



NSK Bearing Doctor

Diagnóstico Rápido de Fallas en Rodamientos

A cheetah is shown lying down in a dark, blue-tinted environment. The cheetah's distinctive spotted pattern is visible. A semi-transparent, light blue banner with a thin orange border is positioned horizontally across the middle of the image, containing the text.

Obtenga un desempeño máximo.

Este folleto contiene informaciones sobre el correcto manejo de los rodamientos, instalación, lubricación y mantenimiento para que se prevengan las fallas prematuras. Consulte el catalogo general de rodamientos NSK para más informaciones.

El rodamiento se torna inutilizable cuándo sufre fallas prematuras debido al manejo y procedimientos de mantenimiento inadecuados. Las fallas prematuras son totalmente diferentes de la descamación, que es la pérdida de material por la fatiga del acero. Este folleto le será muy útil para determinar las causas y las acciones correctivas para evitar las fallas prematuras.



Bearing Doctor - Índice

Tópico	pág.	Tópico	pág.
1. Introducción	4	7. Fallas y acciones correctiva	10
2. Manejo de los rodamientos	4	7.1 Descamación	11
2.1 Precauciones en el manejo	4	7.2 Desgaste	13
2.2 Instalación	4	7.3 Rayaduras	14
2.3 Verificaciones durante la operación	4	7.4 Patinaje	16
3. Mantenimiento del rodamiento	6	7.5 Fracturas	18
4. Inspecciones y acciones correctivas	6	7.6 Rajaduras y Grietas	19
4.1 Ruido	6	7.7 Jaula Dañada	21
4.2 Vibración	6	7.8 Abolladuras (Indentaciones)	23
4.3 Temperatura	6	7.9 Pitting	24
4.4 Objetivos de la lubricación	6	7.10 Deterioro (Desgaste)	25
4.5 Métodos de lubricación	6	7.11 Corrosión por Contacto y Mal Ajuste	26
4.6 Reposición y cambio del lubricante	8	7.12 Desgaste por Falso Brinel	27
5. Inspección del rodamiento	8	7.13 Deslizamiento Circular	28
6. Marcas de trabajo y cargas aplicadas	9	7.14 Agarrotamiento	29
		7.15 Corrosión Eléctrica	30
		7.16 Oxidación y Corrosión	31
		7.17 Falla de Instalación	32
		7.18 Sobre calentamiento	33
		Apéndice – Tabla de diagnóstico rápido	34

1.Introducción

Cuando un rodamiento se danifica durante la operación, la máquina o equipo puede trabarse o presentar una mal operación por completo. De fallas prematuras de rodamientos o problemas inesperados, es importante ser capaz de identificar o prever la falla, para que se tomen las medidas preventivas.

Generalmente, la inspección del rodamiento puede identificar las causas del problema. Frecuentemente, se atribuyen las causas a las fallas de lubricación, manejo inadecuado, selección errada del rodamiento, o descuido durante el proyecto del eje o alojamiento. Normalmente se puede determinar la causa cuando se considera las condiciones de operación del rodamientos antes de la falla, investigándose las condiciones de lubricación y instalación y aún, cuando se investiga cuidadosamente la parte danificada.

Algunas veces los rodamientos se danifican o fallan rápida y inesperadamente. Una vez que la falla prematura es diferente de la falla por fatiga que ocurre por descamación, podemos separar la vida de los rodamientos en dos grupos: fallas prematuras y fallas normales por la fatiga del acero.

2. Manejo de los Rodamientos

2.1 Precauciones en el manejo

Una vez que rodamientos son componentes de alta precisión, uno debe manejarlos con cuidado. Aunque sean rodamientos de alta calidad, la vida esperada y su desempeño no son obtenidos si se utilizan inadecuadamente. Observe las siguientes precauciones:

(1) Mantenga el rodamiento limpio y en sitio limpio:

Polvo y suciedades aunque invisibles a ojo desnudo, tienen efectos nocivos sobre los rodamientos. Es necesario prevenir la entrada de polvo y suciedades manteniéndolos, así como el ambiente, lo más limpio posible.

(2) Manejar con cuidado: Choques durante el manejo pueden rajar o causar otros daños al rodamiento, posiblemente resultando en falla. Impactos fuertes pueden causar ruido (abolladuras de brinelling), fracturas o rajaduras.

(3) Uso adecuado de las herramientas : Siempre utilice herramientas adecuadas para montar los rodamientos.

(4) Prevenga la corrosión: Desde el sudor de las manos hasta los más diversos contaminantes pueden causar corrosión. Mantenga sus manos limpias cuando manejar los rodamientos, y si posible utilice guantes.

2.2 Instalación

Se aconseja estudiar la instalación del rodamiento detalladamente, desde la calidad de instalación del rodamiento y sus influencias sobre la precisión de giro, vida y desempeño. Se recomienda que el método de instalación siga los siguientes pasos:

- (1) Limpie el rodamiento y componentes a él agregados;
- (2) Verifique las dimensiones y el estado de acabado de las partes unidas;
- (3) Siga los procedimientos de instalación;
- (4) Verifique que el rodamiento está correctamente montado;
- (5) Utilice el lubricante correcto en la cantidad exacta.

Como la mayoría de los rodamientos giran junto con el eje, el método de montaje es de interferencia (ajuste apretado) entre el eje y aro interno, mientras tiene un ajuste libre (suelto) entre el alojamiento y aro externo

2.3 Verificaciones durante la operación

Tras la instalación del rodamiento, es importante hacer una prueba para confirmar si el rodamiento se instala adecuadamente. La tabla 2.1 indica el método para la prueba de operación. Si se verifican irregularidades suspenda la prueba inmediatamente y consulte la tabla 2.2, que indica las correcciones apropiadas para cada ocurrencia.

Tabla 2.1 Comprobaciones durante la operación

Porte de la máquina	Procedimiento de operación	Verifique las condiciones del rodamiento
Máquinas pequeñas	Operación manual. Gire el rodamiento manualmente. Si no se detecta ningún problema, entonces la operación de la máquina prosigue.	Suavidad de giro. Torque desigual durante el giro (instalación incorrecta) Torque excesivo (error de instalación u juego interno insuficiente).
	Operación normal. Inicialmente accione la máquina en baja velocidad y sin carga, gradualmente aumente la velocidad y la carga de operación	Verifique los ruidos irregulares, aumento de la temperatura, escape de lubricante y alteración de color.
Máquinas grandes	Operación en vacío. Accione la máquina y permita que trabaje suavemente. Apague la máquina y permita que el rodamiento tenga una parada libre. Si no se detecta ninguna irregularidad, entonces se prosigue con la prueba de carga .	Vibración Ruido, etc.
	Operación normal. Igual a las máquinas pequeñas	Siga los mismos pasos de la máquinas pequeñas

Tabla 2.2 Causas y contramedidas para las ocurrencias anormales de operación

Irregularidades		Causas Posibles	Contramedidas
Ruido	Alto sonido metálico	Carga anormal	Corregir el ajuste, estudiar el juego del rodamiento, ajustar la precarga, corregir la posición del asiento en el alojamiento, etc.
		Instalación incorrecta	Mejorar la presesión y alineamiento del eje y carcasa. Mejorar la precisión del método de montaje.
		Lubricante en falta o inadecuado	Re-lubricar, elegir un lubricante adecuado.
		Contacto indebido con las partes girantes	Corregir la parte en contacto, por ejemplo, en los anillos del laberinto.
	Alto sonido constante	Abolladuras, oxidación o excoiraciones en la pista	Sustituir el rodamiento, limpiar las piezas conjugadas, mejorar el sistema de sellado, utilizar lubricante limpio.
		Cavidad	Sustituir el rodamiento, manejar con mucho cuidado.
		Descamación	Sustituir el rodamiento.
	Sonido inconstante	Juego excesivo	Estudiar el juego del rodamiento, ajustar la precarga.
		Penetración de partículas ajenas	Estudiar la sustitución del rodamiento, limpiar las partes conjugadas, mejorar el sistema de sellado, utilizar lubricante limpio.
Aumento anormal de la temperatura	Descamación en los elementos rodantes		Sustituir el rodamiento.
	Exceso de lubricante		Reducir el lubricante para el volumen adecuado, elegir grasa con más consistencia.
	Lubricante en falta o inadecuado		Re-lubricar, elegir un lubricante adecuado.
	Carga anormal		Corregir el ajuste, estudiar el juego del rodamiento, ajustar la precarga, corregir la posición del asiento en el alojamiento.
	Instalación incorrecta		Mejorar la presesión y alineamiento del eje y carcasa. Mejorar la precisión del método de montaje.
Vibración excesiva (giro oscilante del eje)	Deslizamiento de la superficie por mal ajuste, fricción excesiva del sistema de sellado		Sustituir el rodamiento, revisar el ajuste, corregir el eje y el alojamiento, alterar el tipo de sellado.
	Abolladura de Brinelling		Sustituir el rodamiento, manejar con mucho cuidado.
	Descamación		Sustituir el rodamiento.
	Instalación incorrecta		Corregir la perpendicularidad entre el eje y el asiento del alojamiento o espaciador lateral.
Escape o alteración del color del lubricante	Penetración de partículas ajenas		Sustituir el rodamiento, limpiar las piezas conjugadas, mejorar el sistema de sellado.
	Lubricante en exceso, entrada de partículas ajenas, ocurrencia o entrada de partículas del deterioro		Reducir la cantidad de lubricante, seleccionar una grasa mas espesa. Reemplazar el rodamiento o lubricante. Limpiar la carcasa y partes adjuntas.

3. Mantenimiento del rodamiento

Periódicamente recomendamos inspeccionar los rodamientos y mantener sus condiciones en orden para maximizar su vida. Recomendamos los procedimientos abajo:

(1) Inspección en condiciones de operación

Para determinar el periodo de sustitución de los rodamientos e intervalos de para relubricación, investigar las propiedades del lubricante y considerar factores como temperatura de operación, vibración y ruido de los rodamientos (mire la parte 4 para mayores detalles).

(2) Inspección del rodamiento

Uno debe asegurarse de investigar el rodamiento durante los periodos de inspección de la máquina y sustitución de las partes. Verifique las condiciones de la pista, determine si hay daños , confirme si se puede “reutilizar” el rodamiento o si se debe sustituirlo (mire la parte 5 para mayores detalles).

4. Inspecciones y acciones correctivas

Ruido del rodamiento, vibración , temperatura y estado del lubricante son algunos de los puntos que uno debe considerar durante la operación. Mire la parte 2.2 si se detecta alguna anomalía.

4.1 Ruido del rodamiento

Durante la operación, se pueden utilizar instrumentos de detección de ruido (el estetoscopio, NSK Bearing Monitor, etc.) para determinar las características del ruido.

4.2 Vibración del rodamiento

Se pueden analizar irregularidades en los rodamientos a través de la medida de vibraciones de una máquina en operación. Se utiliza el analizador de espectro de frecuencia para medir la magnitud de la vibración y la distribución de las frecuencias. Los resultados de las pruebas determinan las causas de la irregularidad. Los valores encontrados varían de acuerdo con las condiciones de operación de los rodamientos y del punto dónde se mide la vibración. Así, el método necesita de procedimientos estándar para cada máquina.

4.3 Temperatura del rodamiento

Normalmente la temperatura del rodamiento puede ser estimada por la temperatura de la superficie externa del alojamiento, pero es aconsejable que se obtenga esta medida directamente en la superficie externa del anillo externo a través de un sensor enviado a través del agujero de lubricación.

La temperatura del rodamiento aumenta gradualmente después del inicio hasta alcanzar la temperatura normal de operación, de una o dos horas. La temperatura de operación del rodamiento depende de la carga, de la velocidad de rotación y de las propiedades de transferencia de calor de la máquina. Lubricación insuficiente o la instalación impropia pueden causar un aumento de temperatura rápido. En este caso, apague la máquina y utilice la acción correctiva apropiada.

4.4 Objetivos de la lubricación

Los objetivos de la lubricación son la reducción de la fricción y del deterioro interno que puede causar falla prematura. La lubricación correcta proporciona los siguientes beneficios:

(1) reducción de la fricción y desgaste

El contacto metálico entre los anillos, cuerpos rodantes y jaula, que son los componentes básicos, está protegido por una película de aceite que reduce la fricción y el desgaste de las áreas de contacto.

(2) Alargamiento de la vida de fatiga

La vida de fatiga de los rodamientos depende de la viscosidad y espesor de la película entre las superficies de contacto. Un gran espesor de la película alarga la vida de fatiga, pero la vida se reduce si la viscosidad del aceite es muy baja resultando en un espesor insuficiente de la película.

(3) Dispersión de calor de fricción y enfriamiento

El método de lubricación, así como el de circulación de aceite evita el deterioro del aceite lubricante y previene el calentamiento del rodamiento, enfriando y disipando a través del aceite el calor originado por la fricción o el calor de origen externo.

(4) Sellado y protección contra oxidación

La lubricación adecuada puede también prevenir la entrada de materiales ajenos y proteger contra la oxidación y corrosión.

4.5 Métodos de lubricación

Los métodos de lubricación de rodamientos están divididos en dos categorías: La lubricación con grasa y lubricación con aceite. Se debe elegir el método de lubricación según las condiciones de aplicación y del propósito de la aplicación para alcanzar el mejor desempeño del rodamiento. La tabla 4.1 muestra una comparación entre grasa y aceite.

Tópico	Lubricación con grasa	Lubricación con aceite
Configuración del alojamiento y sistema de sellado	Simplificada.	Se torna un poco mas compleja y son necesarios cuidado en el mantenimiento.
Velocidad de rotación	El límite permisible es de un 65-85% de la lubricación con aceite.	También aplicable para las altas velocidades.
Trabajo de enfriamiento Efecto de enfriamiento	No hay.	Permite la retirada del calor con eficiencia (como en el método de circulación de aceite)
Fluidez	Inferior.	Muy buena
Sustitución del lubricante	Un poco compleja.	Relativamente fácil.
Filtraje de impurezas	Difícil	Fácil
Suciedad por escape	Reducido	Inadecuado para los locales donde las suciedades son desagradables.

Tabla 4.1 Comparación entre la grasa y aceite

(1) Lubricación con grasa

La grasa es un lubricante compuesto por el aceite, espesante y aditivos. Es necesario seleccionar una grasa compatible con el desempeño de las condiciones de aplicación del rodamiento. Hay grandes diferencias en desempeño entre dos grasas de fabricantes diferentes. La **tabla 4.2** muestra ejemplos de aplicaciones y consistencia de la grasa.

(2) Lubricación con aceite

Hay muchos métodos de lubricación con aceite: el baño de aceite, goteo, salpico, circulación, chorro de aceite, niebla de aceite y aire. La lubricación con aceite es especialmente efectiva para los casos en los que es necesario la disipación de calor para el exterior.

Asegúrese de seleccionar el aceite lubricante con viscosidad necesaria con la temperatura de operación del rodamiento. Normalmente se utiliza aceite con viscosidad baja para las aplicaciones en alta velocidad, mientras se utiliza un aceite con viscosidad alta para las aplicaciones con carga alta. Para las condiciones normales, la **tabla 4.3** indica la viscosidad necesaria a la temperatura de operación.

La **ilustración 4.1** muestra la relación entre la temperatura y la viscosidad para la lubricación con aceite.

La **tabla 4.4** ofrece ejemplos de cómo seleccionar el aceite lubricante para las diferentes condiciones de aplicación.

Tabla 4.3 Viscosidad necesaria por tipo de rodamiento

Tipo de rodamiento	Viscosidad en la temperatura de operación
Rodamientos de bolas, Rodamientos de rodillos cilíndricos	Superior a 13 mm²/s
Rodamientos de rodillos cónicos, Rodamientos de rodillos esféricos	Superior a 20 mm²/s
Rodamientos axiales de rodillos esféricos	Superior a 32 mm²/s

Nota: 1 mm²/s = 1 cSt (centi-Stokes)

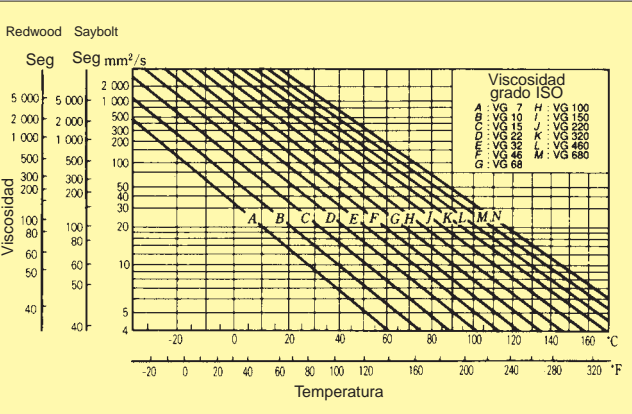


Ilustración 4.1 Relación entre viscosidad y temperatura

Tabla 4.2 Ejemplos de aplicaciones y consistencia de la grasa

Grado de consistencia	#0	#1	#2	#3	#4
Consistencia (1/10 mm)	385~355	340~310	295~265	250~220	205~175
Aplicación	<ul style="list-style-type: none">- Para lubricación centralizada a grasa- Para aplicaciones en las que ranuras ocurren con facilidad	<ul style="list-style-type: none">- Para lubricación centralizada- Para baja temperatura- Para aplicaciones en las que ranuras ocurren con facilidad	<ul style="list-style-type: none">- Uso general- Para rodamientos blindados o sellados	<ul style="list-style-type: none">- Uso general- Para altas temperaturas- Para rodamientos blindados o sellados	<ul style="list-style-type: none">- Alta temperatura- Donde se utiliza grasa como sello

Tabla 4.4 Selección del aceite lubricante para diferentes condiciones de aplicación

Temperatura del aceite	Velocidad	Carga leve o normal	Carga pesada o choques
-30 ~ 0°C	Abajo del límite de velocidad	ISO VG 15, 22, 32 (Aceite refrigerante)	-
0~50°C	Abajo de 50% del límite de velocidad	ISO VG 32, 46, 68 (aceite turbina, aceite para rodamiento)	ISO VG 46, 68, 100 (aceite turbina, aceite para rodamiento)
	Entre el 50% y 100% del límite de velocidad	ISO VG 15, 22, 32 (aceite turbina, aceite para rodamiento)	ISO VG 22, 32, 46 (aceite turbina, aceite para rodamiento)
	Superior al límite de velocidad	ISO VG 10, 15, 22 (Aceite para rodamiento)	-
50~80°C	Abajo de 50% del límite de velocidad	ISO VG 100, 150, 220 (Aceite para rodamiento)	ISO VG 150, 220, 320 (Aceite para rodamiento)
	Entre el 50% y 100% del límite de velocidad	ISO VG 46, 68, 100 (aceite turbina, aceite para rodamiento)	ISO VG 68, 100, 150 (aceite turbina, aceite para rodamiento)
	Superior al límite de velocidad	ISO VG 32, 46, 68 (aceite turbina, aceite para rodamiento)	-
80~110°C	Abajo de 50% del límite de velocidad	ISO VG 320, 460 (Aceite para rodamiento)	ISO VG 460, 680 (Aceite para rodamiento, aceite para transmisiones)
	Entre el 50% y 100% del límite de velocidad	ISO VG 150, 220 (Aceite para rodamiento)	ISO VG 220, 320 (Aceite para rodamiento)
	Superior al límite de velocidad	ISO VG 68, 100 (aceite turbina, aceite para rodamiento)	-

Notas:

1. Como límite de velocidad, utilice el valor de la tabla en el Catálogo General de Rodamientos NSK.
2. Aceite refrigerante (JIS K2211), aceite para rodamiento (JIS K2239), aceite turbina (JIS K2213), aceite para transmisiones (JIS K2219).
3. Para las temperaturas (mostradas en la tabla arriba), cerca de los límites superiores se recomiendan aceites de alta viscosidad.

4.6 Reposición y cambio del lubricante

(1) Intervalos de reposición de grasa

Con el tiempo la grasa se deteriora y la acción lubricante se degrada. Asegúrese de reponer la grasa en los intervalos correctos. Los intervalos de reemplazo de la grasa dependen de factores como el tipo del rodamiento, dimensiones y velocidad. La ilustración 4.2 muestra los intervalos aproximados para el reemplazo de grasa en función del tiempo de operación y velocidad. Como regla general, se debe reducir por la mitad el intervalo de reemplazo de la grasa para cada 15°C que ultrapase los 70°C.

(2) Intervalos de cambio de aceite

Los intervalos de cambio de aceite dependen de las condiciones de operación y de la cantidad de aceite. En general, para las temperaturas de operación menores que 50°C y en ambientes limpios, el intervalo de cambio es de un año. Si la temperatura del aceite ultrapasa los 100°C, se debe cambiar el aceite por lo menos a cada 3 meses.

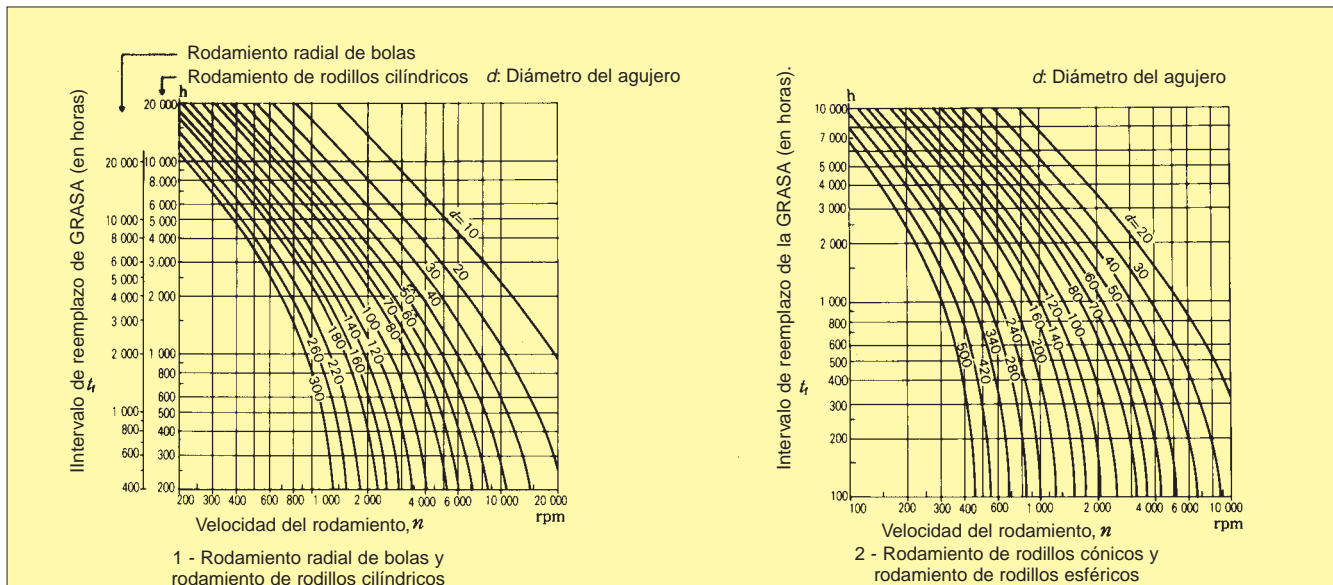


Figura 4.2 Intervalo de reemplazo de la grasa

5. Inspección del rodamiento

Primeramente, se debe registrar el aspecto visual y verificar el volumen residual del lubricante del rodamiento que se inspecciona. Tras haber colectado una muestra del lubricante para análisis, se puede lavar el rodamiento. En general, se utilizan como fluido de limpieza el querosén y aceites leves. Se hace la limpieza del rodamiento en dos fases: la limpieza preliminar y limpieza final. Cada uno de los tanques debe tener una tela metálica o equivalente para sujetar los rodamientos y evitar el contacto con las suciedades del fondo del tanque. En la limpieza preliminar es necesario tener mucho cuidado porque si se gira el rodamiento contaminado con partículas ajenas, pueden ocurrir excoiraciones en la superficie de giro. En el baño de limpieza preliminar, se debe quitar la grasa lubricante y otros residuos con auxilio de instrumentos como por ejemplo un cepillo y, después de bastante limpio, se pasa para la limpieza final.

El trabajo de limpieza final se hace cuidadosamente, girando el rodamiento sumergido en el fluido de limpieza. Es muy importante que el fluido de limpieza siempre esté limpio.

Se examinan los rodamientos, después de muy bien limpios, para evaluar la posibilidad o no de reutilización.

La inspección meticulosa debe verificar la existencia de anomalías y daños como: la reducción en la precisión dimensional, el aumento del juego interno del rodamiento,

el estado de deterioro de la jaula, el estado de la superficie de ajuste, de la superficie de giro, de la superficie de los cuerpos rodantes, entre otros. Los que no se desmontan como los rodamientos de bolas, cuando de menor porte, se puede confirmar la suavidad de giro manteniendo el anillo interior en la horizontal en una de las manos y girando el anillo externo.

Los rodamientos que se desmontan como el de rodillos cónicos permiten la verificación de los cuerpos rodantes y de la pista del anillo externo individualmente.

Se verifican con atención en los rodamientos de mayor porte, que no permiten el giro manual, el aspecto visual de los cuerpos rodantes, la superficie de la pista, la jaula y la superficie de contacto en el reborde. Para un mayor nivel de importancia del rodamiento, mayor deberá ser la seriedad de los exámenes.

Se hace la evaluación de la posibilidad de reutilización solamente tras considerado el grado de daños, la capacidad de la máquina, el grado de importancia, las condiciones de trabajo y el intervalo de tiempo hasta la próxima inspección. Sin embargo, si cualquiera de los defectos siguientes se observe, la reutilización del rodamiento es impracticable, y entonces es necesaria la substitución por otro nuevo:

(a) Cuando hay rayas o astillados en el anillo interno, en el anillo externo, en los cuerpos rodantes o en la jaula.

(b) Cuando hay descamación en la pista o en los cuerpos

rodantes.

(c) Cuando hay arañazos significativos en la pista, en el reborde o en los cuerpos rodantes.

(d) Cuando el desgaste de la jaula es significativo o los remaches se suelten.

(e) Cuando hay oxidación o excoiraciones en la superficie de la pista o de los cuerpos rodantes.

(f) Cuando hay impresiones o marcas de impacto significativas en la superficie de la pista de los cuerpos

rodantes.

(g) Cuando hay deslizamiento significativo en la superficie del agujero o en la superficie del anillo externo.

(h) Cuando hay alteración significativa de color debido al calor.

(i) Cuando hay daños significativos en las chapas de blindaje o sellado.

6. Marcas de trabajo y cargas aplicadas

Cuando los rodamientos giran, las pistas de los anillos interno y externo entran en contacto con los elementos rodantes. Esto produce marcas de trabajo en los elementos rodantes y en las pistas. Las marcas de trabajo son útiles cuando indican las condiciones de carga y debemos observarlas cuidadosamente cuando el rodamiento está desmontado.

Si los trazados están claramente definidos, es posible determinar si el rodamiento se sometió a carga radial, axial o de momento. También se puede determinar la circularidad del rodamiento, verificar si cargas inesperadas o errores en la instalación sucedieron y también determinar la causa probable del daño en el rodamiento.

La ilustración 6.1 muestra las marcas de trabajo generadas en los rodamientos fijos de una hilera de bolas bajo varios tipos de carga. La ilustración 6.1 (a) muestra el trazado más común cuando el anillo interior sólo gira con carga radial. Las ilustraciones de 6.1 (e) hasta 6.1 (h) muestran varios tipos de cargamentos y la reducción de la vida como uno de sus efectos adversos.

La ilustración 6.2 muestra los diferentes tipos de marcas de trabajo para rodamientos de rodillos: ilustración 6.2 (i) muestra las marcas de trabajo del anillo externo cuando una carga radial se aplica a un rodamiento de rodillos cilíndricos con carga y giro en el anillo interno. La ilustración 6.2 (j) muestra las marcas de trabajo para el caso de eje con inclinación entre los anillos interno y externo. Este desalineamiento lleva al apareamiento de una banda ligeramente oscura en el sentido de la anchura. Las marcas son diagonales en el inicio y en el final de la zona de carga. Para rodamientos de rodillos cónicos de doble hilera, cuando el anillo interno gira, la ilustración 6.2 (k) muestra las marcas de trabajo sobre el anillo externo bajo carga radial. La ilustración 6.2 (l) muestra las marcas de trabajo en el anillo externo esto bajo carga axial. Cuando hay el desalineamiento entre el anillo interno y externo, la aplicación de una carga radial provocará el apareamiento de marcas de trabajo en el anillo externo según la ilustración 6.2 (m).

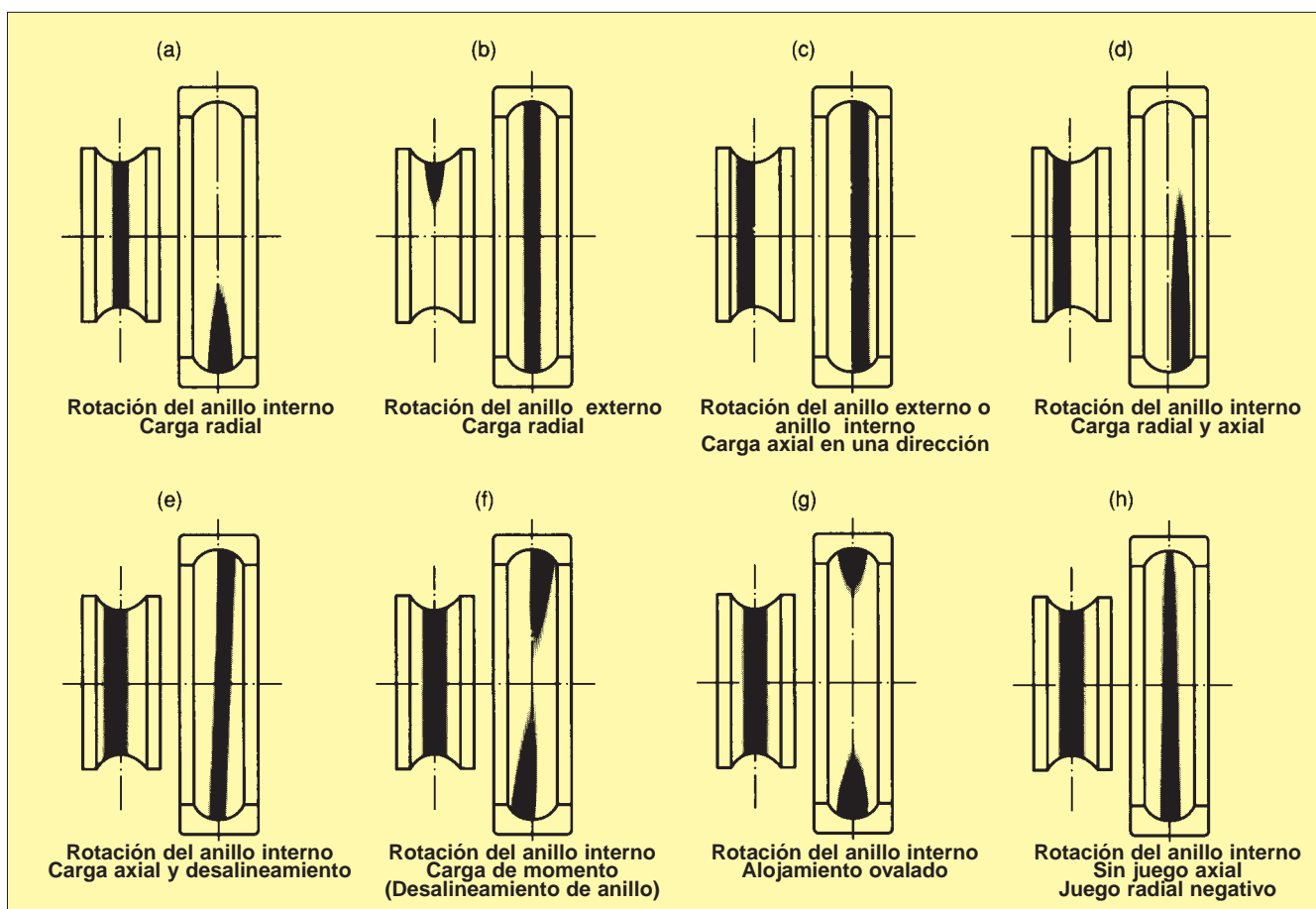
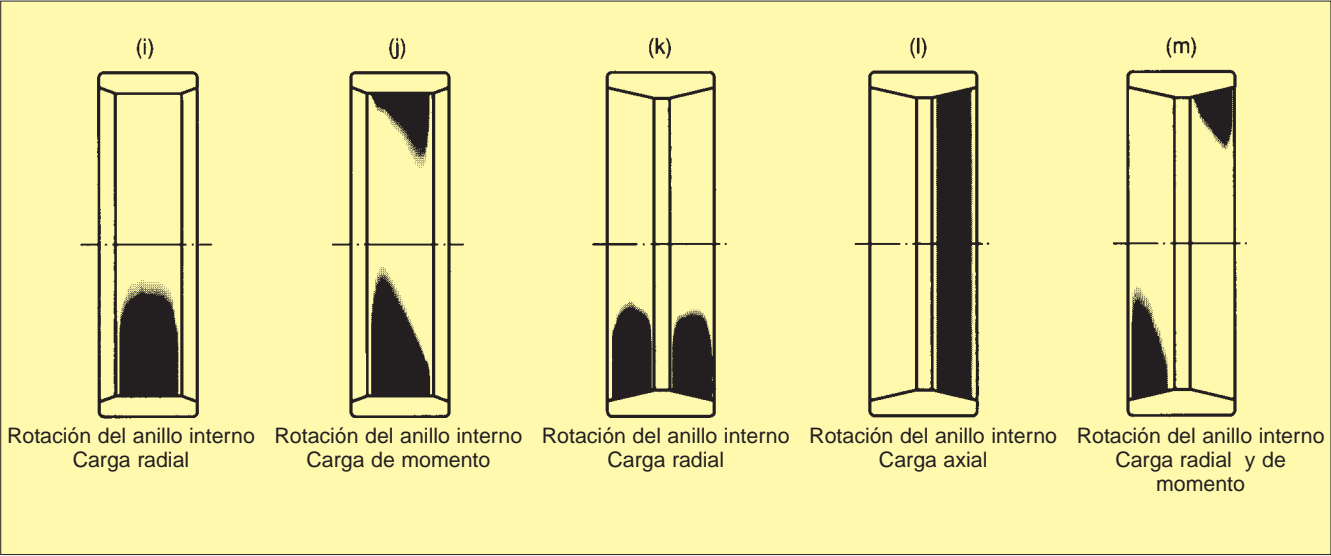


Ilustración 6.1

Ilustración 6.2



7. Fallas en los rodamientos y acciones correctivas

Se pueden utilizar los rodamientos correctamente cuidados por un largo periodo, en general, hasta la vida de fatiga, sin embargo, hay casos de ocurridos inesperadamente rápidos que no permiten la utilización continuada. Estos ocurridos prematuros con relación a la vida de fatiga, son los límites de uso, naturalmente denominados de quiebras o accidentes que en su gran mayoría tienen como causas: falta de cuidado en la instalación, utilización y lubricación; penetración de partículas ajenas del exterior y no considerar la influencia del calor en el eje y alojamiento.

Al evaluar el ocurrido en el rodamiento, por ejemplo, un arañazo en el reborde del anillo de los rodillos, se puede tomar como causas probables las siguientes:

Lubricación insuficiente o inadecuada, deficiencia del sistema de lubricación, penetración de partículas ajenas, desvíos de la instalación, flexión excesiva del eje o una combinación de estas causas.

Así, es difícil determinar la verdadera causa del problema si examinamos solamente la parte que presentó el problema.

Por otro lado, si conocemos la máquina dónde se utiliza el rodamiento, las condiciones de trabajo, la configuración de los conjugados y si la situación anterior y posterior al ocurrido son claras, se puede interrelacionar el estado del rodamiento dañado con la varias causas, lo que posibilita la prevención de la reincidencia de ocurridos semejantes.

Las secciones 7.1 hasta 7.18 nos muestran ejemplos de ocurridos en rodamientos y sus probables acciones correctivas. Por favor, consulte esta sección al intentar determinar las causas del ocurrido en el rodamiento.

7.1 Descamación

Tipo de Falla	Causas Posibles	Acciones Correctivas
<p>Cuando un rodamiento gira con carga, ocurre la salida de material por la fatiga del acero en las superficies de los elementos rodantes o las superficies de las pistas de los anillos interno y externo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Carga excesiva. • Falla en la instalación (desalineamiento) • Carga de momento. • Contaminación por partículas, o por agua. • Lubricación deficiente, lubricante inadecuado. • Juego incorrecto. • Deficiencia en la precisión del eje y del alojamiento. • Consecuencia de la oxidación en las paradas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconfirmar la especificación del rodamiento y chequear las condiciones de carga. • Mejorar el sistema de instalación. • Mejorar el método de sellado, prevenir la oxidación durante las paradas. • Utilizar lubricantes con viscosidad adecuada, mejorar el método de lucricación. • Chequear la precisión del eje y del alojamiento. • Chequear el juego interno del rodamiento.



Foto 7-1-1
Componente: Anillo interno del rodamiento de contacto angular.
Síntoma: Descamación en mitad de la circunferencia de la pista.
Causa: Lubricación deficiente generada por la entrada de fluido de corte en el interior del rodamiento.

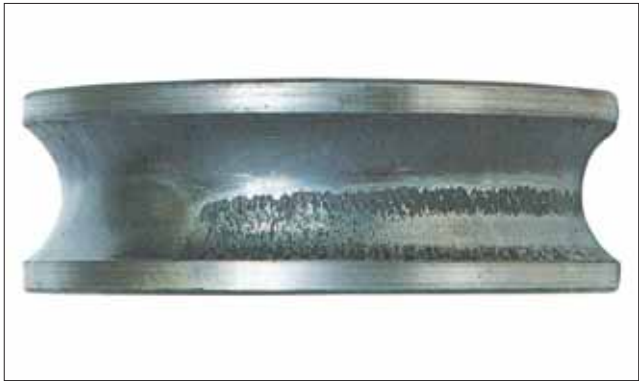


Foto 7-1-2
Componente: Anillo interno del rodamiento de contacto angular.
Síntoma: Descamación a lo largo de la pista.
Causa: Desalineamiento en la instalación.



Foto 7-1-3
Componente: Anillo interno del rodamiento fijo de una hilera de bolas.
Síntoma: Descamación en la pista en el intervalo de las bolas.
Causa: Impactos en la instalación.



Foto 7-1-4
Componente: Anillo interno del rodamiento de contacto angular.
Síntoma: Descamación en la pista en el intervalo de las bolas.
Causa: Impactos en la instalación.

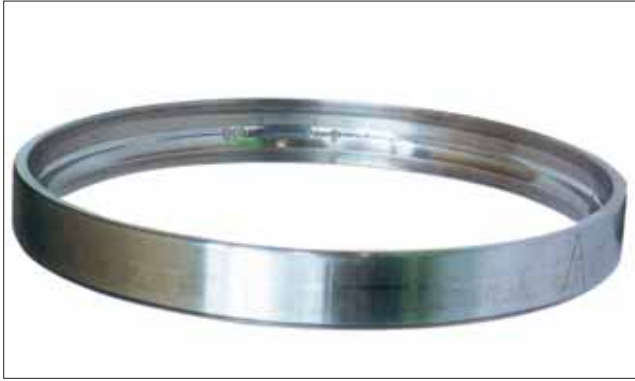


Foto 7-1-5

Componente: Anillo externo de la **foto 7-1-4**.

Síntoma: Descamación en la pista en los intervalos de las bolas.

Causa: Impactos en la instalación.



Foto 7-1-6

Componente: Las bolas de la **foto 7-1-4**.

Síntoma: Descamación en la superficie de las bolas.

Causa: Impactos en la instalación.



Foto 7-1-7

Componente: Anillo interno de un rodamiento de rodillos esféricos.

Síntoma: Descamación en una hilera a toda su circunferencia.

Causa: Carga axial excesiva.

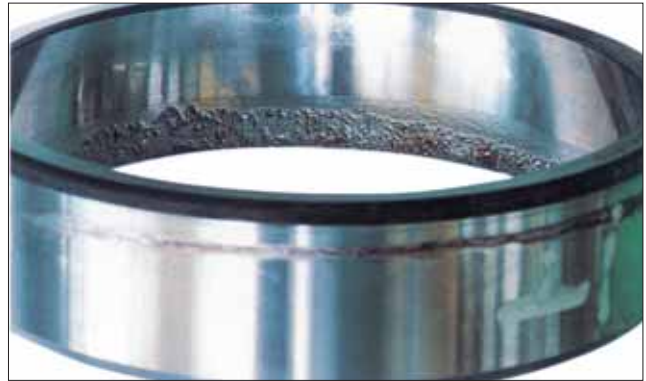


Foto 7-1-8

Componente: Anillo externo de la **foto 7-1-7**.

Síntoma: Descamación en un lado de la pista a toda su circunferencia.

Causa: Carga axial excesiva.



Foto 7-1-9

Componente: Anillo interno de un rodamiento de rodillos esféricos.

Síntoma: Descamación en una hilera.

Causa: Lubricación deficiente.



Foto 7-1-10

Componente: Rodillos del rodamiento de rodillos cilíndricos.

Síntoma: Descamación prematura que ocurrió a lo largo de los rodillos.

Causa: Instalación inadecuada que rallo los rodillos.

7.2 Desgaste o Descascarado Ligero (Peeling)

Tipo de Falla	Causas Posibles	Acciones Correctivas
<ul style="list-style-type: none">• Áreas de pequeños puntos o áreas opacas surgen en las superficies junto con desgaste ligero de las pistas y elementos rodantes. Con la salida del material, surgirá posteriormente, la descamación.	<ul style="list-style-type: none">• Lubricante inadecuado.• Contaminación por partículas de la lubricación.• Falta de lubricación.• Problema de viscosidad del lubricante.	<ul style="list-style-type: none">• Seleccionar le lubricante correcto.• Mejorar los mecanismos de sellado.



Foto 7-2-1

Componente: Anillo interno de un rodamiento de rodillos esféricos.

Síntoma: A lo largo del centro de la pista ocurre el desgaste.

Causa: Lubricación deficiente.



Foto 7-2-2

Componente: Ampliación de la foto 7-2-1.



Foto 7-2-3

Componente: Los rodillos del rodamiento de rodillos esféricos de la foto 7-2-1.

Síntoma: El desgaste ocurrió en el centro de la superficie de rodamiento de los rodillos.

Causa: Lubricación deficiente.



Foto 7-2-4

Componente: Anillo externo de un rodamiento de rodillos esféricos.

Síntoma: El desgaste ocurrió cerca del borde.

Causa: Lubricación deficiente.

7.3 Rayaduras

Tipo de Falla	Causas Posibles	Acciones Correctivas
<ul style="list-style-type: none">• En la superficie de la pista y de los cuerpos rodantes.• En forma espiral, en la pista del rodamiento axial de bolas.• En la lateral del rodillo y en la lateral del guía del reborde.	<ul style="list-style-type: none">• Deficiencia en la lubricación en la partida, consistencia de la grasa muy alta , aceleración de partida muy alta.• Los anillos no están paralelos, velocidad de giro excesiva.• Deficiencia en la lubricación, deficiencia en la instalación , carga axial excesiva.	<ul style="list-style-type: none">• Utilizar grasas menos consistentes, evitar la aceleración repentina.• Corrección de la instalación , adecuar la precarga , seleccionar el tipo de rodamiento más adecuado.• Seleccionar el lubricante adecuado, corregir la instalación.



Foto 7-3-1
Componente: Anillo interno de un rodamiento de rodillos esféricos.
Síntoma: Rayaduras sobre la lateral interna del reborde del anillo interno.
Causa: Resbalamiento del rodillo por aceleraciones y desaceleraciones repentinas.



Foto 7-3-2
Componente: Rodillos del rodamiento de la foto 7-3-1.
Síntoma: Rayaduras en los rodillos y las laterales.
Causa: Resbalamiento del rodillo por aceleraciones y desaceleraciones repentinas.



Foto 7-3-3
Componente: Anillo interno del rodamiento de rodillos cónicos.
Síntoma: Rayaduras en la lateral del reborde del anillo interno.
Causa: Partículas originarias del deterioro mezcladas al lubricante y rompimiento de la película de lubricante debido al exceso de carga.



Foto 7-3-4
Componente: Rodillos de rodamiento de doble hilera de rodillos cilíndricos.
Síntoma: Rayaduras en la lateral del rodillo.
Causa: Lubricación deficiente y carga axial excesiva.

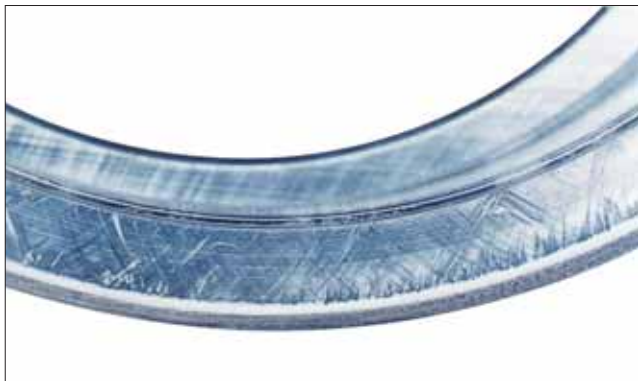


Foto 7-3-5

Componente: Anillo interno de un rodamiento axial de rodillos esféricos.
Síntoma: Rayaduras en la lateral del reborde del anillo interno.
Causa: Contaminación que se arrastra de la superficie y exceso de carga axial.



Foto 7-3-6

Componente: Rodillos del rodamiento de la **foto 7-3-5**.
Síntoma: Rayaduras en la lateral del reborde del anillo interno.
Causa: Contaminación que se arrastra de la superficie y exceso de carga axial.

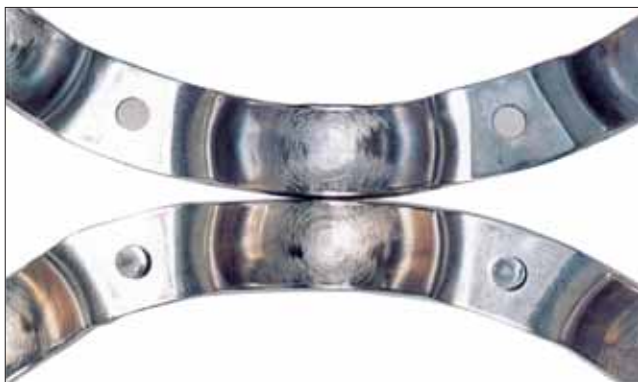


Foto 7-3-7

Componente: Jaula del rodamiento fijo de una hilera de bolas.
Síntoma: Rayaduras en la casilla de la jaula.
Causa: Penetración de contaminación.

7.4 Adherencia por Patinaje (Deslizamiento)

Tipo de Falla	Causas Posibles	Acciones Correctivas
<ul style="list-style-type: none">Adherencia por patinaje es el daño a la superficie de las pistas y elementos rodantes provocado por el rompimiento de la película de lubricación y/o patinaje (deslizamiento) entre pista y elemento rodante.	<ul style="list-style-type: none">Alta velocidad y baja carga.Aceleraciones y desaceleraciones repetitivas .Lubricante inadecuado.Entrada de agua.	<ul style="list-style-type: none">Aumentar la precarga.Optimizar el juego.Utilizar lubricantes con viscosidad adecuada.Mejorar el método de lubricación.Mejorar los mecanismos de sellado.



Foto 7-4-1
Componente: Anillo interno del rodamiento de rodillos cilíndricos.
Síntoma: El patinaje ocurrió circunferencialmente en la superficie de la pista.
Causa: Patinaje de los rodillos por exceso de grasa.



Foto 7-4-2
Componente: Anillo externo del rodamiento de la **foto 7-4-1**.
Síntoma: El patinaje ocurrió circunferencialmente en la superficie de la pista.
Causa: Patinaje de los rodillos por exceso de grasa.



Foto 7-4-3
Componente: Anillo interno de rodamiento de rodillos esféricos.
Síntoma: El patinaje ocurrió circunferencialmente en la superficie de la pista.
Causa: Lubricación deficiente.



Foto 7-4-4
Componente: Anillo externo del rodamiento de la **foto 7-4-3**.
Síntoma: El patinaje ocurrió circunferencialmente en la superficie de la pista.
Causa: Lubricación deficiente.

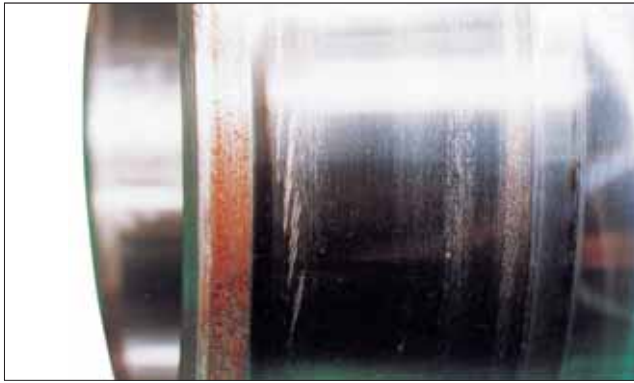


Foto 7-4-5

Componente: Anillo interno de rodamiento de rodillos esféricos.
Síntoma: Patinaje parcial ocurrió en la superficie de la pista.
Causa: Lubricación deficiente.

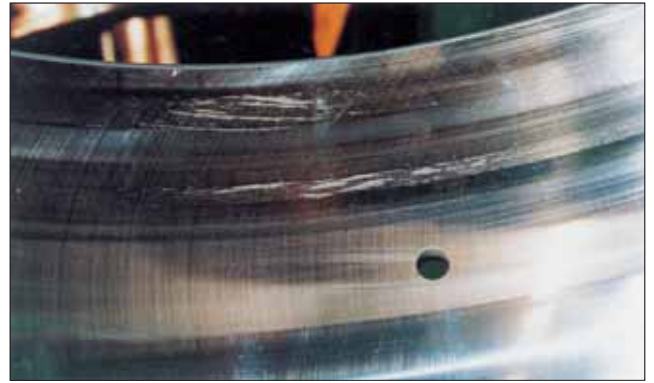


Foto 7-4-6

Componente: Anillo externo del rodamiento de la **foto 7-4-5**.
Síntoma: Patinaje parcial ocurrió en la superficie de la pista.
Causa: Lubricación deficiente.



Foto 7-4-7

Componente: Rodillos del rodamiento de la **foto 7-4-5**.
Síntoma: Patinaje ocurrió en el centro de la superficie de los rodillos.
Causa: Lubricación deficiente.

7.5 Fracturas

Tipo de Falla	Causas Posibles	Acciones Correctivas
<ul style="list-style-type: none">Anillo interno o anillo externo partidos.Cuerpos rodantes partidos;Reborde con astillas.Fracturas se refiere a pedazos pequeños que se parten del rodamiento.	<ul style="list-style-type: none">Impacto durante el montajeCarga excesivaMal manejo como la caída del rodamiento al piso.	<ul style="list-style-type: none">Mejorar el método de montaje usando calentador de inducción y herramientas adecuada. No usar martillo directamente al rodamiento.Reconsiderar las condiciones de carga .Ofrecer suficiente respaldo a la pestaña del rodamiento.



Foto 7-5-1
Componente: Anillo interno del rodamiento de doble hilera de rodillos cilíndricos.
Síntoma: Astillas en la pestaña del centro.
Causa: Carga excesiva durante la instalación.

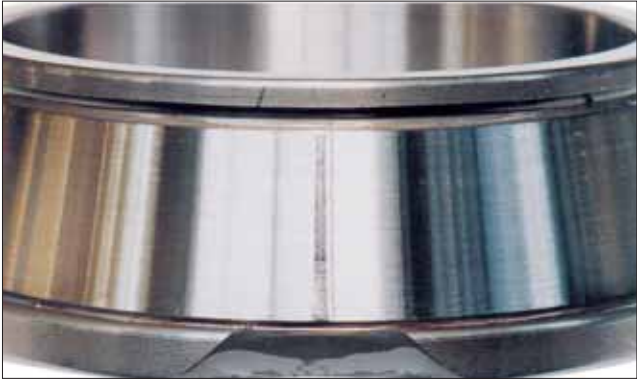


Foto 7-5-2
Componente: Anillo interno del rodamiento de rodillos cónicos.
Síntoma: Fractura en la pestaña.
Causa: Carga de choque durante la instalación.



Foto 7-5-3
Componente: Anillo interno de rodamiento axial de rodillos esféricos.
Síntoma: Fractura en la pestaña.
Causa: Cargas repetitivas.



Foto 7-5-4
Componente: Anillo externo de rodamiento de agujas.
Síntoma: Fractura en la pestaña del anillo externo.
Causa: Inclínación de los rodillos por exceso de carga despareja.

7.6 Rajaduras y Grietas

Tipo de Falla	Causas Posibles	Acciones Correctivas
<ul style="list-style-type: none"> Rajaduras en la pista del aro o en los elementos rodantes. Uso continuo en estas condiciones resultan a rajaduras mayores o fracturas. Grietas son rajaduras ligeras en la superficie 	<ul style="list-style-type: none"> Interferencia excesiva. Carga excesiva, carga de choques. Progresión de la descamación. Generación de calor y corrosión por contacto. Generación de calor por deslizamiento. Deficiencia en el ángulo del eje cónico. Deficiencia en la circularidad del eje. Radio del asiento muy largo. 	<ul style="list-style-type: none"> Corregir la interferencia. Verificar las condiciones de carga. Mejorar el método de instalación. Utilizar un perfil apropiado para el eje.



Foto 7-6-1

Componente: Anillo externo del rodamiento de doble hilera de rodillos cilíndricos.

Síntoma: Grietas térmicas en la cara del aro externo.

Causa: Generación de calor anormal debido a rozamiento por otra parte con la cara del aro externo.



Foto 7-6-2

Componente: Rodillos de rodamiento axial de rodillos cónicos.

Síntoma: Grietas térmicas en la cara de los rodillos.

Causa: Generación de calor debido a la deficiencia de lubricación en el contacto con el reborde del anillo interno.



Foto 7-6-3

Componente: Anillo externo del rodamiento de doble hilera de rodillos cilíndricos.

Síntoma: Rajaduras que se propagan axialmente y circunferencialmente originadas en la descamación de la superficie de la pista.

Causa: Descamación originada por una carga de choque.



Foto 7-6-4

Componente: Anillo externo del rodamiento de doble hilera de rodillos cilíndricos, aplicado en equipo dónde la rotación está en el anillo externo.

Síntoma: Rajaduras en la superficie externa.

Causa: Desgaste plano y generación de calor por deslizamiento causado por la rotación del anillo externo.



Foto 7-6-5

Componente: Pista del rodamiento de la **foto 7-6-4**.

Síntoma: Rajaduras en la superficie externa.



Foto 7-6-6

Componente: Anillo interno de un rodamiento de rodillos esféricos.

Síntoma: Rajaduras axiales en la superficie de la pista.

Causa: Gran tensión de ajuste generada por la diferencia de temperatura entre el anillo interno y el eje.



Foto 7-6-7

Componente: Sección fracturada del rodamiento de la **foto 7-6-6**.

Síntoma: Origen directamente abajo de la superficie de la pista.

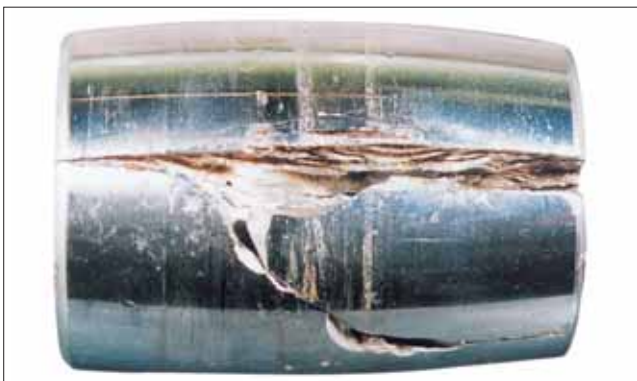


Foto 7-6-8

Componente: Rodillo de un rodamiento de rodillos esféricos.

Síntoma: Rajaduras axiales en la superficie de rodaje.

7.7 Jaula Dañada

Tipo de Falla	Causas Posibles	Acciones Correctivas
<ul style="list-style-type: none">• Daños a la jaula incluyen deformación de la jaula, fracturas y deterioro.• Fractura del pilar de la jaula.• Deformación de la lateral.• Deterioro en la superficie de la ventana.• Deterioro de la superficie del anillo guía.	<ul style="list-style-type: none">• Falla en la instalación (desalineamiento).• Falla de manejo.• Carga de momento elevada.• Impactos o grandes vibraciones.• Rotación excesiva, aceleraciones o desaceleraciones repetitivas.• Falla de lubricación.• Aumento de la temperatura.	<ul style="list-style-type: none">• Verificar el método de la instalación.• Verificar la temperatura, velocidad y condiciones de carga.• Reducir la vibración.• Selección del tipo de jaula.• Selección del método de lubricación y lubricante.



Foto 7-7-1

Componente: Jaula de rodamiento fijo de una hilera de bolas.
Síntoma: Fractura.



Foto 7-7-2

Componente: Jaula de rodamiento de contacto angular.
Síntoma: Fractura y desgaste del pilar.
Causa: Acción de carga anormal en la jaula generada por desalineamiento de la instalación entre los anillos interno y externo.

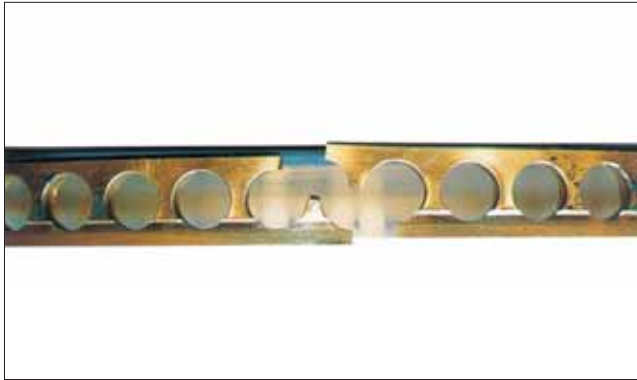


Foto 7-7-3

Componente: Jaula de rodamiento de contacto angular.
Síntoma: Fractura de la jaula de latón maquinado.



Foto 7-7-4

Componente: Jaula de rodamiento de rodillos cónicos.
Síntoma: Fractura de la jaula de acero prensado.



Foto 7-7-5

Componente: Jaula de rodamiento de contacto angular.

Síntoma: Deformación de jaula de acero prensado.

Causa: Choques durante el manejo.



Foto 7-7-6

Componente: Jaula de rodamiento de rodillos cilíndricos.

Síntoma: Deformación de la cara lateral de la jaula de latón maquinado.

Causa: Choque intenso durante la instalación.



Foto 7-7-7

Componente: Jaula de rodamiento de rodillos cilíndricos.

Síntoma: Deformación y deterioro de la jaula de latón maquinado.



Foto 7-7-8

Componente: Jaula de rodamiento de contacto angular.

Síntoma: Deterioro en la superficie externa y en la casilla de una jaula de latón maquinado.

7.8 Abolladuras (Identaciones)

Tipo de Falla	Causas Posibles	Acciones Correctivas
<ul style="list-style-type: none">Las partículas en contacto con los elementos rodantes durante el rodaje marcan, con pequeñas abolladuras, las superficies de las pistas y de los elementos rodantes.Abolladuras de mayor tamaño ocurren debido a los impactos en la instalación, a espacios equivalentes a los elementos rodantes. Las abolladuras por impacto se conocen como Brinelling.	<ul style="list-style-type: none">Contaminación por partículas metálicas.Carga excesiva.Impactos durante el transporte o instalación.	<ul style="list-style-type: none">Mantener el local de trabajo limpio.Mejorar el sistema de sellado.Filtrar el aceite lubricante.Mejorar el método de instalación.



Foto 7-8-1
Componente: Anillo interno de rodamiento de rodillos esféricos.
Síntoma: Superficie de la pista con muchas abolladuras pequeñas.
Causa: Contaminación por impurezas.



Foto 7-8-2
Componente: Anillo externo de rodamiento de dos hileras de los rodillos cónicos.
Síntoma: Impresiones en la superficie de la pista.
Causa: Contaminación por impurezas.



Foto 7-8-3
Componente: Anillo interno de rodamiento de rodillos cónicos.
Síntoma: Abolladuras (impresiones) pequeñas y grandes en la pista.
Causa: Contaminación por impurezas.



Foto 7-8-4:
Componente: Rodillos de la foto 7-8-3.
Síntoma: Abolladuras (impresiones) pequeñas y grandes en la superficie de rodaje.
Causa: Contaminación por impurezas.

7.9 Pitting (Cráteres Pequeños)

Tipo de Falla	Causas Posibles	Acciones Correctivas
<ul style="list-style-type: none">La superficie de los elementos rodantes o la superficie de la pista presentan muchos crateres pequeños de color oscuro	<ul style="list-style-type: none">Contaminación por impurezas.Rodamiento o lubricante expuestos al medio ambiente.Fallas en la lubricación.	<ul style="list-style-type: none">Mejorar el sistema de sellado.Filtrar el aceite lubricante.Utilizar el lubricante correcto.



Foto 7-9-1
Componente: Anillo externo de rodamiento axial.
Síntoma: Pitting en la superficie de la pista.
Causa: Oxidación.



Foto 7-9-2
Componente: Bola de la foto 7-9-1.
Síntoma: Pitting en la superficie de los elementos rodantes.

7.10 Deterioro (Desgaste)

Tipo de Falla	Causas Posibles	Acciones Correctivas
<ul style="list-style-type: none">• Deterioro de la superficie por fricción de deslizamiento entre la superficie de la pista, elementos rodantes, rodillos y laterales, rebordes, casillas de la jaula, etc.	<ul style="list-style-type: none">• Entrada de impurezas.• Progresión de la oxidación y de la corrosión eléctrica.• Lubricante deficiente.• Deslizamiento causado por movimiento irregular de los elementos.	<ul style="list-style-type: none">• Mejorar el sistema de sellado.• Limpiar el alojamiento.• Verificar el lubricante y el método de lubricación.• Prevenir el desalineamiento.



Foto 7-10-1
Componente: Anillo interno de rodamiento de rodillos cilíndricos.
Síntoma: Muchos puntos por origen de corrosión eléctrica y deterioro de la pista.
Causa: Corrosión eléctrica.



Foto 7-10-2
Componente: Anillo externo de rodamiento de rodillos esféricos.
Síntoma: Deterioro en forma de onda cóncava y convexa en la región de carga de la pista.
Causa: Penetración de contaminación y vibración continua cuando el rodamiento no gira.



Foto 7-10-3
Componente: Anillo interno de rodamiento de hileras de rodillos cónicos.
Síntoma: Deterioro de la pista y de la lateral del reborde.
Causa: Deterioro originado por una carga excesiva cuando el rodamiento no gira.



Foto 7-10-4
Componente: Rodillos de la foto 7-10-3.
Síntoma: Deterioro en las laterales de los rodillos.
Causa: Deterioro originado por una carga excesiva cuando el rodamiento no gira.

7.11 Corrosión por Contacto (Oxidación por Mal Ajuste)

Tipo de Falla	Causas Posibles	Acciones Correctivas
<ul style="list-style-type: none">• El deterioro ocurre debido al deslizamiento entre las dos superficies.• El deslizamiento ocurre en superficies con mal ajuste y también con el contacto entre la pista y los elementos rodantes.• La corrosión por contacto ocurre en la superficie con mal ajuste y también en el área de contacto entre las pistas y los elementos rodantes.	<ul style="list-style-type: none">• Lubricación deficiente.• Vibración de pequeña amplitud.• Ajuste inadecuado.	<ul style="list-style-type: none">• Utilizar el lubricante adecuado.• Aplicar precarga.• Verificar el ajuste apropiado.• Aplicar una película de lubricante en la superficie de contacto.



Foto 7-11-1
Componente: Anillo interno de rodamiento rígido de bolas.
Síntoma: Corrosión por contacto en la superficie del agujero.
Causa: Vibración y mal ajuste.



Foto 7-11-2
Componente: Anillo interno de rodamiento de contacto angular.
Síntoma: Corrosión por contacto ocurre en toda la superficie del agujero.
Causa: Ajuste inadecuado.



Foto 7-11-3
Componente: Anillo externo de rodamiento de dos hileras de rodillos cilíndricos.
Síntoma: Corrosión por contacto en la pista en los intervalos de los rodillos.

7.12 Desgaste por Falso Brinel

Tipo de Falla	Causas Posibles	Acciones Correctivas
<ul style="list-style-type: none">• Aplastamiento en las pistas y elementos rodantes causados por vibración o oscilación entre los puntos de contacto.• También se conoce como desgaste por vibración.	<ul style="list-style-type: none">• Oscilación y vibración en el transporte.• Movimiento de oscilación con pequeña amplitud.• Lubricante deficiente.	<ul style="list-style-type: none">• Fijar el eje y el alojamiento durante el transporte.• Transportar con los anillos internos y externos separados.• Reducir la vibración a través de precarga.• Utilizar el lubricante correcto.



Foto 7-12-1
Componente: Anillo interno de rodamiento rígido de bolas.
Síntoma: Desgaste en la pista.
Causa: Vibraciones de origen externa cuando parado.



Foto 7-12-2
Componente: Anillo externo de la foto 7-12-1.
Síntoma: Desgaste en la pista.
Causa: Vibraciones de origen externa cuando parado.



Foto 7-12-3
Componente: Anillo externo de rodamiento axial de bolas.
Síntoma: Desgaste en la pista al espaciado de las bolas.
Causa: Vibración continua asociada con oscilaciones pequeñas.



Foto 7-12-4
Componente: Rodillos de rodamiento de rodillos cilíndricos.
Síntoma: Desgaste en la superficie.
Causa: Vibraciones de origen externa cuando parado.

7.13 Deslizamiento Circular

Tipo de Falla	Causas Posibles	Acciones Correctivas
<ul style="list-style-type: none">• El deslizamiento ocurre en las superficies de ajuste, creando juego entre los anillos y el eje o alojamiento.• El deslizamiento causa una apariencia brillante ocasionalmente con rayaduras (excoriaciones) o deterioro.	<ul style="list-style-type: none">• Interferencia insuficiente o ajuste con juego.• Área de interferencia insuficiente.	<ul style="list-style-type: none">• Verificar la interferencia y prevenir la rotación.• Corregir la interferencia.• Estudiar la precisión del eje y del alojamiento.• Precarga en la dirección axial.• Interferencia de la lateral del anillo.• Aplicar adhesivo en la superficie de ajuste.• Aplicar lubricante en la superficie de ajuste.



Foto 7-13-1
Componente: Anillo interno de rodamiento de rodillos esféricos.
Síntoma: Deslizamiento y excoriaciones en la superficie del agujero.
Causa: Interferencia insuficiente.



Foto 7-13-2
Componente: Anillo externo de rodamiento de rodillos esféricos.
Síntoma: Marcas de deslizamiento por toda la superficie del anillo externo.
Causa: Juego entre el anillo y el alojamiento.

7.14 Agarrotamiento (Gripamiento)

Tipo de Falla	Causas Posibles	Acciones Correctivas
<ul style="list-style-type: none">El sobrecalentamiento provoca cambio de color en el rodamiento. Consecuentemente, los anillos, elementos rodantes y jaula se suavizan y se deforman, causando daños. Además, el sobrecalentamiento puede eliminar el juego interno, causando agarrotamiento (gripamiento).	<ul style="list-style-type: none">Falla en la lubricación.Exceso de carga (exceso de precarga).Alta velocidad.Juego interno muy pequeño.Entrada de agua y contaminantes.Mala precisión del eje y alojamiento.	<ul style="list-style-type: none">Reestudiar el ajuste y juego interno del rodamiento.Lubricar con volumen y lubricante adecuados.Verificar la precisión del eje y alojamiento.Mejorar el método de instalación.



Foto 7-14-1
Componente: Anillo interno de rodamiento de rodillos esféricos.
Síntoma: Pista con alteración de color y derretida. Pedazos de la jaula están laminados a la superficie de la pista.
Causa: Lubricación insuficiente.



Foto 7-14-2
Componente: Rodillos del rodamiento de la foto 7-14-1.
Síntoma: Rodillos con alteración de colorido. Partículas de la jaula están laminadas en la superficie de los rodillos.
Causa: Lubricación insuficiente.

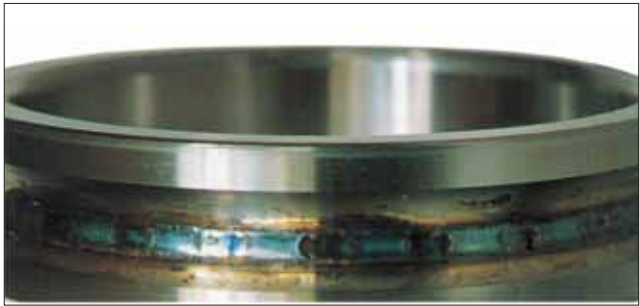


Foto 7-14-3
Componente: Anillo interno del rodamiento de contacto angular.
Síntoma: Alteración de color de la pista y marcas en los intervalos de las bolas.
Causa: Precarga excesiva.



Foto 7-14-4
Componente: Anillo externo de la foto 7-14-3.
Síntoma: Alteración de color de la pista y marcas en los intervalos de las bolas.
Causa: Precarga excesiva.



Foto 7-14-5
Componente: Bolas y jaula de la foto 7-14-3.
Síntoma: Jaula derretida y bolas con alteración de color.
Causa: Precarga excesiva.

7.15 Corrosión Eléctrica

Tipo de Falla	Causas Posibles	Acciones Correctivas
<ul style="list-style-type: none">La corrosión eléctrica ocurre cuando hay pasaje de corriente eléctrica por el rodamiento.La corriente eléctrica en forma de arco pasa del eje para los anillos y por las bolas derretiendo los componentes.	<ul style="list-style-type: none">Diferencia de potencial entre los anillos interno y externo.Utilización de máquina de soldar conectada a tierra por medio de un equipo con rodamientos.	<ul style="list-style-type: none">Diseñar circuitos eléctricos que previenen flujo a través de los rodamientos.Aislar los rodamientos.No conectar a tierra máquinas de soldar en equipos con rodamientos.



Foto 7-15-1
Componente: Anillo interno de rodamiento de rodillos cónicos.
Síntoma: Deterioro característico de corrosión eléctrica en la superficie de la pista.



Foto 7-15-2
Componente: Rodillos de rodamiento de la foto 7-15-1.
Síntoma: Deterioro característico de corrosión eléctrica en la superficie de los rodillos.



Foto 7-15-3
Componente: Anillo interno del rodamiento de rodillos cilíndricos.
Síntoma: Modelo de falla de corrosión eléctrica acompañada de cráteres (pitting) en la superficie de la pista.



Foto 7-15-4
Componente: Bolas de rodamiento rígido de una hilera de bolas.
Síntoma: La corrosión eléctrica presenta un color oscuro que cubre toda la superficie de las bolas

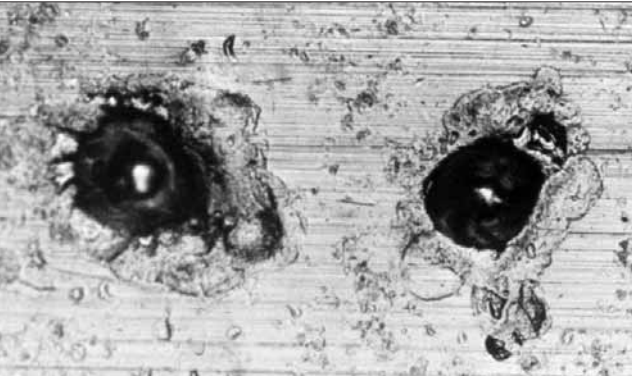


Foto 7-15-5
Componente: Anillo interno de rodamiento rígido de una hilera de bolas.
Síntoma: Derretimiento de material por pasaje de corriente eléctrica. Cráteres pequeños.



Foto 7-15-6
Componente: Anillo interno de rodamiento rígido de una hilera de bolas.
Síntoma: Derretimiento de material por pasaje de corriente eléctrica. Cráteres pequeños

7.16 Oxidación y Corrosión

Tipo de Falla	Causas Posibles	Acciones Correctivas
<ul style="list-style-type: none"> • Oxidación y corrosión del rodamiento son puntos en la superficie de los anillos y elementos rodantes. Pueden ocurrir en el espaciamiento de los elementos rodantes sobre los anillos o en toda la superficie del rodamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada de gas corrosivo o agua. • Lubricante inadecuado. • Formación de partículas de agua por condensación de la humedad. • Alta temperatura y alta humedad cuando la parte está parada. • Falla del protectivo contra la corrosión durante transporte y almacenaje. • Manejo inadecuado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar el sistema de sellado. • Verificar el método de lubricación. • Prevenir daños por oxidación cuando el rodamiento está parado. • Mejorar los métodos de almacenaje. • Mejorar los métodos de manejo.



Foto 7-16-1
Componente: Anillo externo de rodamiento de rodillos cilíndricos.
Síntoma: Oxidación en la lateral del reborde y superficie de la pista.
Causa: Lubricación deficiente debido a la penetración de humedad.

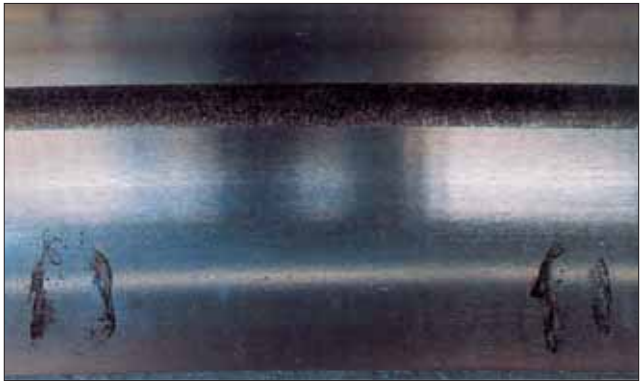


Foto 7-16-2
Componente: Anillo externo de rodamiento pivotante.
Síntoma: Oxidación en la superficie de la pista en el espaciamiento de las bolas.
Causa: Condensación de humedad durante la parada del rodamiento.

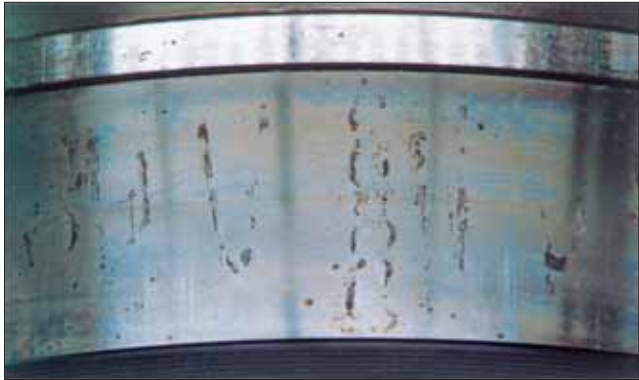


Foto 7-16-3
Componente: Anillo interno de rodamiento de rodillos esféricos.
Síntoma: Corrosión en la superficie de la pista en el espaciamiento de los rodillos.
Causa: Entrada de agua en el lubricante.



Foto 7-16-4
Componente: Rodillos de rodamiento de rodillos esféricos.
Síntoma: Puntos de corrosión en la superficie de contacto.
Causa: Condensación de humedad durante el almacenamiento.

7.17 Fallas de Instalación

Tipo de Falla	Causas Posibles	Acciones Correctivas
<ul style="list-style-type: none">• Largas rayas lineales a través de la superficie de la pista o de los elementos rodantes causados durante la instalación o desmontaje del rodamiento.	<ul style="list-style-type: none">• Inclinación de los anillos interno y externo durante la instalación.• Impactos durante la instalación o desmontaje.	<ul style="list-style-type: none">• Uso de herramientas y dispositivos apropiados.• Utilice una prensa para evitar impactos durante el montaje.• Alinear las partes durante el montaje.

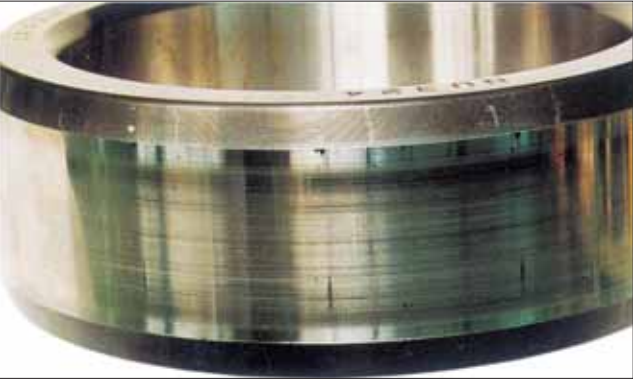


Foto 7-17-1
Componente: Anillo interno del rodamiento de rodillos cilíndricos.
Síntoma: Rayas axiales en la superficie de la pista.
Causa: Inclinación de los anillos interno y externo en la instalación.



Foto 7-17-2
Componente: Anillo externo del rodamiento de doble hilera de rodillos cilíndricos.
Síntoma: Rayas axiales en la pista al mismo intervalo de los rodillos
Causa: Inclinación de los anillos interno y externo en la instalación.



Foto 7-17-3
Componente: Rodillos de rodamiento de rodillos cilíndricos.
Síntoma: Rayas en la superficie de rodaje.
Causa: Inclinación de los anillos interno y externo en la instalación.

7.18 Sobrecalentamiento

Tipo de Falla	Causas Posibles	Acciones Correctivas
<ul style="list-style-type: none">Alteración de color en la jaula , elementos rodantes y pistas de los anillos ocurren debido al deterioro del lubricante en alta temperatura.	<ul style="list-style-type: none">Falla de lubricación.Calor externo.	<ul style="list-style-type: none">Mejorar el método de lubricación.Reducir el efecto del calor externo.

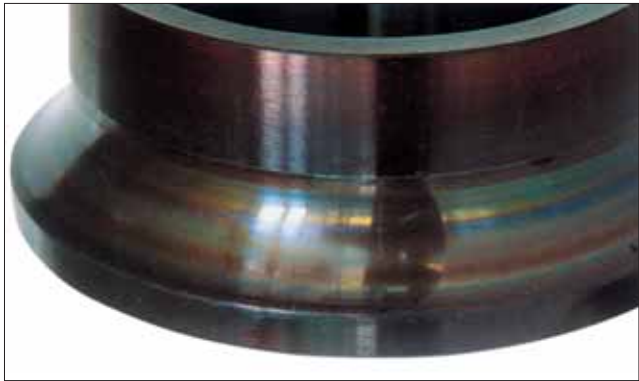


Foto 7-18-1
Componente: Anillo externo de rodamiento de contacto angular.
Síntoma: Alteración de color de la superficie de la pista.
Causa: Generación de calor debido a lubricación deficiente.



Foto 7-18-2
Componente: Anillo interno del rodamiento de cuatro puntos de contacto angular.
Síntoma: Alteración de color de la superficie de la pista.
Causa: Generación de calor debido a lubricación deficiente.

Apéndice - Tabla de Diagnóstico Rápido

Causa														
Ocurrencia	Localización (Fenómeno)	Manejo		Partes coligadas		Temperatura	Lubricación	Carga		Rotación		Selección del rodamiento		Notas
		Almacenamiento - Transporte	Instalación	Eje alojamiento	Dispositivos de sellos			Exceso de carga Carga de impacto	Momento	Carga muy baja	Alta velocidad Alta aceleración y desaceleración			
1. Descamación	Pistas y superficies del rodamiento		○	○	○		○	○	○	○		○		
2. Desgaste (peeling)	Pistas y superficies del rodamiento				○		○	○		○	○			
	Superficies externas de contacto			○*	○		○	○						
3. Rayaduras	Superficie lateral del rodillo o reborde del anillo		○	○	○		○	○	○		○			
	Superficie de la guía de la jaula o casilla de la jaula		○		○		○	○						
4. Patinaje	Pistas y superficies del rodamiento				○		○	○		○	○			
5. Fracturas	Rebordes o elementos rodantes	○	○	○				○	○					
6. Rajaduras y grietas	Pistas o elementos rodantes		○	○		○		○	○					
	Rebordes, superficie lateral de los rodillos o superficie de la guía de la jaula			○				○	○					
7. Jaula dañada	(Deformación), (Fractura)		○	○				○	○					
	(Desgaste)		○		○		○	○	○		○			
8. Abolladuras (Impresiones)	Pistas y superficies del rodamiento				○			○						
	Pistas (contaminación de los elementos rodantes)	○	○					○				○		
9. Pitting	Pistas y superficies del rodamiento				○		○	○						
10. Deterioro (Desgaste)	Pistas, superficies del rodamiento, rebordes o superficie lateral de los rodillos		○		○		○	○						
11. Corrosión por contacto	Pistas y superficies del rodamiento	○	○	○			○	○	○		○	○		
	Superficies externas del agujero y anillo externo, laterales (contacto con el alojamiento y el eje)		○	○					○					
12. Falso brinel	Pistas y superficies del rodamiento	○					○	○				○		
13. Deslizamiento	Superficie de ajuste		○	○		○	○*	○*	○		○			*Ajuste con juego
14. Agarrotamiento	Pistas, elementos rodantes o jaula		○	○	○		○	○	○	○	○	○		
15. Corrosión eléctrica	Pistas y superficies del rodamiento		○*	○*										*Corriente eléctrica que pasa por los elementos radiantes
16. Oxidación y corrosión	Pistas, elementos rodantes o jaula	○	○		○	○	○							
17. Falla de instalación	Pistas y superficies del rodamiento		○	○										
18. Sobre calentamiento	Pistas, elementos rodantes o jaula					○	○	○						

Nota: Esta tabla solamente describe las ocurrencias mas comunes , sus causas y síntomas. Se debe utilizarla apenas como referencia.

Para más informaciones, contacte una de nuestras oficinas

NSK Brasil Ltda.

São Paulo
Rua 13 de Maio 1633 – 14.º andar, CEP 01327-001, Bela Vista,
São Paulo, SP, Brazil
Teléfono: 011-269-4700 - Facsímil: 011-269-4720 - Código del País: 55

Planta Suzano
Av. Vereador João Batista Fitipaldi 66, CEP 08685-000, Vila Maluf,
Suzano, SP, Brazil
Teléfono: 011-7701-4007 - Facsímil: 011-4748-2355 - Código del País: 55

Porto Alegre
Rua Cândio Gomes 502 – Sala 204, CEP 90220-060,
Porto Alegre, RS, Brazil
Teléfono: 051-222-1324 - Facsímil: 051-222-2599 - Código del País: 55

Belo Horizonte
Rua Ceará 1431 – Sala 405, CEP 30150-311,
Belo Horizonte, MG, Brazil
Teléfono: 031-274-2477 - Facsímil: 031-273-4408 - Código del País: 55

Joinville
Rua Mário Lobo 61 – Sala 602, CEP 89201-330, Joinville, SC, Brazil
Teléfono: 047-422-5445 - Facsímil: 047-422-2817 - Código del País: 55

Recife
Av. Conselheiro Aguiar, 2738 conjunto 604, CEP 51020-020,
Recife, PE, Brazil
Teléfono: 081-326-3781 - Facsímil: 081-326-5047 - Código del País: 55

Argentina
Garcia del Rio 2477, piso 7, oficina A
C1429DEA, Buenos Aires, Argentina
Teléfono: 11-4704-5100 Lineas Rotativas, 11-4704-0033
Código del País: 54

NSK Americas, Inc. (Casa Matriz de las Americas)

Ann Arbor
3861 Research Park Drive, Box 1507,
Ann Arbor Michigan 48106-1507, U.S.A.
Teléfono: 734-761-9500 - Facsímil: 734-761-9511 - Código del País: 1

NSK Corporation (Oficina Matriz, División Rodamiento, División Automotriz)

Ann Arbor
3861 Research Park Drive, Box 1507,
Ann Arbor Michigan 48106-1507, U.S.A.
Teléfono: 734-761-9500 - Facsímil: 734-761-9511, 734-668-7888
Código del País: 1

NSK Corporation (División Productos de Precisión)

Chicago
250 Covington Drive, Bloomingdale, Illinois 60108, U.S.A.
Teléfono: 630-924-8000, 630-924-8197 - Código del País: 1

NSK Corporation (Centro Técnico)

Ann Arbor
3917 Research Park Drive, Ann Arbor, Michigan 48108, U.S.A.
Teléfono: 734-668-0877 - Facsímil: 734-668-0852 - Código del País: 1

NSK Corporation (Sucursales e Centros de Distribución)

Los Angeles
13921 Bettencourt Street, Cerritos, California 90701, U.S.A.
Teléfono: 562-926-2975 - Facsímil: 562-926-3553 - Código del País: 1

Indianapolis
5550 Progress Road, Park Fletcher, Indianapolis, Indiana 46241, U.S.A.
Teléfono: 317-247-4724 - Facsímil: 317-247-5660 - Código del País: 1

Planta Ann Arbor
5400 South State Road, Box 990, Ann Arbor Michigan 48108, U.S.A.
Teléfono: 734-996-4400 - Facsímil: 734-996-4707 - Código del País: 1

Planta Clarinda
1100 N First Street, Clarinda, Iowa 51632, U.S.A.
Teléfono: 712-542-5121 - Facsímil: 712-542-4905 - Código del País: 1

Planta Franklin
3400 Bearing, Drive Franklin Indiana 46131, U.S.A.
Teléfono: 317-738-5000 - Facsímil: 317-738-4310 - Código del País: 1

Planta Liberty
1112 East Kitchel Road, Liberty, Indiana 47353, U.S.A.
Teléfono: 765-458-5000 - Facsímil: 765-458-7832 - Código del País: 1

Nastech Corporate

Oficina Central / Planta
One Shields Drive Route 2, Box 0030 Bennington,
Vermont 05201, U.S.A.
Teléfono: 802-442-5448 - Facsímil: 802-442-2253 - Código del País: 1

Oficina Venda
3861 Research Park Drive, Ann Arbor, Michigan 48106, U.S.A.
Teléfono: 734-761-9427 - Facsímil: 734-761-3328 - Código del País: 1

NSK Canada Inc.

Oficina Matriz
5585 McAdam Road, Mississauga, Ontario L4Z 1N4, Canada
Teléfono: 905-890-0740 - Facsímil: 905-890-0750 - Código del País: 1

Montreal
2150-32E Avenue, Lachine, Quebec H8T 3H7, Canada
Teléfono: 514-633-1220 - Facsímil: 514-633-8164 - Código del País: 1

Toronto
5585 McAdam Road, Mississauga, Ontario L4Z 1N4, Canada
Teléfono: 905-890-0561 - Facsímil: 905-890-1938 - Código del País: 1

Winnipeg
1276 Border Street, Winnipeg, Manitoba R3H 0M6, Canada
Teléfono: 800-663-5445 - Facsímil: 800-800-2788 - Código del País: 1

Edmonton
9527 49th Avenue, Edmonton, Alberta T6E 5Z5, Canada
Teléfono: 800-663-5445 - Facsímil: 800-800-2788 - Código del País: 1

Vancouver
3353 Wayburne Drive, Burnaby, British Columbia V5G 4L4, Canada
Teléfono: 800-663-5445 - Facsímil: 800-800-2788 - Código del País: 1

NSK Rodamientos Mexicana, S.A. de C.V.

Mexico
Minas Palacio n.º 42-6, Col. San Antonio Zomeyucan Naucalpan de
Juarez
C. P. 53750 Estado de Mexico, Mexico
Teléfono: 55-5301-2741 - Facsímil: 55-5301-2865 - Código del País: 52

NSK Latin America, Inc.

2500 N.W. 107 Ave., Suite 300
Miami, FL 33172, USA
Teléfono: 305-477-0605 - Facsímil: 305-477-0377, 305-477-0827
Código del País: 1

NSK Spain S.A.
Calle de la Hidráulica, 5 P.I. - La Ferrería
08110, Montcada I Reixac (Barcelona), Spain
Teléfono: 93-575-4041 - Facsímil: 93-575-0520 - Código del País: 34