

## SECCIÓN 5 - ALMACENAJE, MANEJO Y LIMPIEZA

### PRECAUCIONES DE ALMACENAJE DEL RODAMIENTO

Antes del envío, los rodamientos son cubiertos con una película de aceite anticorrosivo que lo protegen de la corrosión y luego son envueltos en un papel protector. El rodamiento esta garantizado de estar libre de corrosión u oxidación siempre y cuando el papel protector no sea dañado. Algunos consejos para el almacenaje de rodamientos y precauciones se pueden tener en mente:

- Los rodamientos deben ser almacenados en un cuarto a temperatura de 20°C/70°F y niveles de humedad relativa de menos de 65%.
- Los rodamientos deben ser colocados en estantes por lo menos 30cm/12" arriba del suelo.
- Las cajas de los rodamientos no deben ser almacenadas verticalmente sino de forma horizontal en el estante.
- Los rodamientos no deben ser almacenados donde las vibraciones y el movimiento de otras maquinas sean un problema
- Los rodamientos no deben ser almacenados cerca de una ventana donde el sol y la humedad puedan ser un problema

Mostrados a la izquierda están algunos ejemplos sobre almacenaje, que hacer y que no se debe hacer:

Bajo algunas condiciones ideales de almacenaje, y asumiendo que el empaçado permanece intacto, los rodamientos pueden ser satisfactoriamente almacenados por muchos años.

### PRECAUCIONES EN EL MANEJO DEL RODAMIENTO

Los rodamientos que son manejados apropiadamente son capaces de soportar un mejor rendimiento bajo ciertas variedades de condiciones operativas. Sin embargo, como otros componentes de maquinas de precisión, ellos pueden ser dañados por un mal manejo. Las siguientes son precauciones generales para un manejo apropiado del rodamiento:

- Mantener el rodamiento y el área de ensamblaje limpio, aún pocas cantidades de partículas de suciedad pueden causar la contaminación en el rodamiento y dar como resultado un daño al rodamiento y una reducción de la vida del rodamiento.
- Evitar abusar de los rodamientos; ellos son muy precisos y tratados a temperaturas altas. Si un rodamiento esta sujeto a impactos o a un manejo rudo debido a una fuerza excesiva, pueden ser descascarillados o desdentados antes de ser montados, dando origen a daño prematuro.



Estos rodamientos han sido almacenados verticalmente lo cual es incorrecto.

Los rodamientos almacenados a su lado, tienen el peso distribuido en todos los elementos rodantes y no unos cuantos.



Almacenar rodamientos en paletas, resulta ser una mejor opción que directamente en el piso sin ninguna protección, frente a humedad y vibraciones de las maquinas



## SECCIÓN 5 - ALMACENAJE, MANEJO Y LIMPIEZA

- No exponer el rodamiento a altas temperaturas debido a que un rodamiento templado estándar expuestos a temperaturas de 120°C (250°F), daría como resultado la reducción de su dureza y su vida.
- La herramienta adecuada necesita ser usada para manejar el rodamiento. Usando cualquier herramienta inadecuada puede resultar en daño del rodamiento.
- El rodamiento y área de ensamblaje debe estar bien protegido de la humedad para evitar la posibilidad de corrosión.
- El rodamiento solo puede ser manejado por un experimentado operador bien entrenado.

La foto en la parte superior muestra un desdentado en la pista del rodamiento, mientras que la imagen inferior muestra un subsecuente descascarillado como daño por el indebido manejo del rodamiento.

Ser cuidadoso y seguir las precauciones de manejo del rodamiento va a resultar en una prolongada y segura vida del rodamiento.

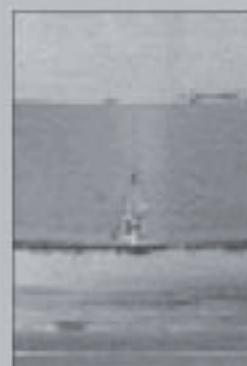
### MÉTODOS DE LIMPIEZA DE RODAMIENTOS

Así como un indebido almacenaje y manejo del rodamiento puede causar daños y una reducción en la vida del rodamiento, la limpieza indebida de los rodamientos, cuando es necesitada, puede resultar en la falla prematura del rodamiento.

Los siguientes métodos y precauciones deben usarse:

Los rodamientos no deben ser sacados de su envoltura, hasta que estén listos para instalación o limpieza

- Normalmente, el rodamiento puede ser instalado sin remover la película de aceite anticorrosivo aplicada antes de su envío, ya que es compatible con los lubricantes normalmente utilizados.
- Para rodamientos que se usan con aceite lubricante para altas velocidades o cuando la grasa y anticorrosivos puede resultar en una pérdida de la eficiencia de la lubricación, el aceite anticorrosivo debe limpiarse.
- Los rodamientos también deben lavarse y secarse antes de la instalación, si el empaque ha sido dañado o hay una posibilidad que el rodamiento ha sido contaminado.

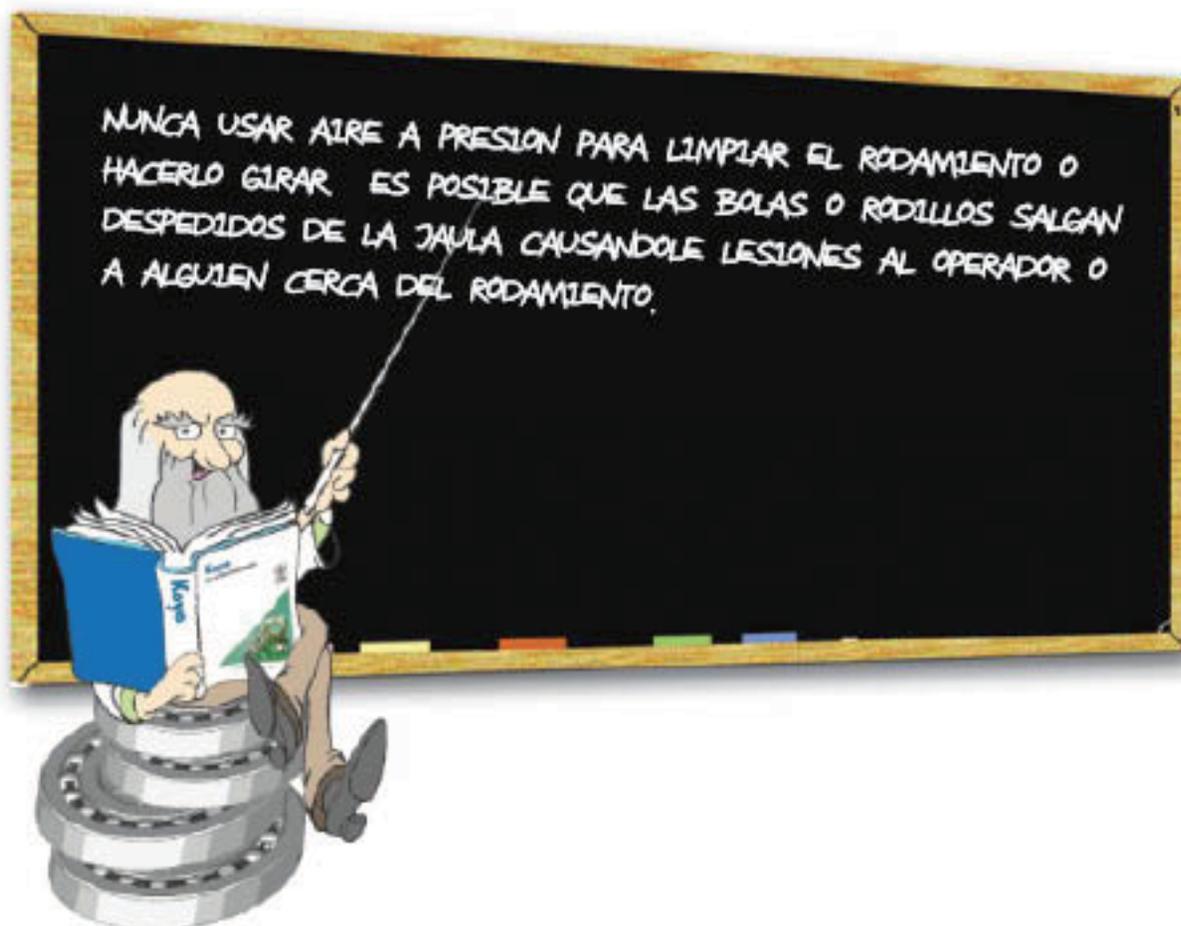


## SECCIÓN 5 - ALMACENAJE, MANEJO Y LIMPIEZA

### MÉTODOS DE LIMPIEZA DE RODAMIENTOS ....cont

- Los rodamientos deben ser limpiados, con un solvente hecho de aceite mineral libre de agua con un grado bajo de viscosidad.
- Nunca usar el mismo solvente de la limpieza inicial en la limpieza final del rodamiento
- Siempre limpiar los rodamientos con un trapo sin pelusa
- Si necesita re-ubicar el rodamiento mientras limpia, asegúrese cubrirlo con anticorrosivo y envolverlo en un empaque adecuado limpio y seco.
- Guantes de Látex, plásticos o libres de pelusas deben usarse todo el tiempo que se manipula el rodamiento. Si no se hace esto puede resultar en corrosión hacia el rodamiento debido al sudor de las manos (salitre).
- Si es necesario, la superficie exterior de un rodamiento sellado puede ser limpiado con un solvente libre de pelusas, pero nunca lavado.

Después de que un rodamiento ha sido limpiado y secado debidamente esta listo para el montaje e instalación en la aplicación. Precauciones en el montaje del rodamiento y preparaciones serán cubiertas en la sección 6.



## SECCIÓN 6 - MONTAJE Y DESMONTAJE

### PREPARACIONES Y PRECAUCIONES DEL MONTAJE DEL RODAMIENTO

Así como las precauciones y preparaciones se necesitan para conseguir que un rodamiento este listo para la instalación, hay un número de consideraciones para asegurarse que el eje y el alojamiento de la aplicación esten listo para la instalación del rodamiento. Algunas de las preparaciones sugeridas son:

- Un rodamiento debe ser instalado inmediatamente después de haber sido lavado y limpiado o sacado de su empaque original para minimizar la posibilidad de corrosión en alguna de las superficies.
- Todas las herramientas de montaje de rodamientos deben ser ensambladas y limpiadas antes de la instalación.
- El eje y el alojamiento deben ser limpiados y verificados por si existe algún desperfecto o error de maquinado. El cuidado debe ser tomado en consideración para remover completamente elementos no pulidos, arena de fundición y astillas dentro del alojamiento.
- Las dimensiones del eje y el alojamiento deben ser verificados para la precisión.
- El diámetro del eje y las dimensiones de diámetro del alojamiento deben ser verificados (verificar la redondez en por lo menos 4 puntos diferentes del eje).
- Los radios de biseles, las dimensiones del eje y el alojamiento deben ser revisados.
- Después que el eje y el alojamiento han pasado la inspección, es necesario que se cubra con una delgada capa de aceite para maquinas o grasa antes de montar el rodamiento.
- Los rodamientos están listos, para ser montarlos al eje y al alojamiento.

## SECCIÓN 6 - MONTAJE Y DESMONTAJE

### MÉTODOS DE MONTAJE PARA RODAMIENTOS CON AGUJERO CILÍNDRICO

El montaje e instalación del rodamiento depende del tipo y el ajuste. Los procedimientos son cubiertos con los debidos métodos y herramientas para completar la instalación de los anillos del rodamiento. Así algunas herramientas y procedimientos usados para montar rodamientos no-separables, son iguales para los rodamientos separables; los métodos mencionados aquí, son para rodamientos no-separables.

Hay 3 diferentes métodos para el montaje del rodamiento:

1. **Montaje Frío** – involucra el uso de prensas y manguitos de instalación, tuercas y pernos, y como último recurso manguitos de instalación para el anillo interno y martillo de goma. Este método es mayormente usado por los rodamientos de agujero cilíndricos pequeños que no necesitan un ajuste excesivamente apretado.
2. **Control de Temperatura** – Este método involucra calentar los anillos del rodamiento para expandirlos por medio del aceite, una placa caliente, horno, o un calentador de inducción. Normalmente usado en los rodamientos grandes de agujero cilíndricos que requieren de un ajuste por contracción, sin embargo, este método es utilizable para cualquier otro tamaño de rodamiento.
3. **Presión Hidráulica** – El aceite a presión es inyectado entre el diámetro interno y el eje para disminuir la fricción y reducir la fuerza requerida del montaje. Este método es normalmente usado para la instalación de rodamientos de agujeros cónicos.

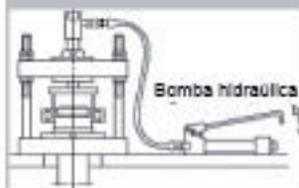
Cuando un rodamiento con ajuste de interferencia en el anillo interno, necesita ser montado en frío o removido del eje, es importante saber la cantidad de fuerza que se necesita para superar el ajuste. La cantidad de fuerza necesaria para presionar el rodamiento o removerlo, va a depender de factores tales como ajuste de interferencia, si es un eje sólido o hueco; los acabados de la superficie, y si el eje es cilíndrico o cónico. Las ecuaciones para calcular esta fuerza son dadas en la sección Manejo de los Rodamientos en el catálogo **Koyo** Rodamientos de bolas y rodillos.

En las imágenes mostradas a la derecha, el rodamiento debe ser montado lentamente con cuidado, usando herramientas que apliquen la fuerza necesaria al rodamiento para su montaje

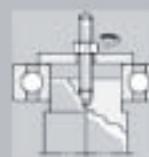
Cuando se monta el anillo interior, la fuerza o presión debe ser aplicada al anillo interno solamente. Similarmente, montando el anillo exterior, presionen el anillo exterior únicamente. Si la fuerza es aplicada a través del rodamiento como se muestra en la figura al final a la derecha, ocasionará un descascarillado que tendrá como resultado una reducción de la vida del rodamiento.

#### MÉTODOS DE MONTAJE

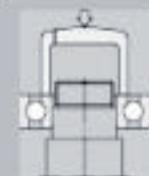
Ajuste por prensa (método más utilizado)



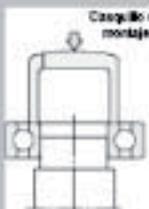
Uso de tuercas y pernos (el eje debe poseer un agujero para el tornillo)



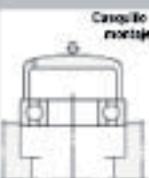
Uso de martillos (solo cuando no hay otra alternativa)



Ajuste por prensa aro interno



Ajuste por prensa aro externo



Ajuste por prensa aro interno



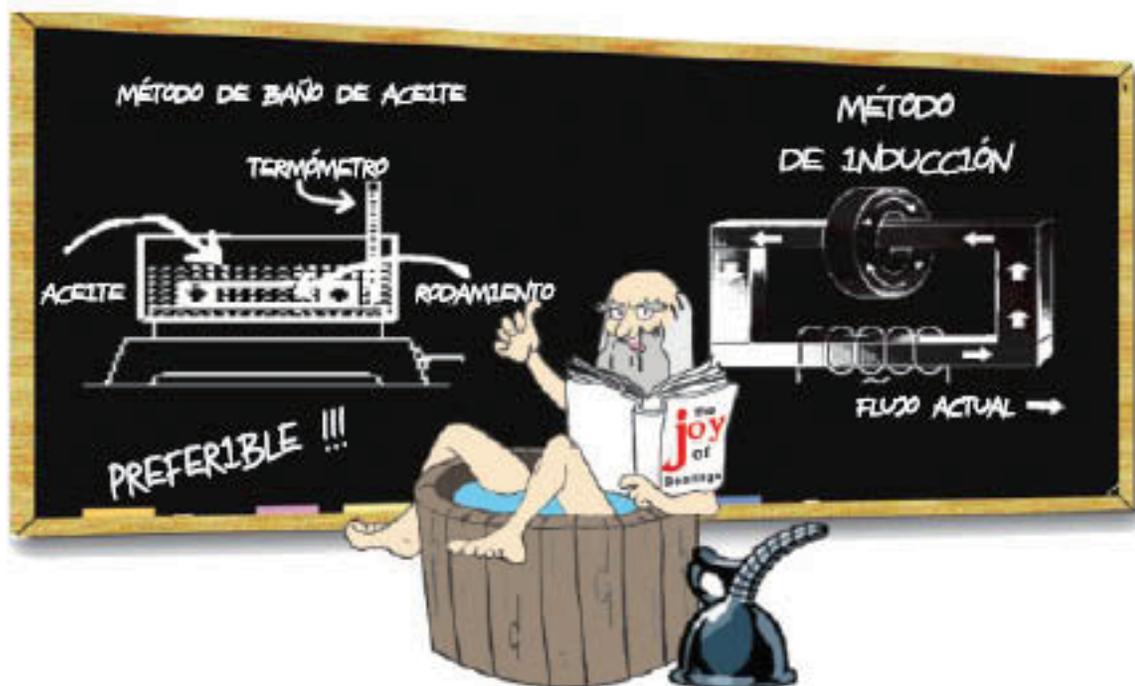
# SECCIÓN 6 - MONTAJE Y DESMONTAJE

## MÉTODOS DE MONTAJE DEL RODAMIENTO .....cont

### MÉTODOS DE MONTAJE CON TEMPERATURAS CONTROLADAS PARA RODAMIENTOS QUE SE CONTRAJEN CUANDO SE AJUSTAN.

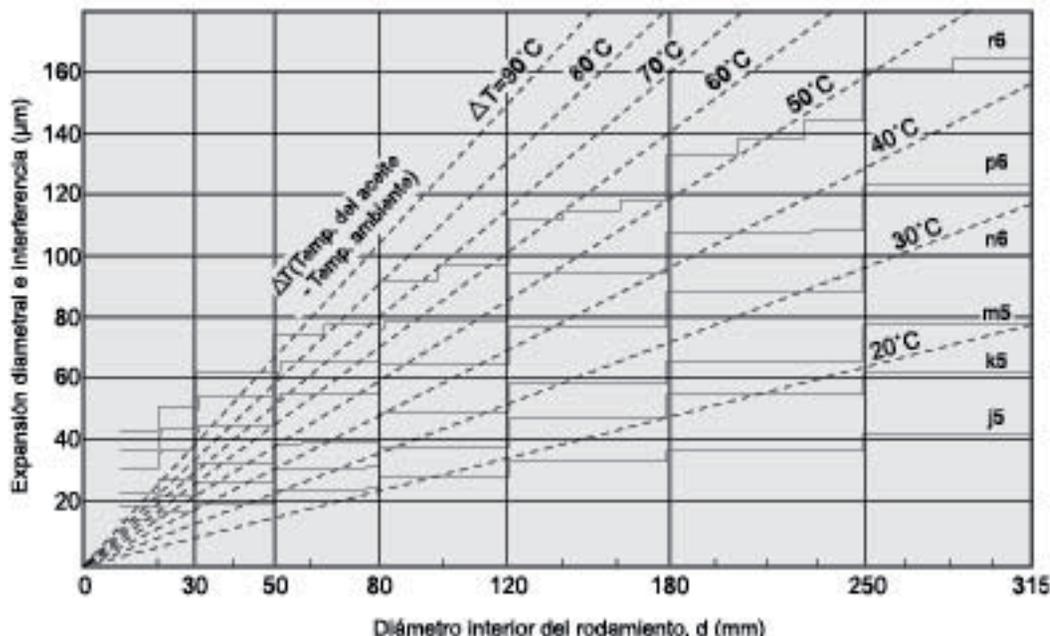
El método de temperatura controlada para obtener un ajuste de interferencia puede ser usado para cualquier tamaño de rodamiento con diámetros internos cilíndricos y diámetros internos cónicos. Este método puede ser calentando solo una parte, enfriando la otra parte, o simultáneamente calentar una parte y enfriar la otra.

AJUSTE DE CONTRACCIÓN	DESCRIPCIÓN
<p>Calentando en tina de aceite</p> 	<p>Este método, que expande los rodamientos al calentarlos con aceite, tiene la ventaja de no aplicar mucha fuerza al rodamiento y toma poco tiempo.</p> <p>La temperatura del aceite no debe ser mayor de 100° C (210° F). Los rodamientos calentados arriba de los 120° C (250° F) pierden su dureza.</p> <p>La temperatura de calentamiento puede ser determinada por el diámetro del rodamiento y la interferencia explicadas en la tabla de la siguiente página.</p>
<p>Calentador por inducción</p> 	<p>Mallas de alambres o un dispositivo que soporte , previenen que el rodamiento descansa directamente en el piso del calentador.</p> <p>Debido a que los rodamientos se encogen en la dirección radial y dirección axial cuando se enfrían, fije el aro interno del rodamiento contra el hombro de eje de forma apretada con ayuda de la tuerca del eje antes de que se encoja de manera que no exista espacio disponible entre el aro interno del rodamiento y el hombro del eje.</p> <p>Para rodamientos de rodillos cilíndricos usados en el cuello de molinos laminadores y en los ejes de trenes, donde los anillos son frecuentemente montados y desmontados, es aconsejable usar los calentadores de inducción especiales de Koyo (con desmagnetizadores automáticos).</p>



## SECCIÓN 6 - MONTAJE Y DESMONTAJE

Temperaturas de Calentamiento para Diferentes Ajustes del Anillo Interior

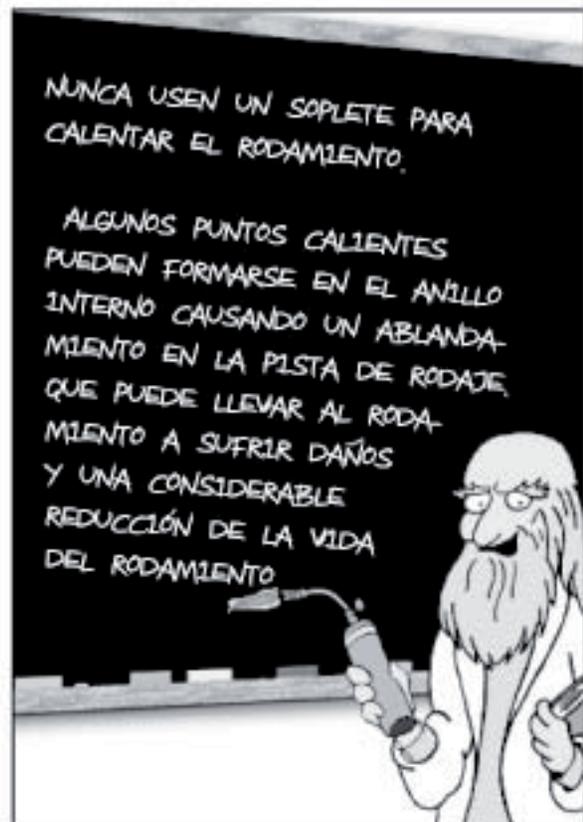


### MÉTODOS DE MONTAJE DEL RODAMIENTO... cont

#### TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO NECESARIA PARA EXPANDIR LOS AROS INTERNOS.

1. Las líneas sólidas y gruesas muestran el valor de la interferencia máxima entre los rodamientos (clase 0) y ejes (r6, p6, n6, m5, k5, js5) a temperatura normal.
2. Por consiguiente, la temperatura de calentamiento debe ser seleccionada para ganar una amplia expansión del diámetro interior aun más que los valores de la interferencia máxima.

Cuando se ajustan rodamientos clase 0 teniendo un diámetro interno de 90mm con eje m5, esta figura muestra que la temperatura de calentamiento debe ser 40° C (70° F) más que la temperatura ambiente, para producir la expansión aun mas amplia que el valor de la interferencia máxima de 48 µm (0-0019"). Sin embargo, tomando en consideración si se enfría durante el montaje, la temperatura debe ser establecida entre 20° C (35° F) a 30° C (55° F) más alta que la temperatura que se requería al principio.



# SECCIÓN 6 - MONTAJE Y DESMONTAJE

## PROCEDIMIENTO DE MONTAJE PARA RODAMIENTOS DE RODILLOS CONICOS

Aunque los métodos usados para instalar y calentar los anillos son esencialmente lo mismo para los rodamientos separables y no separables; hay precauciones y métodos que deben usarse para un apropiado ensamble y asentando de los rodillos, y obtener el mejor juego axial de montaje o una precarga adecuada para los rodamientos de rodillos cónicos. Los siguientes procedimientos, asumen el uso de dos rodamientos ajustables de una hilera o uno de dos hileras ajustables y no un espaciador ensamblado pre-establecido:

### 1. DETERMINACION DEL AJUSTE (JUEGO AXIAL O PRECARGA)

Cubierto en la sección 4 "El juego interno & precarga", es crítico determinar el juego o precarga del rodamiento para una aplicación requerida. Si los rodamientos de reemplazo están siendo instalados en una aplicación, normalmente la determinación del ajuste es establecida por el fabricante del equipos y cuando se reemplazan estos rodamientos, las guías de OEM (fabricante original del equipo) deben seguirse.

De lo contrario, hay que tener en cuenta la aplicación de diseño del montaje, carga, velocidad, temperaturas, tipo de lubricación, y cómo la instalación inicial del rodamiento va a ser afectado y el juego operativo o precarga resultante

### 2. PRECAUCIONES DE PRE-INSTALACION

Antes del montaje del cono en una aplicación lubricada con grasa, es importante asegurarse que la grasa este empacada apropiadamente en el ensamble. Se necesita aplicar grasa entre los rodillos y la jaula y no sólo afuera de estas partes. La grasa debe aplicarse penetrándola entre los rodillos desde el extremo grande hasta el extremo menor. Una cantidad pequeña de la grasa puede aplicarse afuera de los rodillos.

### 3. INSTALACION DEL CONO Y COPA

Usted debe referirse a la parte de "METODOS DE MONTAJE PARA RODAMIENTOS DE AGUJERO CILINDRICOS" de esta sección para las herramientas sugeridas y métodos. En general los conos y copas de rodamientos pequeños pueden ser apretados en el eje o en el alojamiento. Para rodamientos grandes y altas presiones, al ensamblar el cono, debe ser calentado y las copas enfriadas para la instalación. Con cualquier método usado, el cuidado debe ser primordial para asegurar que el cono y la copa estén bien colocados sobre los hombros. Es recomendable después que el conjunto ha sido apretado y tomado su temperatura original, medir el espacio resultante con una galga para asegurar que está correctamente posicionarlo contra los hombros. La galga gruesa no debe de entrar entre la cara del rodamiento y el hombro del eje. Si se hace, el rodamiento necesita ser apretado en el eje hasta que tenga contacto con el hombro. Si se sabe que el rodamiento esta tocando el hombro en algunos lugares pero no en otros, esto indica que hay un hombro descuadrado que necesita ser arreglado.

### 4. AJUSTE DEL RODAMIENTO Y CONFIGURACIONES

Existen varios métodos para ajustar apropiadamente los rodamientos de rodillos cónicos, pero los más comunes, son con ejes roscados y ajustando mediante tuercas o un alojamiento con un casquillo de copa y calzas. Si se utiliza, el procedimiento sugerido es apretar la tuerca rotando el rodamiento hasta que halla una leve resistencia rotacional. Esto indicará la colocación apropiada de los rodillos contra la pestaña del cono. Si el juego axial es requerido, la tuerca es regresada y el rodamiento es rotado para asegurar que el juego esta presente. Si el rodamiento necesita ser precargado, la tuerca es girada mientras que el rodamiento es rotado hasta que se llegue al torque necesitado. La tuerca ajustada debe ser asegurada hasta que las opciones de dimensión sean confirmadas.

## SECCIÓN 6 - MONTAJE Y DESMONTAJE

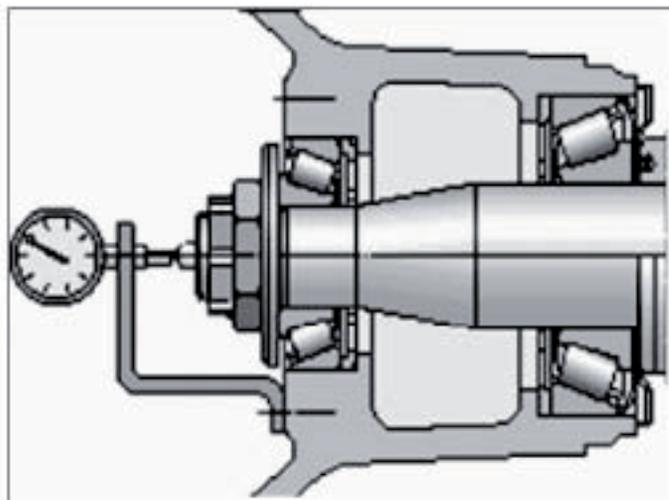
### PROCEDIMIENTOS DE MONTAJE PARA RODAMIENTOS DE RODILLOS CONICOS..... cont

Si una arandela para la copa o placa con calzas esta siendo usado para el ajuste, la placa o arandela de la copa deben ser apretadas sin las calzas, hasta que el rodamiento presente una resistencia ligera a la rotación. La ranura entre el casquillo de la placa y el alojamiento deben ser medidos con galgas o indicador de carátula. La ranura ya medida, mas el juego axial requerido, determinaran el total de calzas a utilizarse. Si la precarga es necesitada, el valor de la dimensión necesaria es extraído de la medida de la ranura.

#### 5. CONFIRMACION DE LOS AJUSTES EN RODAMIENTOS

Después de que los rodamientos de rodillos cónicos han sido instalados, es recomendado que una medición adicional sea realizada para confirmar que se ha logrado el ajuste adecuado. Para confirmar las precargas, es recomendado que una escala de resorte con cadena aunada sea envuelta alrededor del eje o engranaje y luego halada a un ritmo lento y constante. La fuerza leída en la escala debe multiplicarse por el radio del eje o engrane para determinar el torque del rodamiento. Por supuesto, si sellos de gomas están siendo usados, los valores del torque deben determinarse primeramente antes de el ensamblaje del rodamiento y deducidos del calculo logrado de la lectura de la escala de resortes. Este valor rodante del torque puede convertirse a una precarga equivalente dimensional o una fuerza de precarga.

Si los rodamientos tienen una configuración especifica de juego axial, es necesario revisar el movimiento axial del eje que indica la cantidad de juego axial en el rodamiento. Para lograr este procedimiento un indicador de caratula debe montarse al final del eje para medir el movimiento axial. El eje debe cargarse en una dirección y oscilar un número de veces en cada dirección mientras que la carga es aplicada para conseguir una medida precisa, luego el indicador debe colocarse en 0. Luego, la carga debe ser retirada y oscilar el eje nuevamente para la lectura del movimiento axial y una medida del juego del rodamiento.

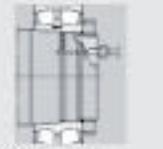
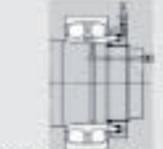
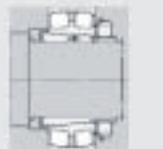
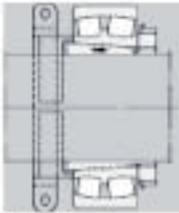
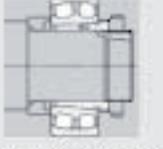
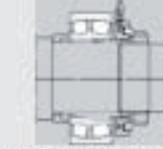


# SECCIÓN 6 - MONTAJE Y DESMONTAJE

## PROCEDIMIENTOS DE INSTALACION PARA RODAMIENTOS DE AGUJERO CONICOS

Los rodamientos de agujeros cónicos pueden montarse directamente en un eje cónico, un adaptador cónico, o un manguito de desmontaje cónico. Antes de montar un rodamiento de agujero cónico, es importante medir el eje cónico. Esto se hace normalmente con un calibrador de anillo. Para asegurar que un rodamiento de agujero cónico logre su vida de servicio; es necesario asegurar que los ejes cónicos tengan su tamaño apropiado y tengan la geometría requerida así como las especificaciones de tolerancia.

La mayoría de los procedimientos para montar agujeros cónicos es usar asistencia hidráulica para simplificar el ensamblaje. Para lograr un ensamblaje hidráulico, el eje tiene que ser diseñado con una ranura de aceite en el diámetro exterior y un agujero de entrada de aceite desde el final del eje. Una asistencia hidráulica también se puede obtener usando una tuerca hidráulica diseñada para permitir el uso de aceite a presión para mover el rodamiento a través de la conicidad. Este procedimiento de montaje y las herramientas están a continuación:

Metodos de montaje	Descripciones
<p><b>(a) Montaje en ejes cónicos</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>[1] Contratuerca      [2] Tuerca hidráulica</p>	<p>Cuando se monta un rodamiento directo al eje cónico, proporcione agujeros y ranuras de aceite al eje e inyecte aceite a alta presión en el espacio entre las superficies de contacto (inyección de aceite). Esta inyección de aceite puede reducir el torque de apriete de la contratuerca disminuyendo la fricción entre las superficies de contacto.</p> <p>Cuando la posición exacta es requerida en el montaje, de un rodamiento en el eje sin hombros, usar abrazaderas para ayudar a determinar la posición del rodamiento.</p>
<p><b>(b) Montaje usando un manguito adaptador</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>[1] Contratuerca      [2] Tuerca hidráulica</p>	<div style="text-align: center;">  <p>(Localización del rodamiento por uso de la abrazadera)</p> </div> <p>Cuando se montan los rodamientos en los ejes, las contratuercas generalmente son usadas. Llaves de gancho son usada para apretarlos. Los rodamientos también pueden montarse usando tuercas hidráulicas.</p>
<p><b>(c) Montaje usando un manguito de desmonte</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>[1] Contratuerca      [2] Tuerca hidráulica</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Cuando se monta rodamientos de rodillo esféricos con agujero cónico, la reducción en el juego interno radial que gradualmente ocurre durante una operación debe ser tomada en consideración así como el desplazamiento axial, detallado en la grafica de la página siguiente.</p>
<p><b>(d) Medición de los juegos</b></p> 	<p>La reducción del juego puede medirse con un calibrador. Primero, estabilizar el rodillo en la posición apropiada y después insertar el calibrador en el espacio entre los rodillos y el aro externo. Tener cuidado con que el juego entre ambas hileras de rodillos y el anillo exterior sean casi igual. Desde que el juego puede ser distinto en diferentes puntos medibles, tomar mediciones en varias posiciones.</p> <p>Cuando se monta rodamientos de bola auto-lineables, dejar suficiente juego para permitir la alineación del anillo externo.</p>

## SECCIÓN 6 - MONTAJE Y DESMONTAJE

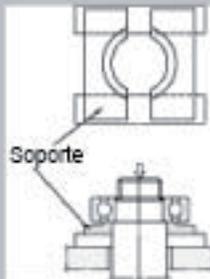
La reducción en el juego interno radial cuando se monta rodamientos de rodillos esféricos con agujeros cónicos y juego interno CN en un eje sólido, se encuentra listado en la tabla a continuación. Si se monta un rodamiento con juego C3, el valor máximo en el listado debe usarse como el valor estándar.

Diámetro interior nominal d(mm)		Reducción del juego radial interno $\mu\text{m}$				Desplazamiento axial				Juego residual requerido $\mu\text{m}$		
						1/12 conicidad		1/30 conicidad		Juego estándar CN	Juego estándar C3	Juego estándar C4
		over	up to	min		max		min	max			
		mm	inches	mm	inches							
24	30	15	0.0006	20	0.0008	0.27	0.35	-	-	10	20	35
30	40	20	0.0008	25	0.0010	0.32	0.4	-	-	15	25	40
40	50	25	0.0010	35	0.0014	0.4	0.5	-	-	20	30	45
50	65	30	0.0012	40	0.0016	0.45	0.6	-	-	25	35	55
65	80	35	0.0014	50	0.0020	0.55	0.75	-	-	35	40	70
80	100	40	0.0016	55	0.0022	0.65	0.85	-	-	40	50	85
100	120	55	0.0022	70	0.0028	0.95	1.05	2.15	2.65	45	65	100
120	140	65	0.0026	90	0.0035	1.0	1.2	2.5	3.0	55	80	110
140	160	75	0.0030	100	0.0039	1.1	1.35	2.75	3.4	55	90	130
160	180	80	0.0031	110	0.0043	1.2	1.5	3.0	3.8	60	100	150
180	200	90	0.0035	120	0.0047	1.4	1.7	3.5	4.3	70	110	170
200	225	100	0.0039	130	0.0051	1.55	1.85	3.85	4.6	80	120	190
225	250	110	0.0043	140	0.0055	1.7	2.05	4.25	5.1	90	130	210
250	280	120	0.0047	160	0.0063	1.8	2.3	4.5	5.75	100	140	230
280	315	130	0.0051	180	0.0071	2.0	2.5	5.0	6.25	110	150	250
315	355	150	0.0059	200	0.0079	2.3	2.8	5.75	7.0	120	170	270
355	400	170	0.0067	220	0.0087	2.5	3.1	6.25	7.75	130	190	300
400	450	190	0.0075	240	0.0094	2.8	3.4	7.0	8.5	140	210	330
450	500	210	0.0083	270	0.0106	3.1	3.8	7.75	9.5	160	230	360
500	560	240	0.0094	310	0.0122	3.5	4.3	8.75	10.8	170	260	370
560	630	260	0.0102	350	0.0138	3.9	4.8	9.75	12.0	200	300	410
630	710	300	0.0118	390	0.0154	4.3	5.3	10.8	13.3	210	320	460
710	800	340	0.0134	430	0.0169	4.8	6.0	12.0	15.0	230	370	530
800	900	370	0.0145	500	0.0197	5.3	6.7	13.3	16.8	270	410	570
900	1000	410	0.0161	550	0.0217	5.9	7.4	14.8	18.5	300	450	640

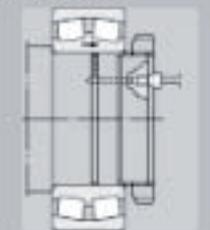
# SECCIÓN 6 - MONTAJE Y DESMONTAJE

## Métodos de remoción del aro interno

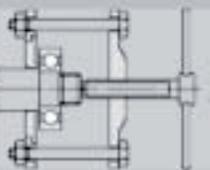
a) Remoción usando una prensa



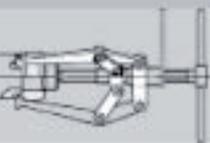
b) Remoción usando presión de aceite



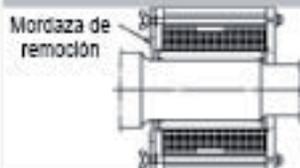
c) Remoción usando herramientas especiales



d) Remoción usando herramientas especiales



e) Remoción usando un calentador por inducción



## MÉTODOS PARA DESMONTAR RODAMIENTOS

Desde que los rodamientos con interferencia pueden ser fácilmente dañados durante la extracción del rodamiento, las precauciones para prevenir el daño durante la extracción deben tomarse. Por supuesto, si un rodamiento es para descartar, métodos como usar el soplete puede usarse para remover el rodamiento. Si el rodamiento es para ser usado nuevamente o para revisar por causas de daño, cuidados deben tomarse durante la extracción del rodamiento. Para una fácil extracción y evitar daños al rodamiento, las herramientas adecuadas y métodos deben ser utilizados. Las tablas en la página siguiente muestran las herramientas y métodos necesitados para extraer rodamientos.

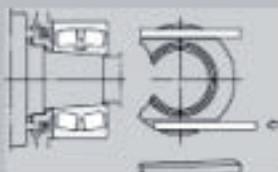
## PROCEDIMIENTOS PARA REMOVER RODAMIENTOS DE AGUJERO CILINDRICO

- Los rodamientos no desarmables deben tratarse con cuidado durante la extracción para minimizar fuerzas externas que afectan los elementos rodantes.
- La forma más fácil de remover rodamientos es usando una herramienta como se muestra en la Fig. (a). Es recomendado que el aparato sea preparado para que el anillo interior pueda recibir la fuerza de extracción.
- Rodamientos de tamaños grandes son usualmente removidos aplicando aceite por presión en la superficie, como se muestra en la Fig. (b).
- Fig. (c) y (d) muestra métodos de extracción en donde las herramientas especiales son utilizadas. En ambos casos, la mordazas de la herramienta deben sostener firmemente el anillo interno.
- Fig. (e) muestra un ejemplo de extracción usando un calentador por inducción: este método puede adaptarse en ambos, montaje y extracción de los anillos internos de los tipos NU y NJ rodamientos de rodillos cilíndricos.

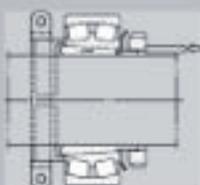
## SECCIÓN 6 - MONTAJE Y DESMONTAJE

### Métodos de remoción del aro interno

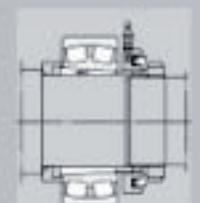
a) Remoción usando una cuña



b) Remoción usando abrazaderas



c) Remoción usando tuercas hidráulicas



d) Remoción usando contratuerzas



e) Remoción usando pernos



f) Remoción usando tuercas hidráulicas



### PROCEDIMIENTOS PARA REMOVER RODAMIENTOS DE AGUJERO CONICO

- Fig. (a) muestra la extracción de un anillo interior por medio de cuñas de conducción en muescas atrás del laberinto.
- Para rodamientos con manguito adaptador, los siguientes métodos son adecuados. Como se muestra en la Fig. (b), fijar el rodamiento con abrazaderas, aflojar las tuercas de fijación y después golpear el manguito adaptador. Este método es principalmente usado en rodamientos de un tamaño pequeño.
- Fig. (c) muestra el método utilizando tuercas hidráulicas.
- Los rodamientos de tamaño pequeño con manguito de desmontaje pueden ser removidos apretando las tuercas como se muestra en la Fig. (d). Para rodamientos de tamaño grande, se proporcionan agujeros de pernos en la tuercas como se muestra en la Fig. (e), y se aprietan los pernos. Los rodamientos pueden después ser removidos fácilmente igual que los rodamientos de tamaño pequeño.
- Fig. (f) muestra el método utilizando tuercas hidráulicas.

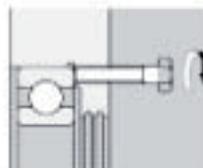
### MÉTODOS DE EXTRACCIÓN PARA ANILLOS EXTERNOS AJUSTADOS

Para remover los anillos externos con interferencia, es recomendado que las muescas u agujeros para los pernos estén en los hombros del alojamiento.

(a) Muecas para remoción



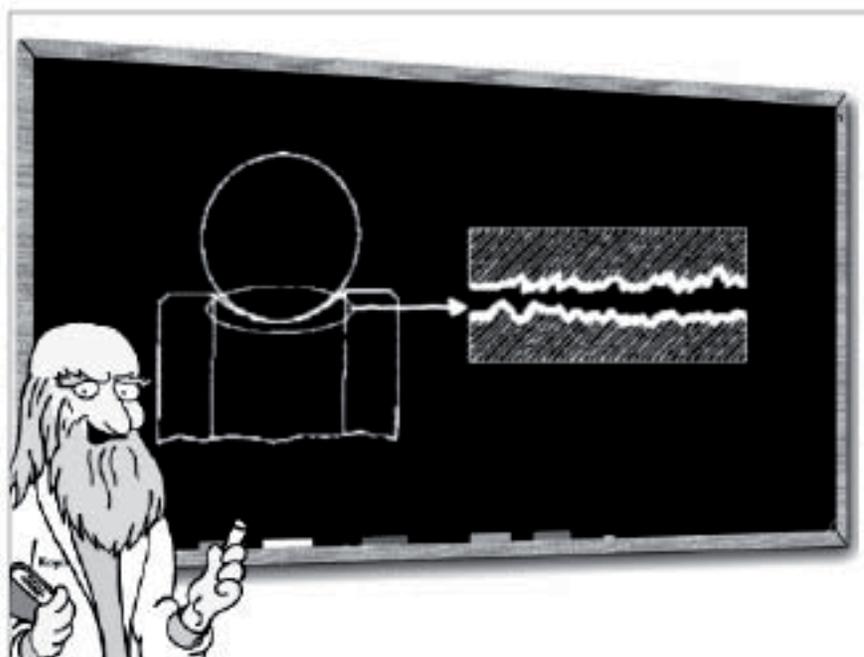
(b) Remoción con pernos y agujeros para pernos



## SECCIÓN 7 - LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

### LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

La lubricación adecuada para los elementos rodantes de los rodamientos es crítica para la operación, prevención de los daños prematuros y una reducción en la vida del rodamiento. El apropiado lubricante para rodamientos debe proporcionar una película separadora entre los elementos rodantes, pistas de rodaje, y jaulas para prevenir un contacto metal con metal. La película lubricadora debe ser lo suficientemente gruesa como para permitir la operación y así prevenir el contacto de los elementos rodantes con las pistas de rodaje (puntos altos de acabado en las superficies) como esta ilustrado en la grafica.



Si las asperezas de los elementos rodantes y pistas de un rodamiento anti-fricción hacen contacto entre ellos, una cantidad de adhesión molecular, micro-soldadura o rotura de estas asperezas como resultado del movimiento relativo entre ellos puede esperarse. El resultado es un indeseable cambio en la superficie de las superficies rodantes. La lubricación ideal requiere que una película de aceite este continuamente presente para prevenir el contacto de las asperezas de la superficie y el contacto metal con metal.

Adicional a prevenir contacto metal con metal, los lubricantes apropiados para rodamientos ayudan a realizar las siguientes funciones:

- Reduce la fricción, generación de calor, torque y consumo de potencia.
- Proporciona una transferencia media de calor.
- Previene la corrosión.
- Ayuda a proporcionar un sellado apropiado y previene la contaminación.

La lubricación de los rodamientos es en general muy categorizada puede ser grasa o aceite de lubricación. La decisión de usar grasa o aceite y que tipo de sistema de lubricación usar, depende del tipo de rodamiento y la aplicación. Consideraciones más específicas para usar grasa o aceite estarán en la siguiente página de esta sección.

# SECCIÓN 7 - LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

## REGIMENES DE LUBRICACIÓN

Cuando la carga aumenta de forma progresiva entre los elementos rodantes y las pistas de rodaje, hay distintas diferencias que afectan la condición del lubricante que son referidas como el régimen de lubricación:

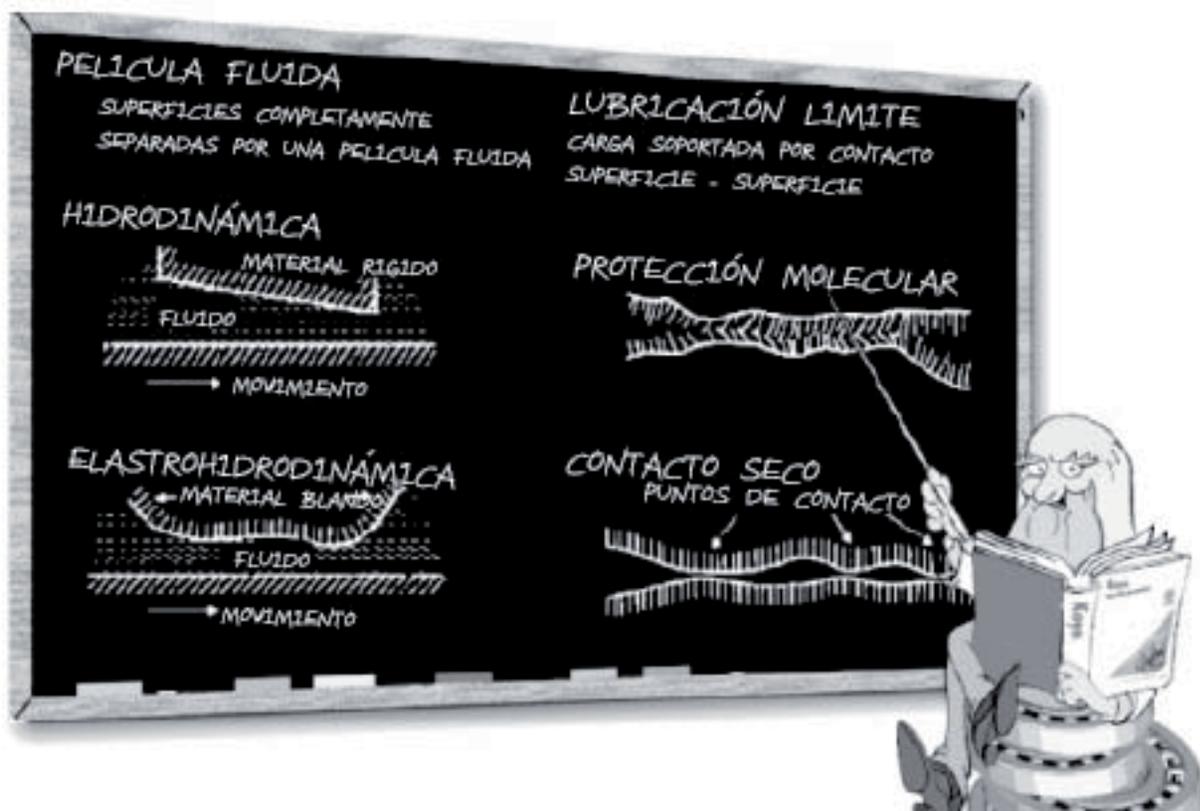
**Película fluida**– La carga esta totalmente soportada por el lubricante así mantiene el espacio entre los elementos rodantes y la pista previniendo de cualquier contacto metal con metal.

**Hidroestática** – Una forma de lubricación de película **fluida**, pero con una adición de un sistema de presión (bomba) para mantener el volumen suficiente del lubricante que depende de la velocidad y la carga.

**Hidrodinámica** – La habilidad de un lubricante a través de las fuerzas (individuales) hidrodinámicas solas, forman la película lubricadora en forma de cuña y arrastran el lubricante dentro la película permitiendo que las cargas externas sean soportadas por la película.

**Elasto-Hidrodinámica** – Los elementos rodantes y la pista están aun separados por la película lubricante, pero debido a la deformación elástica de las superficies de contacto, algunos contactos pueden ocurrir entre las superficies ásperas.

**Límite de Lubricación** – Esencialmente una descomposición de la acción hidrodinámica del lubricante, permitirá contactos metal con metal entre las superficies ásperas de los elementos rodantes y las pistas de rodaduras.



## SECCIÓN 7 - LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

### TERMINOLOGÍA EN LUBRICACIÓN

La siguiente es una lista de las definiciones más comunes de términos de lubricación usados cuando se describe lubricación para las aplicaciones de rodamientos:

**ADITIVO** – Cualquier material o compuesto adicionado a un lubricante que le da propiedades, características y rendimiento.

**AGENTE ANTI-ESPUMA** – Aditivo que elimina la tendencia a la formación de espuma de un lubricante mediante la ruptura de la superficie de las burbujas y evitando la tendencia a atrapar el aire y la formación de burbujas.

**ANTI-OXIDANTE** – Aditivo que reduce el ritmo de la oxidación de aceite. La oxidación de aceite puede resultar en un incremento en la viscosidad del lubricante y corrosión de las superficies de acero del rodamiento.

**AGENTE ANTI-DESGASTE** – Aditivo usado cuando el rodamiento puede estar operando en condiciones al límite para prevenir el contacto de metal con metal y desgaste.

**ACEITE BASE** – Componentes de aceite de la grasa que proporciona lubricación en condiciones operativas.

Grasas pueden contener ambos tipos, un aceite mineral o un aceite sintético.

**CONSISTENCIA** – Normalmente usado para describir niveles de firmeza de la grasa. La consistencia de la grasa depende del tipo, cantidad de espesante usado y la viscosidad del aceite base. Consistencia es medida en términos de NLGI (Instituto Nacional de Lubricación con Grasa), que puede tomar como rango desde 000 hasta 6. El índice NLGI es una medición de la profundidad de penetración de un cono en un periodo de tiempo en una muestra de grasa a 25° C +/- 1 ° C (77° F). Mientras más alto el número de rango NLGI mas dura es la grasa. Los rodamientos normalmente utilizan un rango de consistencia NLGI de 2 a 3.

**CONTAMINACIÓN** – Cualquier sustancia extraña o no deseada en el lubricante que puede tener un efecto negativo en la operación y vida del rodamiento.

**INHIBIDOR DE CORROSIÓN** – Aditivo lubricante que protege la superficie de metal de ataques químicos como agua u otros contaminantes que pueden causar corrosión.

**PUNTO DE GOTEO** – La temperatura registrada en un termómetro cuando una cantidad de grasa cae por el agujero en una taza. Se trata de una medida de la resistencia al calor de la grasa y lejos de determinar si es adecuado para un aplicación en especifica. Es esencial el punto en el que la grasa se transforma en líquido.

**PRESIÓN EXTREMA (EP) ADITIVO** – Aditivo lubricante que previene que las superficies deslizantes de metal sufran de cizallamiento y soldadura en condiciones de extrema presión. Permite que el rodamiento lleve cargas mayores de lo que sería posible con lubricantes estándar, sin un desgaste excesivo o daños.

## SECCIÓN 7 - LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

### TERMINOLOGÍA EN LUBRICACIÓN.... cont

**GRADO DE VISCOSIDAD ISO** – Número que indica la viscosidad nominal de un fluido industrial lubricante a 40 grados °C (104 F.) tal como se define en ASTM Sistema de estándares de viscosidad Industrial en lubricantes D2422.

**VISCOSIDAD CINEMÁTICA** – El tiempo requerido para que una cantidad fija de aceite fluya por un tubo capilar bajo la fuerza de gravedad. La unidad de la viscosidad cinemática es stoke o centistoke cSt (1/100 de un stoke).

**PUNTO DE CONGELACIÓN** – La temperatura mas baja en la que el aceite fluirá cuando este frio. El punto de congelación es 3° C. (5° F.) arriba de la temperatura en que el aceite en un contenedor de prueba muestra que no hay movimiento cuando se mantuvo horizontal por 5 segundos.

**VISCOSIDAD UNIVERSAL SAYBOLT (SUV) O SEGUNDOS UNIVERSALES SAYBOLT (SUS)** – El tiempo requerido para que 60 centímetros cúbicos de un lubricante líquido fluyan por un orificio del Viscometro universal Saybolt a una temperatura dada bajo condiciones específicas.

**ESPESANTE** – Usado en la formación de grasa como un sólido con afinidad aceitosa así cuando se mezcla con aceite se transforma en un estado semi-sólido. Muchas grasas usan un jabón metálico como agente espesante, pero algunos usan una base no jabonosa para espesar dependiendo de las características deseadas.

**VISCOSIDAD** – Una medida de la resistencia de fluidos para fluir. Mientras mas alta la viscosidad mas alta la resistencia al fluir. La viscosidad de un lubricante varía con los cambios de temperatura. La viscosidad disminuye con el aumento en la temperatura. Por consiguiente, cuando es revisado para una aplicación de rodamientos, el efecto de viscosidad a temperatura de operación necesita ser considerada.

**ÍNDICE DE VISCOSIDAD** – Medida de un cambio de viscosidad en el lubricante con la temperatura. Mientras mas alto el Índice de viscosidad, mas pequeño es el cambio de viscosidad con temperatura.

# SECCIÓN 7 - LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

## LUBRICACIÓN CON GRASA

Lubricación de grasa es ampliamente usado porque:

- No necesita ser reemplazada durante un periodo largo
- Estructura relativamente simple puede satisfacer como un dispositivo para sellado.

Hay 2 métodos de lubricación con grasa:

- Cerrado (PRE-lubricado de fabrica – Rodamientos Sella-do/con tapa)
- Método de alimentación (El rodamiento y el alojamiento son rellenos)

El más simple sistema de lubricación para cualquier aplicación de rodamientos es la grasa. La grasa es una combinación de aceite base, espesante, y varios aditivos. Todos los componentes juegan un papel importante para determinar el tipo adecuado de grasa para una aplicación en particular de rodamientos. Sin embargo, es prioritario el aceite que esta en la grasa es el que hace la lubricación. Normalmente el aceite base de las grasas es un aceite mineral, no obstante, si altas o bajas temperaturas o una característica de rendimiento especial es requerida, hay varios aceites sintéticos que pueden usarse.

El espesante va a absorber el aceite base y permite que el aceite fluya hacia afuera para lubricar el rodamiento. La cantidad de espesante en la grasa puede variar desde un porcentaje bajo de 30% o mas y es el componente primario para determinar la consistencia de la grasa. La migración de la grasa dentro y a través del rodamiento es normalmente determinado por su consistencia.

Una grasa suave puede fluir fácilmente en un rodamiento. Esto es indeseable a velocidades altas porque la grasa adicional puede ser excesiva causando la agitación de la misma, que dará como resultado una generación de calor adicional.

Muchas grasas usan, jabón metálico tales como litio, sodio, o calcio como espesantes. Algunas sustancias no-jabones tales como bentonina, compuestos de urea, y compuestos de fluorina son también usados como espesantes para la grasa.

La tabla abajo en general muestra, que la estabilidad mecánica, rango de temperatura operativa, y la resistencia al agua son determinados por un espesante. Varios aditivos son selectivamente usados para encontrar los requerimientos de la aplicación. Aditivos frecuentemente utilizados en grasas son Presión Extrema (EP), inhibidores de la herrumbre y la oxidación.

Espesante	Rango de la temperatura de operación		Rango de velocidad rotacional	Estabilidad mecánica	Resistencia al agua	Resistencia a la presión
	C°	F°				
Jabón de litio	-30 a 120	-22 a 248	Medio - alto	Excelente	Bueno	Bueno
Jabón de calcio	-10 a 70	14 a 158	Bajo - medio	Aceptable - bueno	Bueno	Aceptable
Jabón de sodio	0 a 110	32 a 230	Bajo - alto	Bueno - excelente	Malo	Bueno - excelente
Compuestos de urea	-30 a 150	-22 a 300	Bajo - alto	Bueno - excelente	Bueno - excelente	Bueno - excelente
Bentona	-10 a 150	14 a 300	Medio - alto	Bueno	Bueno	Bueno - excelente
Compuestos de fluor	-40 a 250	-40 a 400	Bajo - medio	Bueno	Bueno	Bueno

## SECCIÓN 7 - LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

### MÉTODOS PARA EL ENGRASE DEL RODAMIENTO Y CANTIDADES

Hay 2 métodos para proporcionar al rodamiento la lubricación con grasa. Uno, es la lubricación cerrada, el rodamiento es prelubricado de fábrica y sellado mediante sellos o tapas; la otra es el método por alimentación en el que el rodamiento y el alojamiento son engrasados en el ensamblaje con la cantidad apropiada y designada para permitir el reengrase y reemplazo en intervalos específicos. El método cerrado usando un rodamiento sellado o con tapa prelubricado es adecuado para aplicaciones donde hay limitaciones de costo y espacio que impiden el uso de llenado de grasa al alojamiento o donde la relubricación no es posible o necesaria. A la inversa, el uso del método de alimentación tiene la ventaja de permitir el reemplazo de grasa periódicamente en esas aplicaciones donde las condiciones operarias requieren del reemplazo de grasa.

En aplicaciones de rodamientos, al utilizar el método de alimentación, debe haber una graseira y un respiradero en el lado opuesto en la parte superior del alojamiento. También, un drenaje debe estar localizado cerca de la parte inferior del alojamiento para permitir la salida de la grasa antigua durante la relubricación. Un rodamiento al principio debe estar engrasado en el ensamblaje, introduciendo la grasa en ambos lados y asegurando que la grasa este entre los elementos rodantes y la jaula.

Reengrasar debe hacerse mientras el rodamiento este en movimiento a un temperatura normal de funcionamiento.

### CANTIDAD DE GRASA

La cantidad de grasa necesitada para lubricar correctamente un rodamiento es normalmente pequeña. En general, Se debe aplicar al rodamiento  $1/3$  a  $1/2$  de grasa del espacio alrededor del rodamiento; Sin embargo, esto puede variar de acuerdo al diseño del alojamiento y los requerimientos de la aplicación. En aplicaciones con velocidades altas y requisitos de bajo torque, los rodamientos pueden ser lubricados con pequeñas cantidades de grasa. Igualmente, en aplicaciones con bajas velocidades, el rodamiento puede ser expuesto a suciedad o humedad, el espacio alrededor del rodamiento puede llenarse con  $2/3$  para quedar casi lleno y así prevenir la contaminación. Sin embargo, como se muestra en la figura al lado; si una excesiva cantidad de grasa es usada cuando no se requiere, un aumento de la temperatura se generará debido a la agitación dando como resultado el ablandamiento y deterioro de la grasa causando una reducción de la vida del rodamiento. El peso de la grasa requerido para un rodamiento puede calcularse en gramos multiplicando  $0.05 * \text{diámetro exterior} * \text{ancho}$ ; y multiplicar  $0.114 * \text{diámetro externo} * \text{ancho}$  para el peso en onzas.

Tapón de llenado



Tapón de vaciado



## SECCIÓN 7 - LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

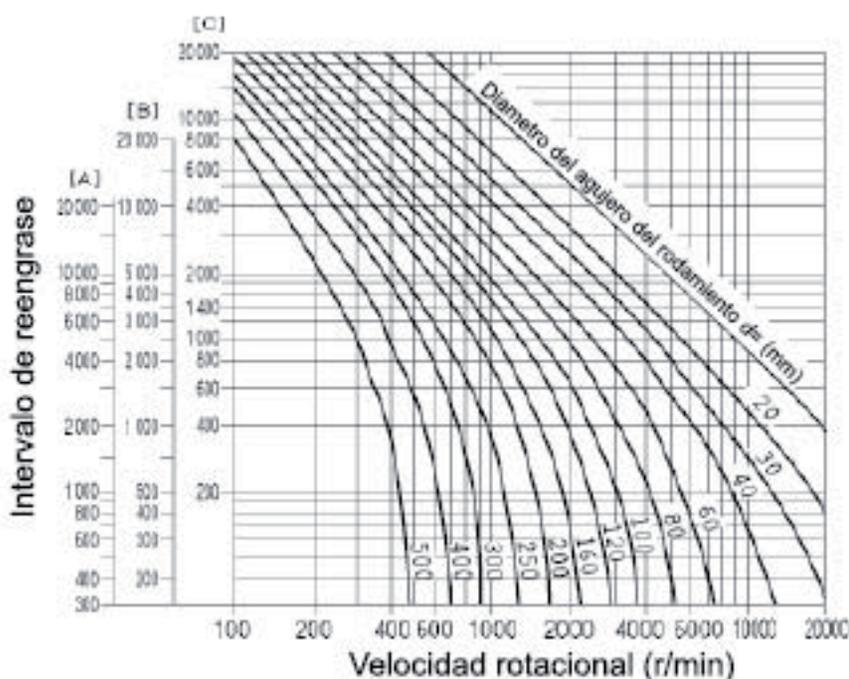
### INTERVALOS DE REENGRASE Y VIDA DE LA GRASA



Para rodamientos lubricados con grasa, la relubricación periódica normalmente se requiere para asegurar la eficiencia del funcionamiento. Durante un periodo de tiempo, la mayoría de la grasa eventualmente empieza a endurecerse debido a la oxidación. La excepción son los rodamientos sellados donde la relubricación no es requerida.

Cuando se reengrasan los rodamientos es necesario asegurar que la grasa que se va a colocar este limpia para cuando se le inyecte al rodamiento. Una pistola de grasa manual se debe usar para reelubricar, pero el uso de presión alta debe evitarse. La presión alta puede botar los sellos. Cuando se usa una pistola de grasa, debe ser calibrada para la cantidad apropiada de grasa, y confirmada que la grasa en la pistola es la misma que se le aplico al rodamiento en primera instancia.

Las consideraciones principales para determinar un ciclo de relubricación es la velocidad de funcionamiento, tamaño del rodamiento, temperatura en funcionamiento y eficiencia del sellado. La grafica abajo puede usarse para determinar el intervalo de relubricación bajo condiciones normales de funcionamiento. Los sellos son algo crítico para la lubricación con grasa, por la importancia de mantener la grasa libre de contaminación. La contaminación que llega a la grasa es atrapada y le causará al rodamiento daños y problemas.



**[A] :**  
Rodamiento radial de bolas

**[B] :**  
Rodamiento de rodillos  
Cilíndricos

Rodamiento de rodillos  
de agujas

**[C] :**  
Rodamiento de rodillos  
Cónicos

Rodamiento de rodillos  
esféricos

Rodamiento  
axial de bolas

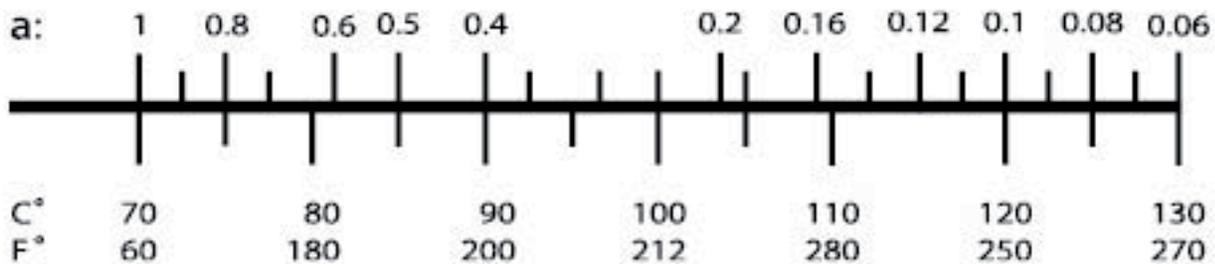
## SECCIÓN 7 - LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

Para esas aplicaciones donde la temperatura en funcionamiento puede pasar los 70° C (160° F.) un adicional ajuste al intervalo de relubricación debe tomarse en cuenta con el factor de corrección de la temperatura "a":

$$tf' = tf \cdot a$$

tf' = Intervalo de tiempo para la grasa corregido para temperatura

tf = Intervalo de tiempo para la grasa según tamaño y velocidad



Temperatura del rodamiento en funcionamiento °C / °F

Ejemplo de cálculo del intervalo de reengrase:

En caso de rodamientos de rodillos cónicos con un agujero de diámetro de 100 mm y velocidad de 300 RPM, la grasa tiene una vida aproximada de 8500 horas.

Si la cantidad de grasa inicial es 0.4 kg (14 oz), disminuye 0.00113 kg (0.0402 oz) al día, que es el resultado de  $(0.4 \text{ kg (14 oz)} / 8500 \text{ h}) \times 24 \text{ h} = 0.00113 \text{ kg (0.0402 oz)/día}$ .

Si se alimenta con grasa una vez a la semana, el total de grasa que se añadirán es 0.008 kg (0.28 oz)  $(0.00113 \text{ (0.0402 oz)} \times 7 \text{ días} = 0.008 \text{ kg (0.28 oz)})$ .

Corrección de temperatura para el ejemplo de arriba con una temperatura de funcionamiento de 120° C (248° F).

$$tf' = tf \cdot a$$

$$tf' = 8500 \text{ hrs.} \times .1 = 850 \text{ hrs.}$$

## SECCIÓN 7 - LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

### VIDA DE LA GRASA EN RODAMIENTOS RIGIDOS DE BOLA SELLADOS/ OBTURADO

A pesar de que estos rodamientos no fueron diseñados para la relubricación, puede ser deseable estimar la vida de grasa de estos rodamientos prelubricados basándose en las condiciones de funcionamiento. La ecuación mostrada abajo tiene en cuenta el efecto de velocidad, carga, y temperatura de funcionamiento:

$$\log L = 6.10 - 4.40 \times 10^{-5} d_m n - 2.50 (Pr / Cr - 0.05) - (0.021 - 1.80 \times 10^{-5} d_m n) T$$

Donde:

$L$ : Vida de la grasa	$h$
$(D + d) / 2$	
$d_m$ : $(D$ : Diámetro externo rodamiento	mm
$d$ : Diámetro del agujero rodamiento	
$n$ : Velocidad rotacional	rpm
$Pr$ : Carga dinámica radial equivalente	N
$Cr$ : Rango de carga dinámica básica	N
$T$ : Temperatura de operación del rodamiento	°C

Es recomendable consultar a **Koyo** el uso de esta ecuación y las condiciones que no pueden ser aplicables para su uso.

### LUBRICACIÓN CON ACEITE

El aceite en general es el lubricante para rodamientos a escoger en aplicaciones donde hay altas velocidades y altas temperaturas de funcionamiento.

Cuando el aceite es usado como lubricante de rodamientos, debe ser de alta calidad, un aceite antioxidante mineral o un aceite sintético con propiedades similares.

La selección del tipo de aceite apropiado depende de la velocidad de funcionamiento del rodamiento, carga, temperatura de funcionamiento, y método de lubricación. Cuando la viscosidad del aceite lubricante es muy baja, no va a haber una película lubricadora suficiente. A la inversa, cuando la viscosidad es muy alta, un calor adicional va a ser generado debido a la resistencia viscosa. En general, mientras más pesada sea la carga y más alta la temperatura de funcionamiento, más alta será la viscosidad del aceite. Si la velocidad de funcionamiento es alta o las temperaturas son bajas, aceite menos viscoso necesita usarse. La grafica en la página siguiente muestra la relación de la viscosidad en aceites lubricantes con temperaturas de funcionamiento, velocidad y carga:

## SECCIÓN 7 - LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

Temperatura de funcionamiento	$d_m n$ Valor	Viscosidad cinemática apropiada	
		Cargas livianas / normales	Cargas pesadas / impacto
-30 a 0 °C	Todas las velocidades	ISO VG 15, 22, 46	-
0 a 60 °C	Hasta 300,000	ISO VG 46 (Aceite para rodamientos y turbinas)	ISO VG 68 SAE 30 (Aceite para rodamientos y turbinas)
	300,000 a 600,000	ISO VG 32 (Aceite para rodamientos y turbinas)	ISO VG 68 (Aceite para rodamientos y turbinas)
	Arriba de 600,000	ISO VG 7, 10, 22 (Aceite para rodamientos)	-
60 a 100 °C	Hasta 300,000	ISO VG 68 (Aceite para rodamientos)	ISO VG 68, 100 SAE 30 (Aceite para rodamientos)
	300,000 a 600,000	ISO VG 32, 46 (Aceite para rodamientos y turbinas)	ISO VG 68 (Aceite para rodamientos y turbinas)
	Arriba de 600,000	ISO VG 22, 32, 46 (Aceite para rodamientos, turbinas y máquinas)	-
100 a 150 °C	Hasta 300,000	ISO VG 68, 100 SAE 30, 40 (Aceite para rodamientos)	ISO VG 100 460 (Aceite para rodamientos y engranajes)
	300,000 a 600,000	ISO VG 68 SAE 30 (Aceite para rodamientos y turbinas)	ISO VG 68, 100 SAE 30, 40 (Aceite para rodamientos)
Observación:			
1.	$d_m n = (D + d) / 2 n$ D: Diámetro externo del rodamiento (mm), d: diámetro del rodamiento (mm) n: velocidad rotacional (rpm)		
2.	Ver: aceite para máquinas (JIS K 2211), turbinas (JIS K 2213), engranajes (JIS K 2219), (JIS K 2238) y rodamientos (JIS K22398).		
3.	Contacte KOYO si la temperatura de funcionamiento esta por debajo de -30C / -20F. Arriba de 150C / 300 F		

# SECCIÓN 7 - LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

## MÉTODOS DE LUBRICACIÓN PARA DIFERENTES TIPOS DE ACEITE

Los principales métodos para la lubricación con aceite son los siguientes:

- 1) Un baño de aceite o un nivel de aceite estático
- 2) Un sistema de salpicadura de aceite
- 3) Un sistema de circulación de aceite
- 4) Un sistema de chorro de aceite
- 5) Un sistema de neblina de aceite
- 6) Sistema de Aceite/Aire

Un sistema de baño de aceite y los métodos de circulación de aceite son probablemente los tipos más comunes de sistema de aceite en rodamientos. Sin embargo, La selección de un tipo de sistema en particular generalmente es basado en consideraciones térmicas o la habilidad de un sistema de lubricación al remover el calor generado en la aplicación del rodamiento.

Se debe tener en mente que a pesar del tipo de sistema que se use, la selección del tipo de aceite y su viscosidad es basada en las condiciones y requisitos de operación. También, el volumen de aceite recomendado en cualquier sistema debe estar siempre mantenerse. De lo contrario, todos los aceites se oxidaran y requerirían de un reemplazo periódico.

### METODO DE BAÑO DE ACEITE

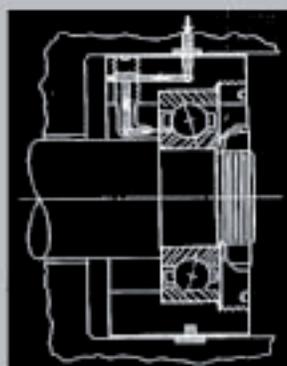
- El método más simple es que parcialmente se sumerja el rodamiento en aceite para la operación.
- Recomendable para rotación con velocidades bajas y medianas, si se usa en velocidades altas resultara en descascarillado y generación de calor.
- El nivel de aceite debe ser acomodado para ajustar la cantidad de aceite.
- (En el caso de un eje horizontal) como el 50% del elemento rodante inferior debe ser sumergido
- (En el caso de un eje vertical) Como el 70% al 80% del rodamiento debe ser sumergido.
- Es mejor usar un tapón magnético para prevenir que las partículas se dispersen en el aceite.

## SECCIÓN 7 - LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

### Método de salpicadura de aceite



### Método de circulación forzada de aceite



### SISTEMA DE SALPICADURA DE ACEITE

- Este sistema hace uso de engranajes que están sujetos a un eje rotante para rociar aceite dentro de una pequeña bañera en la parte superior del alojamiento de donde es dirigida al rodamiento.
- Dependiendo del tipo de rodamiento que se use, el rociado de aceite puede usarse cuando es relativamente alta la velocidad.
- Los niveles de aceite necesitan ser mantenidos a una altura específica para permitir un rociado adecuado.
- Tapones magnéticos deben ser utilizados para prevenir que partículas metálicas queden dispersas en el aceite

### SISTEMA CIRCULANTE DE ACEITE FORZADO

- Este método usa un sistema de suministro de aceite tipo circulante. El aceite suministrado fluye a través del rodamiento apartando el calor, y es enviado nuevamente al tanque a través de un conducto de drenaje. El aceite, después de filtrarse y enfriarse, es bombeado nuevamente.
- Ampliamente usado en velocidades de rotación altas y condiciones de temperatura altas.
- El aceite circulante también aleja los contaminantes.
- La vida del aceite se extiende si se mantiene su temperatura baja y libre de contaminación.
- Es mejor usar un conducto de drenaje aproximadamente el doble de grueso que el tubo de entrada para así prevenir que mucho lubricante entre al alojamiento creando un llenado de aceite y problemas de descascarillado.

### SISTEMA DE CHORRO DE ACEITE FORZADO

- Este método utiliza una boquilla para inyectar aceite a una temperatura constante (10 a 50N/cm<sup>2</sup>), y es altamente efectivo al enfriar.
- Apropiado para velocidades de rotación alta y carga pesada.
- Generalmente, la boquilla (diámetro 0.5 a 2mm (.02 a .08pulg.)) está localizada 5 a 10mm (.2 a .4pulg.) al lado del rodamiento.
- Para un enfriamiento adecuado cuando una cantidad de calor grande es generada, de 2 a 4 boquillas deben usarse y ubicarse alrededor de la circunferencia del rodamiento en su diámetro para asegurar que el aceite no sea desviado por la jaula, el espaciador, u otro componente del diseño.
- Desde que una cantidad grande de aceite es suministrado con el método de lubricación por chorro, el aceite usado debe ser dispensado con una bomba de aceite para prevenir una acumulación de aceite.
- La cantidad de aceite requerida para el enfriamiento en rodamientos con cualquier tipo de los sistemas de aceite puede variar dependiendo del tipo de rodamiento, tipo de aceite, velocidad, y temperatura, la ecuación en la página siguiente debe usarse para calcular la cantidad suficiente de aceite a suministrar.

## SECCIÓN 7 - LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

### EL ACEITE REQUERIDO PARA SUMINISTRO EN LOS SISTEMAS DE CIRCULACION DE ACEITE FORZADA Y CHORRO DE ACEITE

$$G = \frac{1.88 \times 10^4 \mu \cdot d \cdot n \cdot P}{60 c \cdot \rho \cdot \Delta T}$$

donde:

<b>G:</b>	Suministro de aceite requerido	L/min
<b><math>\mu</math>:</b>	Coeficiente de fricción (ver tabla abajo)	
<b>d:</b>	Diámetro del agujero interno del rodamiento	mm
<b>n:</b>	Velocidad de rotación	r/min
<b>P:</b>	Carga dinámica equivalente del rodamiento	N
<b>c:</b>	Calor específico del aceite 1.88 a 2.09	kJ/kg·K
<b><math>\rho</math>:</b>	Densidad del aceite	g/cm <sup>3</sup>
<b><math>\Delta T</math>:</b>	Temperatura del aceite	K

#### Valores del coeficiente de fricción $\mu$

Tipo de rodamiento	$\mu$
Rodamiento rígido de bolas	0.0010 a 0.0015
Rodamiento de contacto angular	0.0012 a 0.0020
Rodamiento de rodillos cilíndricos	0.0008 a 0.0012
Rodamiento de rodillos cónicos	0.0017 a 0.0025
Rodamiento de rodillos esféricos	0.0020 a 0.0025

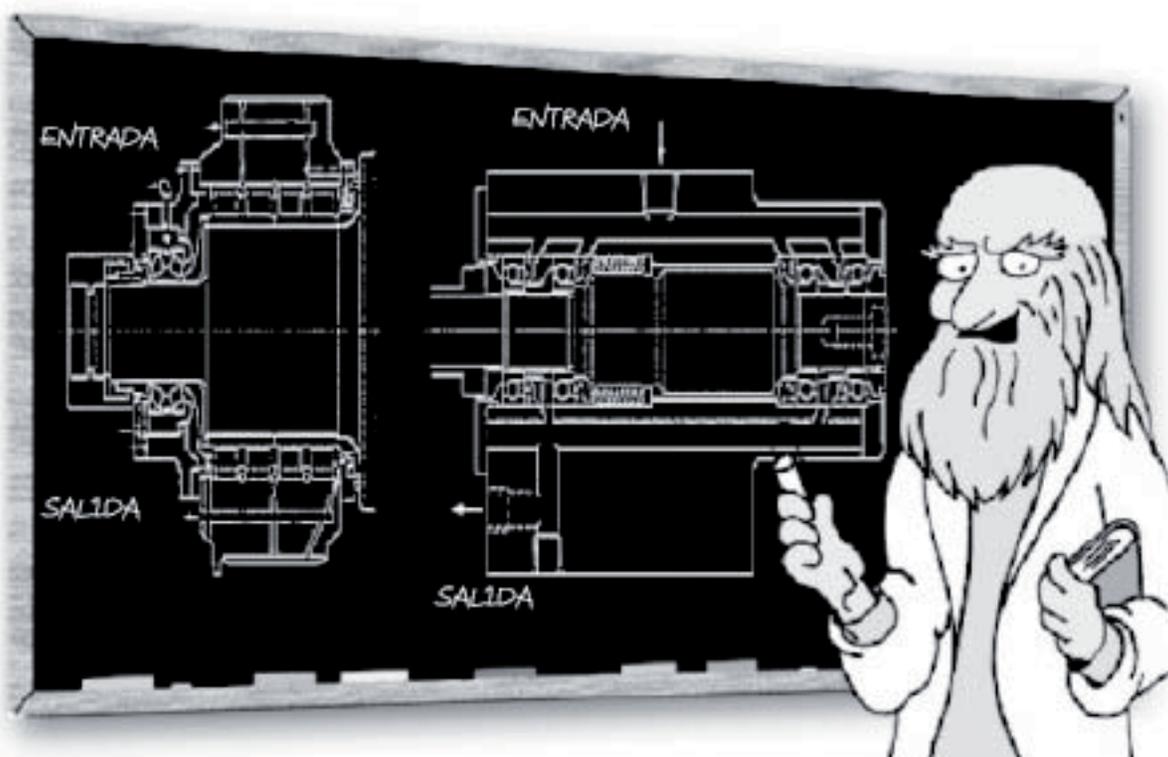
Los valores obtenidos por la ecuación presentada muestra la cantidad de aceite requerido para alejar el calor generado por el rodamiento, sin disipar el calor a través del alojamiento que no es tomado en consideración. En realidad, el aceite suministrado es general de la mitad a dos tercios del valor calculado. La disipación de calor varía ampliamente y depende de la aplicación y las condiciones operativas.

Para determinar el suministro de aceite óptimo, se recomienda que se comience operando con dos tercios del valor calculado, y después reducir gradualmente el aceite mientras se mide la temperatura de funcionamiento del rodamiento, así como también el aceite suministrado y el evacuado.

## SECCIÓN 7 - LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

### LUBRICACIÓN POR NIEBLA DE ACEITE

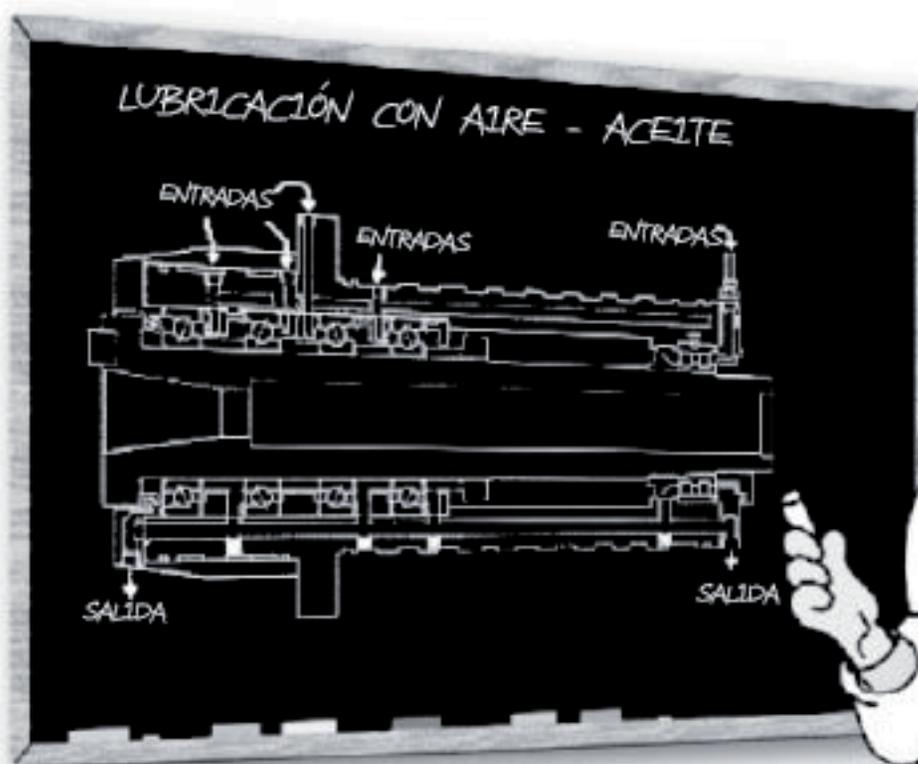
- La lubricación por niebla de aceite es usado en aplicaciones de velocidades altas donde puede ser difícil suministrar una cantidad de aceite grande en un sistema circulante y donde las temperaturas operativas altas pueden ser toleradas.
- Este método usa un generador de neblina para producir una niebla seca (aceite contenido en el aire en forma de neblina). La neblina seca es enviada consecutivamente al surtidor de aceite, donde la neblina es convertida en neblina húmeda (gotas de aceite pegajosas) por una boquilla colocada en el alojamiento y después es esparcida hacia el rodamiento.
- Para asegurar el empapado en el rodamiento y prevenir un posible daño, es importante que la niebla de aceite sea puesta en funcionamiento unos minutos antes de que haya empezado el equipo.
- Este método proporciona y sostiene la menor cantidad de película de aceite necesitada para el rodamiento y tiene las ventajas de prevenir que el aceite se contamine, simplificar el mantenimiento del rodamiento, prolongar la vida del rodamiento y reducir el consumo de aceite, etc.
- El éxito de este sistema se logra monitoreando la temperatura del rodamiento que esta siendo lubricado
- Debido a la cantidad pequeña de aceite usado, el aceite tiene un efecto bajo de enfriamiento, el aire que pasa através del rodamiento logra algún efecto, pero no como en un volumen grande de aceite.



## SECCIÓN 7 - LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

### SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL ACEITE/AIRE

- Una bomba proporcional libera una cantidad pequeña de aceite, que es combinada con aire comprimido por una válvula de mezcla. La combinación o mezcla es abastecida continuamente al rodamiento.
- Este método permite un control cuantitativo del aceite en cantidades extremadamente pequeñas, siempre suministrando un aceite lubricante nuevo; por consiguiente, la degradación del aceite no es un problema.
- Este método es el adecuado para las maquina herramientas y otras aplicaciones que requieren de operaciones en altas velocidades.
- El aire comprimido y el aceite lubricante son suministrados al husillo, la presión interna incrementa ayudando a prevenir la entrada de suciedad y líquidos. También, este método permite que el aceite lubricante fluya a través de un conducto minimizando la contaminación atmosférica.
- Desde que una cantidad de aire grande se usa para alimentar al rodamiento con aceite lubricante, grandes salidas se necesitan para asegurar que el aire sea liberado de la cámara del rodamiento.



## SECCIÓN 7 - LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

### TABLA COMPARATIVA DE LUBRICACIÓN CON ACEITE VS. LUBRICACIÓN DE GRASA

La condición del rodamiento y los diseños de las aplicaciones normalmente indican el tipo de lubricación que se va a usar, sin embargo, la tabla puede usarse como una guía general que determina el tipo más apropiado.

Característica	Grasa	Aceite
Habilidad Lubricante	Particularidad buena en espacios Confinados o aplicaciones verticales	Excelente porque fluye
Dispositivos de Sello	Excelente, ayuda a sellar y simplifica los requisitos de dispositivo de sellos.	Bueno, requisitos de sellado son mas complicados
Capacidad de velocidad	Bueno para velocidades bajas a Moderadas	Bueno, para velocidades altas y moderadas
Efecto de Enfriamiento	No es efectivo al disipar calor	Efectivo con un sistema circulante
Reemplazo del lubricante	Involucra y consume tiempo	Fácil con drenajes adecuados disponibles
Filtración de contaminantes	La contaminación no se puede filtrar	La contaminación puede ser filtrada
Vida del lubricante	Puede ser mas larga si no es negativamente afectado por condiciones operarias y es reemplazado periódicamente	Usualmente es larga con un sistema recirculante

## SECCIÓN 7 - LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

### COMPATIBILIDAD DE LA GRASA

Ocasionalmente, si las condiciones operativas cambian o la disponibilidad se vuelve un problema, puede ser necesario cambiar la marca de la grasa que se usa en la aplicación. Como resultado habrá problemas serios y puede ser enfatizado, que solo ciertos tipos de grasas pueden ser mezclados sin afectar negativamente la habilidad lubricante de la grasa y la vida del rodamiento. La regla general es no mezclar grasa con diferentes espesantes, aceites base o aditivos porque esto puede resultar en una disminución para ambas habilidades de la grasa lubricantes. Esta disminución en la capacidad de rendimiento es referida como una incompatibilidad. Cuando las grasas son incompatibles el efecto en el rendimiento puede mostrarse como temperaturas operativas altas o un cambio en la consistencia (usualmente ablandamiento) que resulta en fallos del rodamiento y costos altos de mantenimiento.

La incompatibilidad no es siempre causada por los espesantes, cada una de las grasas que se han mezclado consisten en espesantes, componentes del aceite y aditivos. Ocasionalmente, el espesante de una grasa es incompatible con el fluido de los aditivos de la nueva grasa. O un aceite base sintético en una grasa es incompatible con el aceite convencional de una segunda grasa.

Para evitar la posibilidad de incompatibilidad es recomendado que la marca de la grasa nunca sea cambiada a menos que se haya realizado un estudio. Sin embargo, si el cambio de grasa se vuelve inevitable, es recomendado remover completamente todas las grasas antiguas antes de usar la nueva grasa. No obstante, en casos raros puede ser imposible remover completamente la grasa antigua para cambiar de marca o el tipo de grasa, en estos casos las grasas antiguas pueden ser removidas algunas veces purgando con la grasa nueva. Esto puede realizarse siguiendo estos pasos:

- 1) Asegurar que el rodamiento esta funcionando dentro de las normas establecidas (por ejemplo temperaturas, sonidos & niveles de vibraciones, etc.)
- 2) Remover el tapón de drenaje y asegurarse que la grasa drenada no sea obstruida para que la grasa antigua tenga facilidad al salir.
- 3) Agregar lentamente y en tandas la nueva grasa.
- 4) Se puede esperar que la temperatura incremente cuando la nueva grasa es agregada a un rodamiento y al cambiar de grasa el aumento de temperatura puede ser mas grande de lo que normalmente se ve. Monitorear de cerca al rodamiento dándole una atención extra a la temperatura y una desmedida temperatura que puede venir de una incompatibilidad de la grasa.
- 5) Asegurarse que la grasa antigua esta escapando por el drenaje y no por los sellos.
- 6) Esperar que la temperatura del rodamiento se estabilice. Notar que esta temperatura puede ser más alta de lo normal debido a los problemas con la incompatibilidad.
- 7) Repetir el paso 3 a 6 hasta que la grasa que esta saliendo por el drenaje sea el mismo color que la grasa nueva que esta entrando.
- 8) Vuelva a colocar el tapón de drenaje.
- 9) Incrementar el monitoreo de la maquina por los primeros días después que cambia la grasa para que se pueda observar previamente los problemas y establecer nuevas normas de rodamientos.

El tiempo que toma para cambiar la grasa en un rodamiento varia de maquina a maquina.

Puede tomar pocas horas para rodamientos pequeños a días por rodamientos grandes.

En situaciones donde se necesita un tiempo considerado para realizar el cambio, asegurarse de monitorear regularmente el rodamiento porque un problema tal vez no salga por si mismo hasta 1 o 2 horas después de que la grasa fue agregada y algunas veces no hasta la segunda, tercera o hasta el ultimo lote de grasa agregada.

# SECCIÓN 7 - LUBRICACIÓN EN RODAMIENTOS

## TABLA DE COMPATIBILIDAD DE LA GRASA

La tabla debe usarse como una guía para la compatibilidad con los tipos de grasa. Previamente mencionado, el mejor consejo a conciencia es vaciar a fondo la grasa antigua antes de agregar una grasa diferente que puede o no puede ser compatible.

 incompatible  compatible		Complejo de aluminio	Bario	Calcio	Calcio Hydroxy-12	Complejo de calcio	Arcilla	Litio	Litio Hydroxy-12	Complejo de litio	Urea	Sodio
Complejo de aluminio												
Bario												
Calcio												
Calcio Hydroxy-12												
Complejo de calcio												
Arcilla												
Litio												
Litio Hydroxy-12												
Complejo de litio												
Urea												
Sodio												

## SECCIÓN 8 - SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE RODAMIENTOS

PROBLEMA	POSIBLES SOLUCIONES
El rodamiento se calienta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo incorrecto de grasa o aceite (verificar las especificaciones y registros de mantenimiento).</li> <li>- Cantidad inadecuada de lubricante (verificar niveles de aceite y cantidad de grasa o fugas a través de los sellos).</li> <li>- Cantidad excesiva de lubricante (el aceite se agita y no se drena o el rodamiento y su cavidad están completamente llenas con grasa).</li> <li>- Falta del juego interno (juego interno del rodamiento muy chico para las condiciones operativas o ajustes inadecuados).</li> <li>- Problemas con el diseño de la aplicación (Desalineación entre eje y alojamiento, asientos cónicos errados o fuera de centro, no hay lado libre para desplazarse).</li> <li>- Fuente externa (el rodamiento está caliente debido a la proximidad con otro equipo generador de calor).</li> </ul>
El rodamiento es ruidoso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problema en la lubricación (ver comentarios arriba para el tipo incorrecto y cantidades inadecuadas de lubricante).</li> <li>- Contaminación del lubricante (algún material extraño como escombros, arena, o suciedad actuando como un abrasivo en los elementos rodantes y pistas).</li> <li>- Un juego interno excesivo (juego interno del rodamiento muy grande para la condición operativa o fueron usados ajustes inadecuados).</li> <li>- Daño al montar o manipular (los elementos rodantes o la pista del rodamiento pudieron ser brinelados o fueron marcados durante el montaje).</li> <li>- Problemas con el diseño de la aplicación (los anillos de los rodamientos pueden girar libremente en el alojamiento o en el eje debido a ajustes muy holgados o sujeción inapropiada al respaldo en el arreglo de apriete).</li> <li>- Otra fuente (los rodamientos pueden estar transfiriendo ruido desde los engranajes, motor, poleas o sellos).</li> <li>- Estrías por daños eléctricos.</li> </ul>
El rodamiento y el eje están vibrando	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación del lubricante (material extraño en los elementos rodantes y pistas generando vibraciones).</li> <li>- Daño en el manejo o montaje (brinelado o dentado en las pistas y elementos rodantes).</li> <li>- Problemas con el diseño de la aplicación (ajustes muy holgados, los asientos de los de los rodamientos fuera de redondeles, Soportes fuera de perpendicularidad o perfil del radio muy grande )</li> <li>- Excesivo Juego interno en el rodamiento (ajustes inadecuados o un juego inicial inadecuado para la aplicación).</li> <li>- Fuente externa (los rodamientos pueden estar transfiriendo o amplificando vibraciones generadas por los engranajes o cualquier otro componente de maquina).</li> <li>- Irregularidades del rodamiento (desde que los elementos rodantes no son perfectamente redondos y lisos, cualquier irregularidad en el mecanizado o tomeado puede ser afectado por las por fuerzas dinámicas con aceleraciones que incrementan las vibraciones).</li> </ul>

## SECCIÓN 8 - SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE RODAMIENTOS

PROBLEMA	POSIBLES SOLUCIONES
<p>Es difícil girar el eje (El consumo de energía es alto)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemas de lubricación (puede ser por insuficiente o una excesiva cantidad, o una viscosidad inadecuada).</li> <li>- Juego del rodamiento insuficiente (el juego inicial del rodamiento no es el correcto para la aplicación o ajustes inadecuados fueron usados).</li> <li>- Problemas con el diseño de la aplicación ( fuera de conicidad o de redondez en los asientos del rodamiento, falta de perpendicularidad en el respaldo de los hombros del eje, desalineamiento, jaula del rodamiento interfiere con alguna parte adyacente al rodamiento).</li> <li>- Problemas de sellado (los sellos están desalineados, el agujero del alojamiento en los sellos es muy chico o diámetro externo del asiento es muy grande debido a desgaste, el sello está rozando con una parte estacionaria).</li> <li>- Fallas del rodamiento (rodamientos agarrotado, estrujado y ha sido contaminado con partículas de desgaste).</li> <li>- Otras posibilidades (engranajes inapropiados o el ajuste en la correa de la polea).</li> </ul>
<p>Las operaciones del equipo son deficientes (Los rodamientos son reemplazados frecuentemente)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El rodamiento seleccionado es inadecuado (el rodamiento no es el adecuado para aplicaciones de carga o muy pocas hileras en el rodamiento son usadas).</li> <li>- El rodamiento y el lubricante están contaminados (abrasivos o partículas de desgaste pueden impedir el funcionamiento suave del rodamiento provocando daños en el rodamiento).</li> <li>- Juego inapropiado del rodamiento (muy pequeño o muy grande el juego del rodamiento o ajustes inadecuados, los rodamientos tienen una gran fuerza de precarga).</li> <li>- Problemas con el diseño de la aplicación (el diámetro externo del eje o el agujero del alojamiento fuera de redondez o de conicidad los asientos desalineados, los resaltes fuera de perpendicularidad).</li> <li>- Problemas con el mantenimiento del equipo (el lubricante no es revisado o reemplazado cuando se necesita, el proceso de montaje del rodamiento inadecuado o el ensamblaje de los componentes de las máquinas).</li> </ul>

## SECCIÓN 9 - GLOSARIO

- **ABMA:** La asociación de fabricantes de rodamientos americanos, una organización americana de base para los estándares de los rodamientos.
- **AGUJERO DEL RODAMIENTO:** Diámetro del anillo interno del rodamiento.
- **AJUSTE CON JUEGO:** Indica la holgura o juego entre los anillos y sus asientos.
- **AJUSTE DE INTERFERENCIA:** Indica que el agujero del anillo interno del rodamiento es mas pequeño que el diámetro del eje o que el diámetro del anillo externo es mas grande que el agujero de los asientos del alojamiento.
- **AJUSTE TRANSITIVO:** El agujero del anillo interno o el anillo externo puede estar levemente flojo o levemente apretado cuando se monta en los asientos.
- **ANGULO DE CONTACTO DEL RODAMIENTO:** Angulo formado por la dirección de la carga aplicada al rodamiento.
- **ANILLO EXTERNO DEL RODAMIENTO:** Componente externo para los elementos rodantes.
- **ANILLO INTERNO DEL RODAMIENTO:** Componente interno para los elementos rodantes.
- **ASIENTOS DE RODAMIENTOS:** El diámetro del eje y la sección del agujero en el alojamiento que se acomoda con un ajuste específico para un anillo interno y externo del rodamiento.
- **BRINELADO:** Una abolladura pequeña en la superficie generada en la pista por deformación plástica o en la superficie rodante debido a una carga pesada en un rodamiento estacionario o en una baja velocidad.
- **CALENTADOR POR INDUCCION:** Se usa para calentar y expandir los anillos del rodamiento para un ajuste apropiado que utiliza calor producido por inducción electromagnética.
- **CAPACIDAD DE CARGA ESTATICA:** El nivel de carga estática o carga de impacto que cuando se le aplica a un rodamiento estacionario producirá un deformación permanente.
- **CARGA AXIAL:** Fuerza en un rodamiento proveniente de una carga paralela a la línea central del eje.
- **CARGA DE MOMENTO:** carga compensada por el eje o línea de centro del rodamiento que causa un vuelco de movimiento y carga.
- **CARGA DINAMICA BASICA:** El rango de carga radial o axial de un rodamiento que va a dar el nivel de vida de 1 millón de revoluciones o 500 horas a 33 ⅓ rpm.
- **CARGA DINAMICA EQUIVALENTE RADIAL:** Una simple carga radial que resultara como una combinación de una carga radial y axial en la misma vida del rodamiento.
- **CARGA RADIAL:** Fuerza en un rodamiento de una carga perpendicular al eje.
- **CONO DEL RODAMIENTO:** El ensamble del Anillo interno de un rodamiento con los rodillos cónicos.
- **CONTAMINACION:** Cualquier extraña sustancia en el lubricante que va a tener un efecto negativo en la operación del rodamiento o en la fatiga.
- **COPA DEL RODAMIENTO:** Anillo externo de un rodamiento de rodillos cónicos.
- **CORROSION DE CONTACTO (BRINELADO FALSO):** Color de oxidación que se parece al brinelado de la pista y que normalmente ocurre por vibraciones en rodamientos estacionarios.
- **DESALINEACION:** Normalmente se refiere al grado de flexión del eje y desviaciones por la carga o inexactitud de los asientos del rodamiento.
- **DESCASCARILLADO:** Daño del rodamiento en el que la pista o los elementos rodantes empiezan a descamarse.
- **DESLIZAMIENTO:** Una condición en la cual los anillos del rodamiento se van a mover o a girar relativamente al eje o alojamiento durante la operación y que dará como resultado decoloración y desgaste de las superficies del rodamiento.
- **DUREZA ROCKWELL HRC:** Estándar usado para los metales que determinan el nivel de dureza.
- **ELEMENTO RODANTE:** Los componentes rodantes (bolas o rodillos) de un rodamiento anti-fricción.
- **FRICCIÓN:** Fuerza que se opone al movimiento entre 2 superficies de contacto.
- **FRICCIÓN DESLIZANTE:** La fuerza opuesta entre 2 superficies planas.

## SECCIÓN 9 - GLOSARIO

- **FRICCIÓN RODANTE:** Fuerza opuesta al movimiento entre bolas o rodillos y otra superficie.
- **HOMBROS DE RESPALDO:** Superficie del eje o alojamiento usado para retener un anillo interno o externo del rodamiento.
- **JAULA DEL RODAMIENTO:** Retenedor o guía usado para separar elementos rodantes.
- **JAULA ESTAMPADA:** Normalmente es de una o dos piezas hechas de acero, acero inoxidable, aluminio o bronce.
- **JAULA MECANIZADA:** Mecanizada de acero, bronce o resinas fenólicas en una sola pieza de jaula.
- **JAULA MOLDEADA:** Nilón y polímero reforzados con fibra de vidrio y carbón son inyectados en el molde a las jaulas.
- **JAULA REMACHADA:** Dos piezas de jaula estampada son remachadas, normalmente puede ser acero pero también puede ser bronce o resina fenólica.
- **JUEGO INTERNO:** Puede ser radial o axial y es la distancia total en la que el anillo interno o el anillo externo puede moverse mientras que el otro está estacionario.
- **JUEGO OPERATIVO:** El juego efectivo con efectos adicionales como deformaciones elásticas por las aplicaciones de carga y temperatura.
- **LLAVE DE GANCHO:** Usado para girar tuercas y ajustar rodamientos.
- **LUBRICACIÓN ACEITE/AIRE:** Un sistema que bombea pequeñas cantidades de aceite para mezclar con aire comprimido y así proporcionar gotas de aceite a través de entradas dirigidas al rodamiento.
- **LUBRICACIÓN CON GRASA:** Sistema más simple de lubricación para el rodamiento.
- **LUBRICACIÓN HIDRODINÁMICA:** Habilidad del lubricante de tomar la forma de cuña para crear una película lubricadora a través de fuerzas hidrodinámicas.
- **LUBRICACIÓN HIDROESTÁTICA:** Una forma de película lubricadora pero con la ayuda de un sistema de presión.
- **LUBRICACIÓN LÍMITE:** Interrupción de la acción hidrodinámica de un lubricante permitiendo un contacto metal con metal entre los elementos rodantes y la pista de rodaje.
- **LUBRICACIÓN POR BAÑO DE ACEITE:** Un rodamiento es parcialmente sumergido en el aceite.
- **LUBRICACIÓN POR SALPICADO DE ACEITE:** Usa un engranaje rotativo para salpicar aceite en un envase que va directo al rodamiento.
- **MICROADHERENCIA:** Fenómeno en donde las agrupaciones de pequeñas partículas cubren las superficies rodantes.
- **MONTAJE FRÍO:** El montaje de los anillos de los rodamientos con el uso de prensas y accesorios sin efectos de temperatura.
- **PELÍCULA LUBRICADORA:** La carga del rodamiento es totalmente apoyada por el lubricante previniendo el contacto con superficies ásperas.
- **PISTAS DEL RODAMIENTO:** Pista o camino para los elementos rodantes.
- **PISTOLA DE GRASA:** Mecanismo manual para aplicar la cantidad apropiada de grasa a un rodamiento cuando se relubrica.
- **POSICIÓN FIJA:** Posición del rodamiento que no es libre de moverse con una expansión térmica, pero localiza el eje en dirección axial, soportando cargas axiales y logrando un juego efectivo.
- **POSICIÓN LIBRE:** Posición del rodamiento que es libre de flotar y compensar una dilatación o contracción axial del eje.
- **PRECARGA:** Carga axial aplicada a rodamientos cónicos y de contacto angular que da como resultado en deflexiones axiales, juego axial negativo del rodamiento o una precarga radial de ajuste.

## SECCIÓN 9 - GLOSARIO

- **RODAMIENTO AXIAL:** Usa bolas o rodillos con arandelas del eje y del alojamiento para soportar cargas axiales únicamente.
- **RODAMIENTO CONRAD:** Tipo de rodamiento de bolas sin ninguna ranura para insertar bolas.
- **RODAMIENTO DE ACERO CARBURIZADO:** la superficie del acero es carburizada a un nivel de dureza entre 58 y 62 Rockwell C, mientras que el núcleo es mas blando esta entre 40 a 45 Rockwell C.
- **RODAMIENTO DE ACERO TEMPLADO:** Un acero al cromo con alto contenido de carbono, algunos tales como SUJ2 o 52100, tratados térmicamente para obtener un nivel de dureza entre 58 a 62 Rockwell C.
- **RODAMIENTO DE BOLAS AUTOLINEABLES:** Dos hileras de bolas con un pista externa esférica que compensa la desalineación.
- **RODAMIENTO DE BOLAS DE CUATRO PUNTOS DE CONTACTO:** Rodamiento con diseño como de arcos góticos en las pistas para crear cuatro puntos de contacto entre las bolas y pista.
- **RODAMIENTO DE CONTACTO ANGULAR:** Tiene ángulo de contacto entre las bolas y anillos comúnmente entre 15, 30 o 40 grados.
- **RODAMIENTO DE RODILLOS CILINDRICOS:** Usa rodillos cilíndricos para un contacto lineal entre los rodillos y la pista para una mejor capacidad de carga radial.
- **RODAMIENTO DE RODILLOS CÓNICOS:** Rodillos cónicos y pistas usado para ambas capacidades de carga radiales y axiales.
- **RODAMIENTO DE RODILLOS DE AGUJAS:** Usa rodillos cilíndricos de sección delgada para un mínimo de altura de la sección transversal.
- **RODAMIENTO DE RODILLOS ESFÉRICOS:** Rodamiento autolineable que usa 2 sets de rodillos convexos separados por un collar central o un anillo que los separa.
- **RODAMIENTO EXSEV:** Rodamientos especiales de **Koyo** para ambientes de aplicaciones extremas.
- **RODAMIENTO NO SEPARABLE:** Ensamblaje de rodamientos que se montan juntos como una sola unidad algunos como rodamientos rígidos de bola o rodamientos de rodillos esféricos.
- **RODAMIENTO O CORONA DE ORIENTACION (SLEWING RIM):** Disponible en varias configuraciones para cargar grandes momentos y cargas de sobrevueltas.
- **RODAMIENTO PARA EL CUELLO DEL LAMINADOR:** Rodamientos de 4 hileras de Rodillos cónicos o cilíndricos en un ensamblaje emparejado para un laminador.
- **RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS:** Anillos internos y externos que tienen pistas con surcos no interrumpidos.
- **RODAMIENTO SEPARABLE:** Anillos interno o externo pueden ser montados separadamente tales como los rodamientos cónicos o cilíndricos.
- **RPM:** "Revoluciones por minuto" usado para expresar la velocidad operativa.
- **SELLO DE CONTACTO:** sellos de caucho con al menos un labio de contacto.
- **SELLO SIN CONTACTO:** Se refiere dispositivos de sellado como ranura de cierre para el aceite y diseños laberínticos que no rozan ni tienen contacto con la superficie rotativa.
- **SISTEMA DE CHORRO DE ACEITE:** Sistema forzado que usa una boquilla para inyectar al rodamiento a una presión constante.
- **SISTEMA DE NEBLINA DE ACEITE:** Usa un generador de neblina y boquilla para rociar el aceite en forma de neblina en los rodamientos.
- **SISTEMA POR CIRCULACIÓN DE ACEITE:** El aceite es suministrado al rodamiento disipando el calor y es enviado de vuelta al tanque por medio de una tubería de drenaje.
- **SUPER ACABADO:** Proceso de pulido, bruñido y revestimiento usado para obtener acabados en la superficie de micro-pulgadas.

## SECCIÓN 9 - GLOSARIO

- **UNIDADES DE CUBO (DE RUEDA):** Rodamientos que combina sellos, eje unidad de cubo para ruedas todo en un solo paquete.
- **VIDA "L10":** El número total de revoluciones u horas en el que el 90% de los rodamientos que se operan en las mismas condiciones no muestran daños de tipo descascarillado.
- **VIDA DEL RODAMIENTO:** El número de revoluciones u horas requeridas para que un rodamiento muestre un descascarillado.
- **VISCOSIDAD DEL LUBRICANTE:** Una medida de la resistencia del lubricante a fluir. Mientras mas alta la viscosidad, mas alta la resistencia a fluir.