.
- **Precarga fuerte (código 9):**
Aplicaciones con fuertes cargas y velocidad reducida.
- Para responder a las necesidades particulares de optimización del funcionamiento de un husillo, SNR puede realizar **precargas específicas bajo pedido (código X)**.

En los casos donde una precarga específica se requiera, puede ser obtenida a partir de rodamientos con una precarga estándar montados con separadores de longitudes diferentes. La fórmula siguiente permite calcular la separación necesaria entre dos separadores para modificar la precarga de la asociación de rodamientos:

$$a = 2K(Pr_i^{2/3} - Pr_s^{2/3})$$

- a: diferencia de longitud entre los 2 separadores (µm)
- K: constante de penetración (ver página 44)
- Pr_i: precarga inicial (daN)
- Pr_s: precarga deseada (daN)

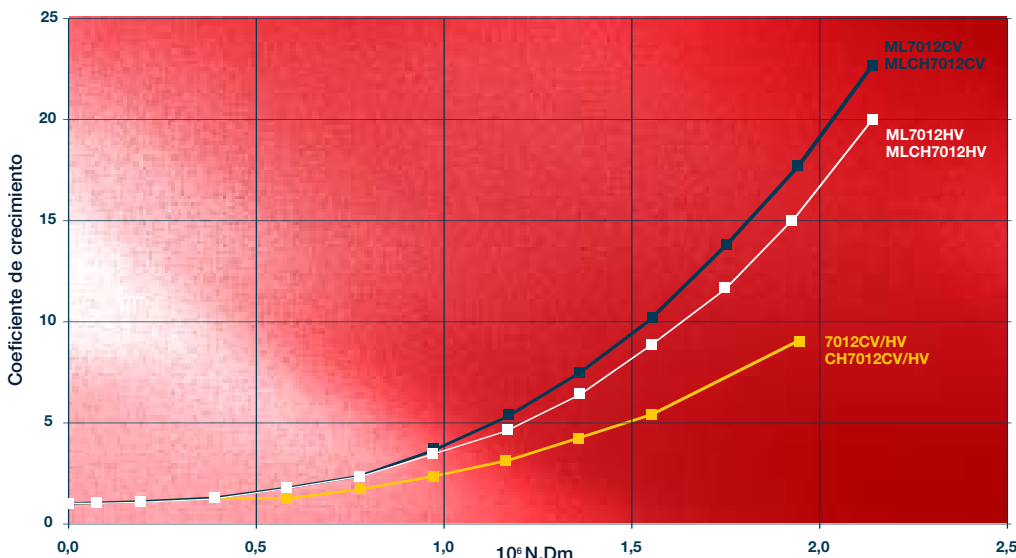
Ver también la página 15, deflexión axial de un rodamiento de bolas de contacto oblicuo.

Factores que influyen la precarga

Los factores siguientes pueden tener influencia sobre el valor de precarga:

- **Interferencia de montaje** (ajustes),
- **Velocidad de rotación**,
- **Temperatura**, eventualmente asociada a los materiales del eje y del alojamiento,
- **Geometría de las piezas circundantes**.

Conviene no olvidar estos parámetros durante la concepción de un husillo. Para toda información complementaria, la ingeniería de SNR está a su disposición para aportar toda su maestría en este campo.



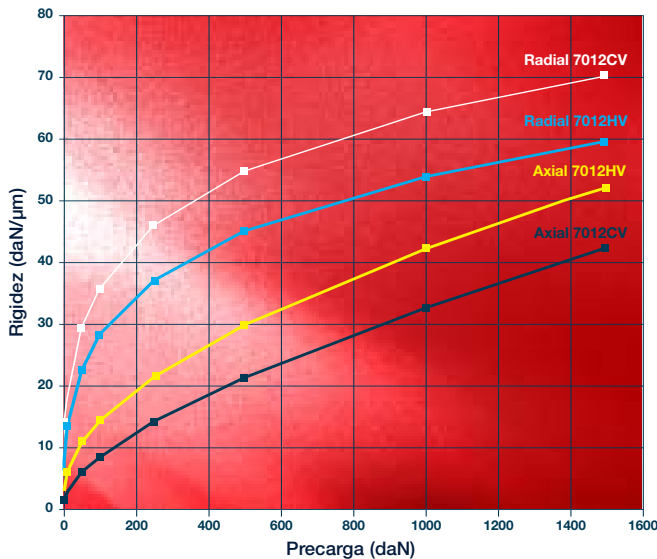
Coeficiente de crecimiento de la precarga en función de la velocidad de rotación: comparativo entre los rodamientos 7012 y ML7012, versiones de bolas de acero o cerámica.



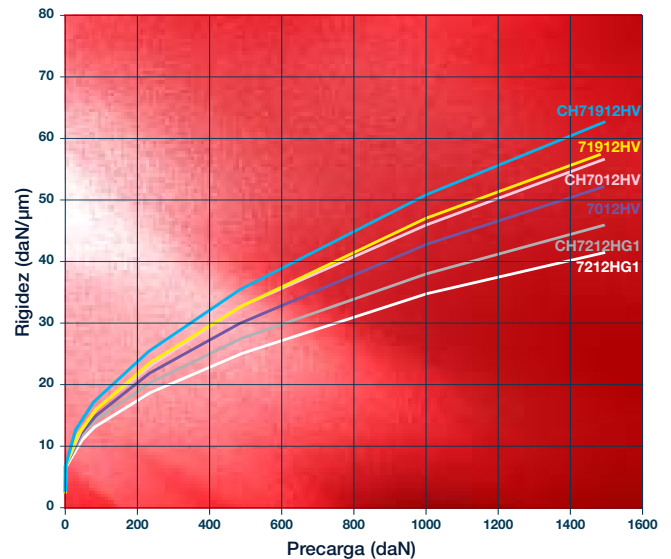
Rigidez y deflexión axial

Rigidez en función de la precarga

Ejemplo de un rodamiento 7012 montado en DB



Comparativa de rigidez en función de la serie

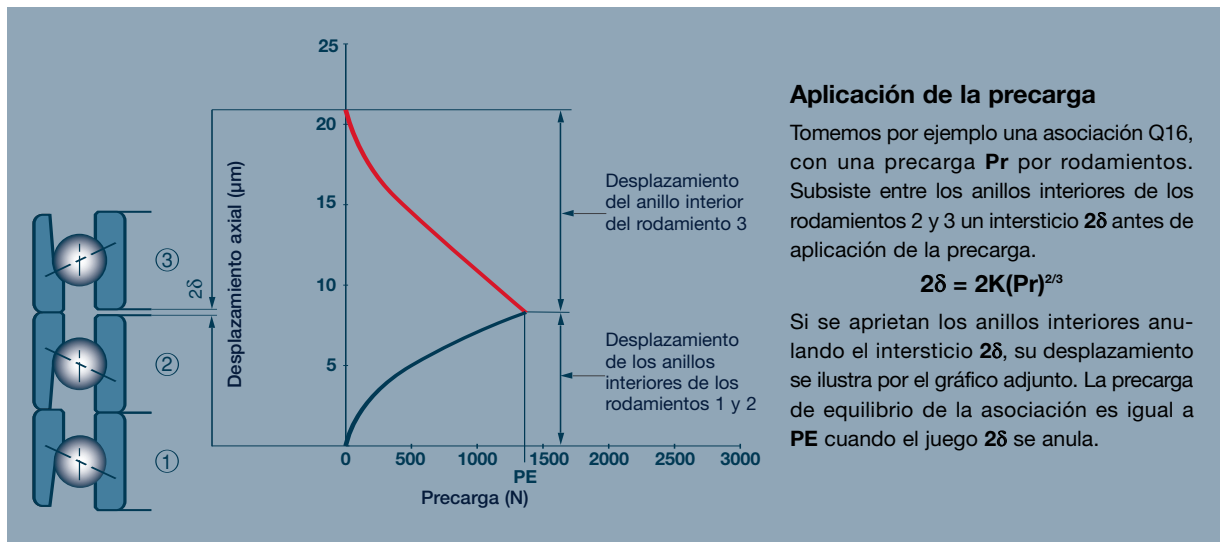


La rigidez viene dada por la precarga. Cuando la precarga aumenta, la rigidez crece de forma no lineal.

Deflexión axial de un rodamiento de bolas de contacto oblicuo

Cuando un rodamiento está sometido a una carga axial **Fa** en daN, uno de sus anillos se desplaza axialmente respecto del otro un valor δa : $\delta a = K(Fa)^{2/3}$

K es la constante de penetración axial propia de cada rodamiento, su valor se da en la tabla de precargas (ver página 44).



Aplicación de la precarga

Tomemos por ejemplo una asociación Q16, con una precarga **Pr** por rodamientos. Subsiste entre los anillos interiores de los rodamientos 2 y 3 un intersticio 2δ antes de aplicación de la precarga.

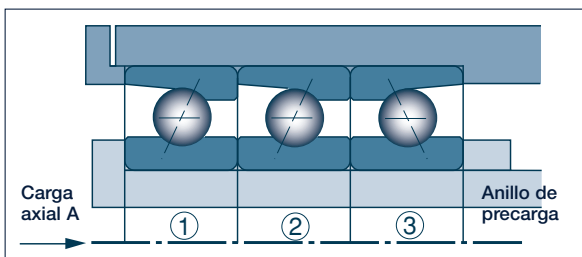
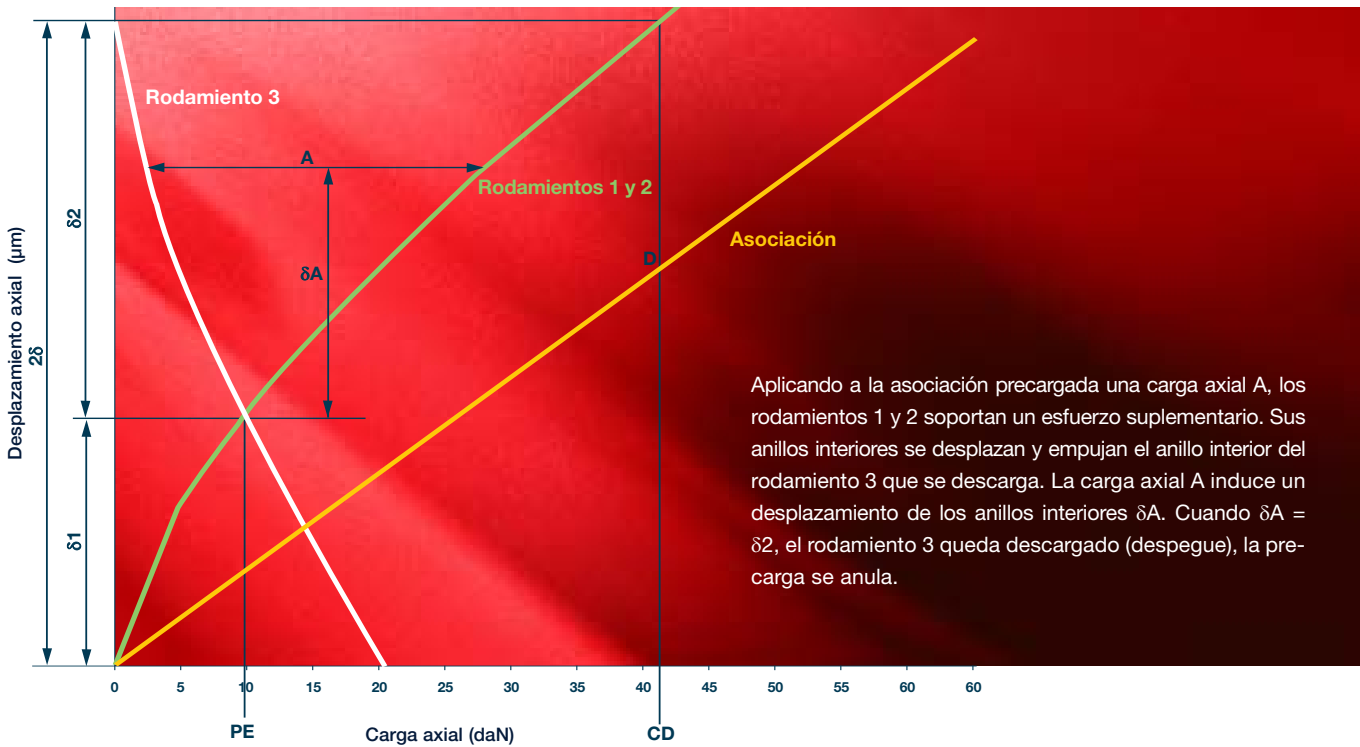
$$2\delta = 2K(Pr)^{2/3}$$

Si se aprietan los anillos interiores anulando el intersticio 2δ , su desplazamiento se ilustra por el gráfico adjunto. La precarga de equilibrio de la asociación es igual a **PE** cuando el juego 2δ se anula.



Influencia de una carga axial exterior

Curva de deflexión axial de una asociación Q16



Valores característicos de la precarga de equilibrio PE y de la carga de despegue CD

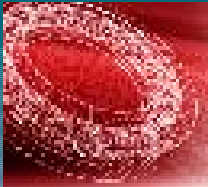
Características

- **Desplazamiento axial:** Hasta la anulación de la precarga, es igual a $\delta 2$. En una primera aproximación, se define por la recta OD. Mas allá del punto D, la curva es la de los rodamientos que soportan la carga axial A : rodamientos 1 y 2 en el ejemplo anterior.
- **Rigidez axial:** Hasta la anulación de la precarga, la rigidez media es igual a $CD/\delta 2$.
- **Carga de despegue CD:** Es la carga axial que provoca la descarga del rodamiento o rodamientos en oposición: rodamiento 3 en el ejemplo anterior.

Asociación	PE	CD
DB - DF	Pr	2.83 Pr
Q16	1.36 Pr	5.66 Pr
Q21	2 Pr	5.66 Pr

Pr: Precarga

Nuestros ingenieros pueden informar de las curvas características de una asociación si se requiere. Los valores de rigidez axial y radial de los rodamientos bajo precarga son definidos en página 44.



Factores de corrección de velocidad

Cada rodamiento no puede girar más allá de una cierta velocidad llamada velocidad límite. La velocidad límite de un rodamiento depende de su definición, de la forma de lubricación y del nivel térmico tolerado a dicha velocidad. Si uno de esos parámetros cambia, la velocidad límite también.

En función de la asociación

Cuando los rodamientos se asocian, conviene corregir la velocidad límite del rodamiento aislado en función de la asociación y la precarga.

La velocidad límite del rodamiento aislado es definida en la página 41. Para los rodamientos MachLine híbridos, hay que aumentar dicho valor un 30 % (ver página 31).

En función de la precarga

La precarga se elige entre tres niveles propuestos: *ligera - media - fuerte*. El nivel a escoger depende de la velocidad máxima del husillo, de la rigidez requerida y de la carga de despegue.

Corrección de velocidad*

Cuando las elecciones precedentes han sido hechas, es importante asegurarse de que permitan alcanzar la velocidad máxima deseada del husillo.

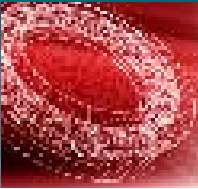
* Este factor se da a título informativo para ayudar en el dimensionamiento. Si un husillo es obligado a funcionar de continuo cerca de su velocidad límite, habrá que verificar el nivel térmico alcanzado y asegurarse de que es compatible con la precisión requerida.

Para otros tipos de asociaciones, contactar con SNR.

Asociación	Precarga		
	Ligera	Media	Fuerte
DT	0.90	0.80	0.65
DB	0.80	0.70	0.55
DF	0.75	0.65	0.40
Q16	0.70	0.60	0.35
Q21	0.65	0.55	0.30

Toda diferencia respecto a las tolerancias geométricas requeridas penaliza la velocidad máxima de una asociación y por tanto el buen funcionamiento del husillo.





Cálculo del husillo: método de cálculo simplificado

| Pre-dimensionamiento de los apoyos

Debe verificarse y optimizarse, o bien por el método de cálculo simplificado y/o corregido de la duración de vida de los rodamientos, o bien utilizando un programa de cálculo adaptado a este tipo de aplicación.

| Duración de vida requerida

La duración de vida de los apoyos de un husillo está ligada a la pérdida de precisión de mecanizado (mantenimiento de la cota, vibraciones) o a un calentamiento anormal.

Dicha pérdida de precisión se debe a la degradación superficial de las pistas de rodadura y de las bolas por desgaste, polución, óxido o degradación del lubricante (aceite o grasa).

La duración de vida correspondiente no puede ser calculada directamente. El único cálculo posible es el de la duración L_{10} ligada a la fatiga del material. La experiencia muestra que para tener un husillo convenientemente dimensionado, la duración de vida L_{10} debe ser del orden de 20.000 horas.

| Método de cálculo simplificado

El método mas simple, preconizado por la **norma ISO 281**, permite calcular la duración de vida nominal alcanzada por el 90% de los rodamientos que trabajan bajo carga dinámica.

El método de cálculo simplificado adjunto se apoya en la fatiga del material como causa de fallo.

| Carga dinámica equivalente

Los esfuerzos de corte y arrastre deben descomponerse en cada apoyo por los métodos usuales de la mecánica.

- **Carga axial:** Se reparte uniformemente en cada rodamiento que soporte dicha carga. Si « m » rodamientos soportan dicha carga:

$$F_a = A / m$$

A = esfuerzo axial aplicado al apoyo.

- **Cálculo de la carga dinámica equivalente:**

$$P = X Fr + Y Fa$$

Los coeficientes **X** e **Y** se describen en la tabla adyacente. Para definirlos, hay que calcular la relación **Fa/Co** y después determinar **e** y calcular **Fa/Fr** y compararlo a **e**.

Co es la carga radial estática de base.

Si la carga varía entre los diferentes tipos de mecanizado, la carga radial equivalente ponderada calculada es la siguiente:

$$P = (t_1 P_1^3 + t_2 P_2^3 + \dots + t_i P_i^3)^{1/3}$$

t_i = tasa de utilización

P_i = carga equivalente correspondiente

- **Carga radial:** Se reparte uniformemente en cada rodamiento del apoyo. Si hay « n » rodamientos en el apoyo, la carga radial aplicada a cada rodamiento será igual a:

$$Fr = R / n^{0,9}$$

R: esfuerzo radial aplicado al apoyo

	Fa/Co	e	Fa/Fr ≤ e		Fa/Fr > e	
			X	Y	X	Y
15°	0.015	0.38	1	0	0.44	1.47
	0.029	0.40	1	0	0.44	1.40
	0.058	0.43	1	0	0.44	1.30
	0.087	0.46	1	0	0.44	1.23
	0.12	0.47	1	0	0.44	1.19
	0.17	0.50	1	0	0.44	1.12
	0.29	0.55	1	0	0.44	1.02
	0.44	0.56	1	0	0.44	1.00
	0.58	0.56	1	0	0.44	1.00
25°	-	0.68	1	0	0.41	0.87

| Duración de vida nominal

Duración en horas: $L_{10} = (C/P)^3 \cdot 10^6 / 60N$

C: carga de base dinámica (ver página 41)

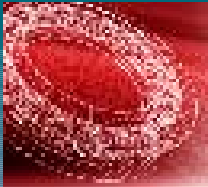
Co: carga radial estática de base (ver página 41)

N: velocidad de rotación del anillo giratorio en r.p.m

El cálculo de duración de vida de los rodamientos del husillo es equivalente al cálculo de duración de vida del rodamiento más cargado.

machline





Cálculo del husillo: método de cálculo simplificado y corregido

Carga estática equivalente

En el caso en que un rodamiento está sometido a cargas estáticas combinadas, es necesario calcular la carga estática equivalente para compararla a la capacidad de carga estática del rodamiento.

- Cálculo de la carga estática equivalente:

$$P_o = X_o F_r + Y_o F_a$$

Los coeficientes X_o e Y_o se definen en la tabla adyacente. Para definirlos, hay que calcular la relación F_a/F_r .

La capacidad de carga estática del rodamiento es indicativa: no es en ningún caso un límite preciso a no sobrepasar. Es útil tomarla en consideración para evaluar, por ejemplo, la influencia de cargas puntuales tales como las creadas por los sistemas de desbloqueo de herramienta o de avance de barra.

	F_a/F_r	X_o	Y_o
15°	≤ 1.09	1	0
	> 1.09	0.50	0.46
25°	≤ 1.31	1	0
	> 1.31	0.50	0.38

- Capacidad estática de base de un rodamiento C_o :

Se define en la norma ISO 76 como la carga radial que crea, al nivel del contacto (cuerpo rodante y pista) más cargado, una presión de Hertz de 4200 Mpa.

Factor de seguridad: $f_s = i C_o / P_o$

i : Número de rodamientos
 C_o : Carga estática de base del rodamiento
 P_o : Carga estática equivalente

Los valores de principio mínimos para el factor de seguridad f_s :

- 2.5 a 3 en el caso general de los husillos
- 1 a 1.5 en el caso de un esfuerzo axial de breve duración.

Método de cálculo corregido

La norma ISO 281 define una fórmula de duración de vida nominal corregida L_{na} que se escribe en función de la duración nominal de base L_{10} : $L_{na} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_{10}$

- Coeficiente a_1

Coeficiente corrector para una fiabilidad diferente de 90%.

Es dada en la tabla siguiente:

Duración	Fiabilidad	Probabilidad de fallo	a_1
L_{10}	90%	10	1.00
L_5	95%	5	0.62
L_4	96%	4	0.53
L_3	97%	3	0.44
L_2	98%	2	0.33
L_1	99%	1	0.21

- Coeficiente a_2

Coeficiente corrector función de la materia utilizada y la geometría interna.

Para ciertas aplicaciones, un rodamiento puede fabricarse a partir de un acero especial diferente del acero convencional, o tener una geometría interna no estándar. Estas elecciones aportan una duración de vida muy superior a la de un rodamiento estándar. En este caso, se aplica un coeficiente a_2 superior a 1, cuyo valor es función de los resultados experimentales obtenidos por el centro de investigación y ensayos SNR.

Material	a_2
100Cr6	1
XD15N	2.8

- Coeficiente a_3

Coeficiente corrector según las condiciones de funcionamiento: polución, lubricación, temperatura...

Hay que resaltar que los coeficientes a_2 y a_3 no son independientes.

- Coeficiente a_{3pol}

El tipo de polución puede reducir la duración de vida según su naturaleza y el nivel de carga de los cuerpos rodantes.

En la mayoría de casos, el funcionamiento de un rodamiento de husillo se hace en condiciones de limpieza máximas: el coeficiente a_{3pol} es entonces igual a 1.

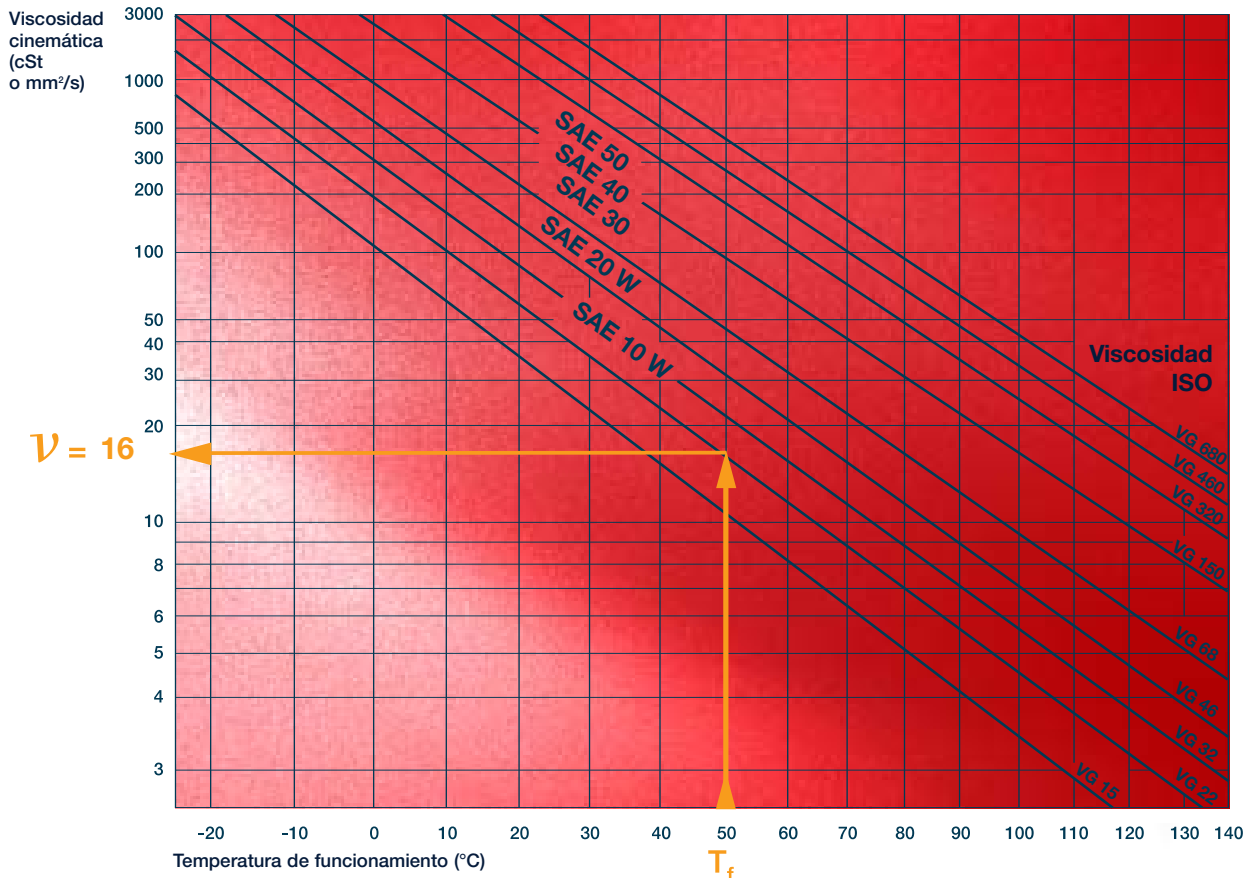
Para otros tipos de aplicaciones, peor protegidas, el coeficiente a_{3pol} puede tomar los valores siguientes:

Filtro	a_{3pol}
< 3 μm	1
5 μm	0.95
10 μm	0.90

- Coeficiente a_{3lub}

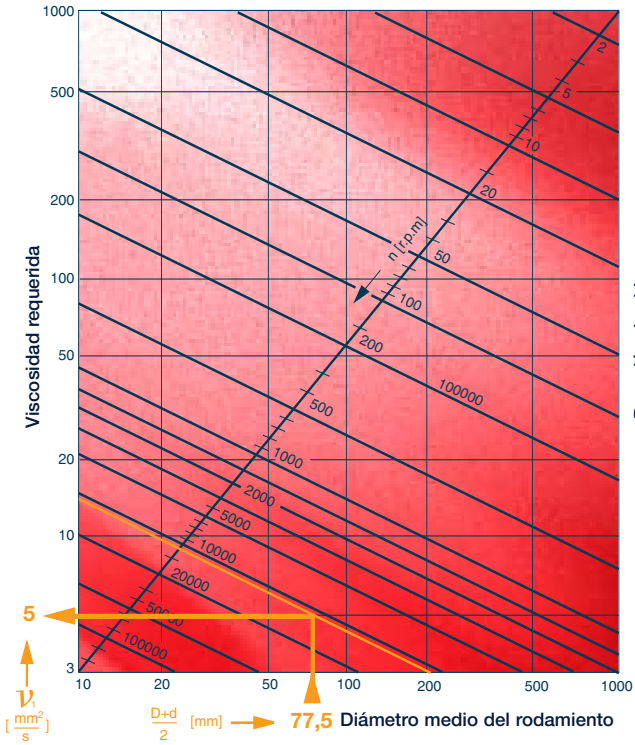
La duración de vida de los rodamientos está influenciada por la eficacia de la lubricación, caracterizada entre otras cosas por el espesor de la película de aceite. La teoría de la elasto-hidrodinámica muestra que esta última no depende casi exclusivamente más que de la viscosidad del aceite y de la velocidad. Los diagramas siguientes permiten determinar el coeficiente a_{3lub} .

Diagrama 1: Viscosidad-temperatura



Cálculo del husillo: método de cálculo corregido

Diagrama 2: Viscosidad requerida



Ejemplo

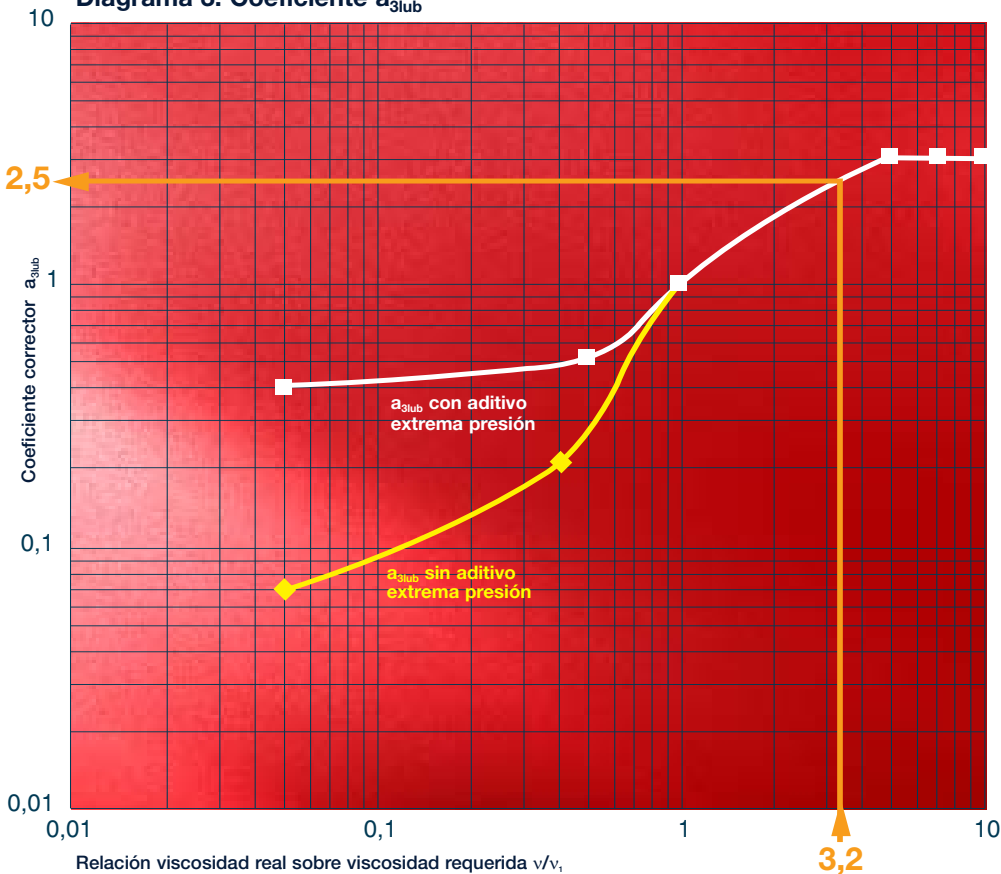
Rodamiento 7012CV a 13000 r.p.m. lubricado con un aceite VG22 y funcionando a 50°C.

Diagrama 1: La viscosidad del aceite VG22 a 50°C es $v = 16$ cSt

Diagrama 2: La viscosidad requerida para un 7012CV de diámetro medio $D_m = 77.5$ mm a 13000 r.p.m es: $v_1 = 5$ cSt

Diagrama 3: El coeficiente a_{3lub} con una relación de viscosidad $v/v_1 = 16/5 = 3.2$ es $a_{3lub} = 2.5$

Diagrama 3: Coeficiente a_{3lub}



- Coeficiente a_{3temp}

La temperatura de utilización de los elementos del rodamiento se da en la tabla siguiente:

Elemento	Temp máx.	Comentario
Anillos	150°C	-
Bolas		
- acero	150°C	-
- cerámica	> 200°C	-
Jaula		
- resina fenólica	100°C en continuo 120°C en punta	Estándar
- bronce	200°C	Bajo pedido
- PEEK	120°C en continuo 150°C en punta	Bajo pedido
Juntas	100°C en continuo 120°C en punta	- -
Grasa	120°C	-

Para la mayoría de las aplicaciones de husillos de máquina herramienta, un coeficiente $a_{3temp} = 1$ se admite porque la temperatura de funcionamiento es netamente inferior a 100°C.

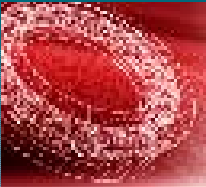
Para otras aplicaciones, más expuestas, el coeficiente a_{3temp} puede tomar los valores siguientes:

Temperatura	a_{3temp}
< 100°C	1
110°C	0.96
120°C	0.92
130°C	0.88
140°C	0.84
150°C	0.8

| Duración de vida infinita

En el campo de la elaboración de materiales, nos es posible definir condiciones para las cuales los rodamientos alcanzan una duración de vida infinita:

- separación total de las superficies metálicas por una película de aceite, sea $a_{3lub} > 1.5$.
- polución de la película de aceite extremadamente limitada, sea $a_{3pol} = 1$.
- carga aplicada correspondiente a $Co/Po > 9$, correspondiente a presiones de Hertz inferiores a: 2000 MPa para el 100Cr6, 2300 MPa para el XD15N.



Cálculo del husillo: simulaciones

Programa de cálculo

La I+D de SNR ha puesto a punto un programa de cálculo que permite verificar y optimizar el dimensionamiento de los apoyos de un husillo. Este programa permite una simulación más completa y precisa que los métodos simplificado o corregido. Permite modelizar el husillo y sus apoyos, teniendo en cuenta la carga, velocidad de rotación y lubricación. El programa simula el equilibrio de un husillo en rotación montado sobre rodamientos y sometido a esfuerzos exteriores.

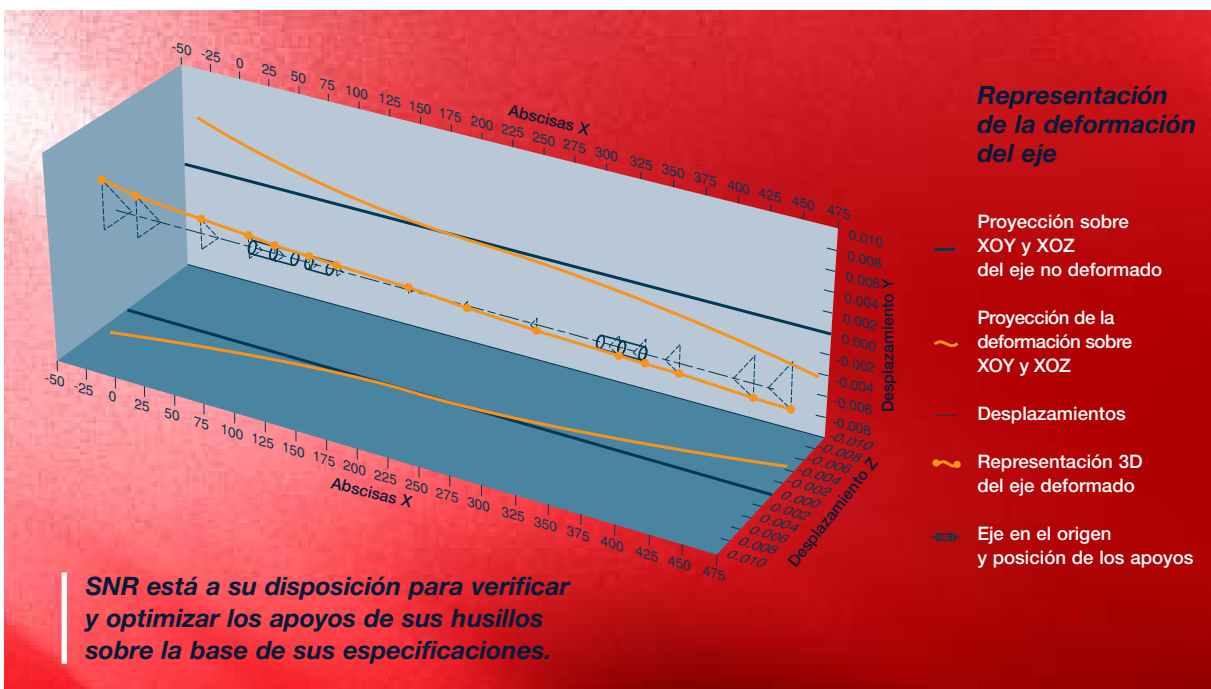
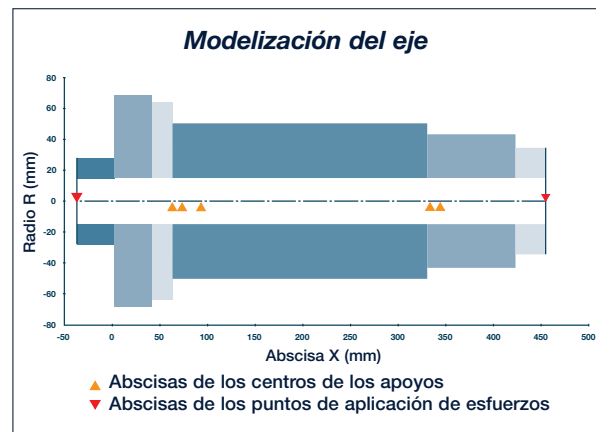
• **Determina:**

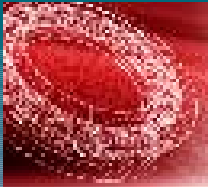
- **esfuerzos y penetraciones** de los contactos entre bolas y anillos,
- **cargas aplicadas** a cada rodamiento,
- **desplazamientos de los anillos** interiores y exteriores,
- **deformación del eje,**
- **rigidez axial y radial** en el punto de referencia elegido.

• **Calcula:**

- **presiones y dimensiones de las elipses de contacto,**
- **duración de vida L_{10}** de los rodamientos basada en la capacidad del contacto,
- **espesor de la película de lubricante** (La duración de vida se corrige en caso de película incompleta).

Representación grafica de los datos de entrada y resultados SNR





Una lubricación adecuada: compromiso de longevidad

La lubricación es un elemento esencial para el buen funcionamiento de un rodamiento. Permite evitar el desgaste y gripado interponiendo una película de aceite entre los cuerpos rodantes y las pistas de rodadura. Asegura igualmente el enfriamiento del rodamiento evacuando el calor disipado en los contactos y lo protege contra la corrosión.

Elección del modo de lubricación

Se determina en función de la velocidad máxima de rotación, de las cargas y por tanto de la cantidad de calor a evacuar. Está también estrechamente ligado a la concepción de la máquina.

- **La lubricación por grasa** se aconseja cuando la velocidad máxima deseada lo permite y el calor

liberado puede evacuarse por conducción a través del entorno sin provocar un recalentamiento anormal (ΔT generalmente admitida 20 a 25°C).

- **La lubricación por aceite** (por neblina de aceite o aire-aceite) se recomienda en los demás casos.

Lubricación por aceite

Cuando la velocidad de rotación sobrepasa el límite de una lubricación por grasa, hay que optar por una lubricación por aceite. SNR recomienda elegir un aceite de débil viscosidad del orden de 20 cSt a 40°C para minimizar el recalentamiento (salvo si los esfuerzos aplicados son muy elevados).

- **Lubricación por neblina de aceite:** El bajo caudal de aceite pulverizado en un chorro de aire asegura la lubricación. La circulación de aire, filtrado y exento de humedad, asegura el enfriamiento. Por

ejemplo, para un rodamiento 7016, el caudal de aceite será de 50 mm³/h, por rodamiento. La presión de aire 0,7 a 2 bars. La sobrepresión generada en el husillo mejora su estanquidad.

- **Lubricación aire-aceite:** Se envían gotitas de aceite periódicamente en un chorro de aire. Este sistema, menos polucionador, presenta interés para remplazar la neblina de aceite. Permite un mejor control de la cantidad de lubricante introducido en el rodamiento.

Ejemplo de condiciones de reglaje para un rodamiento 7016

- **Caudal de aceite:** 60 mm³/h por rodamiento
- **Intervalo de inyección:** 8 min
- **Presión de aire:** 1,0 a 2,5 bars.

- **Observación:** Las condiciones de reglaje se dan a título indicativo. Deben ser optimizadas para obtener el nivel térmico menor posible.

- **Canales de circulación:** El lubricante debe ser llevado lo más cerca posible del rodamiento y ser introducido entre el anillo interior y la jaula.

El diámetro primitivo de llegada de aceite (D5) y el espacio entre el anillo interior y la jaula (E) se definen en la página 40.



Una lubricación adecuada: compromiso de longevidad

Lubricación por grasa

SNR recomienda su grasa SNR-LUB GV+. Asegura un buen comportamiento a gran velocidad y bajo carga y permite un bajo par de funcionamiento.

SNR-LUB GV+ :

- **Base:** aceite sintético, jabón de litio.
- **Aditivos:** antioxidante, anti-desgaste, anticorrosión, extrema presión.
- **Débil viscosidad:** 15 cSt a 40°C
- **Temperatura de uso:** entre -50°C y +120°C.

La grasa LUB GV+ está particularmente recomendada para las aplicaciones con ejes verticales.

El volumen de grasa preconizado por SNR se define en la tabla adyacente. Este volumen se debe modular en función de la velocidad de uso, en base a los factores correctores siguientes.

% velocidad limite	Factor corrector
< 35 %	1
35 % à 75 %	0,75
> 75 %	0,60

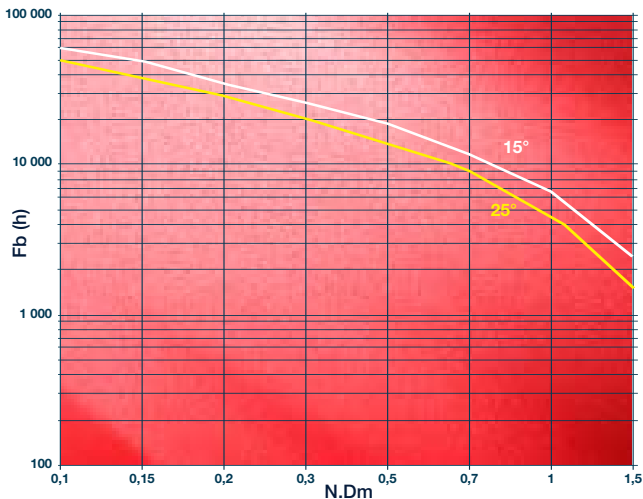
Gama MachLine Alta velocidad - ML		
Volumen medio de grasa por rodamiento en cm ³ - tolerancia ± 10%		
Ø interior código	Serie 70	Serie 719
00	0.1	0.1
01	0.2	0.1
02	0.3	0.1
03	0.3	0.1
04	0.6	0.3
05	0.8	0.4
06	1.0	0.5
07	1.4	0.6
08	1.7	1.0
09	2.2	1.1
10	2.4	1.1
11	4.4	2.3
12	4.6	2.6
13	5.2	2.7
14	6.7	4.3
15	7.1	4.6
16	9.3	4.8
17	9.6	6.5
18	12.9	6.8
19	12.8	7.0
20	13.5	9.6
21	18.3	-
22	22.1	10.3
24	23.5	13.3
26	34.8	17.5

Gama MachLine Alta Precisión			
Volumen medio de grasa por rodamiento en cm ³ - tolerancia ± 10%			
Ø interior código	Serie 70	Serie 72	Serie 719
00	0,3	0,4	0,2
01	0,4	0,5	0,2
02	0,5	0,6	0,3
03	0,6	0,8	0,3
04	1,0	1,3	0,5
05	1,2	1,7	0,6
06	1,6	2,3	0,7
07	2,0	3,3	1,0
08	2,5	3,5	1,5
09	3,2	5,3	1,6
10	3,4	6,2	1,7
11	4,7	7,5	2,2
12	5,0	9,2	2,3
13	5,3	11	2,5
14	7,5	13	4,2
15	7,8	14	4,3
16	10	16	4,5
17	11	21	6,3
18	14	26	6,5
19	15	-	7,3
20	16	38	9,7
21	19	-	10
22	24	52	10
24	25	63	14
26	40	-	19
28	42	-	20
30	51	-	30
32	64	-	31
34	83	-	32
36	107	-	50
38	110	-	52
40	140	-	74
44	190	-	80
48	-	-	86

Ejemplo: Rodamiento 7016 previsto para ser utilizado a la velocidad de 7.000 r.p.m. (64% de su velocidad limite con grasa).
Volumen de grasa a prever:
10 cm³ x 0,75 = 7,5 cm³
N.Dm = producto del diámetro medio del rodamiento (mm) por la velocidad de rotación (r.p.m.).
Colocación de la grasa: ver página 64.

Reengrase

- **Frecuencia de reengrase de base:** El diagrama siguiente permite determinar la frecuencia de base en horas en función del tipo de rodamiento.



Estos valores se dan a título indicativo y deben ser siempre confirmados mediante ensayo.

- **Corrección de la frecuencia de reengrase:** La frecuencia de base F_b debe ser corregida por los coeficientes obtenidos en la tabla siguiente, en función de las condiciones de funcionamiento propias del husillo, según la relación: $F_c = F_b \cdot T_e \cdot T_a \cdot T_t$

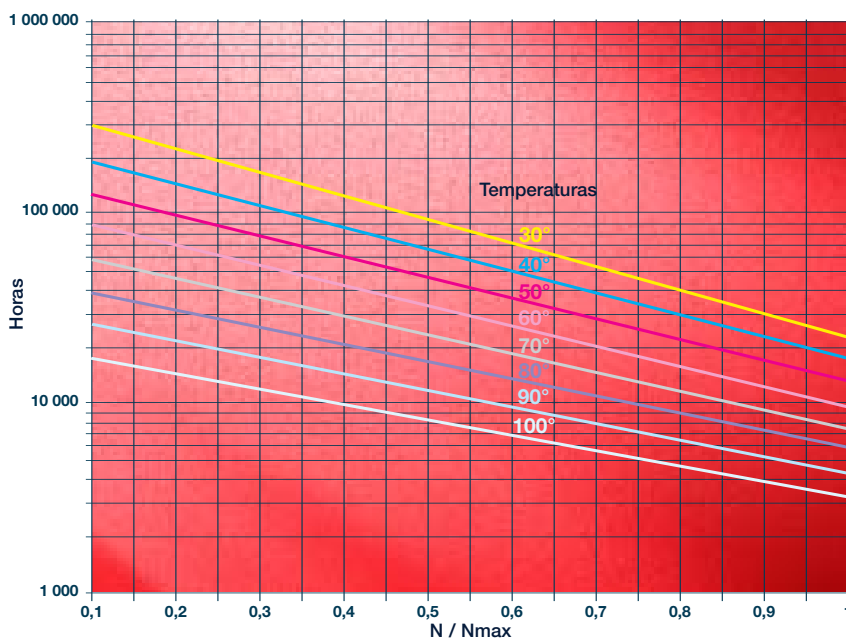
Coef.	Condiciones	Nivel	Valor coef.
Te	Entorno		
	- polvo	Débil	1
	- humedad	Medio	0.8
	- condensación	Fuerte	0.5
Ta	Aplicación		
	- eje vertical	Débil	1
	- vibraciones	Medio	0.8
	- choques	Fuerte	0.5
Tt	Temperaturas		
	< 75°C		1
	75° a 85°C		0.8
	85° a 120°C		0.5

Duración de uso de la grasa

Muy a menudo, el montaje de los rodamientos de husillo se determina de tal forma que el nivel de presiones de Hertz permite garantizar una duración de vida en fatiga prácticamente infinita. Para este tipo de aplicación, la duración de uso de la grasa se convierte en un factor preponderante para definir la

duración de vida del rodamiento.

La duración de uso de la grasa es el periodo durante el cual va a conservar intactas sus características iniciales y su poder lubricante. Para una grasa dada, es principalmente función de la velocidad de rotación del rodamiento y de su temperatura de funcionamiento.



N : Velocidad de rotación del rodamiento
 N_{max} : Velocidad límite de rotación del rodamiento
 T : Temperatura de funcionamiento (°C)

Estos valores se dan a título indicativo y deben ser siempre confirmados mediante ensayo.

Guía de elección MachLine®

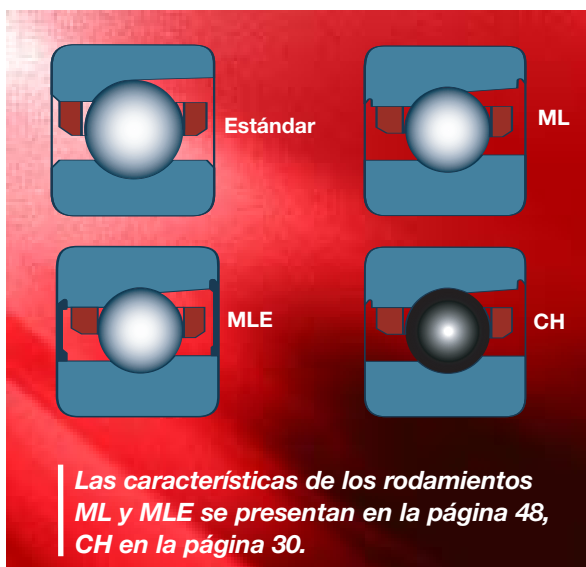
Nuestra gama MachLine ha sido puesta a punto para responder a las aplicaciones de husillos de la mayoría de máquinas-herramienta: tornos, fresadoras, taladradoras, centros de mecanizado, rectificadoras, husillos de gran velocidad... Su capacidad para soportar las dificultades de uso - esfuerzos de corte y de arrastre - y su velocidad de rotación elevada, ha sido optimizada en los criterios siguientes: precisión de rotación, mantenimiento de cota, desviaciones macro y micro geométricas, rigidez, nivel térmico, nivel vibratorio, duración de vida.

Características de los rodamientos de contacto oblicuo

- Anillos y bolas de acero 100 Cr6 de muy alta calidad,
- Dos ángulos de contacto: 15° y 25° (17° y 25° para las gamas MachLine ML y MLE),
- Jaula en resina estratificada centrada en el anillo exterior (posibilidad de jaula en Bronce o PEEK bajo pedido),
- Tres niveles de precarga (posibilidad de precarga específica bajo pedido),
- Precisión estándar P4S: ISO4 (ABEC 7) en las características dimensionales e ISO2 (ABEC 9) para el conjunto de características dinámicas. Posibilidad de suministrar en ISO 2 igualmente.

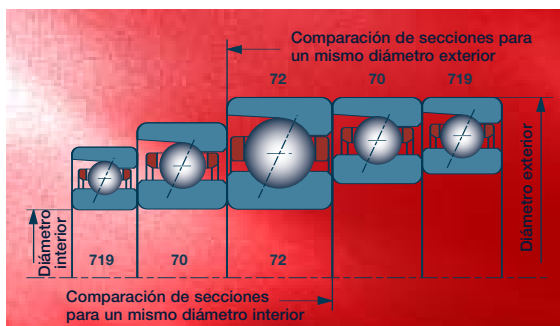
Nuestra experiencia de fabricante nos permite realizar con gran precisión el alineamiento bajo precarga entre el anillo exterior y el anillo interior, garantía de un desalineamiento inferior a 2µm. Esta característica no normalizada determina el valor de la precarga que tiene una gran influencia sobre la rigidez y el comportamiento del husillo.

Comparación de las geometrías internas



- **MachLine Alta Velocidad – ML:** la reducción del diámetro de las bolas, el aumento de su número y un guiado mejorado de la jaula sobre el anillo exterior permiten un aumento de velocidad del 30% sobre la gama estándar.
- **MachLine Estanco – MLE:** la utilización de juntas sin contacto en los ML permite una lubricación por grasa para prestaciones de velocidad comparables a las de un rodamiento estándar lubricado por aceite.
- **MachLine Híbridos – CH:** las prestaciones de los rodamientos son mejoradas aún más por la utilización de bolas de cerámica en lugar de bolas de acero.

Series de dimensiones



Definición de los rodamientos por serie

Serie	Definición
7000	V
71900	V
7200	G1

- **Rodamientos definición V:** las series 71900 y 7000 son las mejor adaptadas a alcanzar grandes velocidades de rotación. Responden de la manera más eficaz al compromiso entre velocidad, capacidad, rigidez y precisión.

- **Rodamientos definición G1:** la definición G1 ha sido especialmente estudiada para responder a las especificaciones de la serie 7200 prevista para soportar fuertes cargas de dominante axial.

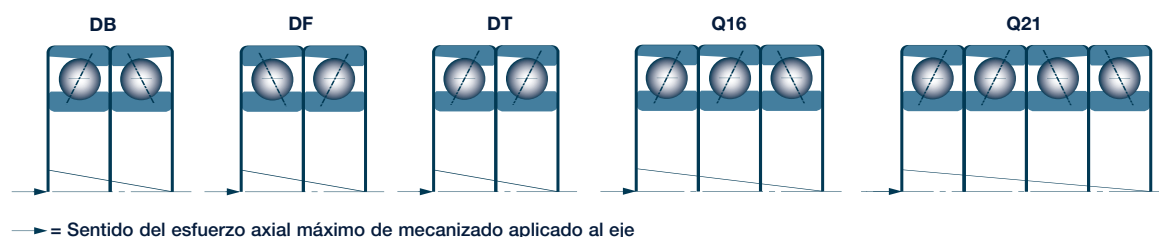
Elección de la versión: SNR ofrece numerosas posibilidades para realizar una asociación de rodamientos.

Características de las versiones propuestas

- **Rodamiento UNIVERSAL, designación U:** bajo la precarga elegida, las caras de los anillos interior y exterior de estos rodamientos se sitúan en un mismo plano. Este rodamiento permite realizar todo tipo de asociaciones.
- **Asociaciones de rodamientos UNIVERSALES, designación DU, TU, QU...:** asociación de varios rodamientos universales cuyos diámetros exteriores e interiores se seleccionan en un rango de tolerancias como máximo igual a la mitad de la tolerancia ISO.
- **Asociaciones de rodamientos EMPAREJADOS, designación DB, DF, DT, Q16, Q21...:** estos conjuntos constituidos en fábrica son indisolubles y presentan las características siguientes.
 - Emparejamiento de los valores de precarga,
 - Diámetros exteriores e interiores seleccionados en un rango de tolerancias como máximo igual a la mitad de la tolerancia ISO,
 - Marcado del conjunto por una «V» en el diámetro exterior de los rodamientos del conjunto.

Las características obtenidas, en particular el muy alto nivel de precisión de los valores de precarga permiten obtener un husillo más preciso, un mejor control de rigidez y una duración de vida máxima.

Ejemplos de marcaje de conjuntos emparejados



Tolerancias particulares

Ciertas aplicaciones específicas pueden requerir tolerancias de diámetro interior y exterior reducidas y centradas respecto de la tolerancia ISO 4. Este

tipo de rodamiento es en dicho caso identificado por la letra R, como se indica en el ejemplo de codificación siguiente: 71912CVURJ74.



MachLine® CH - Híbridos: elección de la bola de cerámica

La definición interna de las series de SNR permite aumentar enormemente las prestaciones y duración de vida de los rodamientos mediante la utilización de bolas de cerámica.

| Propiedades de la cerámica

La cerámica utilizada es un Nitruro de Silicio: Si_3N_4

- masa volúmica débil: $3,2 \text{ kg/dm}^3$,
- débil coeficiente de dilatación,
- módulo de elasticidad elevado: 310.000 N/mm^2 ,
- no magnética,
- débil coeficiente de rozamiento,
- aislante eléctrica,
- débil conductibilidad térmica,
- anticorrosión.

| Resultados significativos

Las propiedades físicas de la cerámica permiten:

- **aumentar la velocidad de rotación a nivel térmico igual,**
- **mejorar la rigidez de los rodamientos,**
- **aumentar su duración de vida.**

El conjunto de las gamas MachLine Alta Precisión, ML, MLE y de las series 7000, 71900 y 7200 está disponible en versión híbrida.



Prestaciones de los MachLine CH - Híbridos

Aumento de la velocidad de rotación:
+30%

Los rodamientos híbridos SNR tienen una cinemática que genera menos deslizamiento y calentamiento que los rodamientos de bolas de acero.

A nivel térmico igual, pueden por tanto funcionar a una velocidad de rotación superior del orden de +30 % respecto de un rodamiento de bolas de acero.

Rigidez mejorada:
+10%

El módulo de elasticidad de la cerámica, superior al del acero, permite, con precarga igual, aumentar la rigidez del rodamiento híbrido del orden de 10 %.

Las propiedades de los rodamientos "híbridos" permiten en ciertos casos una lubricación por grasa, allí donde una lubricación aire-aceite se imponía teniendo en cuenta la velocidad de rotación objetivo. Esta posibilidad se revela muy económica.

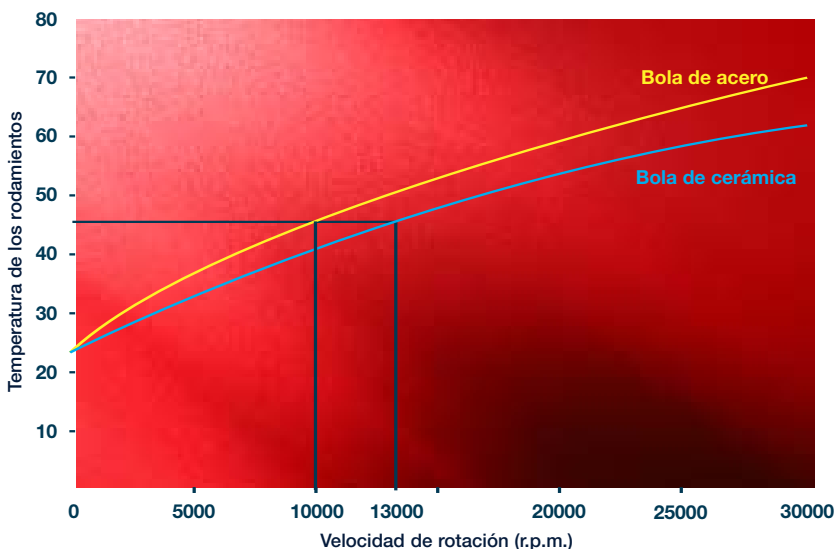
Duración de vida triplicada:
x 3

Las cualidades tribológicas de la cerámica y en particular su débil coeficiente de rozamiento, su aptitud a tolerar mejor una lubricación límite, permiten a las pistas del rodamiento resistir mucho más tiempo al desgaste y las degradaciones. Según las condiciones de uso, la duración de vida real constatada es de 2 a 3 veces mayor que la de los rodamientos con bolas de acero (en condiciones de funcionamiento iguales).

Lubricación:
Reducir los costes

Los productos utilizados para los rodamientos con bolas en 100Cr6 son en general compatibles con los rodamientos de bolas de cerámica. Ciertas aplicaciones pueden aún con todo necesitar un estudio específico para definir el producto a utilizar.

Ejemplo para un CH7009CVDTJ04, precargado por muelle de 550 N

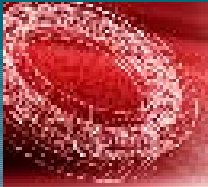


Curva de temperatura en función de la velocidad de rotación:

Para un nivel térmico de 45°C, la velocidad de rotación varía de 10.000 r.p.m. con bolas de acero a 13.000 r.p.m. con bolas de cerámica.

machline





MachLine® ML - Alta Velocidad: nuestra respuesta para las muy altas velocidades

Para responder a las exigencias cada vez mayores en el campo de los husillos de muy alta velocidad, SNR ha desarrollado una gama específicamente adaptada y dedicada a este tipo de aplicación.

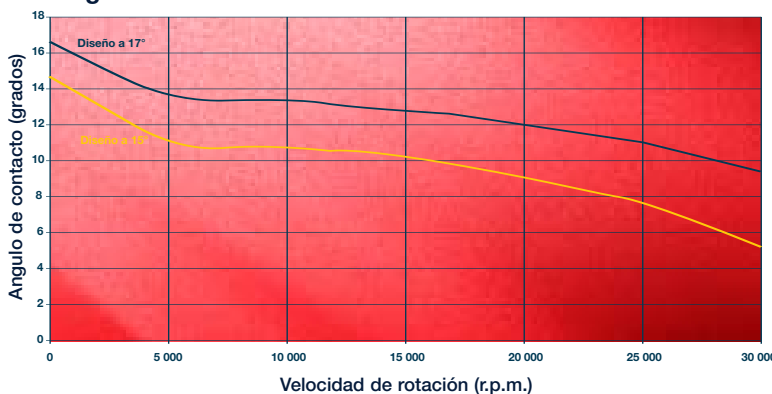
Concepción optimizada

La gama ML se constituye de las series 7000 y 71900. La geometría interna de estos rodamientos ha sido optimizada para garantizar el mejor comportamiento y funcionamiento en velocidades límite de funcionamiento:

- **Ángulos de contacto 17° y 25°.**
- **Precisión 4S.**
- **Jaula en resina fenólica y centrado de jaula mejorado** respecto de las gamas estándar.
- **Concepción optimizada para una lubricación por aceite.**



Ángulo de contacto medio teórico residual



El gráfico adjunto muestra la evolución del ángulo de contacto de un ML7011CVUJ74S en función de la velocidad de rotación. La concepción a 17° presenta la ventaja de conservar un ángulo de contacto importante a la velocidad máxima respecto de una concepción a 15°.

Para facilitar el montaje y realización de asociaciones de rodamientos, se marca una «V» en el diámetro exterior, en el sentido del ángulo de contacto.

Prestaciones: limitar las deformaciones en funcionamiento

- Aumento de la velocidad de rotación conservando un nivel de capacidad de carga compatible con los objetivos de duración de vida de los husillos de gran velocidad.
- Factor de velocidad del orden de 2.2×10^6 N.Dm.

Estas prestaciones son posibles gracias al uso de un mayor número de bolas de diámetro inferior. La ventaja principal de esta concepción es el aumento de la sección de los anillos, limitando así las deformaciones en funcionamiento.

MachLine® MLE - Estancos: la solución económica por definición

Reducir los costes de mantenimiento

Para acompañar la tendencia a la simplificación de mecanismos, SNR propone los rodamientos MLE, especialmente desarrollados para los husillos de máquina-herramienta.

La utilización de este tipo de rodamiento permite prescindir de los sistemas de lubricación convencionales (neblina de aceite, aire-aceite)

costosos, difíciles de mantener y que pueden presentar fallos de funcionamiento fatales para el husillo.

Para las aplicaciones con lubricación por grasa, esta configuración permite **prescindir de los sistemas de estanquidad complejos**, igualmente onerosos, así como de las operaciones de re-engrase.

Concepción y características

La concepción de estos rodamientos retoma la base de los rodamientos ML, por lo que está disponible en las series 7000 y 71900:

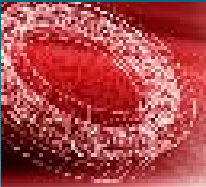
- **Ángulos de contacto 17° y 25°.**
- **Precisión 4S.**
- **Juntas sin contacto:** evitan los calentamientos ligados a una estanquidad con roces.
- **Débil juego entre el labio de la junta y el respaldo del anillo interior:** limita las entradas de polución y evita las fugas de grasa.
- Engrasado con la cantidad óptima en fábrica, con SNR-LUB GV+, recomendada por nuestro centro de investigación y desarrollo.
- Engrasado en sala limpia: evita la entrada de polución durante el montaje.

Para facilitar el montaje y la realización de asociaciones de rodamientos, se marca una «V» unitaria en el diámetro exterior.



machline®





MachLine® HNS – N: para las condiciones extremas

Para las aplicaciones donde el rodamiento está sometido a sollicitaciones extremas de velocidad y carga, SNR propone el MachLine HNS, fruto de los desarrollos llevados a cabo en los campos de la aeronáutica y el aerospacial.

| Características generales

Este rodamiento está constituido **de anillos de acero inoxidable y bolas de cerámica.**

Desarrollado por SNR en colaboración con Aubert & Duval, el XD15N es un acero inoxidable martensítico

al nitrógeno que presenta una **gran resistencia a la corrosión, al desgaste y a los daños superficiales.**

| Prestaciones del acero XD15N...

Su modo de elaboración convencional por ESR - Electro Slag Remelted - y su facilidad de mecanizado hacen de él un acero para rodamientos de muy

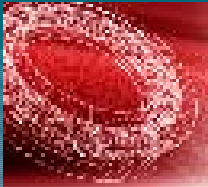
altas prestaciones y con una **excelente limpieza inclusionaria**, garantía de un mejor aguante a la fatiga respecto de un acero convencional.

| ... y de las bolas de cerámica

Combinado con bolas de cerámica, este rodamiento integra también las ventajas ligadas a las cualidades tribológicas de un contacto cerámica – acero, es decir una resistencia extrema al desgaste y las degradaciones. (ver página 31).

El centro de investigación y desarrollo SNR ha establecido el coeficiente a_2 del cálculo de la duración de vida corregida (ver página 20) en 2.8 para el XD15N.



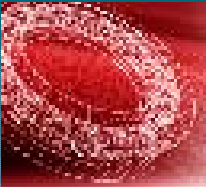


Tipos de husillos y ejemplos de montaje

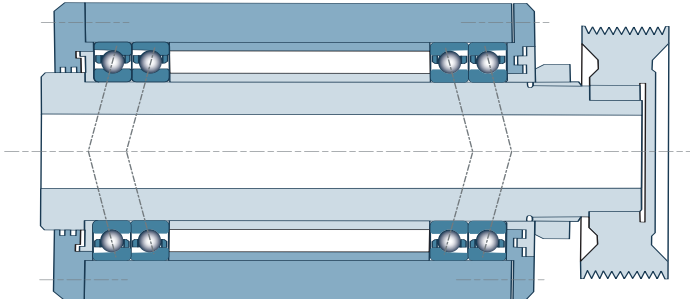
Clasificación de los grandes campos de aplicación de husillos

Esta clasificación corresponde a las configuraciones más frecuentes, aunque otras son posibles.

Número de rodamientos	Soporte	Colocación	Campo de aplicación
4	delantero		Cargas ligeras / medias – alta velocidad Montaje para unidades de mandrinado, fresado, taladrado y cabezal de rectificación
	trasero		
	delantero		
	trasero		
5	delantero		Cargas fuertes (axial unidireccional) velocidad media Montaje muy frecuente para husillos de mandrinadora, fresadora, torno y unidades de mandrinado, fresado, taladrado
	trasero		
6	delantero		Cargas fuertes – velocidad media Montaje interesante cuando la carga axial se ejerce en los dos sentidos. Para husillos de mandrinadora, fresadora, torno y unidades de mandrinado, fresado, taladrado
	trasero		

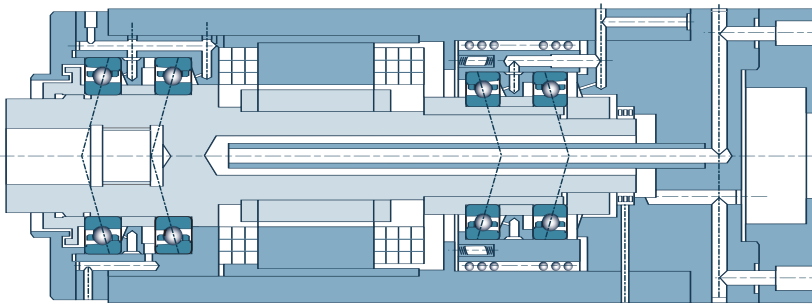


Tipos de husillos y ejemplos de montaje



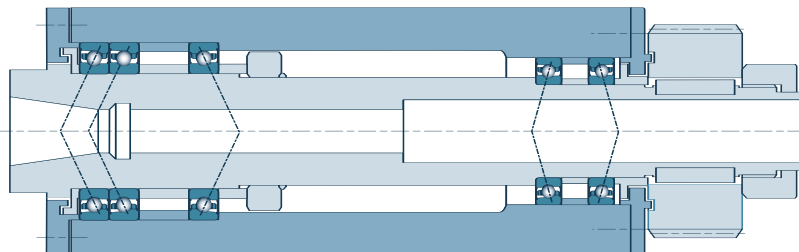
Ejemplo 1:
Rodamientos MachLine Estándar

Montaje en Q21



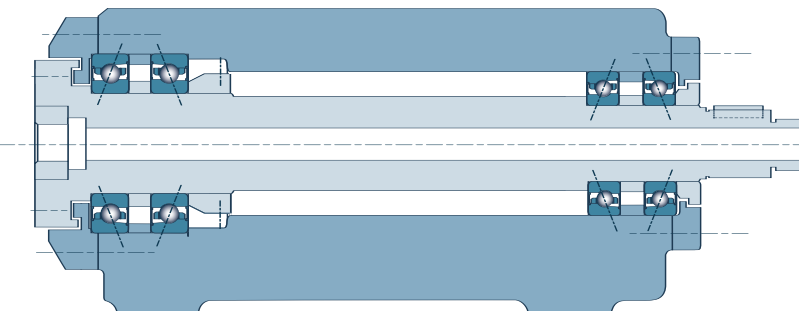
Ejemplo 2:
Rodamientos MachLine ML

Apoyo delantero: montaje en DT
Apoyo trasero: montaje en DT precargado por muelle



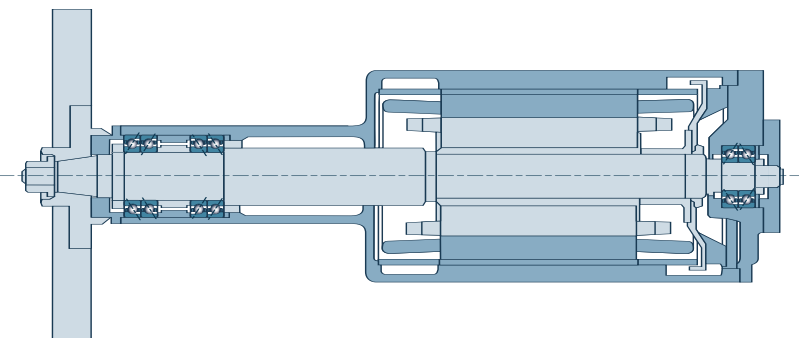
Ejemplo 3:
Rodamientos MachLine MLE

Apoyo delantero: montaje en Q16
Apoyo trasero: montaje en DB



Ejemplo 4:
Rodamientos MachLine MLE

Apoyo delantero: montaje en DB
Apoyo trasero: montaje en DB



Ejemplo 5:
Rodamientos MachLine Estándar

Apoyo delantero: montaje en Q21
Apoyo trasero: montaje en DB



Gama

MachLine®

Para ayudarle a elegir, esta sección proporciona la totalidad de referencias, características, tolerancias y clases de precisión de nuestra gama de rodamientos y tuercas de precisión autoblocantes.

Todo un conjunto de informaciones operativas está también a su disposición para facilitar su logística y facilitar la legibilidad de las simbolizaciones, marcajes y códigos de embalaje.

- Simbolización, marcaje y embalaje 38-39
- MachLine: las gamas 40-51
- Tuercas de precisión autoblocantes 52-54
- Síntesis de gamas 55
- Tolerancias y clases de precisión 56-60

machline®





Simbolización de los rodamientos MachLine®

12

Diámetro interior

Código	Dimensión
00	10 mm
01	12 mm
02	15 mm
03	17 mm
04 x 5	20 mm
05 x 5	25 mm
.... x 5	etc...

719

Serie

719 (ISO 19)
70 (ISO 10)
72 (ISO 02)

ML

Gama Alta Velocidad

CH Rodamiento híbrido
N Rodamiento HNS

***** Agujeros de lubricación en el anillo exterior

ningún código = Anillo estándar

L1 L2

J

Carácter que precede a las funciones precarga y precisión

V

V Rodamientos de Alta Precisión
Series 719-70
Jaula estratificada fenólica centrada en anillo exterior

G1 Rodamiento Fuerte Capacidad de carga
Serie 72
Jaula estratificada fenólica centrada en anillo exterior

4S

Precisión

Cód.	Precisión
4	P4S para el estándar
4S	P4S para los ML y MLE
2	ISO 2 (ABEC 9)

ML E CH 719 12 C V * U * J 7 4S *

E

Rodamiento estanco

C

Angulo de contacto α

Cód.	Estánd.	ML
C	15°	17°
H	25°	25°

U

Código Asociaciones

Rodamiento Universal y asociación de rodamientos universales

U Rodamiento unitario universal
DU Par de universales
TU Asociación de 3 rodamientos universales
QU Asociación de 4 rodamientos universales

Asociación de rodamientos emparejados: ángulos de contacto idénticos

DB Q16
DF Q21
DT Q18

Asociación de rodamientos emparejados: ángulos de contacto diferentes

Q34 Q30

Especificidades

Ejemplo:
D = rodamiento engrasado

7

Precarga

Cód.	Denominación
7	Ligera
8	Media
9	Fuerte
X	Especial
0	No definida

(vacío) rodamiento estándar

R = clasificación diámetros interior y exterior



Para otras asociaciones: consultar SNR



Marcaje y embalaje

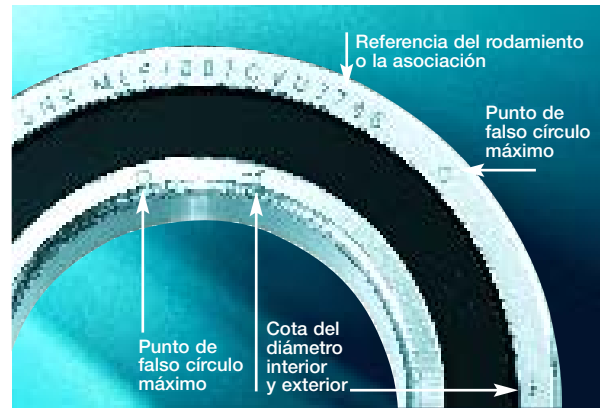
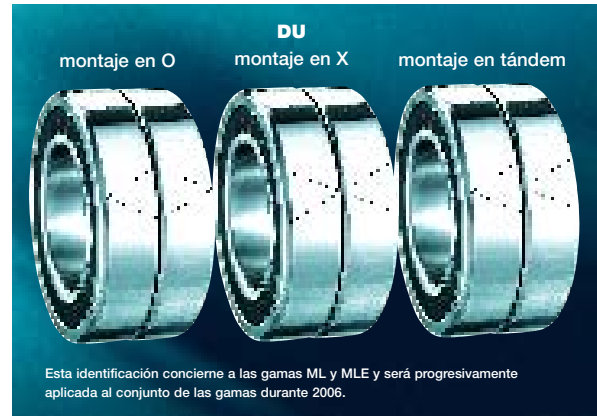
| Marcaje

- **Rodamientos universales:** Se realiza una marca unitaria en «V» en el diámetro exterior para facilitar el montaje. Esta identificación concierne a los rodamientos ML y MLE y será progresivamente aplicada al conjunto de las gamas durante 2006.

- **Asociaciones de rodamientos emparejados:** La «V» trazada en el diámetro exterior indica la posición de los rodamientos en la asociación y



permite orientar el conjunto en el montaje (ver recomendaciones de montaje). El número de matrícula de la asociación permite reconstituir conjuntos en caso de mezcla de rodamientos. La «V» de la asociación se traza a 90° de la «V» unitaria en el diámetro exterior.



| Embalaje

Tras haber recibido un producto de protección, los rodamientos MachLine se embalan de uno en uno con plástico termo-sellado. Esto garantiza una protección de larga duración contra el óxido si el rodamiento se conserva en su embalaje de origen.

- **Rodamientos universales.** Identificación sobre el embalaje: referencia del rodamiento, fecha de embalado, cotas del diámetro interior y exterior.

- **Asociaciones de rodamientos emparejados:** las cajas de los rodamientos que constituyen la asociación se unen con una cinta adhesiva de garantía que lleva la mención "No separar". Identificación sobre el embalaje: referencia de la asociación, fecha de embalado, cotas del diámetro interior y exterior.



Para luchar contra la copia, todos los rodamientos MachLine SNR se benefician de una etiqueta holográfica que incluye varios niveles de seguridad.

machline

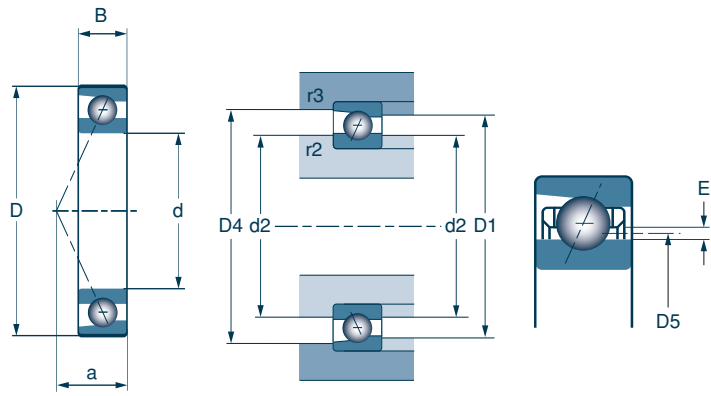




MachLine®: las gamas Alta Precisión - Estándar

| Series 719 / 70 / 72

Dimensiones			Masa	Serie	Respaldos y radios de unión					Paso para la lubricación		Bolas	
d	D	B	kg		D1	d2	D4	r2 máx.	r3 máx.	D5	E	Ø	Nb
10	22	6	0,010	71900	17,8	13,6	18,8	0,3	0,1	14,7	1,10	3,175	11
	26	8	0,018	7000	21,4	14,7	22,7	0,3	0,1	16,5	1,85	4,762	10
	30	9	0,030	7200	24,5	16,0	25,5	0,6	0,3	18,2	2,25	5,556	10
12	24	6	0,011	71901	19,6	15,4	20,6	0,3	0,1	16,5	1,30	3,175	13
	28	8	0,020	7001	23,4	16,7	24,7	0,3	0,1	18,5	1,65	4,762	11
	32	10	0,037	7201	26,0	18,3	27,9	0,6	0,3	20,5	1,85	5,953	10
15	28	7	0,015	71902	24,3	18,7	25,4	0,3	0,1	20,0	1,40	3,969	13
	32	9	0,028	7002	26,9	20,2	28,2	0,3	0,1	22,0	1,65	4,762	13
	35	11	0,044	7202	29,0	21,1	31,3	0,6	0,3	23,3	2,10	5,953	11
17	30	7	0,017	71903	26,6	21,0	27,7	0,3	0,1	23,0	1,45	3,969	14
	35	10	0,037	7003	29,4	22,7	30,7	0,3	0,1	24,4	1,75	4,762	14
	40	12	0,065	7203	33,0	24,1	35,2	0,6	0,3	26,5	2,45	6,747	11
20	37	9	0,036	71904	31,9	25,1	33,2	0,3	0,15	26,8	1,78	4,762	15
	42	12	0,063	7004	35,5	26,6	37,3	0,6	0,3	29,0	2,40	6,350	13
	47	14	0,105	7204	38,6	28,5	41,4	1,0	0,3	31,3	2,80	7,938	11
25	42	9	0,041	71905	37,4	30,6	38,7	0,3	0,15	32,3	1,75	4,762	17
	47	12	0,076	7005	40,1	32,2	42,3	0,6	0,3	34,2	2,05	6,350	15
	52	15	0,128	7205	44,5	34,0	46,9	1,0	0,3	36,8	2,80	7,938	13
30	47	9	0,047	71906	41,9	35,1	43,2	0,3	0,15	36,8	1,73	4,762	18
	55	13	0,112	7006	47,0	38,1	49,5	1,0	0,3	40,4	2,35	7,144	16
	62	16	0,200	7206	52,1	40,4	55,4	1,0	0,3	43,5	3,15	9,525	13
35	55	10	0,075	71907	48,6	41,4	50,4	0,6	0,15	43,2	1,85	5,556	18
	62	14	0,150	7007	53,1	43,2	56,3	1,0	0,3	46,0	2,85	7,938	16
	72	17	0,290	7207	61,0	47,4	64,5	1,1	0,3	50,9	3,50	11,112	13
40	62	12	0,110	71908	55,2	46,8	57,2	0,6	0,15	49,0	2,18	6,350	19
	68	15	0,185	7008	59,0	49,2	61,8	1,0	0,3	51,8	2,55	7,938	18
	80	18	0,370	7208	67,6	52,8	71,8	1,1	0,6	56,9	4,05	11,906	13
45	68	12	0,128	71909	60,7	52,3	62,7	0,6	0,3	54,5	2,15	6,350	20
	75	16	0,238	7009	65,0	54,7	68,6	1,0	0,3	57,5	2,85	8,731	18
	85	19	0,416	7209	72,5	57,4	77,5	1,1	0,6	61,7	4,30	12,700	14
50	72	12	0,129	71910	65,2	56,8	67,2	0,6	0,3	58,9	2,13	6,350	21
	80	16	0,256	7010	70,0	59,7	73,6	1,0	0,3	62,5	2,80	8,731	19
	90	20	0,486	7210	76,9	62,5	82,7	1,1	0,6	66,7	4,20	12,700	15
55	80	13	0,181	71911	72,5	62,1	75,8	1,0	0,3	65,4	2,25	7,144	21
	90	18	0,390	7011	80,0	65,0	84,0	1,1	0,6	69,0	2,00	9,525	19
	100	21	0,620	7211	87,0	68,0	92,5	1,5	0,6	72,5	2,10	14,288	14
60	85	13	0,195	71912	77,5	67,1	80,8	1,0	0,3	70,4	2,25	7,144	23
	95	18	0,420	7012	85,0	70,0	89,0	1,1	0,6	73,8	2,00	9,525	21
	110	22	0,810	7212	95,0	75,0	101,5	1,5	0,6	79,5	2,30	15,875	14
65	90	13	0,210	71913	82,5	72,5	86,0	1,0	0,3	74,5	1,25	7,144	27
	100	18	0,440	7013	90,0	75,0	94,0	1,1	0,6	78,8	2,00	9,525	22
	120	23	1,140	7213	104,0	81,0	109,0	1,5	0,6	87,0	2,30	15,875	15
70	100	16	0,340	71914	91,0	79,0	95,0	1,0	0,3	81,5	1,50	8,731	24
	110	20	0,610	7014	98,5	81,5	103,0	1,1	0,6	85,8	2,50	11,112	21
	125	24	1,100	7214	109,0	86,0	116,0	1,5	0,6	91,4	2,60	17,462	14



Series 719 CV 70 CV / 72 CG1

Angulo de contacto
15°

Series 719 HV 70 HV / 72 HG1

Angulo de contacto
25°

Serie C	a	Cargas de base en N		Velocidad límite en r.p.m.	
		C dinámica	Co estática	Grasa	Aceite
71900CV	5	3 050	1 520	71 000	108 000
7000CV	6	5 700	2 750	60 000	95 000
7200CG1	7	7 500	3 700	53 000	82 000
71901CV	5	3 400	1 860	64 000	97 000
7001CV	7	6 200	3 200	54 000	85 000
7201CG1	8	8 600	4 300	48 000	74 000
71902CV	6	5 100	2 850	52 000	79 000
7002CV	8	7 000	4 000	46 000	72 000
7202CG1	9	9 400	5 000	42 000	65 000
71903CV	7	5 300	3 150	46 000	70 000
7003CV	8	7 400	4 450	41 000	65 000
7203CG1	10	11 600	6 400	37 000	58 000
71904CV	8	7 700	4 900	39 000	60 000
7004CV	10	11 800	7 100	35 000	55 000
7204CG1	11	15 600	8 900	32 000	49 000
71905CV	9	8 300	5 800	33 000	50 000
7005CV	11	13 000	8 600	30 000	47 000
7205CG1	13	17 600	11 100	27 000	42 000
71906CV	10	8 400	6 300	29 000	44 000
7006CV	12	16 700	11 700	25 000	40 000
7206CG1	14	24 400	15 900	23 000	35 000
71907CV	11	11 100	8 500	25 000	38 000
7007CV	13	21 000	15 500	23 000	35 000
7207CG1	16	32 500	21 700	20 000	31 000
71908CV	13	14 700	11 800	21 000	33 000
7008CV	15	21 600	16 800	21 000	33 000
7208CG1	17	36 500	25 000	18 500	29 500
71909CV	14	15 400	10 700	20 000	30 000
7009CV	16	27 400	19 200	19 000	28 000
7209CG1	18	45 900	29 900	16 500	26 000
71910CV	14	15 600	11 300	19 000	28 000
7010CV	17	28 200	20 200	18 000	26 000
7210CG1	19	48 000	32 600	15 500	24 500
71911CV	16	18 700	13 700	16 500	25 000
7011CV	19	30 500	26 000	16 000	24 000
7211CG1	21	53 000	40 000	14 500	21 500
71912CV	16	19 500	15 000	14 500	23 500
7012CV	19	32 500	29 500	15 000	23 000
7212CG1	22	65 000	49 000	12 500	19 500
71913CV	17	21 700	21 900	14 500	22 000
7013CV	20	33 000	31 000	14 000	21 000
7213CG1	24	67 000	54 000	11 500	17 500
71914CV	19	29 500	29 000	13 000	20 000
7014CV	22	43 000	40 000	13 000	20 000
7214CG1	25	77 000	60 000	11 000	16 500

Serie H	a	Cargas de base en N		Velocidad límite en r.p.m.	
		C dinámica	Co estática	Grasa	Aceite
71900HV	7	2 900	1 450	67 000	103 000
7000HV	8	5 500	2 650	53 000	82 000
7200HG1	9	7 200	3 550	46 000	72 000
71901HV	7	3 250	1 770	61 000	93 000
7001HV	9	6 000	3 050	48 000	72 000
7201HG1	10	8 300	4 200	42 000	65 000
71902HV	9	4 850	2 750	49 000	75 000
7002HV	10	6 700	3 850	42 000	62 000
7202HG1	11	9 100	4 850	37 000	57 000
71903HV	9	5 100	3 000	44 000	68 000
7003HV	11	7 000	4 250	37 000	56 000
7203HG1	13	11 200	6 200	32 000	50 000
71904HV	11	7 300	4 650	37 000	57 000
7004HV	13	11 300	6 800	31 000	47 000
7204HG1	15	15 000	8 500	28 000	43 000
71905HV	12	7 800	5 500	31 000	47 000
7005HV	14	12 400	8 200	26 000	40 000
7205HG1	16	16 900	10 600	24 000	37 000
71906HV	13	8 000	5 900	27 000	42 000
7006HV	16	15 900	11 200	22 000	34 000
7206HG1	19	23 400	15 200	20 000	31 000
71907HV	15	10 500	8 100	23 000	36 000
7007HV	18	20 000	14 800	21 000	31 000
7207HG1	21	31 000	20 700	17 000	27 000
71908HV	18	13 900	11 100	20 000	31 000
7008HV	20	20 500	16 000	20 000	30 000
7208HG1	23	35 000	24 100	16 500	25 500
71909HV	19	14 500	10 100	18 000	26 000
7009HV	22	26 000	18 100	18 000	24 000
7209HG1	25	43 800	28 500	15 000	22 500
71910HV	20	14 700	10 600	16 000	24 000
7010HV	23	26 600	19 300	14 500	22 000
7210HG1	26	45 700	30 800	13 500	20 500
71911HV	22	17 600	12 900	13 500	21 500
7011HV	26	29 000	24 900	14 000	22 000
7211HG1	29	51 000	38 000	12 500	19 500
71912HV	23	18 400	14 200	13 500	20 000
7012HV	27	30 500	28 000	14 000	21 000
7212HG1	31	62 000	47 000	11 000	17 500
71913HV	25	20 400	20 400	14 000	21 000
7013HV	28	31 500	29 500	13 000	19 000
7213HG1	33	64 000	52 000	10 000	16 500
71914HV	28	28 000	27 500	12 500	19 000
7014HV	31	40 500	37 500	12 500	19 000
7214HG1	35	73 000	57 000	9 700	15 000

machline

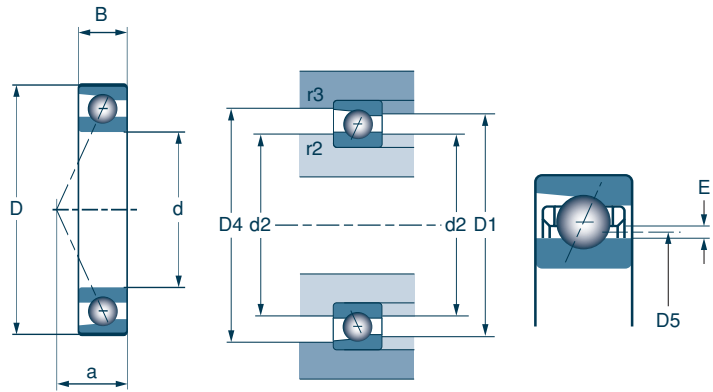




MachLine®: las gamas Alta Precisión - Estándar

| Series 719 / 70 / 72

Dimensiones			Masa	Serie	Respaldos y radios de unión					Paso para la lubricación		Bolas	
d	D	B	kg		D1	d2	D4	r2 máxi	r3 máxi	D5	E	Ø	Nb
75	105	16	0,360	71915	96,0	84,0	100,0	1,0	0,3	86,3	1,50	8,731	26
	115	20	0,650	7015	103,5	86,5	108,0	1,1	0,6	90,7	2,50	11,112	22
	130	25	1,200	7215	114,0	91,0	121,0	1,5	0,6	96,4	2,60	17,462	15
80	110	16	0,380	71916	101,0	89,0	105,0	1,0	0,3	91,2	1,50	8,731	27
	125	22	0,850	7016	112,0	93,0	117,5	1,1	0,6	98,0	3,50	13,494	20
	140	26	1,470	7216	122,5	97,5	130,0	2,0	1,0	103,4	2,80	19,050	15
85	120	18	0,550	71917	110,0	95,0	114,0	1,1	0,6	98,6	1,80	9,525	27
	130	22	0,900	7017	117,0	98,0	122,5	1,1	0,6	102,8	3,50	13,494	21
	150	28	1,810	7217	131,0	104,0	140,0	2,0	1,0	110,3	3,10	20,638	15
90	125	18	0,580	71918	115,0	100,0	119,0	1,1	0,6	103,5	1,80	9,525	29
	140	24	1,160	7018	125,5	104,5	131,5	1,5	0,6	110,0	3,80	15,081	20
	160	30	2,240	7218	139,0	111,0	149,0	2,0	1,0	117,2	3,30	22,225	15
95	130	18	0,590	71919	120,0	105,0	124,0	1,1	0,6	108,3	2,00	10,319	28
	145	24	1,210	7019	130,5	109,5	136,5	1,5	0,6	114,8	3,80	15,081	21
100	140	20	0,820	71920	128,5	111,5	133,5	1,1	0,6	115,6	2,10	11,112	28
	150	24	1,270	7020	135,5	114,5	141,5	1,5	0,6	119,7	3,80	15,081	22
	180	34	3,230	7220	155,5	124,5	167,0	2,1	1,1	131,0	3,80	25,400	14
105	145	20	0,860	71921	133,5	116,5	138,5	1,1	0,6	120,5	2,10	11,112	29
	160	26	1,610	7021	144,5	120,5	150,0	2,0	1,0	127,0	4,00	15,875	22
110	150	20	0,890	71922	138,5	121,5	143,5	1,1	0,6	125,5	2,10	11,112	30
	170	28	2,000	7022	153,0	127,0	160,0	2,0	1,0	134,0	4,50	17,462	21
	200	38	4,530	7222	172,5	137,5	185,5	2,1	1,1	145,0	4,30	28,575	14
120	165	22	1,190	71924	151,5	133,5	157,5	1,1	0,6	137,7	3,30	13,494	28
	180	28	2,150	7024	163,0	137,0	170,0	2,0	1,0	144,0	4,50	17,462	23
	215	40	5,600	7224	185,5	149,5	197,5	2,1	1,1	157,5	4,30	28,575	16
130	180	24	1,570	71926	165,0	145,0	172,0	1,5	0,6	149,8	3,70	15,081	27
	200	33	3,180	7026	179,5	150,5	189,0	2,0	1,0	158,0	5,30	20,638	21
140	190	24	1,680	71928	175,0	155,0	182,0	1,5	0,6	159,8	3,70	15,081	29
	210	33	3,420	7028	189,5	160,5	199,0	2,0	1,0	168,0	5,30	20,638	23
150	210	28	2,620	71930	192,5	167,5	199,0	2,0	1,0	174,0	4,10	16,669	29
	225	35	4,160	7030	203,0	172,0	213,0	2,1	1,0	180,0	5,70	22,225	23
160	220	28	2,760	71932	202,5	177,5	209,0	2,0	1,0	184,0	4,10	16,669	30
	240	38	5,130	7032	216,0	184,0	227,0	2,1	1,0	192,0	6,20	23,812	23
170	230	28	2,910	71934	212,5	187,5	219,0	2,0	1,0	194,0	4,10	16,669	32
	260	42	6,980	7034	232,5	197,5	246,0	2,1	1,1	206,4	6,60	25,400	23
180	250	33	4,260	71936	229,0	201,0	237,5	2,0	1,0	208,3	4,70	19,050	30
	280	46	9,000	7036	249,5	210,5	264,0	2,1	1,1	219,8	7,80	30,163	21
190	260	33	4,480	71938	239,0	211,0	247,5	2,0	1,0	218,3	4,70	19,050	32
	290	46	9,400	7038	259,5	220,5	274,0	2,1	1,1	229,8	7,80	30,163	22
200	280	38	6,160	71940	255,5	224,5	266,0	2,1	1,0	232,0	5,50	23,812	27
	310	51	12,150	7040	276,5	233,5	292,0	2,1	1,1	243,6	8,60	33,338	21
220	300	38	6,770	71944	275,5	244,5	286,0	2,1	1,0	252,0	5,50	22,225	31
	340	56	16,280	7044	304,0	256,0	321,0	3,0	1,1	268,6	8,60	33,338	23
240	320	38	7,270	71948	295,5	264,5	306,0	2,1	1,0	272,0	5,50	22,225	33



Series 719 CV 70 CV / 72 CG1

Angulo de contacto
15°

Series 719 HV 70 HV / 72 HG1

Angulo de contacto
25°

Serie C	a	Cargas de base en N		Velocidad límite en r.p.m.	
		C dinámica	Co estática	Grasa	Aceite
71915CV	20	30 500	31 500	12 500	19 000
7015CV	23	44 000	42 000	12 000	19 000
7215CG1	26	80 000	65 000	10 000	16 000
71916CV	21	31 000	33 000	12 000	18 000
7016CV	25	59 000	55 000	11 000	17 000
7216CG1	28	94 000	78 000	9 400	15 000
71917CV	23	36 500	39 000	11 000	17 000
7017CV	25	61 000	59 000	10 500	16 000
7217CG1	30	108 000	91 000	8 700	14 000
71918CV	23	38 000	41 500	10 500	16 000
7018CV	27	73 000	69 000	10 000	15 000
7218CG1	32	124 000	105 000	8 100	12 500
71919CV	24	43 000	47 500	9 900	15 000
7019CV	28	74 000	73 000	9 700	14 500
71920CV	26	49 000	55 000	9 500	14 500
7020CV	29	76 000	77 000	9 300	14 000
7220CG1	36	150 000	127 000	7 200	11 000
71921CV	27	50 000	57 000	9 200	14 000
7021CV	31	84 000	86 000	8 800	13 500
71922CV	27	51 000	59 000	8 900	13 500
7022CV	33	97 000	98 000	8 300	12 500
7222CG1	40	177 000	160 000	6 300	9 700
71924CV	30	70 000	81 000	8 200	12 500
7024CV	34	102 000	109 000	7 700	11 500
7224CG1	42	193 000	187 000	5 700	8 700
71926CV	33	84 000	98 000	7 500	11 500
7026CV	39	131 000	137 000	7 000	10 500
71928CV	34	87 000	105 000	7 200	11 000
7028CV	40	138 000	152 000	6 600	10 000
71930CV	38	105 000	128 000	6 500	9 000
7030CV	43	158 000	176 000	6 200	9 300
71932CV	39	106 000	132 000	6 200	9 400
7032CV	46	179 000	202 000	5 800	8 800
71934CV	41	107 000	140 000	5 800	8 900
7034CV	50	200 000	230 000	5 400	8 100
71936CV	45	135 000	173 000	5 400	8 300
7036CV	54	244 000	290 000	5 000	7 600
71938CV	47	139 000	183 000	5 200	7 900
7038CV	55	250 000	305 000	4 800	7 300
71940CV	51	192 000	243 000	4 800	7 400
7040CV	60	280 000	355 000	4 500	6 900
71944CV	54	180 000	242 000	4 400	6 800
7044CV	66	295 000	395 000	4 100	6 200
71948CV	57	185 000	255 000	4 200	6 400

Serie H	a	Cargas de base en N		Velocidad límite en r.p.m.	
		C dinámica	Co estática	Grasa	Aceite
71915HV	29	29 000	29 500	12 000	18 000
7015HV	32	41 500	40 000	11 000	17 000
7215HG1	36	76 000	62 000	9 100	14 500
71916HV	30	29 500	30 500	11 000	17 000
7016HV	35	56 000	53 000	10 500	16 000
7216HG1	39	89 000	74 000	8 500	13 000
71917HV	33	34 500	36 500	9 900	15 000
7017HV	36	58 000	56 000	9 900	15 000
7217HG1	41	103 000	86 000	7 800	12 000
71918HV	34	35 500	39 000	9 900	15 000
7018HV	39	69 000	66 000	9 200	14 000
7218HG1	44	118 000	100 000	7 300	11 000
71919HV	35	40 500	44 000	9 200	14 000
7019HV	40	71 000	69 000	8 900	13 500
71920HV	38	46 000	51 000	8 600	13 000
7020HV	41	72 000	73 000	8 600	13 000
7220HG1	50	143 000	121 000	6 400	9 800
71921HV	39	47 000	53 000	8 600	13 000
7021HV	44	79 000	81 000	7 900	12 000
71922HV	40	47 500	55 000	8 200	12 500
7022HV	47	92 000	93 000	7 600	11 500
7222HG1	55	169 000	153 000	5 600	8 700
71924HV	44	66 000	76 000	7 500	11 500
7024HV	49	96 000	103 000	6 900	10 500
7224HG1	59	184 000	178 000	5 100	7 800
71926HV	48	79 000	92 000	6 900	10 500
7026HV	55	124 000	130 000	6 500	9 800
71928HV	50	82 000	98 000	6 400	9 800
7028HV	57	130 000	144 000	6 100	9 200
71930HV	56	99 000	120 000	5 900	9 000
7030HV	61	149 000	167 000	5 700	8 600
71932HV	58	100 000	123 000	5 600	8 500
7032HV	66	169 000	191 000	5 300	8 100
71934HV	61	103 000	131 000	5 300	8 100
7034HV	71	189 000	218 000	5 000	7 500
71936HV	67	127 000	161 000	4 900	7 500
7036HV	77	231 000	275 000	4 600	7 000
71938HV	69	131 000	171 000	4 700	7 200
7038HV	79	237 000	290 000	4 400	6 700
71940HV	75	181 000	229 000	4 400	6 800
7040HV	85	265 000	335 000	4 200	6 300
71944HV	77	170 000	226 000	4 000	6 200
7044HV	93	280 000	375 000	3 700	5 700
71948HV	84	174 000	238 000	3 800	5 800

machline





MachLine®: las gamas Alta Precisión - Estándar

Precarga, rigidez axial y radial de las asociaciones DU DB DF

Símbolo	Constante de penetración	Precarga (N)			Rigidez axial (N/μm)			Rigidez radial (N/μm)		
		7	8	9	7	8	9	7	8	9
	K (1)									
71900CV	2,58	12	40	75	13	21	29	72	104	125
7000CV	2,33	25	80	160	17	30	43	100	141	171
7200CG1	2,12	40	120	230	23	39	54	128	178	214
71900HV	1,25	22	70	140	32	50	65	67	95	117
7000HV	1,14	45	130	260	42	65	87	90	124	152
7200HG1	1,03	60	180	360	54	81	110	111	157	194
71901CV	2,31	15	43	85	15	24	34	87	120	146
7001CV	2,19	30	90	180	20	33	48	113	158	192
7201CG1	2,11	42	130	250	24	39	54	135	186	227
71901HV	1,12	25	75	150	37	56	74	78	110	135
7001HV	1,06	50	140	280	47	70	95	101	138	169
7201HG1	1,03	70	200	400	56	84	112	119	168	207
71902CV	2,18	22	70	140	18	29	42	105	150	184
7002CV	2,06	32	100	200	22	38	55	123	174	212
7202CG1	1,98	45	130	270	25	41	59	149	203	249
71902HV	1,05	35	110	220	44	68	89	93	133	164
7002HV	1,00	55	160	320	54	82	110	111	154	190
7202HG1	0,97	75	220	440	61	93	123	132	182	225
71903CV	2,08	25	75	150	20	32	45	115	162	198
7003CV	1,87	35	105	210	24	41	59	141	197	240
7203CG1	1,81	60	170	350	29	48	69	164	224	275
71903HV	1,00	40	120	240	49	73	96	102	144	178
7003HV	0,91	60	170	340	58	88	115	127	175	216
7203HG1	0,92	90	280	560	69	106	143	141	200	244
71904CV	1,79	35	110	220	26	43	61	148	210	257
7004CV	1,65	60	180	360	33	57	84	185	257	312
7204CG1	1,58	85	260	500	38	66	94	205	284	340
71904HV	0,87	55	170	340	62	95	125	130	186	229
7004HV	0,81	100	300	600	78	120	165	165	231	283
7204HG1	0,80	140	410	820	91	139	189	182	251	305
71905CV	1,64	40	120	240	29	48	67	169	236	289
7005CV	1,50	70	200	400	38	65	95	215	295	358
7205CG1	1,45	100	300	600	45	77	112	245	340	413
71905HV	0,80	60	180	360	70	105	138	146	207	256
7005HV	0,74	110	320	640	88	135	180	189	263	323
7205HG1	0,72	150	450	900	104	159	216	210	294	358
71906CV	1,59	40	120	240	30	50	69	176	246	302
7006CV	1,43	85	250	500	43	72	105	246	341	416
7206CG1	1,33	130	380	760	49	82	117	283	389	472
71906HV	0,77	60	190	380	72	111	146	153	220	271
7006HV	0,70	130	400	800	98	150	205	212	300	368
7206HG1	0,68	200	600	1200	117	177	239	247	346	423
71907CV	1,45	55	165	330	37	61	86	211	295	361
7007CV	1,30	100	300	600	50	84	120	285	398	486
7207CG1	1,32	180	530	1000	60	102	142	333	460	551
71907HV	0,70	90	260	520	91	135	177	189	263	325
7007HV	0,63	170	500	1000	118	180	245	257	360	443
7207HG1	0,65	280	840	1700	142	217	296	294	414	512

(1) Constante de penetración axial en μm (daN)^{-2/3} 7 = precarga ligera 8 = precarga media 9 = precarga fuerte



Símbolo	Constante de penetración	Precarga (N)			Rigidez axial (N/μm)			Rigidez radial (N/μm)		
		7	8	9	7	8	9	7	8	9
	K (1)									
71908CV	1,29	75	230	460	46	77	109	260	365	445
7008CV	1,25	110	330	660	53	91	130	306	427	521
7208CG1	1,37	185	560	1100	58	98	137	332	466	566
71908HV	0,63	120	360	720	111	168	225	230	325	401
7008HV	0,61	180	530	1100	125	190	265	273	383	476
7208HG1	0,67	300	900	1800	142	215	288	297	420	518
71909CV	1,20	80	230	460	49	79	112	272	376	467
7009CV	1,24	130	400	800	60	105	150	333	500	625
7209CG1	1,33	230	700	1400	71	119	171	394	567	713
71909HV	0,59	120	360	720	115	173	232	240	339	422
7009HV	0,61	210	650	1300	140	220	300	292	431	545
7209HG1	0,63	370	1100	2200	169	257	346	352	504	629
71910CV	1,13	80	230	460	50	81	115	278	386	479
7010CV	1,15	140	420	840	64	110	160	356	524	667
7210CG1	1,29	240	720	1440	75	125	178	417	595	742
71910HV	0,55	120	370	740	119	180	241	248	353	438
7010HV	0,56	220	670	1330	145	230	310	302	451	564
7210HG1	0,61	380	1140	2280	177	271	363	369	531	660
71911CV	1,08	90	280	560	52	87	122	370	495	614
7011CV	1,12	180	480	1040	71	112	166	400	538	671
7211CG1	1,20	320	800	1600	80	122	173	449	592	723
71911HV	0,53	150	440	880	130	193	257	325	438	543
7011HV	0,55	280	720	1500	167	240	325	351	472	589
7211HG1	0,57	500	1250	2500	188	267	356	394	525	647
71912CV	1,03	100	300	600	58	94	132	401	534	667
7012CV	1,05	200	540	1160	79	125	184	443	598	744
7212CG1	1,15	400	1000	2000	90	136	193	501	660	806
71912HV	0,50	150	460	920	137	208	276	354	475	592
7012HV	0,51	320	800	1700	187	266	363	393	523	657
7212HG1	0,56	600	1500	3000	207	294	390	434	579	713
71913CV	0,97	150	400	860	77	122	180	432	582	724
7013CV	1,01	220	560	1220	85	130	193	471	625	781
7213CG1	1,09	420	1050	2100	95	145	205	533	703	859
71913HV	0,48	240	600	1260	183	260	354	384	512	641
7013HV	0,50	340	860	1750	197	282	378	414	553	686
7213HG1	0,52	620	1550	3100	218	310	412	460	613	756
71914CV	0,98	200	520	1120	84	131	194	470	623	782
7014CV	0,99	280	720	1550	93	144	213	521	693	864
7214CG1	1,11	460	1150	2300	96	146	207	542	716	875
71914HV	0,48	310	800	1640	196	283	381	413	557	692
7014HV	0,49	420	1100	2250	215	311	419	453	613	760
7214HG1	0,53	720	1800	3600	227	322	428	477	636	784
71915CV	0,93	220	580	1220	92	144	210	512	686	849
7015CV	0,96	300	760	1650	99	151	225	550	728	910
7215CG1	1,07	480	1200	2400	102	155	219	576	761	931
71915HV	0,46	340	860	1800	214	306	416	450	602	753
7015HV	0,47	460	1160	2400	229	327	442	482	644	802
7215HG1	0,51	740	1850	3700	239	339	451	505	673	830

machine





MachLine®: las gamas Alta Precisión - Estándar

Precarga, rigidez axial y radial de las asociaciones DU DB DF

Símbolo	Constante de penetración	Precarga (N)			Rigidez axial (N/μm)			Rigidez radial (N/μm)		
		7	8	9	7	8	9	7	8	9
71916CV	0,91	220	600	1280	94	149	220	525	712	885
7016CV	0,97	380	1000	2150	106	166	244	596	799	996
7216CG1	1,03	580	1450	2900	112	170	241	632	834	1020
71916HV	0,45	360	900	1850	224	319	430	470	627	780
7016HV	0,47	600	1500	3150	250	356	484	527	702	879
7216HG1	0,50	880	2200	4400	261	370	491	550	734	905
71917CV	0,88	280	720	1550	105	163	242	585	778	969
7017CV	0,93	400	1060	2250	112	175	256	627	842	1045
7217CG1	1,01	660	1650	3300	120	182	256	678	895	1095
71917HV	0,43	420	1080	2250	242	349	473	510	685	856
7017HV	0,46	620	1600	3300	261	376	507	551	741	923
7217HG1	0,49	1000	2500	5000	279	396	525	590	787	971
71918CV	0,84	300	760	1650	113	174	258	628	832	1039
7018CV	0,93	480	1260	2700	119	186	274	669	896	1115
7218CG1	1,00	760	1900	3800	129	195	275	728	962	1177
71918HV	0,41	460	1160	2400	262	375	507	551	736	917
7018HV	0,45	740	1900	3950	278	400	541	586	788	984
7218HG1	0,47	1160	2900	5800	301	426	566	635	847	1045
71919CV	0,84	320	860	1850	115	182	269	645	870	1084
7019CV	0,90	500	1320	2800	125	195	286	700	940	1167
71919HV	0,41	520	1300	2700	274	390	528	576	768	958
7019HV	0,44	780	2000	4150	293	421	569	617	829	1034
71920CV	0,82	380	1000	2150	125	196	290	699	937	1167
7020CV	0,87	520	1400	2950	130	206	300	732	988	1225
7220CG1	0,99	920	2300	4600	137	207	292	775	1024	1252
71920HV	0,40	600	1500	3150	294	419	570	619	825	1033
7020HV	0,43	820	2100	4350	307	441	596	647	869	1084
7220HG1	0,48	1400	3500	7000	319	453	601	675	901	1112
71921CV	0,80	400	1040	2200	131	203	298	728	972	1205
7021CV	0,86	580	1550	3300	138	216	318	772	1040	1292
71921HV	0,39	620	1600	3250	304	439	590	641	863	1069
7021HV	0,42	920	2350	4850	325	466	629	684	918	1142
71922CV	0,78	420	1080	2300	136	211	310	757	1007	1251
7022CV	0,86	680	1800	3800	146	228	333	815	1094	1356
7222CG1	0,96	1080	2700	5400	149	225	316	852	1126	1379
71922HV	0,38	640	1650	3400	315	454	613	662	892	1110
7022HV	0,42	1060	2700	5600	341	488	660	717	962	1199
7222HG1	0,46	1660	4150	8300	351	497	658	744	993	1226
71924CV	0,77	560	1460	3100	152	237	348	849	1135	1409
7024CV	0,80	740	1950	4200	159	248	367	891	1194	1489
7224CG1	0,89	1140	2850	5700	165	248	347	949	1257	1541
71924HV	0,37	880	2200	4600	357	508	690	750	1001	1251
7024HV	0,39	1160	3000	6150	373	538	724	786	1059	1315
7224HG1	0,42	1720	4300	8600	387	546	721	824	1101	1361

(1) Constante de penetración axial en μm (daN)^{-2/3} 7 = precarga ligera 8 = precarga media 9 = precarga fuerte



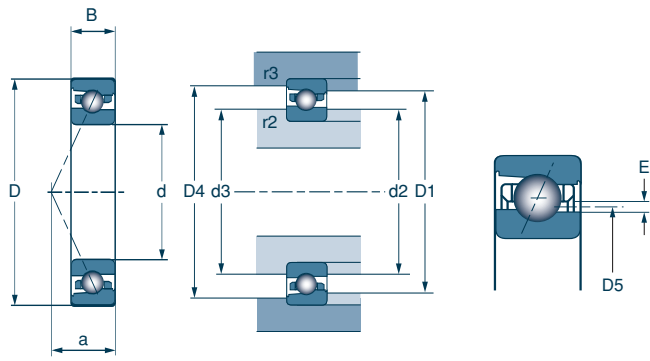
Símbolo	Constante de penetración	Precarga (N)			Rigidez axial (N/μm)			Rigidez radial (N/μm)		
		7	8	9	7	8	9	7	8	9
71926CV	0,76	660	1750	3750	163	255	376	909	1221	1520
7026CV	0,81	940	2450	5250	171	266	391	960	1283	1597
71926HV	0,37	1040	2650	5500	382	548	741	804	1078	1345
7026HV	0,40	1480	3750	7750	402	576	777	847	1135	1413
71928CV	0,72	720	1900	4000	176	275	402	981	1316	1630
7028CV	0,76	1040	2700	5800	188	292	431	1054	1408	1754
71928HV	0,35	1140	2900	5950	413	593	798	869	1165	1449
7028HV	0,37	1650	4150	8550	444	633	854	934	1247	1552
71930CV	0,70	880	2300	4850	194	303	443	1084	1450	1797
7030CV	0,74	1200	3150	6700	202	315	463	1134	1519	1887
71930HV	0,34	1380	3500	7250	455	652	882	958	1283	1599
7030HV	0,36	1900	4850	9900	477	681	919	1003	1342	1671
71932CV	0,68	920	2400	5100	202	314	462	1126	1505	1868
7032CV	0,73	1380	3600	7650	217	337	494	1215	1625	2019
71932HV	0,33	1440	3650	7550	472	676	915	994	1331	1658
7032HV	0,36	2150	5500	11350	508	729	984	1070	1437	1789
71934CV	0,65	980	2550	5400	215	335	491	1200	1603	1989
7034CV	0,71	1550	4100	8700	230	360	527	1291	1734	2152
71934HV	0,32	1550	3900	8100	505	722	978	1063	1421	1772
7034HV	0,35	2450	6250	12950	542	778	1051	1142	1532	1909
71936CV	0,65	1200	3150	6650	231	360	527	1286	1722	2134
7036CV	0,71	2000	5150	10950	250	385	565	1401	1866	2318
71936HV	0,32	1850	4800	9850	536	775	1045	1129	1524	1894
7036HV	0,35	3100	7950	16350	584	839	1130	1231	1654	2057
71938CV	0,62	1280	3350	7050	246	384	561	1372	1835	2273
7038CV	0,69	2100	5450	11500	260	406	592	1470	1962	2431
71938HV	0,31	2000	5100	10550	575	826	1116	1210	1624	2023
7038HV	0,34	3300	8350	17200	615	880	1186	1296	1735	2159
71940CV	0,65	1650	4350	9100	257	402	585	1436	1926	2382
7040CV	0,69	2400	6300	13350	274	426	624	1540	2063	2561
71940HV	0,32	2600	6600	13600	603	864	1176	1270	1702	2118
7040HV	0,34	3800	9650	19900	646	925	1247	1362	1825	2271
71944CV	0,61	1700	4400	9300	279	433	634	1554	2072	2569
7044CV	0,65	2700	7200	15400	304	477	702	1700	2288	2846
71944HV	0,30	2650	6750	13850	651	934	1259	1370	1838	2284
7044HV	0,32	4250	10900	22500	713	1026	1385	1502	2018	2511
71948CV	0,58	1800	4700	10000	296	461	678	1652	2208	2743
71948HV	0,28	2850	7250	14900	696	998	1347	1464	1962	2440



MachLine®: las gamas Alta Velocidad y Estanca - ML y MLE

| Series 719 / 70

Dimensiones			Masa	Serie	Respaldos y radios de unión						Paso para la lubricación		Bolas	
d	D	B	kg		D1	d2	d3	D4	r2	r3	D5	E	Ø	Nb
10	22	6	0,010	ML 71900	17,2	13,3	13,6	17,8	0,3	0,1	14,4	1,05	2,381	14
	26	8	0,018	ML 7000	19,5	14,2	14,7	20,1	0,3	0,1	15,7	1,53	3,175	11
12	24	6	0,011	ML 71901	19,0	15,1	15,4	19,6	0,3	0,1	16,2	1,05	2,381	14
	28	8	0,020	ML 7001	21,5	16,2	16,7	22,1	0,3	0,1	17,7	1,58	3,175	13
15	28	7	0,015	ML 71902	23,3	18,3	18,7	23,7	0,3	0,1	19,7	1,35	2,778	16
	32	9	0,028	ML 7002	25,7	19,4	20,2	26,8	0,3	0,1	21,3	1,85	3,969	13
17	30	7	0,017	ML 71903	25,6	20,6	21,0	26,0	0,3	0,1	22,0	1,35	2,778	18
	35	10	0,037	ML 7003	28,4	22,0	22,7	29,5	0,3	0,1	23,9	1,85	3,969	15
20	37	9	0,036	ML 71904	30,7	24,5	25,1	31,8	0,3	0,2	26,3	1,75	3,969	16
	42	12	0,063	ML 7004	34,3	25,3	26,6	35,7	0,6	0,3	27,9	2,63	5,556	14
25	42	9	0,041	ML 71905	36,2	30,0	30,6	37,3	0,3	0,2	31,8	1,75	3,969	19
	47	12	0,076	ML 7005	39,9	30,9	32,2	41,3	0,6	0,3	33,5	2,63	5,556	17
30	47	9	0,047	ML 71906	40,7	34,5	35,1	41,8	0,3	0,2	36,2	1,73	3,969	22
	55	13	0,112	ML 7006	45,8	36,8	38,1	47,2	1,0	0,3	39,4	2,63	5,556	20
35	55	10	0,075	ML 71907	47,1	40,8	41,4	48,2	0,6	0,2	42,7	1,90	3,969	26
	62	14	0,149	ML 7007	51,5	41,5	43,2	53,6	1,0	0,3	44,6	3,10	6,350	20
40	62	12	0,109	ML 71908	53,1	45,3	46,8	54,4	0,6	0,2	47,6	2,25	4,762	25
	68	15	0,185	ML 7008	57,5	47,5	49,2	59,6	1,0	0,3	50,5	3,00	6,350	22
45	68	12	0,128	ML 71909	58,6	50,8	52,3	59,9	0,6	0,3	53,0	2,23	4,762	28
	75	16	0,238	ML 7009	63,0	53,0	54,7	65,0	1,0	0,3	56,1	3,05	6,350	22
50	72	12	0,129	ML 71910	63,1	55,3	56,8	64,4	0,6	0,3	57,5	2,23	4,762	30
	80	16	0,256	ML 7010	68,0	58,0	59,7	70,0	1,0	0,3	61,0	3,00	6,350	25
55	80	13	0,177	ML 71911	73,8	60,5	62,2	76,0	1,0	0,3	64,3	2,50	5,556	30
	90	18	0,396	ML 7011	79,5	65,5	66,5	83,5	1,1	0,6	69,5	1,70	7,938	22
60	85	13	0,190	ML 71912	78,8	65,6	67,1	81,0	1,0	0,3	69,3	2,50	5,556	32
	95	18	0,426	ML 7012	84,5	70,5	71,5	88,5	1,1	0,6	74,4	1,67	7,938	24
65	90	13	0,202	ML 71913	83,5	70,5	72,5	86,5	1,0	0,3	75,0	1,25	6,350	29
	100	18	0,445	ML 7013	89,5	74,0	76,5	93,5	1,1	0,6	79,4	1,67	7,938	26
70	100	16	0,330	ML 71914	92,0	76,5	79,0	95,5	1,0	0,3	81,9	1,63	7,938	26
	110	20	0,625	ML 7014	98,0	81,5	83,0	102,5	1,1	0,6	86,4	2,07	9,525	24
75	105	16	0,349	ML 71915	97,0	81,5	84,0	100,5	1,0	0,3	86,9	1,63	7,938	28
	115	20	0,658	ML 7015	103,0	86,5	88,0	107,5	1,1	0,6	91,4	2,07	9,525	25
80	110	16	0,370	ML 71916	102,0	86,5	89,0	105,5	1,0	0,3	91,9	1,63	7,938	30
	125	22	0,874	ML 7016	111,5	93,0	94,5	116,5	1,1	0,6	98,4	2,49	11,113	23
85	120	18	0,535	ML 71917	110,0	93,0	96,0	114,0	1,1	0,6	99,2	1,94	8,731	29
	130	22	0,927	ML 7017	116,5	98,5	99,5	121,5	1,1	0,6	103,4	2,49	11,113	25
90	125	18	0,562	ML 71918	115,0	98,5	101,0	119,0	1,1	0,6	104,2	1,94	8,731	31
	140	24	1,192	ML 7018	124,5	103,0	106,5	130,0	1,5	0,6	110,5	2,64	11,906	25
95	130	18	0,591	ML 71919	120,0	103,5	106,0	124,0	1,1	0,6	109,2	1,94	8,731	32
	145	24	1,263	ML 7019	129,5	109,5	111,5	135,0	1,5	0,6	115,5	2,64	11,906	26
100	140	20	0,796	ML 71920	128,5	109,5	112,5	133,0	1,1	0,6	115,9	2,02	10,319	29
	150	24	1,313	ML 7020	134,5	114,5	116,5	140,0	1,5	0,6	120,5	2,61	11,906	27
105	160	26	1,602	ML 7021	143,0	119,0	123,0	149,0	2,0	1,0	127,5	3,02	13,494	25
110	150	20	0,868	ML 71922	138,5	119,5	122,5	143,0	1,1	0,6	125,9	1,98	10,319	32
	170	28	2,019	ML 7022	150,5	126,0	130,0	149,0	2,0	1,0	134,7	3,23	14,288	25
120	165	22	1,204	ML 71924	151,5	131,0	134,5	156,5	1,1	6,0	138,1	2,18	11,113	33
	180	28	2,167	ML 7024	160,5	136,0	140,0	167,5	2,0	1,0	144,7	3,23	14,288	27
130	180	24	1,572	ML 71926	165,0	142,0	146,0	170,5	1,5	0,6	150,0	2,56	12,700	31
	200	33	3,306	ML 7026	177,0	148,5	154,0	185,0	2,0	1,0	158,9	3,84	16,669	26



Series 719 CV 70 CV

Angulo de contacto
17°

Series 719 HV 70 HV

Angulo de contacto
25°

Serie C	a	Cargas de base en N		Velocidad límite en r.p.m.	
		C dinámica	Co estática	Grasa	Aceite
ML 71900	C 5	1 430	680	101 500	135 000
ML 7000	C 6	2 040	920	94 000	125 000
ML 71901	C 5	1 490	705	90 000	120 000
ML 7001	C 7	2 280	1 110	82 500	110 000
ML 71902	C 6	2 030	1 030	75 000	100 000
ML 7002	C 8	3 450	1 710	69 000	92 000
ML 71903	C 7	2 170	1 180	67 500	90 000
ML 7003	C 8	3 750	2 020	61 500	82 000
ML 71904	C 8	3 900	2 080	56 500	75 000
ML 7004	C 10	6 550	3 600	52 500	70 000
ML 71905	C 9	4 300	2 550	47 500	63 000
ML 7005	C 11	7 450	4 500	44 500	59 000
ML 71906	C 10	4 650	3 000	41 500	55 000
ML 7006	C 12	8 300	5 150	37 500	50 000
ML 71907	C 11	5 100	3 600	35 500	47 000
ML 7007	C 13	10 500	6 700	33 000	44 000
ML 71908	C 13	6 950	4 950	31 500	42 000
ML 7008	C 15	11 000	7 500	29 500	39 000
ML 71909	C 14	7 350	5 550	28 500	38 000
ML 7009	C 16	10 900	7 600	27 000	36 000
ML 71910	C 14	7 600	6 000	26 500	35 000
ML 7010	C 17	11 700	8 700	25 000	33 000
ML 71911	C 16	10 100	8 200	21 000	31 000
ML 7011	C 19	23 300	21 700	22 000	30 500
ML 71912	C 16	10 400	8 700	18 000	29 500
ML 7012	C 19	24 400	24 000	19 000	28 500
ML 71913	C 17	17 600	18 400	19 000	30 500
ML 7013	C 20	25 500	26 000	18 000	27 000
ML 71914	C 19	25 000	26 000	17 000	27 000
ML 7014	C 22	34 000	34 500	16 500	25 000
ML 71915	C 20	26 000	28 000	16 500	26 000
ML 7015	C 23	34 500	36 000	15 500	23 750
ML 71916	C 21	27 000	30 000	15 500	24 500
ML 7016	C 25	44 000	44 500	14 000	21 500
ML 71917	C 23	31 500	35 000	14 500	22 500
ML 7017	C 26	46 000	49 000	13 500	20 500
ML 71918	C 23	32 500	37 000	13 500	21 000
ML 7018	C 28	52 000	56 000	12 500	19 100
ML 71919	C 24	33 000	38 000	12 700	20 000
ML 7019	C 28	53 000	59 000	12 000	18 400
ML 71920	C 26	42 500	49 000	11 700	18 500
ML 7020	C 29	54 000	61 000	11 500	18 000
ML 7021	C 31	65 000	72 000	10 500	16 500
ML 71922	C 28	44 500	53 000	10 500	17 000
ML 7022	C 33	72 000	81 000	10 000	15 800
ML 71924	C 30	52 000	64 000	9 500	15 500
ML 7024	C 34	75 000	88 000	9 000	14 000
ML 71926	C 33	64 000	79 000	8 500	14 000
ML 7026	C 39	97 000	115 000	8 000	12 500

Serie H	a	Cargas de base en N		Velocidad límite en r.p.m.	
		C dinámica	Co estática	Grasa	Aceite
ML 71900	H 7	1 360	645	94 000	125 000
ML 7000	H 8	1 950	870	82 500	110 000
ML 71901	H 7	1 410	670	82 500	110 000
ML 7001	H 9	2 180	1 050	75 000	100 000
ML 71902	H 9	1 930	980	67 500	90 000
ML 7002	H 10	3 300	1 630	62 500	83 000
ML 71903	H 9	2 060	1 110	61 500	82 000
ML 7003	H 11	3 600	1 820	55 500	74 000
ML 71904	H 11	3 700	1 970	51 000	68 000
ML 7004	H 13	6 300	3 400	47 500	63 000
ML 71905	H 12	4 100	2 400	43 000	57 000
ML 7005	H 14	7 100	4 050	40 000	53 000
ML 71906	H 13	4 400	2 850	37 500	50 000
ML 7006	H 16	7 800	4 900	34 500	46 000
ML 71907	H 15	4 800	3 400	32 500	43 000
ML 7007	H 18	10 000	6 350	30 000	40 000
ML 71908	H 18	6 550	4 650	28 500	38 000
ML 7008	H 20	10 500	7 100	27 000	36 000
ML 71909	H 19	6 950	5 250	25 500	34 000
ML 7009	H 22	10 300	7 200	24 000	32 000
ML 71910	H 20	7 150	5 650	24 000	32 000
ML 7010	H 23	11 100	8 200	22 500	30 000
ML 71911	H 22	9 600	7 700	18 000	28 500
ML 7011	H 26	22 000	20 600	19 000	27 000
ML 71912	H 24	9 800	8 200	17 500	26 500
ML 7012	H 27	23 000	22 600	17 000	25 500
ML 71913	H 25	16 600	17 200	17 500	26 000
ML 7013	H 28	23 900	24 400	16 000	24 500
ML 71914	H 28	23 700	24 300	15 000	23 500
ML 7014	H 31	32 000	32 500	15 000	21 800
ML 71915	H 29	24 600	26 000	14 000	21 700
ML 7015	H 32	32 500	34 000	13 500	21 000
ML 71916	H 30	25 500	28 000	13 700	21 000
ML 7016	H 35	41 500	42 500	12 500	19 000
ML 71917	H 33	29 500	32 500	12 500	20 000
ML 7017	H 36	43 500	46 000	11 500	18 500
ML 71918	H 34	30 500	34 500	11 700	18 700
ML 7018	H 39	49 000	53 000	10 500	17 200
ML 71919	H 35	31 000	35 500	11 000	17 700
ML 7019	H 40	50 000	55 000	10 000	16 500
ML 71920	H 38	40 000	45 500	10 500	16 700
ML 7020	H 41	51 000	57 000	9 500	15 900
ML 7021	H 44	61 000	68 000	9 000	14 900
ML 71922	H 41	42 000	50 000	9 300	14 700
ML 7022	H 47	68 000	76 000	8 500	13 900
ML 71924	H 44	49 000	60 000	8 600	13 500
ML 7024	H 49	70 000	82 000	8 000	12 500
ML 71926	H 48	60 000	73 000	7 500	11 500
ML 7026	H 55	92 000	108 000	7 000	10 500

machline





MachLine®: las gamas Alta Velocidad y Estanca - ML y MLE

Precarga, rigidez axial y radial de las asociaciones DU DB DF

Símbolo	Constante de penetración	Precarga (N)			Rigidez axial (N/μm)			Rigidez radial (N/μm)		
		7	8	9	7	8	9	7	8	9
	K (1)									
ML 71900 C	2,58	7	21	45	12	18	25	58	83	105
ML 7000 C	2,33	10	30	60	12	19	26	61	87	108
ML 71900 H	1,25	11	35	70	25	37	49	54	37	98
ML 7000 H	1,14	16	50	100	26	39	51	57	82	103
ML 71901 C	2,31	7	22	45	12	19	26	61	89	110
ML 7001 C	2,19	11	35	70	15	22	30	70	102	127
ML 71901 H	1,12	12	35	70	26	39	51	58	83	103
ML 7001 H	1,06	18	55	110	30	45	59	66	95	119
ML 71902 C	2,18	10	30	60	15	23	31	75	107	133
ML 7002 C	2,06	17	50	100	18	27	36	88	125	155
ML 71902 H	1,05	16	50	100	32	48	64	70	102	127
ML 7002 H	1,00	30	80	160	39	55	72	85	117	146
ML 71903 C	2,08	11	35	65	17	27	34	84	122	148
ML 7003 C	1,87	19	55	110	20	31	41	101	142	176
ML 71903 H	1,00	17	50	100	35	62	67	78	110	137
ML 7003 H	0,91	30	90	180	42	63	82	94	134	167
ML 71904 C	1,79	20	60	120	21	33	44	107	152	189
ML 7004 C	1,65	35	100	200	27	40	54	132	185	230
ML 71904 H	0,87	30	90	180	44	66	85	98	140	175
ML 7004 H	0,81	50	160	320	54	82	106	119	174	217
ML 71905 C	1,64	22	65	130	25	38	51	124	176	219
ML 7005 C	1,50	35	110	220	30	47	63	151	218	271
ML 71905 H	0,80	35	100	200	52	76	99	116	163	203
ML 7005 H	0,74	60	180	360	65	96	125	144	206	257
ML 71906 C	1,59	23	70	140	28	43	57	139	199	248
ML 7006 C	1,43	40	120	250	35	54	73	176	251	316
ML 71906 H	0,77	35	110	220	58	87	112	128	186	232
ML 7006 H	0,70	65	200	390	74	111	143	165	238	295
ML 71907 C	1,45	25	80	150	32	50	64	160	233	284
ML 7007 C	1,30	50	160	320	40	62	82	198	288	359
ML 71907 H	0,70	40	120	240	67	99	129	149	214	267
ML 7007 H	0,63	80	250	500	83	125	162	185	268	335
ML 71908 C	1,29	35	100	210	37	55	75	185	260	329
ML 7008 C	1,25	55	160	330	44	65	88	218	308	387
ML 71908 H	0,63	55	160	330	77	113	148	172	243	307
ML 7008 H	0,61	90	260	520	92	135	175	205	290	362
ML 71909 C	1,20	35	110	220	40	61	81	200	290	361
ML 7009 C	1,22	55	160	330	44	65	88	218	308	387
ML 71909 H	0,59	60	170	350	86	124	162	191	268	338
ML 7009 H	0,60	90	260	520	92	135	175	205	290	362
ML 71910 C	1,13	40	110	230	44	64	86	219	303	383
ML 7010 C	1,14	60	180	350	49	74	98	245	349	431
ML 71910 H	0,55	60	180	360	90	132	171	200	287	357
ML 7010 H	0,56	90	280	560	100	150	194	224	324	404
ML 71911 C	1,06	50	150	300	50	75	99	252	357	443
ML 7011 C	1,15	73	233	470	50	78	104	254	369	460
ML 71911 H	0,59	80	240	480	104	154	199	225	331	414
ML 7011 H	0,64	120	368	740	107	160	207	239	344	430
ML 71912 C	1,01	50	160	310	52	80	104	269	381	473
ML 7012 C	1,08	78	252	508	55	85	113	275	401	500
ML 71912 H	0,57	80	240	490	109	161	209	241	354	442
ML 7012 H	0,60	130	395	800	117	173	225	260	373	468



Símbolo	Constante de penetración	Precarga (N)			Rigidez axial (N/μm)			Rigidez radial (N/μm)		
		7	8	9	7	8	9	7	8	9
ML 71913 C	1.03	62	185	370	53	81	107	268	382	475
ML 7013 C	1.03	85	271	546	59	92	122	298	434	541
ML 71913 H	0.57	88	288	576	108	164	212	240	354	442
ML 7013 H	0.57	140	430	860	126	188	243	281	405	506
ML 71914 C	1.04	92	265	530	61	91	121	306	431	536
ML 7014 C	1.03	115	360	720	66	102	135	332	480	598
ML 71914 H	0.57	130	265	820	123	185	239	274	399	498
ML 7014 H	0.57	190	573	1160	141	208	271	313	449	563
ML 71915 C	0.98	98	282	564	65	98	129	329	462	575
ML 7015 C	0.99	120	378	754	69	106	141	346	502	624
ML 71915 H	0.54	138	442	884	132	199	257	294	430	537
ML 7015 H	0.55	199	590	1200	147	216	281	327	466	585
ML 71916 C	0.94	104	300	600	70	104	138	351	494	615
ML 7016 C	1.00	151	475	950	74	114	152	372	539	670
ML 71916 H	0.52	148	470	940	141	213	275	315	459	574
ML 7016 H	0.56	252	750	1500	158	233	302	352	502	627
ML 71917 C	0.90	123	352	704	75	111	147	374	526	655
ML 7017 C	0.94	163	517	1030	80	124	165	404	586	728
ML 71917 H	0.52	174	550	1100	150	226	292	336	488	610
ML 7017 H	0.52	270	810	1620	171	253	327	381	545	681
ML 71918 C	0.89	130	374	748	79	118	157	399	561	698
ML 7018 C	0.92	184	570	1160	85	131	175	430	620	776
ML 71918 H	0.50	185	588	1176	160	242	312	358	522	652
ML 7018 H	0.51	315	925	1880	184	270	352	410	583	732
ML 71919 C	0.87	134	385	770	82	122	162	412	579	720
ML 7019 C	0.90	195	608	1220	89	138	183	450	650	810
ML 71919 H	0.48	191	603	1206	166	249	322	370	538	672
ML 7019 H	0.50	326	960	1950	191	281	366	426	606	760
ML 71920 C	0.87	172	495	980	88	132	174	443	623	773
ML 7020 C	0.88	200	628	1260	93	143	190	466	674	839
ML 71920 H	0.48	246	770	1540	178	267	346	398	578	722
ML 7020 H	0.49	336	1005	2010	198	293	379	441	631	788
ML 7021 C	0.89	238	760	1520	97	151	200	489	711	885
ML 7021 H	0.49	398	1200	2400	208	308	398	462	663	828
ML 71922 C	0.83	190	540	1080	97	145	192	489	685	852
ML 7022 C	0.87	265	810	1650	103	156	209	516	741	927
ML 71922 H	0.46	270	846	1692	196	295	381	439	637	795
ML 7022 H	0.48	448	1330	2700	220	324	422	490	699	877
ML 71924 C	0.79	226	645	1290	108	161	213	542	760	946
ML 7024 C	0.83	287	885	1820	111	170	228	558	803	1008
ML 71924 H	0.44	322	1000	2000	218	326	421	487	704	880
ML 7024 H	0.46	480	1440	2880	237	351	454	528	756	944
ML 71926 C	0.78	278	790	1580	116	172	228	582	816	1015
ML 7026 C	0.81	375	1170	2400	124	191	256	626	905	1135
ML 71926 H	0.43	400	1240	2480	235	351	454	524	759	948
ML 7026 H	0.45	630	1880	3800	267	393	511	594	848	1062

(1) Constante de penetración axial en μm (daN)^{-2/3} 7 = precarga ligera 8 = precarga media 9 = precarga fuerte



Tuercas de precisión autoblocantes

Las tuercas de precisión autoblocantes se recomiendan en especial para todos los montajes de rodamientos MachLine. Permiten precargar un conjunto de rodamientos garantizando el mantenimiento de la precarga en el tiempo. En el caso de esfuerzos axiales importantes, posicionan el conjunto de manera fiable y duradera.

Características

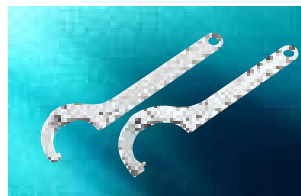
- Acero de alta resistencia (1000 N/mm²) para toda la gama, con protección por pavonado (salvo cara de apoyo y rosca).
- Perpendicularidad cara de apoyo / diámetro interior < 2 µm.
- Rosca métrica realizada en tolerancia 5H (según ISO 965/1).
- Series estrecha y ancha.
- Apriete por agujeros ciegos o almenas.
- Bloqueo de las tuercas asegurado por 2 o 4 insertos de bronce.



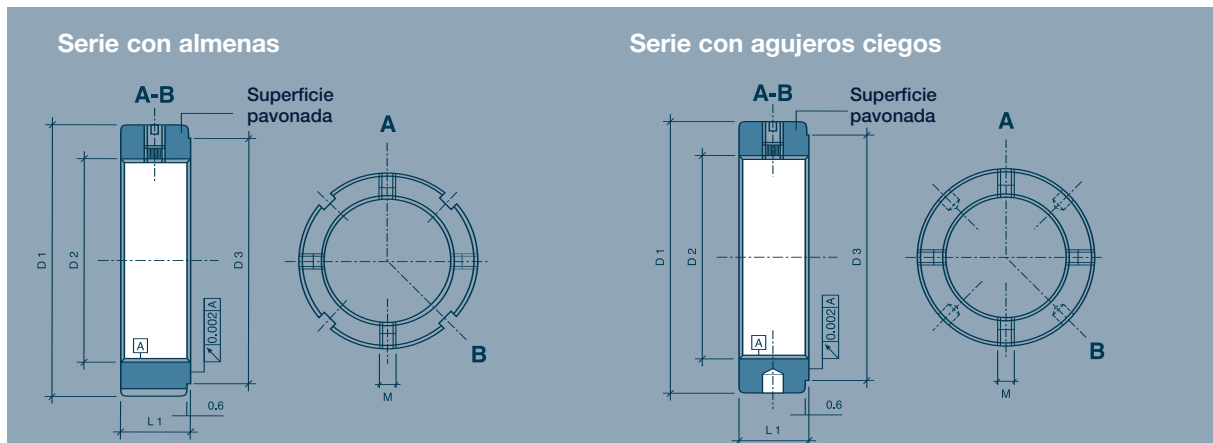
Precauciones de montaje

Como en el caso de los rodamientos, desembalar las tuercas en el último momento para evitar todo riesgo de polución. Deben ser colocadas sobre la cara pavonada. Una vez que la tuerca sea fijada con una llave de apriete (DIN 1810A y DIN 1810B), apretar los tornillos de fijación de los insertos con una llave tipo Allen, respetando los momentos de apriete de los insertos recomendados (series con 4 insertos: apretar progresivamente y en cruz).

Se recomienda reemplazar las tuercas cada vez que se cambien los rodamientos.



SNR propone una gama completa de llaves: sólidas, seguras y fáciles de usar, nuestras 5 referencias reemplazan ellas solas a los 15 modelos clásicos fijos equivalentes. Más informaciones: www.snr-bearings.com o consultar a su técnico SNR.



Serie	Número de insertos	Almenas	Agujeros ciegos
Estrecha	2	B	TB
	4	BR	TBR
Ancha	2	BP	TBP
	4	BPR	TBPR

Dimensiones y referencias

Tuercas tipo B y TB

Fileteado	Referencia		Peso	Dimensiones				Tornillo de fijación	Tuercas		
				D1	L1	D3	M	Mbl	Far	Ma	Md
-	-	-	kg	mm	mm	mm	mm	N.m	kN	N.m	N.m
M8 x 0,75	B 8/0.75	-	0,01	16	8	11	M 4	1	27	4	26
M12 x 1	B 12/1	-	0,015	22	8	18	M 4	1	47	8	31
M15 x 1	B 15/1	-	0,02	25	8	21	M 4	1	65	10	32
M17 x 1	B 17/1	-	0,03	28	10	24	M 5	3	100	15	32
M20 x 1	B 20/1	TB 20/1	0,04	32	10	28	M 5	4-5	140	18	39
M20 x 1,5	B 20/1,5	TB 20/1,5	0,04	32	10	28	M 5	4-5	126	18	39
M25 x 1,5	B 25	TB 25	0,06	38	12	33	M 5	4-5	198	25	56
M30 x 1,5	B 30	TB 30	0,08	45	12	40	M 5	4-5	240	32	63
M35 x 1,5	B 35	TB 35	0,11	52	12	47	M 5	4-5	263	40	72
M40 x 1,5	B 40	TB 40	0,15	58	14	52	M 6	8-10	290	55	97
M45 x 1,5	B 45	TB 45	0,18	65	14	59	M 6	8-10	322	65	115
M50 x 1,5	B 50	TB 50	0,20	70	14	64	M 6	8-10	351	85	132
M55 x 2	B 55	TB 55	0,25	75	16	68	M 8	16-18	378	95	148
M60 x 2	B 60	TB 60	0,27	80	16	73	M 8	16-18	405	100	186
M65 x 2	B 65	TB 65	0,28	85	16	78	M 8	16-18	431	120	196
M70 x 2	B 70	TB 70	0,38	92	18	85	M 8	16-18	468	130	228
M75 x 2	B 75	TB 75	0,42	98	18	90	M 8	16-18	497	150	255
M80 x 2	B 80	TB 80	0,49	105	18	95	M 8	16-18	527	160	291
M85 x 2	B 85	TB 85	0,52	110	18	100	M 8	16-18	558	190	315
M90 x 2	B 90	TB 90	0,75	120	20	110	M 8	16-18	603	200	369
M95 x 2	B 95	TB 95	0,78	125	20	115	M 8	16-18	637	220	391
M100 x 2	B 100	TB 100	0,82	130	20	120	M 8	16-18		250	432

Tuercas tipo BP y TBP

Fileteado	Referencia		Peso	Dimensiones				Tornillo de fijación	Tuercas		
				D1	L1	D3	M	Mbl	Far	Ma	Md
-	-	-	kg	mm	mm	mm	mm	N.m	kN	N.m	N.m
M20 x 1	BP 20/1	TBP 20/1	0,12	38	20	28	M 5	4-5	255	18	39
M20 x 1,5	BP 20/1,5	TBP 20/1,5	0,12	38	20	28	M 5	4-5	225	18	39
M25 x 1,5	BP 25	TBP 25	0,17	45	20	33	M 6	8-10	405	25	56
M30 x 1,5	BP 30	TBP 30	0,24	52	22	40	M 6	8-10	491	32	63
M35 x 1,5	BP 35	TBP 35	0,28	58	22	47	M 6	8-10	560	40	72
M40 x 1,5	BP 40	TBP 40	0,29	62	22	52	M 8	16-18	585	55	97
M45 x 1,5	BP 45	TBP 45	0,37	68	24	59	M 8	16-18	641	65	115
M50 x 1,5	BP 50	TBP 50	0,46	75	25	64	M 8	16-18	706	85	132
M55 x 2	BP 55	TBP 55	0,92	88	32	68	M 8	16-18	940	95	148
M60 x 2	BP 60	TBP 60	1,14	98	32	73	M 8	16-18	1 070	100	186
M65 x 2	BP 65	TBP 65	1,29	105	32	78	M 8	16-18	1 155	120	196
M70 x 2	BP 70	TBP 70	1,49	110	35	85	M 8	16-18	1 230	130	228
M75 x 2	BP 75	TBP 75	2,25	125	38	90	M 10	30-32	1 300	150	255
M80 x 2	BP 80	TBP 80	2,97	140	38	95	M 10	30-32	1 420	160	291
M85 x 2	BP 85	TBP 85	3,44	150	38	100	M 10	30-32	1 510	190	315
M90 x 2	BP 90	TBP 90	3,59	155	38	110	M 10	30-32	1 596	200	369
M95 x 2	BP 95	TBP 95	3,73	160	38	115	M 10	30-32	1 656	220	391
M100 x 2	BP 100	TBP 100	3,70	160	40	120	M 10	30-32	1 780	250	432

Far: Carga axial de ruptura (correspondiente a la ruptura de la rosca). En funcionamiento, la carga axial a soportar para una tuerca debe ser inferior a 75 % de la carga axial de ruptura **Far** definida para dicha tuerca / **Ma:** Par de montaje de la tuerca / **Md:** Par de desapriete de la tuerca (montada con pares **Ma** y **Mbl** correspondientes) / **Mbl:** Par máximo de apriete de los insertos / **D1:** Diámetro exterior / **D3:** Diámetro cara de apoyo / **L1:** Anchura



Tuercas de precisión autoblocantes

Dimensiones y referencias

Tuercas tipo BR y TBR

Filetado	Referencia		Peso	Dimensiones				Tornillo de fijación	Tuercas		
	D2	-		D1	L1	D3	M		Mbl	Far	Ma
-	-	-	kg	mm	mm	mm	mm	N.m	kN	N.m	N.m
M25 x 1,5	BR 25	TBR 25	0,06	38	12	33	M5	3-4	198	25	85
M30 x 1,5	BR 30	TBR 30	0,08	45	12	40	M5	3-4	240	32	96
M35 x 1,5	BR 35	TBR 35	0,11	52	12	47	M5	3-4	263	40	107
M40 x 1,5	BR 40	TBR 40	0,15	58	14	52	M6	6-8	290	55	127
M45 x 1,5	BR 45	TBR 45	0,18	65	14	59	M6	6-8	322	65	149
M50 x 1,5	BR 50	TBR 50	0,20	70	14	64	M6	6-8	351	85	180
M55 x 2	BR 55	TBR 55	0,25	75	16	68	M8	12-14	378	95	206
M60 x 2	BR 60	TBR 60	0,27	80	16	73	M8	12-14	405	100	255
M65 x 2	BR 65	TBR 65	0,28	85	16	78	M8	12-14	431	120	277
M70 x 2	BR 70	TBR 70	0,38	92	18	85	M8	12-14	468	130	304
M75 x 2	BR 75	TBR 75	0,42	98	18	90	M8	12-14	497	150	357
M80 x 2	BR 80	TBR 80	0,49	105	18	95	M8	12-14	527	160	396
M85 x 2	BR 85	TBR 85	0,52	110	18	100	M8	12-14	558	190	444
M90 x 2	BR 90	TBR 90	0,75	120	20	110	M8	12-14	603	200	501
M95 x 2	BR 95	TBR 95	0,78	125	20	115	M8	12-14	637	220	550
M100 x 2	BR 100	TBR 100	0,82	130	20	120	M8	12-14	688	250	603

Tuercas tipo BPR y TBPR

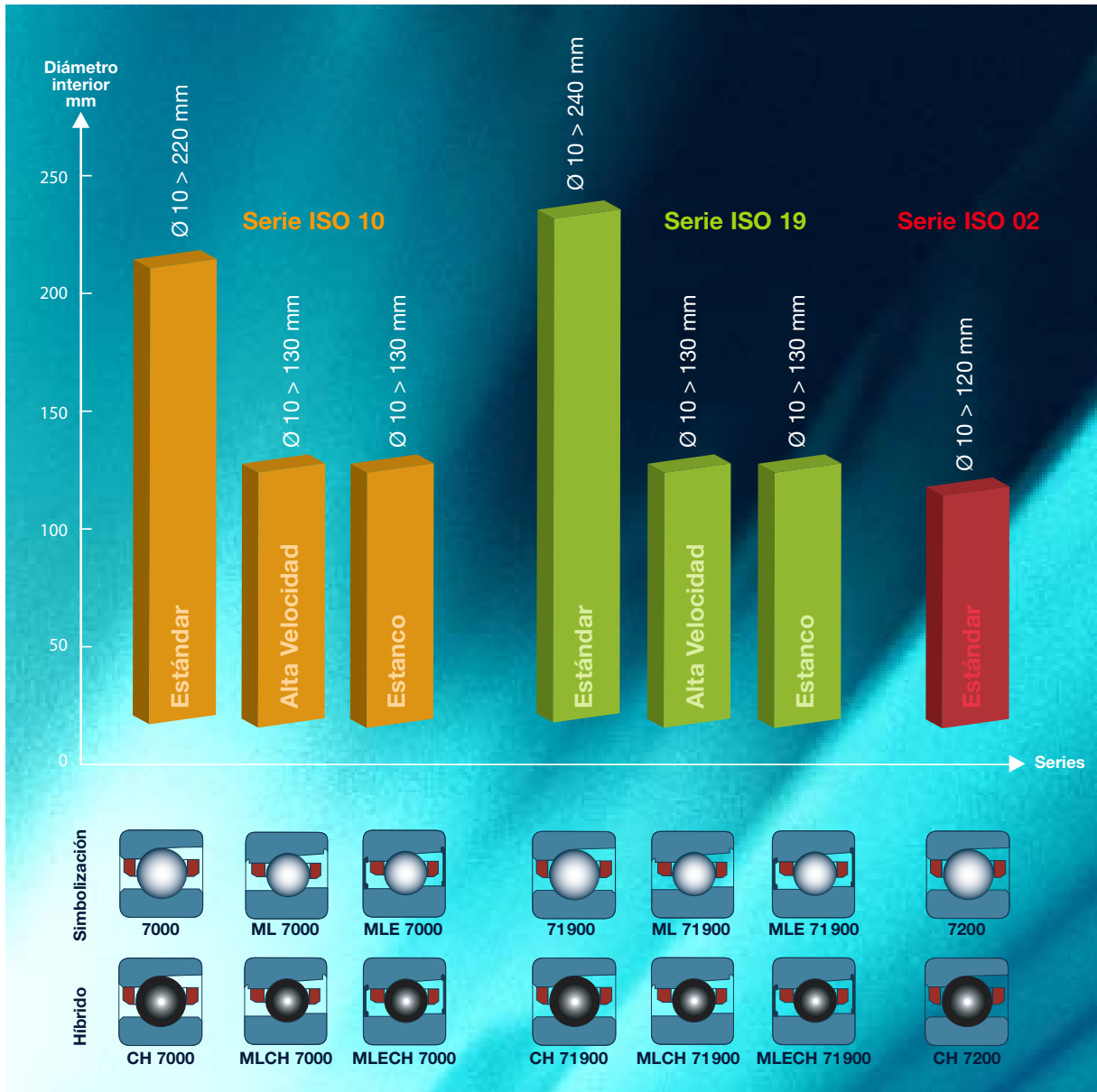
Filetado	Referencia		Peso	Dimensiones				Tornillo de fijación	Tuercas		
	D2	-		D1	L1	D3	M		Mbl	Far	Ma
-	-	-	kg	mm	mm	mm	mm	N.m	kN	N.m	N.m
M20 x 1	BPR 20/1	TBPR 20/1	0,12	38	20	28	M5	3-4	255	18	56
M20 x 1,5	BPR 20/1,5	TBPR 20/1,5	0,12	38	20	28	M5	3-4	225	18	56
M25 x 1,5	BPR 25	TBPR 25	0,17	45	20	33	M6	6-8	405	25	85
M30 x 1,5	BPR 30	TBPR 30	0,24	52	22	40	M6	6-8	491	32	96
M35 x 1,5	BPR 35	TBPR 35	0,28	58	22	47	M6	6-8	560	40	107
M40 x 1,5	BPR 40	TBPR 40	0,29	62	22	52	M8	12-14	585	55	127
M45 x 1,5	BPR 45	TBPR 45	0,37	68	24	59	M8	12-14	641	65	149
M50 x 1,5	BPR 50	TBPR 50	0,46	75	25	64	M8	12-14	706	85	180
M55 x 2	BPR 55	TBPR 55	0,92	88	32	68	M8	12-14	940	95	206
M60 x 2	BPR 60	TBPR 60	1,14	98	32	73	M8	12-14	1 070	100	255
M65 x 2	BPR 65	TBPR 65	1,29	105	32	78	M8	12-14	1 155	120	277
M70 x 2	BPR 70	TBPR 70	1,49	110	35	85	M8	12-14	1 230	130	304
M75 x 2	BPR 75	TBPR 75	2,25	125	38	90	M10	24-26	1 300	150	357
M80 x 2	BPR 80	TBPR 80	2,97	140	38	95	M10	24-26	1 420	160	396
M85 x 2	BPR 85	TBPR 85	3,44	150	38	100	M10	24-26	1 510	190	444
M90 x 2	BPR 90	TBPR 90	3,59	155	38	110	M10	24-26	1 596	200	501
M95 x 2	BPR 95	TBPR 95	3,73	160	38	115	M10	24-26	1 656	220	550
M100 x 2	BPR 100	TBPR 100	3,70	160	40	120	M10	24-26	1 780	250	603

Far: Carga axial de ruptura (correspondiente a la ruptura de la rosca). En funcionamiento, la carga axial a soportar para una tuerca debe ser inferior a 75 % de la carga axial de ruptura **Far** definida para dicha tuerca / **Ma:** Par de montaje de la tuerca / **Md:** Par de desapriete de la tuerca (montada con pares **Ma** y **Mbl** correspondientes) / **Mbl:** Par máximo de apriete de los insertos / **D1:** Diámetro exterior / **D3:** Diámetro cara de apoyo / **L1:** Anchura



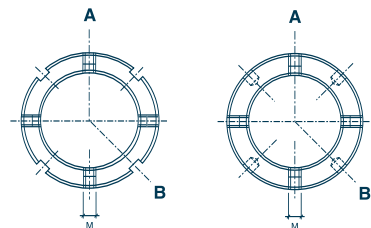
Síntesis de gamas: encontrar la solución SNR adaptada

Gama MachLine



Gama de tuercas de precisión

Serie	Número de insertos	Almenas	Agujeros ciegos	Aplicación	Diámetro interior
Estrecha	2	B	-	Utilización normal	8 a 100
		-	TB		20 a 100
Ancha	4	BR	TBR	Esfuerzos medios: exigencia máxima de planitud	25 a 100
		BP	TBP		Esfuerzos elevados
	4	BPR	TBPR	Esfuerzos muy elevados: Exigencia máxima de planitud	



Es posible realizar, bajo pedido, tuercas específicas (diámetro, número de insertos...etc.)



Tolerancias y clases de precisión

Tolerancia de los anillos

La precisión de rotación del husillo influye directamente sobre la precisión del mecanizado. SNR

realiza sus rodamientos en las clases de muy alta precisión P4S y de super precisión ISO 2.

Anillo interior											
Tolerancias en μm											
Diámetro interior (d) en mm	Excluido	6	10	18	30	50	80	120	150	180	
	Incluido	10	18	30	50	80	120	150	180	250	

Tolerancias	Símbolo (1)											
Tolerancia sobre diámetro medio	Δ dmp	ISO 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			-4	-4	-5	-6	-7	-8	-10	-10	-12	
		ISO 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	-4	-5	-7	-7	-8	
Ovalización	Serie 719 Vdp máxima	ISO 4	4	4	5	6	7	8	10	10	12	
		ISO 2	2,5	2,5	2,5	2,5	4	5	7	7	8	
	Series 70-72	ISO 4	3	3	4	5	5	6	8	8	9	
		ISO 2	2,5	2,5	2,5	2,5	4	5	7	7	8	
Conicidad	Vdmp máxima	ISO 4	2	2	2,5	3	3,5	4	5	5	6	
		ISO 2	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2,5	3,5	3,5	4	
Falso-círculo de rotación	K_{ia} máximo	ISO 4	2,5	2,5	3	4	4	5	6	6	8	
		ISO 2	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	5	5	
Batido de la cara respecto del diámetro interior	S_d máximo	ISO 4	3	3	4	4	5	5	6	6	7	
		ISO 2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	4	5	
Batido de la pista respecto de la cara	S_{ia} máximo	ISO 4	3	3	4	4	5	5	7	7	8	
		ISO 2	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	5	5	
Tolerancia de anchura rodamiento sólo	Δ Bs	ISO 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		ISO 2	-40	-80	-120	-120	-150	-200	-250	-250	-300	
Paralelismo de las caras	VBs máximo	ISO 4	2,5	2,5	2,5	3	4	4	5	5	6	
		ISO 2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	4	5	

(1) Los símbolos de tolerancia son conformes a la norma ISO 492

Equivalencia de las normas de precisión

Calidad	ISO	ABEC	DIN
Alta precisión	4	7	P4
Muy alta precisión P4S (Estándar SNR)	2: dinámica 4: dimensional	9: dinámica 7: dimensional	P2: dinámica P4: dimensional
Super precisión	2	9	P2

Anillo exterior
Tolerancias en μm

Diámetro exterior (D) en mm	Excluido	2,5	18	30	50	80	120	150	180	250	31
	Incluido	18	30	50	80	120	150	180	250	315	400

Tolerancias	Símbolo (1)	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2
Tolerancia sobre diámetro medio	ΔD_{mp}	ISO 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		ISO 2	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-13	-15	
Ovalización	Serie 719 VDp máxima	ISO 4	4	5	6	7	8	9	10	11	13	15	
		ISO 2	2,5	4	4	4	5	5	7	8	8	10	
	Series 70-72	ISO 4	3	4	5	5	6	7	8	8	10	11	
		ISO 2	2,5	4	4	4	5	5	7	8	8	10	
Conicidad	VDmp máxima	ISO 4	2	2,5	3	3,5	4	5	5	6	7	8	
		ISO 2	1,5	2	2	2	2,5	2,5	3,5	4	4	5	
Falso-círculo de rotación	K_{ea} máximo	ISO 4	3	4	5	5	6	7	8	10	11	13	
		ISO 2	1,5	2,5	2,5	4	5	5	5	7	7	8	
Batido de la cara respecto del diámetro exterior	S_D máximo	ISO 4	4	4	4	4	5	5	5	7	8	10	
		ISO 2	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4	5	7	
Batido de la pista respecto de la cara	S_{ea} máximo	ISO 4	5	5	5	5	6	7	8	10	10	13	
		ISO 2	1,5	2,5	2,5	4	5	5	5	7	7	8	
Tolerancia de anchura rodamiento sólo	ΔC_s	ISO 4	Valores idénticos a los del anillo interior del rodamiento sólo										
Paralelismo de las caras	VCs máximo	ISO 4	2,5	2,5	2,5	3	4	5	5	7	7	8	
		ISO 2	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4	5	7	

(1) Los símbolos de tolerancia son conformes a la norma ISO 492



Tolerancias y clases de precisión

Tolerancias de los asientos

Para no modificar la precarga ni perjudicar la precisión de rotación, las cotas de los asientos deben estar muy cerca de las cotas de los rodamientos. Por regla general, aconsejamos los ajustes definidos a continuación. Durante el montaje, aconsejamos emparejar los rodamientos y sus asientos para evitar el ensamblado de piezas en los extremos de su tolerancia, pudiendo causar un juego o apriete demasiado importante.

Tolerancias en micras

Diámetro nominal (mm)	Eje			Alojamiento					
	ISO4		ISO2	ISO4				ISO2	
				Apoyo fijo		Apoyo deslizante		Apoyo fijo	Apoyo deslizante
	h4 (1)	js4(2)	-	JS5(1)	K5(2)	H5(3)	Juego(4)	JS4	-
10 a 18	0 -5	+3 -3	0 -4	- -	- -	- -	- -	- -	- -
> 18 a 30	0 -6	+3 -3	0 -4	+4 -4	+1 -8	+9 0	2 a 10	+3 -3	+8 +2
> 30 a 50	0 -7	+4 -4	0 -5	+5 -5	+2 -9	+11 0	3 a 11	+4 -4	+10 +2
> 50 a 80	0 -8	+4 -4	0 -5	+6 -6	+3 -10	+13 0	3 a 12	+4 -4	+11 +3
> 80 a 120	0 -10	+5 -5	0 -6	+7 -7	+2 -13	+15 0	5 a 15	+5 -5	+13 +3
> 120 a 180	0 -12	+6 -6	0 -8	+9 -9	+3 -15	+18 0	5 a 17	+6 -6	+16 +4
> 180 a 250	0 -14	+7 -7	0 -10	+10 -10	+2 -18	+20 0	7 a 22	+7 -7	+18 +4
> 250 a 315	- -	- -	- -	+11 -11	+3 -20	+23 0	7 a 27	+8 -8	+21 +5
> 315 a 400	- -	- -	- -	+12 -12	+3 -22	+25 0	7 a 30	+9 -9	+23 +5

(1) Carga ligera C/P > 16, carga media 10 ≤ C/P ≤ 16

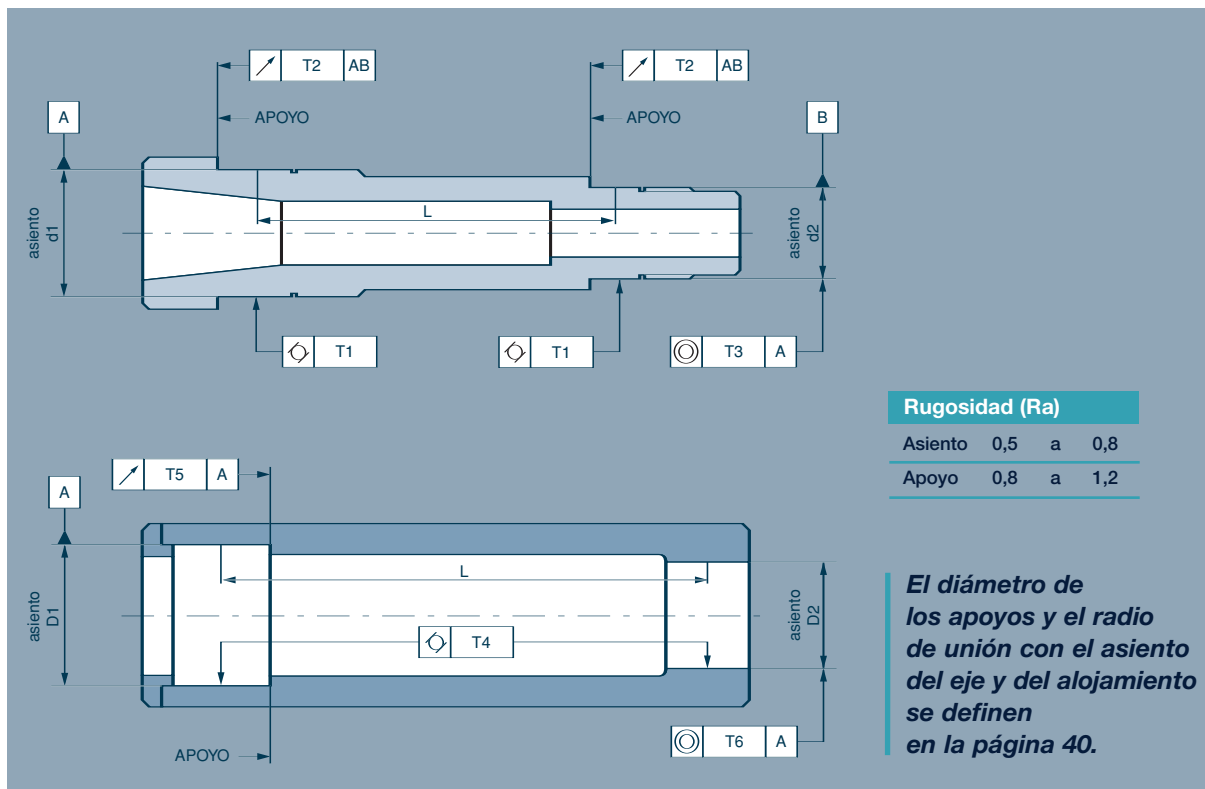
(2) Carga fuerte C/P < 10 o aplicaciones de altas velocidades (gama ML)

(3) Proponemos una tolerancia, pero lo adecuado es emparejar el alojamiento y los rodamientos en el juego definido por la columna (4)

Tolerancias de forma y posición de los apoyos y asientos

Las prestaciones del husillo (precisión de rotación, nivel térmico) dependen en gran medida de la calidad de realización de los apoyos y asientos. Para

alcanzar los objetivos fijados, estas características deben ser realizadas imperativamente en las tolerancias definidas por SNR.



Tolerancias máximas en micras

Diámetro nominal del asiento	Eje						Alojamiento					
	T1		T2		T3		T4		T5		T6	
	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2	ISO 4	ISO 2
10 a 18	1,5	1	2	1,2	0,013L ⁽¹⁾	0,008L ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-
> 18 a 30	2	1	2,5	1,5	0,013L ⁽¹⁾	0,008L ⁽¹⁾	2	1,5	2,5	1,5	0,015L ⁽¹⁾	0,010L ⁽¹⁾
> 30 a 50	2	1,5	2,5	1,5	0,013L ⁽¹⁾	0,008L ⁽¹⁾	2,5	1,5	2,5	1,5	0,015L ⁽¹⁾	0,010L ⁽¹⁾
> 50 a 80	2,5	1,5	3	2	0,013L ⁽¹⁾	0,008L ⁽¹⁾	3	2	3	2	0,015L ⁽¹⁾	0,010L ⁽¹⁾
> 80 a 120	3	2	4	2,5	0,025L ⁽¹⁾	0,013L ⁽¹⁾	3,5	2,5	4	2,5	0,030L ⁽¹⁾	0,015L ⁽¹⁾
> 120 a 180	3,5	2	5	3,5	0,025L ⁽¹⁾	0,013L ⁽¹⁾	4,5	3	5	3,5	0,030L ⁽¹⁾	0,015L ⁽¹⁾
> 180 a 250	4	2,5	7	4,5	0,025L ⁽¹⁾	0,013L ⁽¹⁾	5	3,5	7	4,5	0,030L ⁽¹⁾	0,015L ⁽¹⁾
> 250 a 315	-	-	-	-	-	-	6	4	8	6	0,030L ⁽¹⁾	0,015L ⁽¹⁾
> 315 a 400	-	-	-	-	-	-	6	4,5	9	7	0,030L ⁽¹⁾	0,015L ⁽¹⁾

(1) L = separación de los apoyos en mm



Tolerancias y clases de precisión

Tolerancias de los componentes - separadores y tuercas de apriete

La precisión de rotación del husillo depende también de la precisión de realización de los separadores y tuercas.

Separadores

Los separadores deben ser suficientemente rígidos para evitar toda flexión en el apriete. Su longitud no debe exceder 200 mm. Su tolerancia de paralelismo y la diferencia de longitud se definen a continuación.

Tuercas de apriete

Sea la tuerca roscada o enmangada, su cara de apriete debe ser perpendicular al asiento del rodamiento. La tolerancia de batido axial de la cara se define a continuación.

Tolerancias máximas en micras

Diámetro interior nominal del separador o diámetro nominal del asiento del rodamiento	Separador				Tuerca	
	T2		Diferencia de longitud entre L1 y L2		T2	
	ISO4	ISO2	ISO4	ISO2	ISO4	ISO2
10 a 18	2	1	2	1	5	3
> 18 a 30	2	1	2	1	6	4
> 30 a 50	2	1	2	1	7	4
> 50 a 80	2	1	3	2	8	5
> 80 a 120	3	2	3	2	10	6
> 120 a 180	3	2	4	3	12	8
> 180 a 250	4	3	5	4	14	10



Mantenimiento y servicios

Con una gran influencia simultáneamente sobre la productividad, la seguridad en el trabajo y el medio ambiente, el mantenimiento es un factor clave, sobre todo cuando afecta a piezas muy solicitadas como los rodamientos.

Acto de prevención, reposa ante todo en la experiencia y profesionalidad de los hombres. Nuestros equipos le desvelan la importancia de este tema en el siguiente capítulo...

- Almacenaje 62
- Montaje 63-66
- Análisis vibratorio 67
- Peritaje, formación 68



Almacenaje: reglas a respetar

Para conservar sus cualidades de origen durante el almacenaje, cada rodamiento SNR sigue un proceso de embalaje específico. Las precauciones tomadas durante el montaje condicionan también los resultados posteriores del husillo.

Proceso de embalaje SNR y protección del rodamiento

- El montaje se realiza en entorno climatizado y libre de polvo.
- Se aplica en ambiente controlado una grasa de protección antioxidante y de alto poder protector. Dicha protección es compatible con todos los lubricantes corrientes.
- Una bolsa de protección termo-sellada y una caja de cartón completan la protección.

Condiciones normales de almacenaje

- Limpieza general.
- Ausencia de polvo y de ambiente corrosivo.
- Temperatura recomendada: 18° a 20°C.
- Grado higrométrico máximo: 65%. Para situaciones climáticas excepcionales, será necesario un embalaje específico (ejemplo: embalaje específico para países tropicales).
- Evitar las estanterías de madera.
- Alejarse al menos 30 cm del suelo, muros y canalizaciones de calefacción.
- Evitar la exposición al sol.
- Almacenar las cajas en horizontal, evitando apilar cargas demasiado fuertes.
- Disponer las cajas de manera que se lea la referencia del rodamiento sin necesidad de manipularlo.



Duración del almacenaje

El embalaje estándar unitario de los rodamientos SNR asegura, en condiciones normales de almacenaje bajo abrigo, una duración de conservación larga.

Para ello, el embalaje no debe ser abierto, modificado o deteriorado.

Montaje: reglas a respetar

Precauciones generales de montaje

El montaje de los husillos debe efectuarse en un local limpio, bien iluminado y aislado de los lugares de fabricación para evitar todo riesgo de polución. Los rodamientos no deben sacarse de su caja hasta el momento de su colocación y no deben ser lavados en ningún caso.

Verificaciones antes del montaje

Las dimensiones y tolerancias de las piezas que constituyen el husillo deben ser verificadas con anterioridad al montaje (páginas 58 a 60). Todas las piezas deben ser lavadas y secadas cuidadosamente antes del montaje.



El rodamiento debe ser almacenado en su embalaje de origen, que no debe ser abierto hasta el momento de su utilización.

Colocación de los rodamientos

Los soportes de los rodamientos deben ser tratados con un producto anticorrosión. SNR recomienda la utilización de una pasta de montaje.

Los productos utilizados para la protección del rodamiento son compatibles con todos los lubricantes preconizados por SNR.

Elección de las cotas de diámetro exterior e interior

Para obtener una precarga y distribución de la carga exterior lo más uniforme posible entre todos los rodamientos de una asociación, se recomienda realizar entre dichos rodamientos y su asiento (eje y alojamiento) interferencias o juegos casi idénticos.

Las cotas de diámetro exterior e interior están inscritas sobre el embalaje: la elección de las cotas puede por tanto hacerse sin sacar el rodamiento de su caja.

machline



Montaje: reglas a respetar

Lubricación

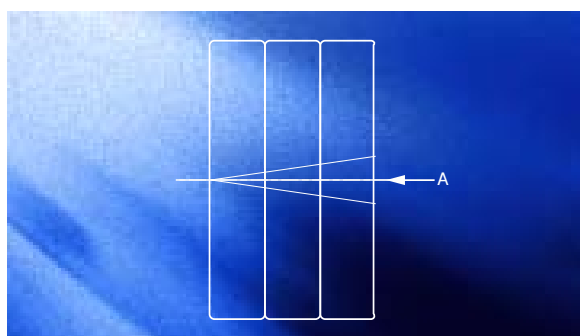
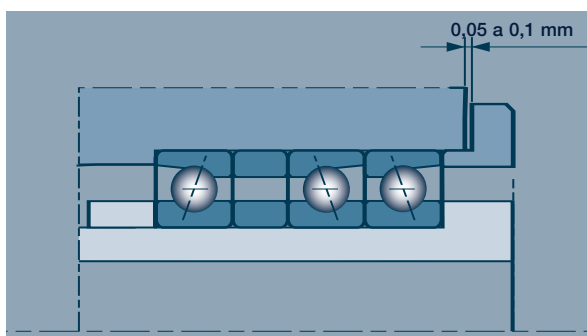
- La grasa debe introducirse con una jeringa graduada.
- SNR puede suministrar rodamientos con su grasa de funcionamiento (sufijo D o rodamientos estancos MLE).
- En caso de lubricación por aceite, introducir en los rodamientos un poco de aceite de la misma especificación que el previsto en el circuito. Esta precaución evitará un eventual arranque en seco que podría dañar gravemente los rodamientos.

Determinar el modo de lubricación adecuado: ver página 25.

En caso de lubricación por grasa, respetar los volúmenes preconizados en la página 26.

Posicionamiento de los rodamientos

- **Rodamientos universales y pares de universales:** Prestar atención al posicionamiento de los rodamientos en función de los ángulos de contacto, para obtener el tipo de montaje deseado. Para los MachLine ML y MLE, ayudarse de las «V» individuales trazadas sobre los anillos exteriores.
- **Asociación de rodamientos emparejados:**
 - Una asociación es indisociable y no debe ser mezclada.
 - Reconstituir la «V» trazada sobre el diámetro exterior de los rodamientos para posicionar correctamente los rodamientos de la asociación.
 - Orientar la punta de la «V» en el sentido del empuje axial predominante A.



| Montaje

- **La colocación por dilatación es preferible a cualquier otro método.** En caso de que sea imposible, se debe ejercer la presión sobre toda la periferia del anillo a colocar. Es importante no ejercer presión sobre el otro anillo porque las bolas no deben jamás transmitir el esfuerzo de enmangue.
- **La colocación por golpes debe ser absolutamente evitada.**



| Oponer los defectos

- Falso círculo del eje y/o alojamiento respecto al falso círculo de rotación de los rodamientos.
- Separadores.
- Alinear los puntos de falso círculo de los anillos interiores.

| Apriete

- Los tornillos de fijación de las bridas se bloquean progresivamente y en cruz para evitar una colocación de través del anillo exterior en el alojamiento.
- Para verificar que el eje no se deforme durante el apriete de la tuerca, hay que medir el falso círculo y el batido de rotación de la nariz del husillo antes y después del bloqueo: los valores deben ser idénticos.

| Equilibrado

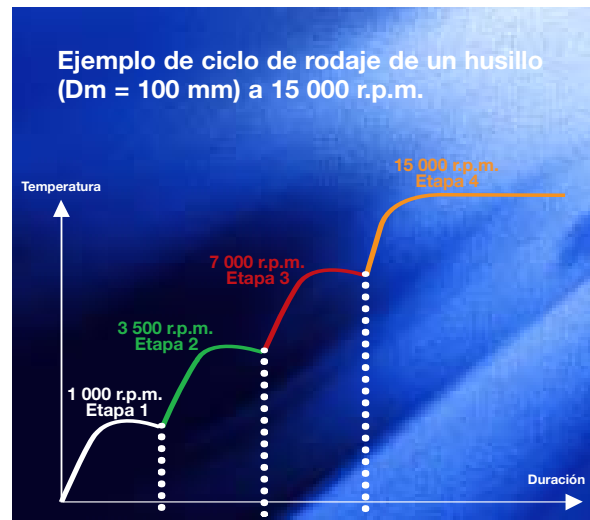
Tras el montaje de los rodamientos en el eje, es necesario realizar un equilibrado del eje para eliminar toda excentricidad, que perjudicaría el buen funcionamiento del husillo a gran velocidad de rotación.

Montaje: reglas a respetar

Rodaje

La precisión de rotación y la duración de vida, son considerablemente influidas por la forma en que se lleve a cabo el rodaje. Debe efectuarse por etapas y depende del tipo de husillo y de la evolución de la temperatura. La velocidad de rotación de la primera etapa debe corresponder a un N.Dm del orden de 10^5 para permitir, con certeza, la creación de la película de lubricación.

El tiempo de rodaje de cada etapa depende de la duración de estabilización de la temperatura registrada. En cuanto la temperatura se estabilice, pasar a la etapa siguiente.



Fallos característicos

Los fallos por exfoliación debidos a la fatiga del material son rarísimos en los rodamientos para husillos MachLine.

El fallo del husillo se caracteriza principalmente por la observación de la deriva de cierto número de factores, medidos en las piezas fabricadas, que provocarán el mantenimiento del husillo.

Estos factores son:

- La dificultad para mantener la cota.
- Aumento de los defectos geométricos tales como la circularidad o el falso círculo de rotación.
- Mala rugosidad.
- Estado de superficie de un aspecto peculiar (caras planas, superficie deformada por vibraciones...).
- Ruido de funcionamiento anormal.

Más generalmente, los fallos están ligados a un defecto de lubricación en el 70% de los casos y al sistema de estanquidad en un 10%, pero también a un golpe brutal entra la pieza y la herramienta que puede dañar de forma irremediable el husillo y los rodamientos.

Es raro que el rodamiento en sí mismo sea el culpable de un fallo prematuro.

Análisis vibratorio: un tratamiento global y objetivo

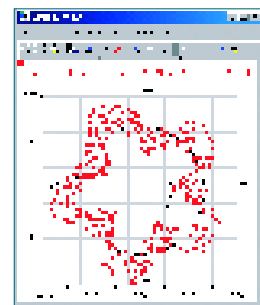
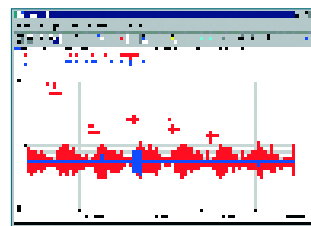
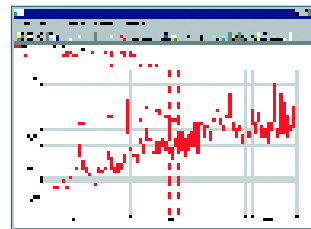
El mantenimiento debe tener en cuenta todo el entorno mecánico, porque las interacciones entre rodamiento y demás elementos generan valiosas señales. Este tratamiento global, fruto de la experiencia obtenida en múltiples aplicaciones, no se puede basar, bajo un punto de vista técnico, mas que en datos totalmente objetivos, que garantizan la neutralidad del diagnóstico. Es por ello que SNR acude a colaboradores especializados.

| SNR y 01dB Metravib

Esta colaboración nos permite ofrecer los servicios de un experto especialista en análisis vibratorio que, además de su consejo técnico, puede concebir y poner en funcionamiento un sistema de control fijo o portátil que resolverá el problema de realización de un mantenimiento condicional de las máquinas giratorias.

Nuestros servicios en términos de peritaje vibratorio permiten definir:

- métodos de vigilancia y medios de control,
- periodicidad del control,
- organización a adoptar,
- formalización de los resultados y realización de balances técnico-económicos.



Jamás excesivas, estas prestaciones se adaptan a cada caso particular. Pueden tomar la forma de intervenciones puntuales o de contratos a más largo plazo. Para más informaciones, consultar a su técnico SNR.

machline



Peritaje, formación: la transmisión de nuestro saber-hacer

| Peritaje: conocer las causas

Nuestros expertos están a su disposición en caso de montajes prototipos o de peritaje de rodamientos tras funcionamiento.

Para efectuar un análisis óptimo en caso de peritaje, es indispensable:

- desmontar los rodamientos con el mayor cuidado (dificultad de aislar los defectos eventuales debidos a las condiciones de trabajo de aquellos que pro-

vienen de un desmontaje sin precaución).

- transmitir los rodamientos en su estado (no lavados).
- señalar la posición de los rodamientos en el husillo.
- poner a disposición de nuestros servicios las condiciones de montaje y funcionamiento del husillo: velocidad, esfuerzos, lubricación... así como un plano de conjunto del husillo.

| Frecuencias características

Para facilitar el seguimiento de los husillos en funcionamiento, SNR puede suministrar bajo pedido las frecuencias características de los elementos de sus rodamientos de husillo. Estas informaciones están igualmente disponibles en el catálogo electrónico:

www.snr-bearings.com/catalogue

En cualquier caso, dada la débil deriva de las señales registradas, la interpretación de los resultados es delicada y debe ser realizada por un especialista.

| Formación: prestaciones a medida

SNR propone un programa completo de formaciones, realizado y efectuado por nuestros ingenieros y expertos en rodamientos de husillos para máquina-herramienta.

Destinado tanto a equipos comerciales que deseen aumentar su conocimiento del producto, como a equipos técnicos de diseño, fabricación y manteni-

miento, este programa de formación permite:

- Conocer mejor la gama MachLine,
- Recomendar y elegir las soluciones técnicas adaptadas a cada aplicación,
- Abordar el cálculo de un husillo,
- Conocer las fases clave del montaje y funcionamiento de un rodamiento de husillo.

| SNR está abierto 24 horas al día, 7 días a la semana.



Consultar nuestros catálogos en línea, verificar la disponibilidad de los productos en tiempo real, realizar pedidos en línea 24 horas al día, 7 días a la semana para reaprovisionamiento o solución de faltas, es fácil y gratuito... www.snr-bearings.com/catalogue sección «catálogo Industry ».



Beneficiarse de estos servicios conectándose directamente a www.snr-bearings.com, rellene el formulario en línea o contacte directamente a su interlocutor SNR habitual.

SNR: la exigencia aeronáutica al servicio de la máquina-herramienta

Socio de proyectos aeronáuticos tan ambiciosos como el Airbus A380 o el Ariane 5, SNR ha transmitido este saber-hacer al mundo de la máquina herramienta, creando la gama MachLine: rodamientos de alta precisión, adaptados a las exigencias extremas de velocidad, estanquidad y fiabilidad.

contacto
contatto
お問い合わせ
contacto
contacto
contact
contact
الاتصال ب
contacto
contato
www.snr-contact.com
Kontakt
Kontakt
A U T O M O T I V E / A E R O S P A C E / I N D U S T R Y