

Realizado por:
Ricardo Mario Amé

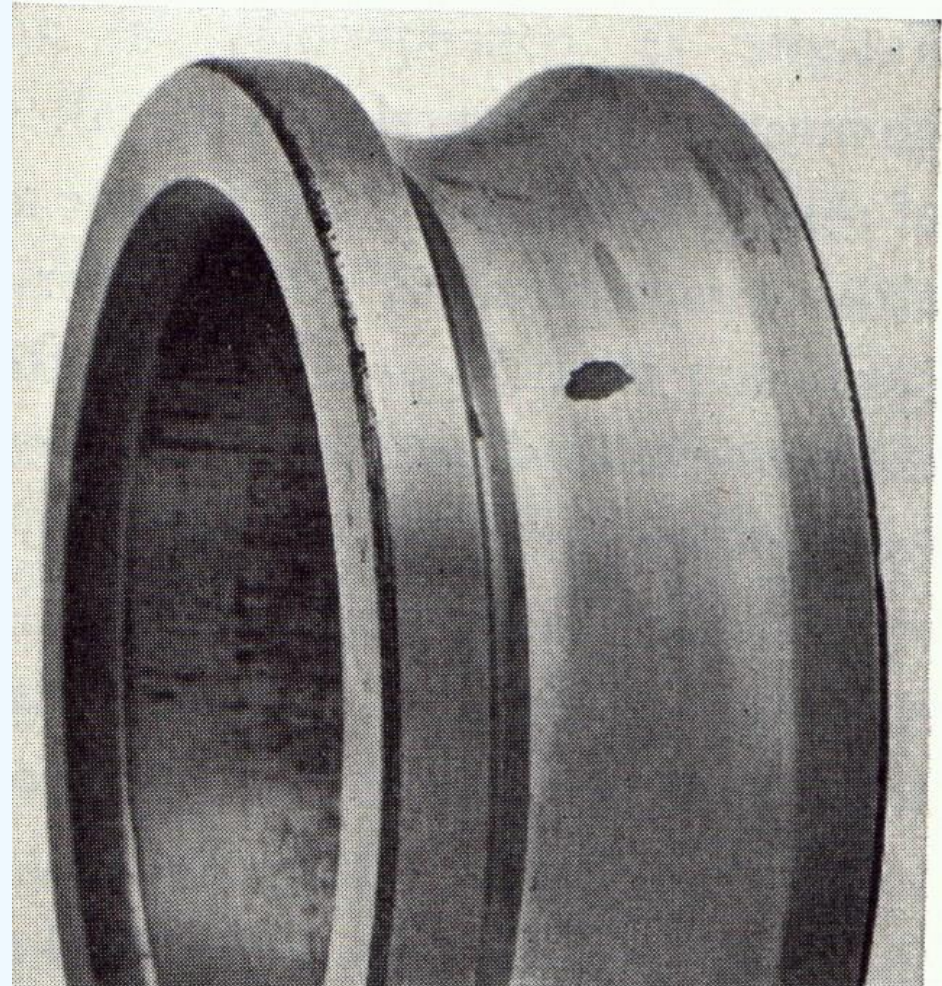
Año 2003

Editado en:
Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de
Zamora

AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL

Sabemos que el rodamiento es un elemento de máquina sometido a fatiga. En condiciones normales de uso su vida útil está limitada a la aparición de los síntomas de fatiga.

Las figuras siguientes muestran exfoliaciones debidas a ello.



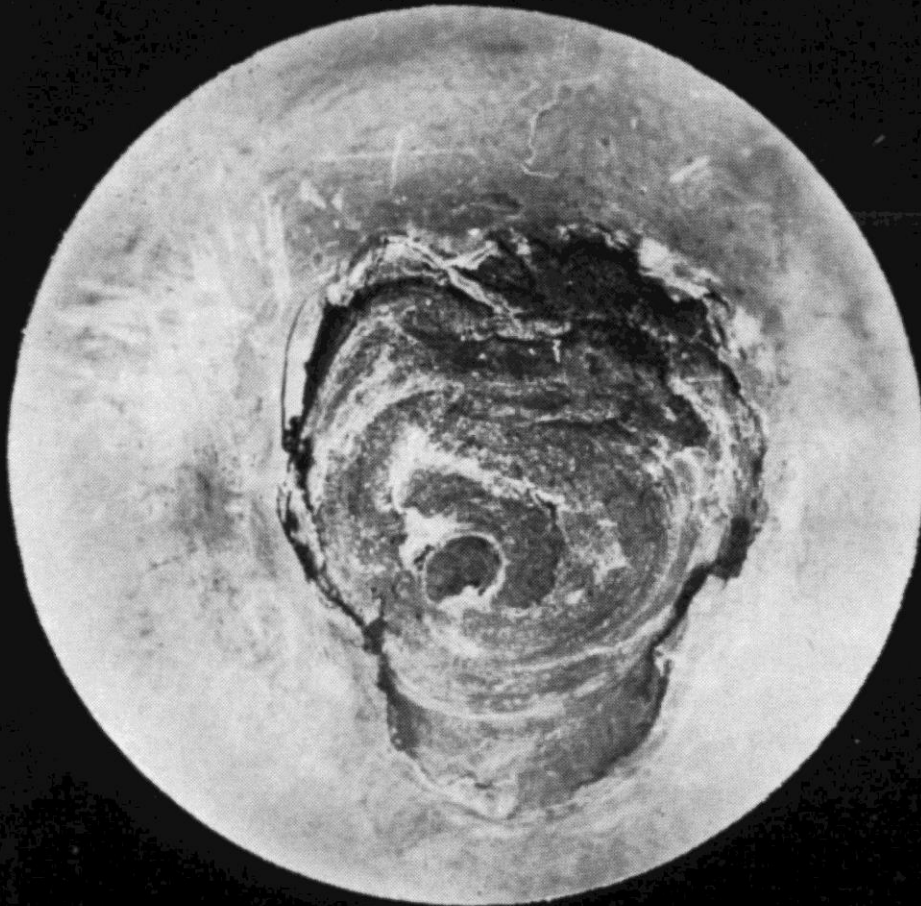
AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL

Vemos una bola de rodamiento en la cual la fisura por fatiga comenzó por debajo de la superficie y se propagó hacia el exterior produciendo la exfoliación de una capa de un espesor prácticamente constante.

Una vez iniciada, la exfoliación se extiende rápidamente.

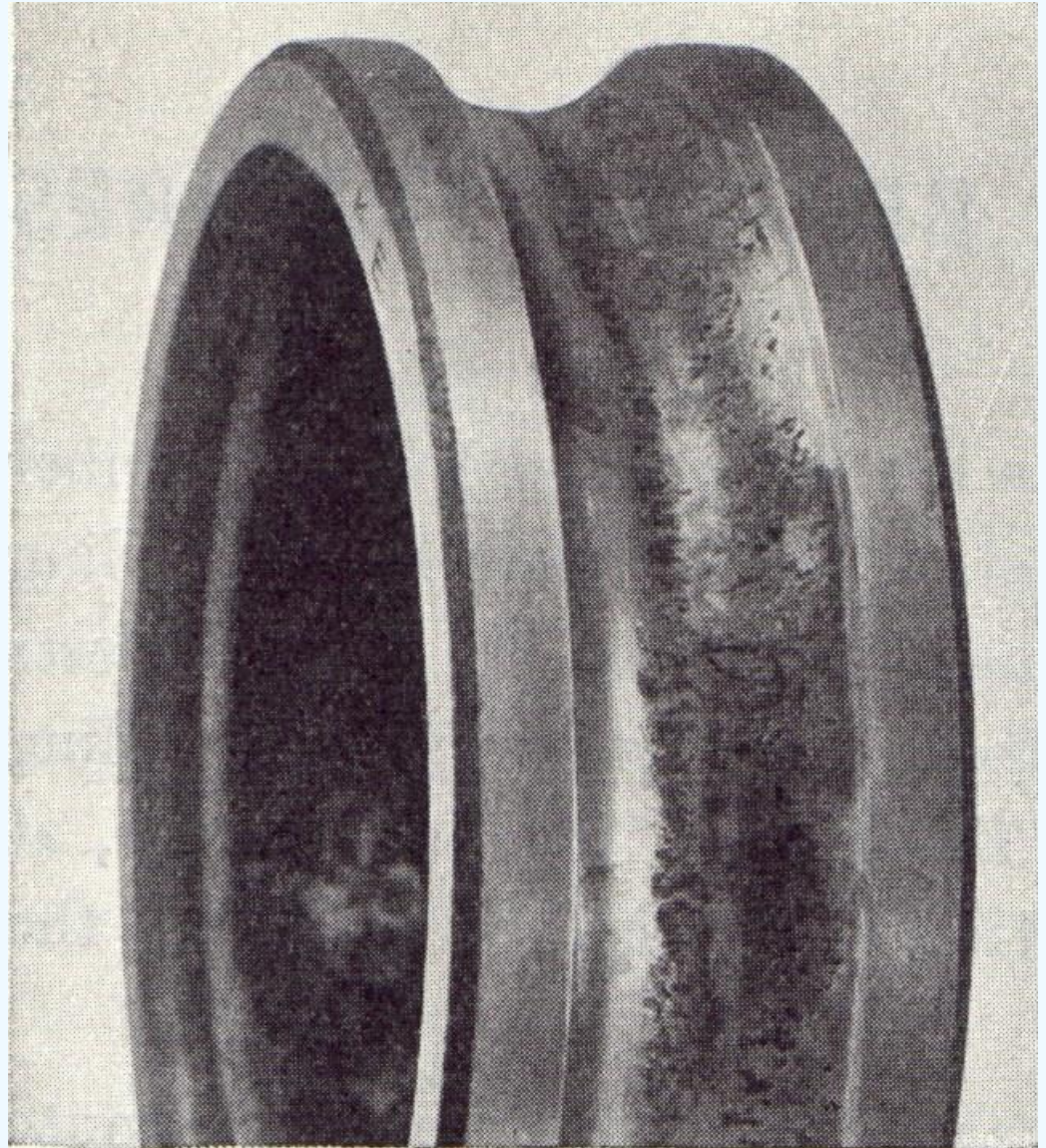
Las partículas desprendidas aceleran el proceso destructor.

Las partículas desprendidas aceleran el proceso destructor.

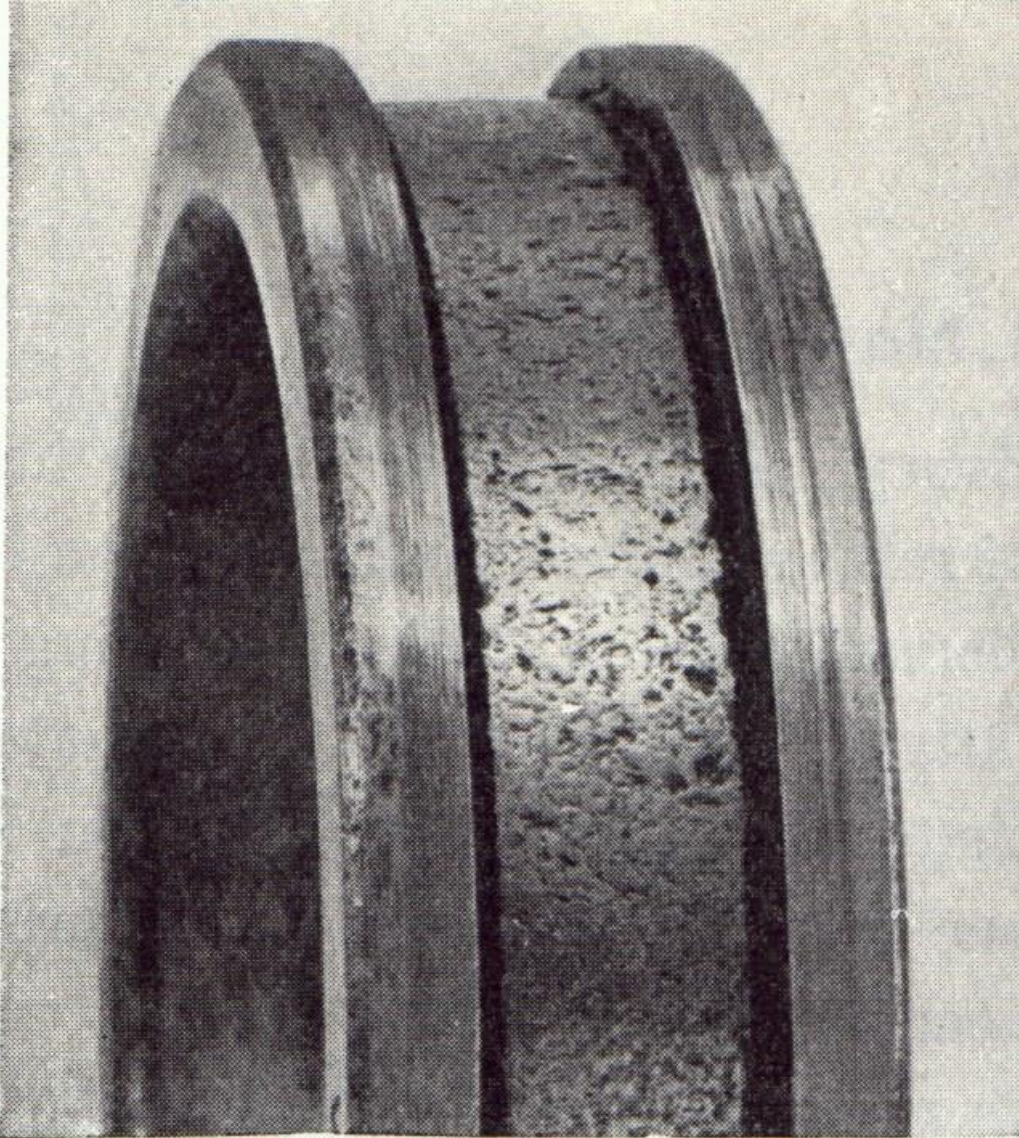


AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL

**Avería por exfoliación avanzada
debido a la fatiga del material, en
el camino de rodadura**



AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL



**Avería por exfoliación
avanzada debido a la fatiga
del material, en el camino de
rodadura de un rodamiento de
rodillos**

AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL

Los pequeños fragmentos de material desprendidos se interponen entre las superficies en contacto (pistas y elementos rodantes) causando sobrecargas localizadas y facilitando la extensión del daño o incluso causando la fractura de las pistas



AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL

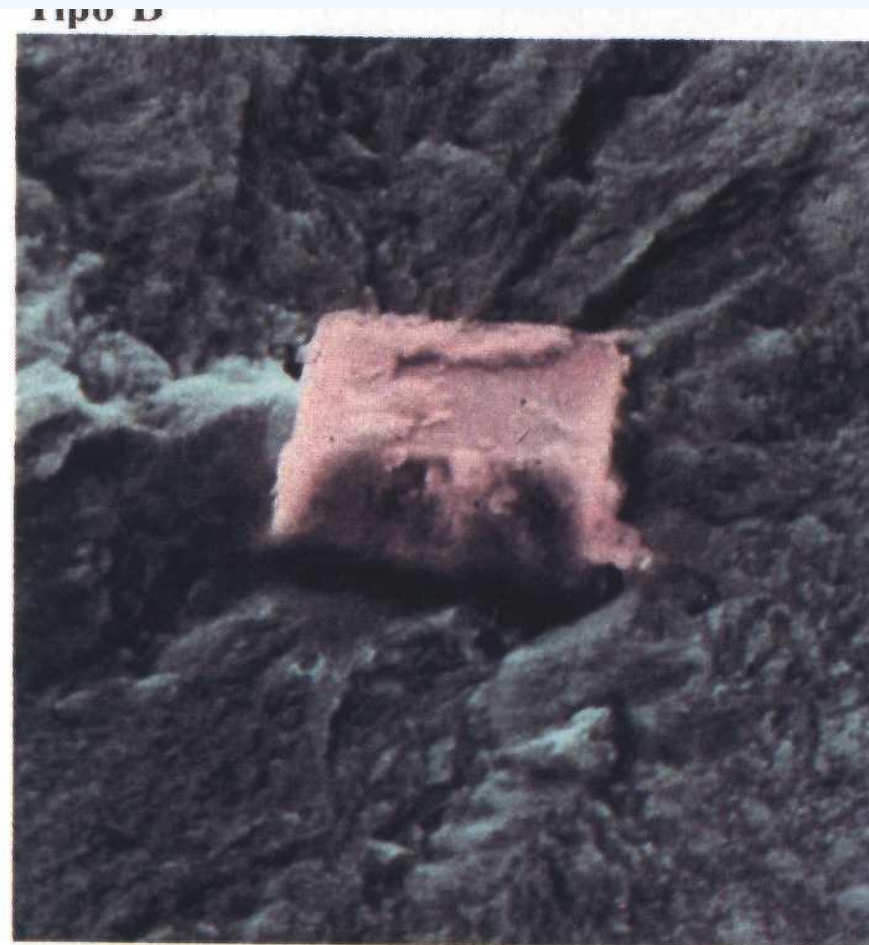
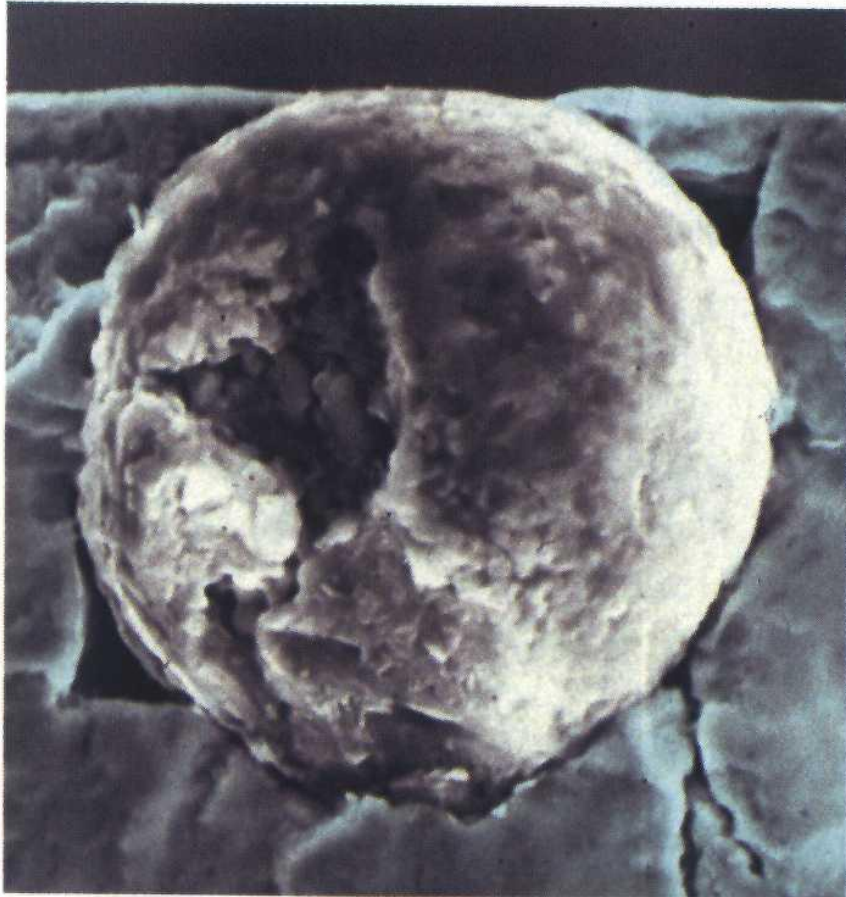
Entre los factores esenciales para la obtención de una larga duración a la fatiga, cabe destacar un correcto diseño, ausencia de defectos superficiales y de fabricación, un nivel bajo de inclusiones perjudiciales no metálicas en el acero, particularmente óxidos y carbonitruros, así como un control de la microestructura durante el tratamiento térmico.

La figura muestra una inclusión de óxido de aluminio, lugar de posible inicio de una falla por fatiga



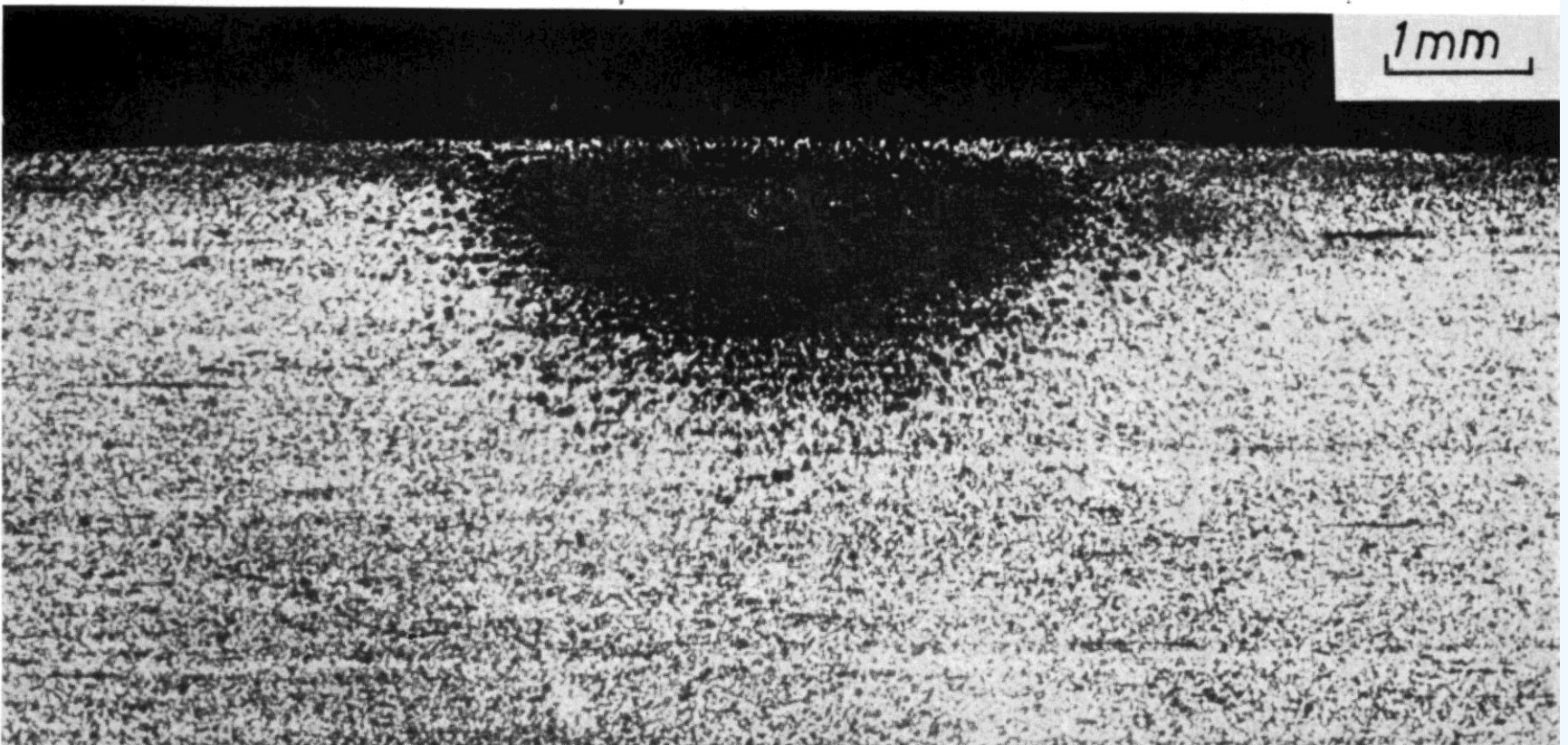
AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL

Otras inclusiones como las de aluminato de calcio (izquierda) y carbonitruro de titanio (derecha) también son puntos de inicio de fallas por fatiga del material.



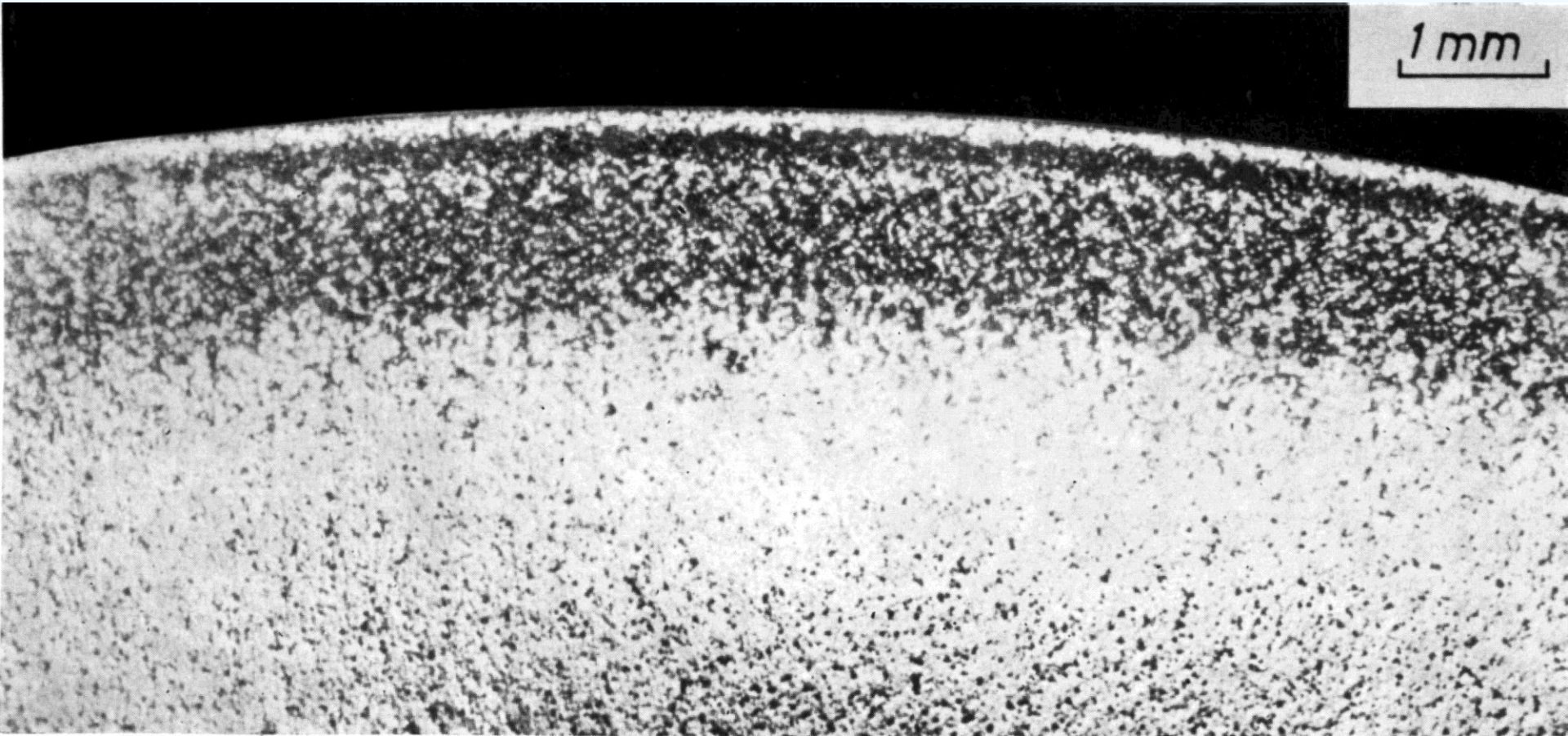
AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL

Dentro de una zona limitada debajo del camino de rodadura, se observan diferencias al ataque ácido en la micro estructura. Si se observa a microscopio una sección transversal del camino de rodadura de un rodamiento sometido a ensayo, con un tiempo determinado de aplicación de carga, se observa una zona oscura lenticular. Estas zonas son tanto más oscuras cuanto mayor sea el número de pasos de rodadura. Obsérvese que la zona de color más intenso está situada a una determinada distancia por debajo del camino de rodadura



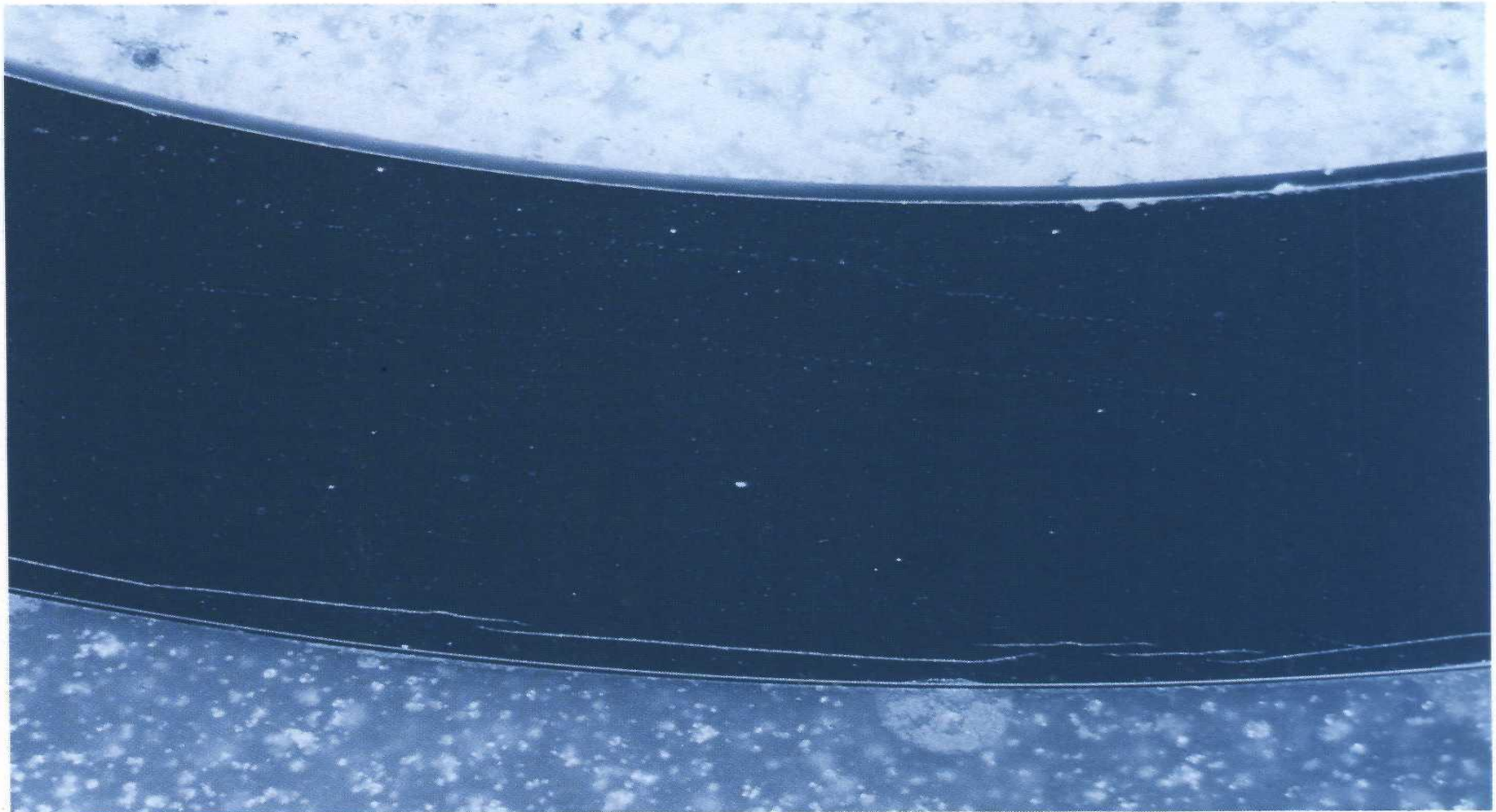
AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL

La figura muestra la misma zona anterior pero en el plano diametral o normal al eje de giro de la pista. Los estudios de ésta zona oscura, indican que puede deberse a tres causas: a) Martensita revenida a una temperatura más elevada, que es atacada por la corrosión; b) Deformaciones plásticas de la martensita, y un empeoramiento del comportamiento frente a la corrosión y c) Una deformación plástica de la martensita con formación de surcos evidenciados con el agente químico para la observación microscópica..

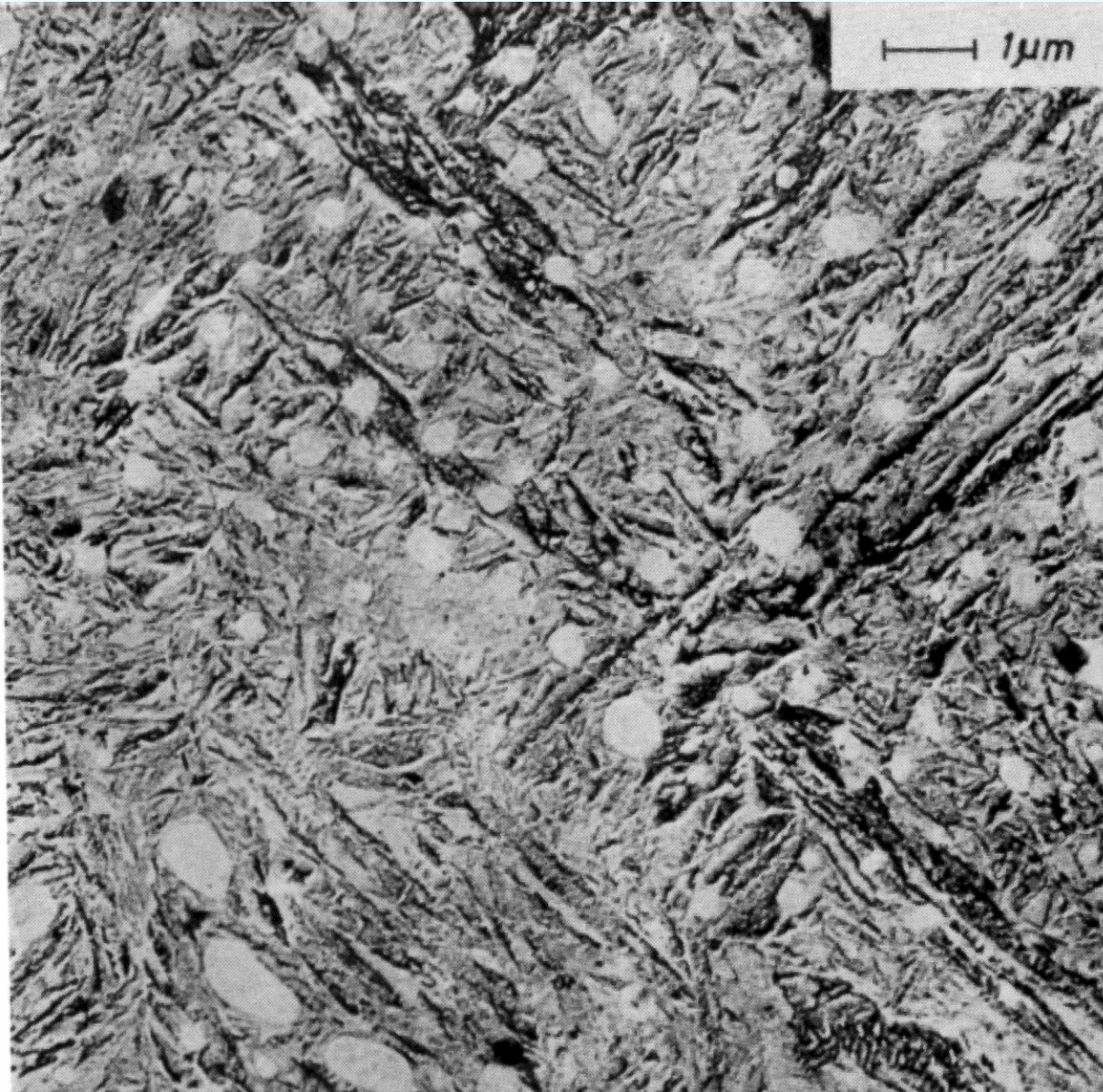


AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL

Micro imagen óptica en la que se aprecian varias fisuras que se han desarrollado a 0.25-0.35 mm por debajo de la superficie de una sección axial a través del centro del camino de rodadura, que sin embargo no han causado falla de exfoliación por fatiga pues no se han derivado hacia la superficie

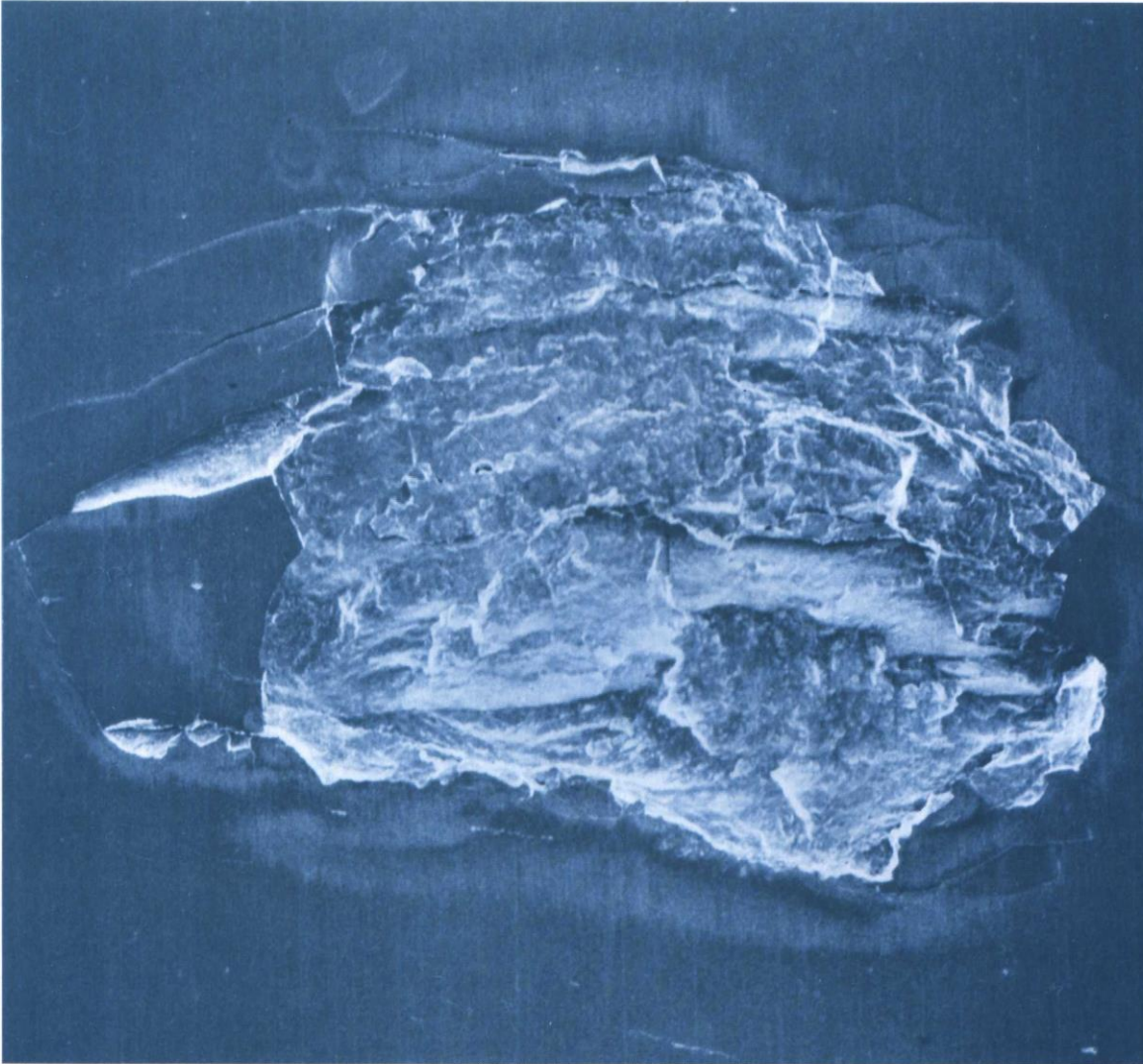


AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL



Otras observaciones microscópicas, muestran surcos creados por martensita deformada plásticamente, orientados entre sí con un ángulo de 90° , como es de esperar cuando existen esfuerzos principales de cizalladura

AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL

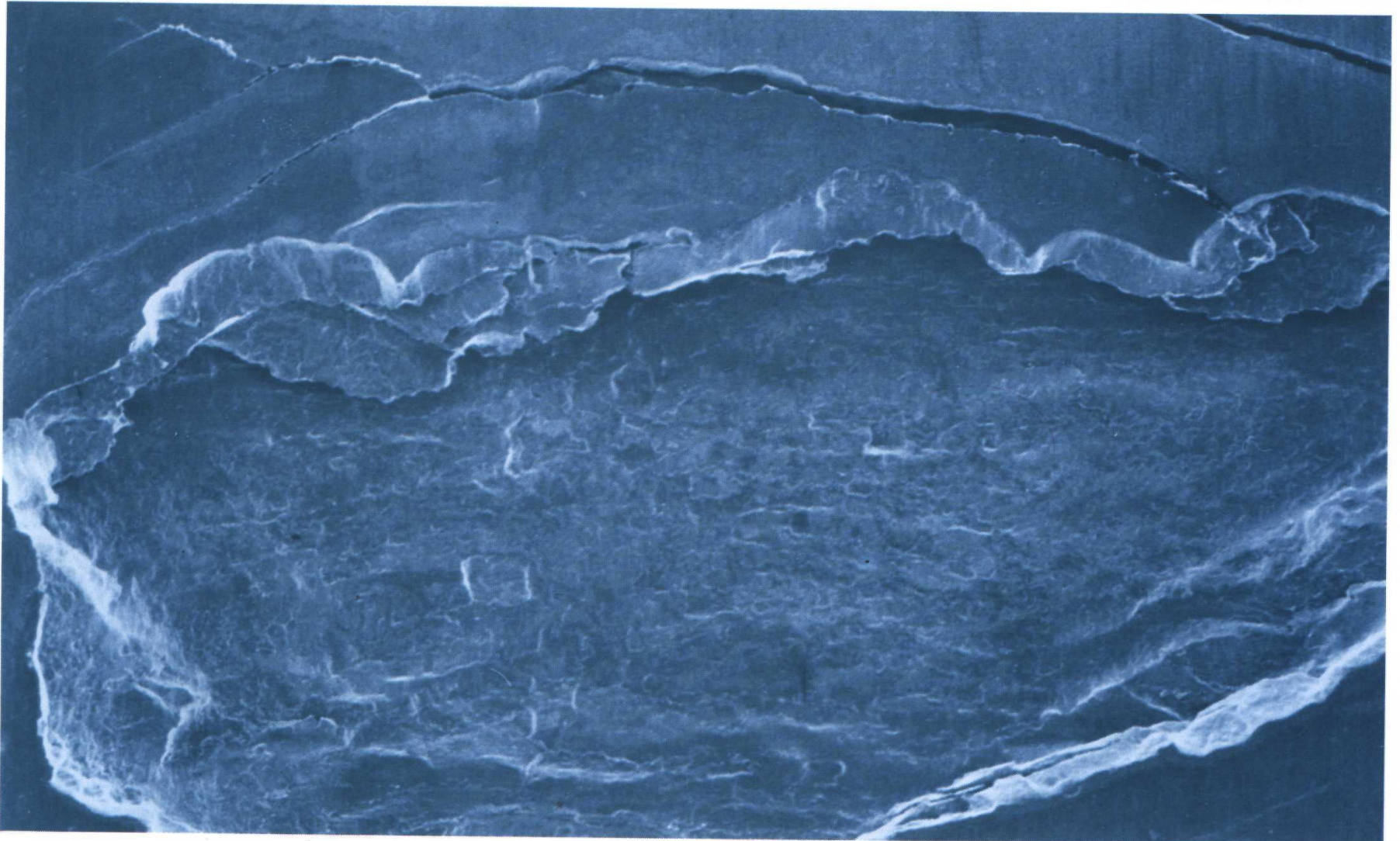


En aceros con alto contenido de inclusiones de óxidos, sometidos a prueba con esfuerzos reducidos, las exfoliaciones por fatiga muestran, en fallas tempranas, una tendencia a ser pequeñas y desiguales.

La figura muestra un exfoliado por fatiga de carácter pequeño e irregular, típico de fallos tempranos, particularmente en aceros menos “limpios”.

AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL

Exfoliado por fatiga en fallas tardías, en especial en aceros “limpios”. Tienen un aspecto de fondo plano. La forma pronunciada en “V” está relacionada con el desarrollo de las fisuras en un ángulo de 45° en relación con la dirección de rodadura



Tal como se indicó hasta aquí, el rodamiento, en teoría, no debería destruirse por ningún otro factor que no sea por la fatiga producida en sus materiales por el funcionamiento normal.

Sin embargo, superponiéndose a ella, se observa que otros numerosos factores externos al rodamiento interfieren en la duración de vida teórica y tienden a reducirla, a veces poderosamente. Si la fatiga ocurre luego de un período relativamente corto de funcionamiento y no es imputable a sobrecargas, se puede pensar en factores externos, como defectos del montaje, de la lubricación etc.

A continuación se mostrarán las averías que se producen por factores externos al rodamiento y que aceleran su deterioro, limitando notablemente su vida útil esperada.

Es muy útil interpretar las causas que se identifican con las fallas, pues permiten adoptar las medidas para evitar su repetición y mejorar el rendimiento de la máquina.

CLASIFICACIÓN DEL ORIGEN DE LAS AVERÍAS SEGÚN SNR

1 – Causas externas

- Montaje defectuoso o descuidado
- Falta de mantenimiento.
- Lubricación insuficiente o inadecuada
- Sobrecargas, vibraciones, altas temperaturas, velocidad excesiva, polución

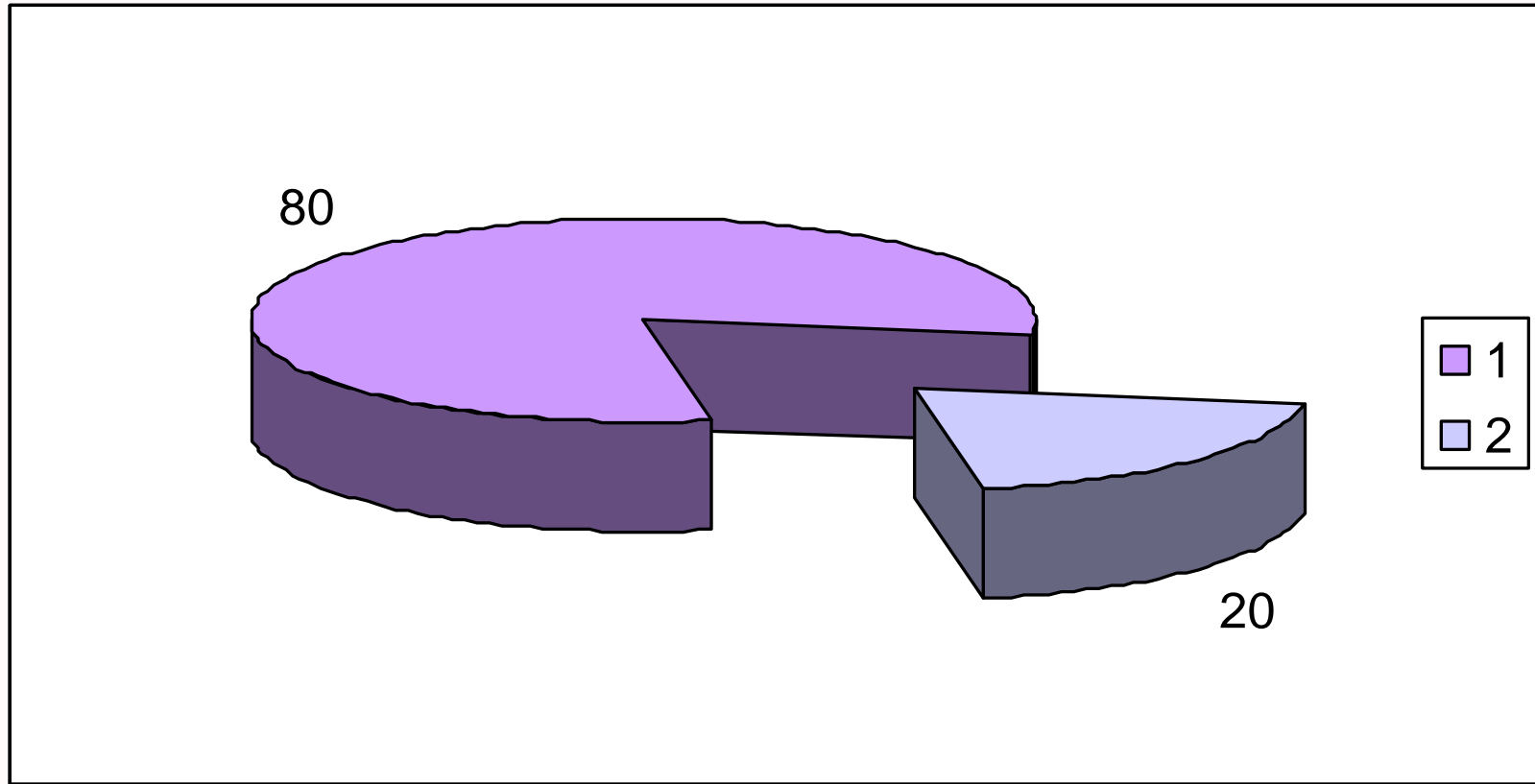
2 – Rodamiento mal seleccionado

- Tipo constructivo
- Tamaño.
- Características funcionales

3- Calidad del rodamiento

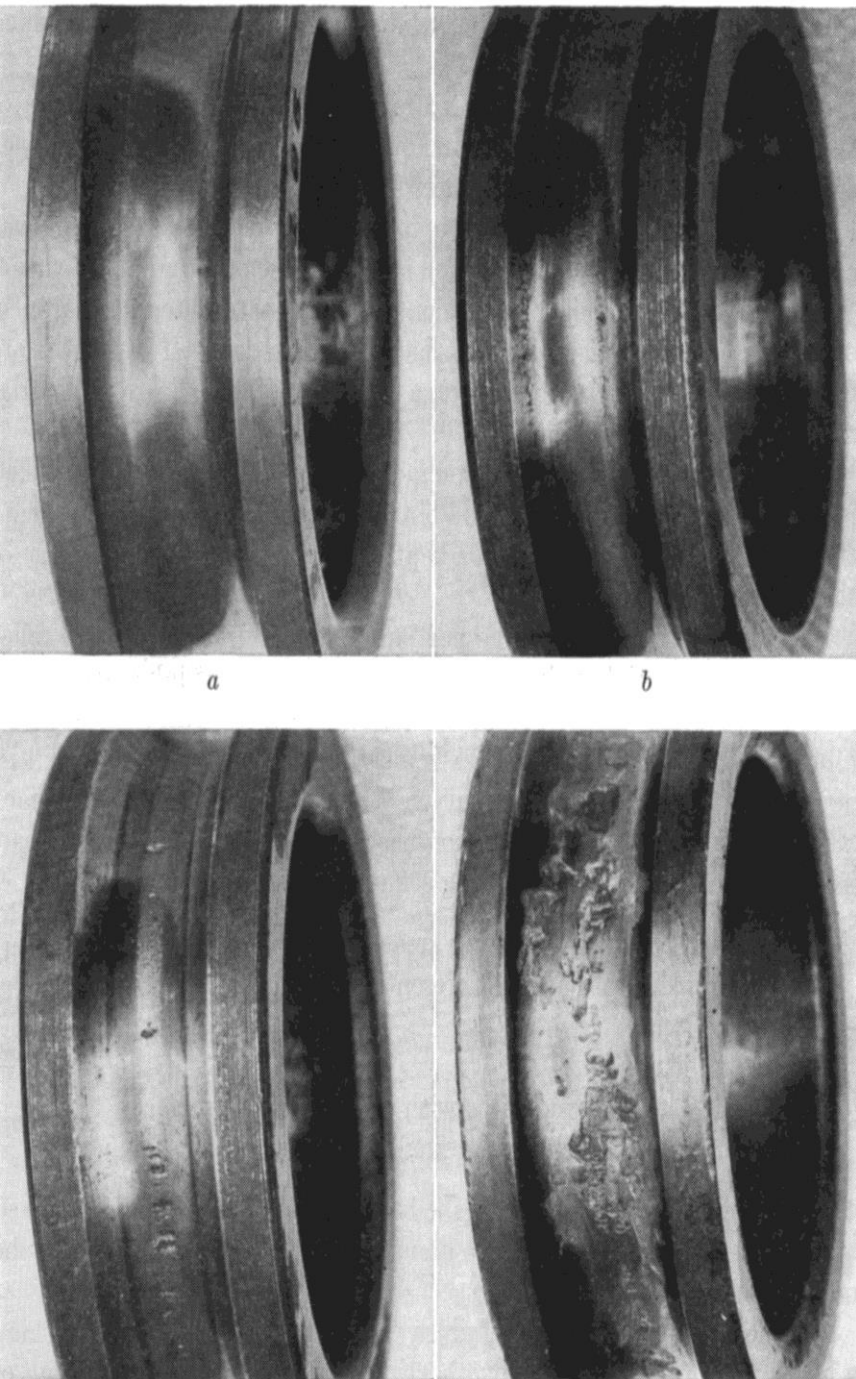
- Calidad de los materiales, de los tratamientos.
- Geometría interna, calidad de las jaulas

MOTIVO DE LAS FALLAS, SEGÚN RUDOLF W. SEUFERT



- **El 80%** de las fallas están relacionadas con la lubricación: 20% debidos a impurezas en el lubricante; 15% por falta de lubricante; 20% por lubricante no adecuado; 20% por lubricante contaminado.
- **El 20%** por otros motivos: 10% por elección incorrecta del rodamiento; 5% y por errores de montaje; 5% por causas desconocidas

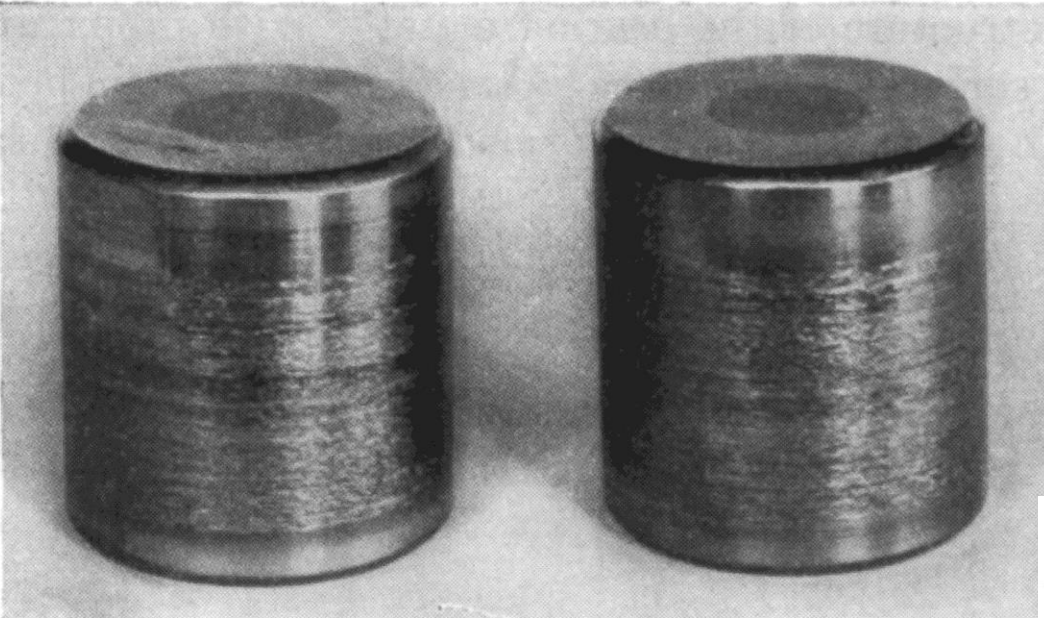
DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN FALTA O EXCESO DE LUBRICANTE, O LUBRICANTE NO ADECUADO



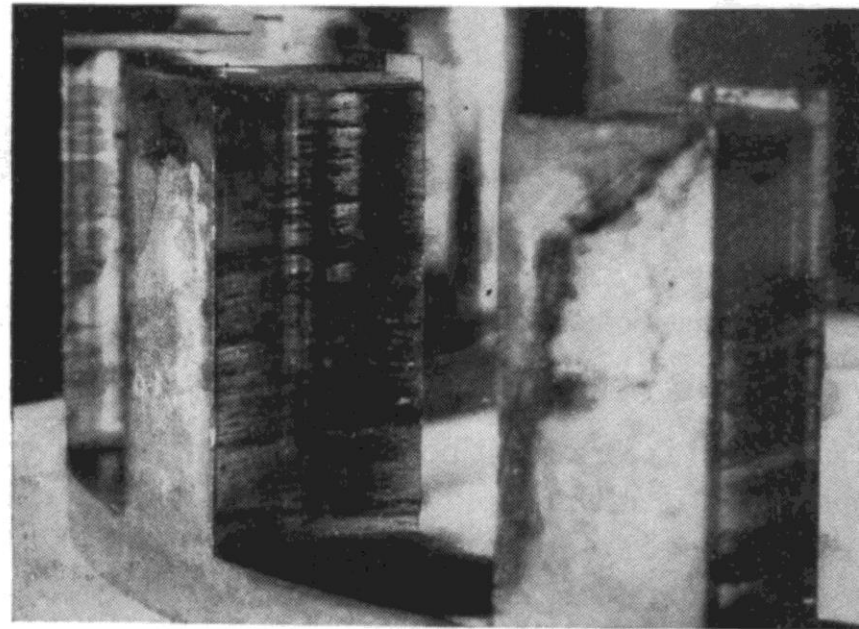
La figura muestra una secuencia de deterioro por lubricación escasa. En a) sin daño; en b) exfoliación incipiente, pequeñas lesiones en la superficie sin estar aún unidas entre ellas; en c) una exfoliación avanzada, las lesiones tienden a unirse, pequeñas partes metálicas se desprenden, se mezclan con el lubricante y colaboran con la aceleración del proceso destructivo. Finalmente en d) un estado de exfoliación final, en el cual el deterioro cubierto gran parte de la superficie de rodadura y el perfil ha perdido su geometría

DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

FALTA O EXCESO DE LUBRICANTE, O LUBRICANTE NO ADECUADO

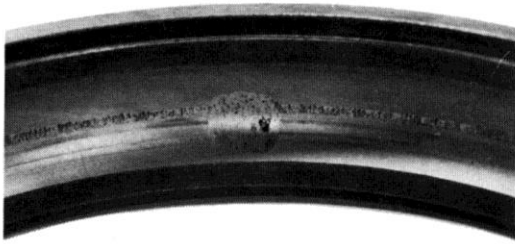


Daño en rodillos cilíndricos y en las jaulas, causados por una lubricación ineficiente



DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

FALTA O EXCESO DE LUBRICANTE, O LUBRICANTE NO ADECUADO



La falta de lubricante o un lubricante no adecuado produce el daño conocido como exfoliación superficial, tal como se explicó anteriormente, y también puede aparecer gripado, desgaste, coloración etc. como veremos en ésta presentación más adelante.

La severidad del daño variará desde un desgaste de las pistas de rodadura y algún manchado de las superficies de fricción de las jaulas hasta la completa destrucción de sus partes como estado final.

Las micro soldaduras que se producen y los subsiguientes arranques de material van dejando las huellas que se observan en las figuras

DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN FALTA O EXCESO DE LUBRICANTE, O LUBRICANTE NO ADECUADO



Si el daño se observa repartido uniformemente en todo el ancho y desarrollo de la pista, el problema puede resultar de una falta de lubricante o de una sobrecarga momentánea o continua

DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

FALTA O EXCESO DE LUBRICANTE, O LUBRICANTE NO ADECUADO

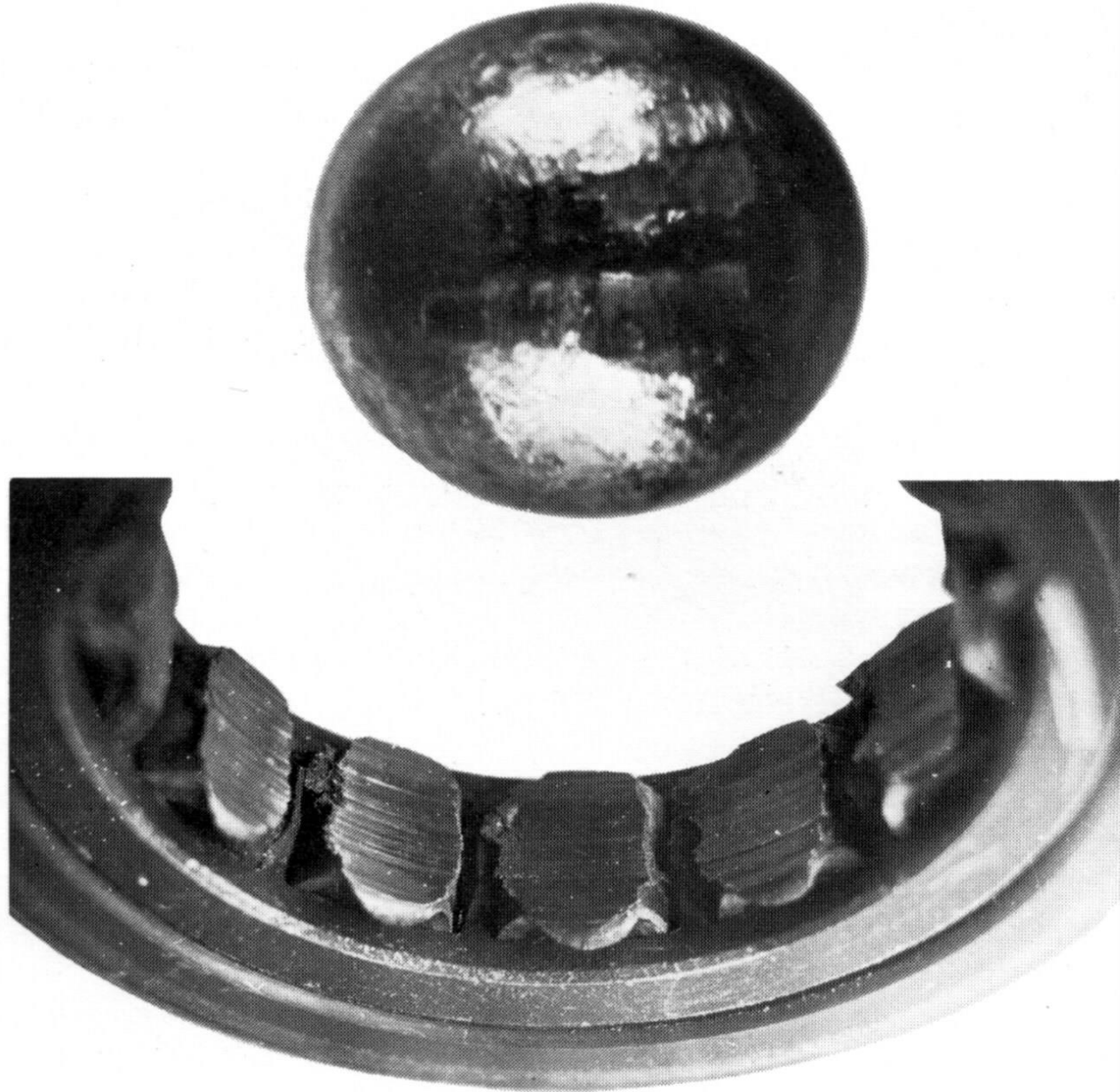


El gripado es una elevación de temperatura debido a un fuerte rozamiento interno producido especialmente por falta de lubricación. Los daños por gripado pueden consistir en arranques superficiales de material acompañados de zonas de color mate; transferencia de material, por ejemplo en los rodamientos de rodillos cónicos entre éstos y la pista

DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

FALTA O EXCESO DE LUBRICANTE, O LUBRICANTE NO ADECUADO

Los daños por
gripado pueden
consistir, además
de los anteriores,
en la fundición y
arrastre de los
elementos rodantes



DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

FALTA O EXCESO DE LUBRICANTE, O LUBRICANTE NO ADECUADO

Los daños por gripado pueden consistir, además de los anteriores en la soldadura total de los elementos rodantes a los anillos y destrucción de las jaulas



DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

Partículas Extrañas

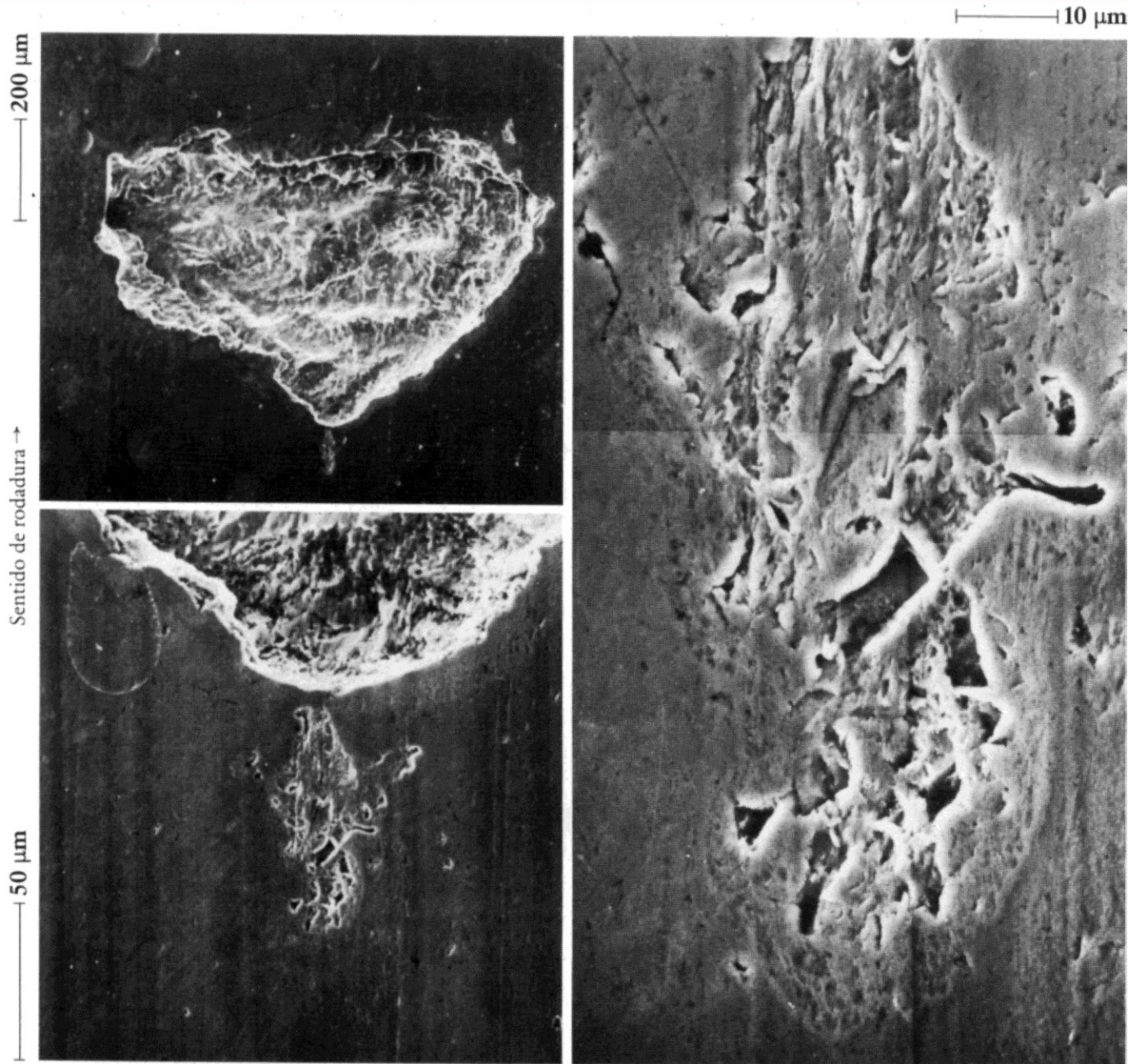
Un caso no muy raro en la práctica, muestra que la duración de un rodamiento disminuye notablemente sólo a causa del paso del elemento rodante por sobre impurezas duras aisladas.

Debido a las impurezas en las superficies de contacto se producen daños superficiales con levantamientos en los márgenes



▲ |——| 10 μm

DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN



Partículas extrañas

La figura muestra una exfoliación originada por una impresión de cuerpo extraño. Obsérvese la forma típica de V y su ubicación inmediatamente después de la impresión (considerando el sentido de avance del elemento rodante).

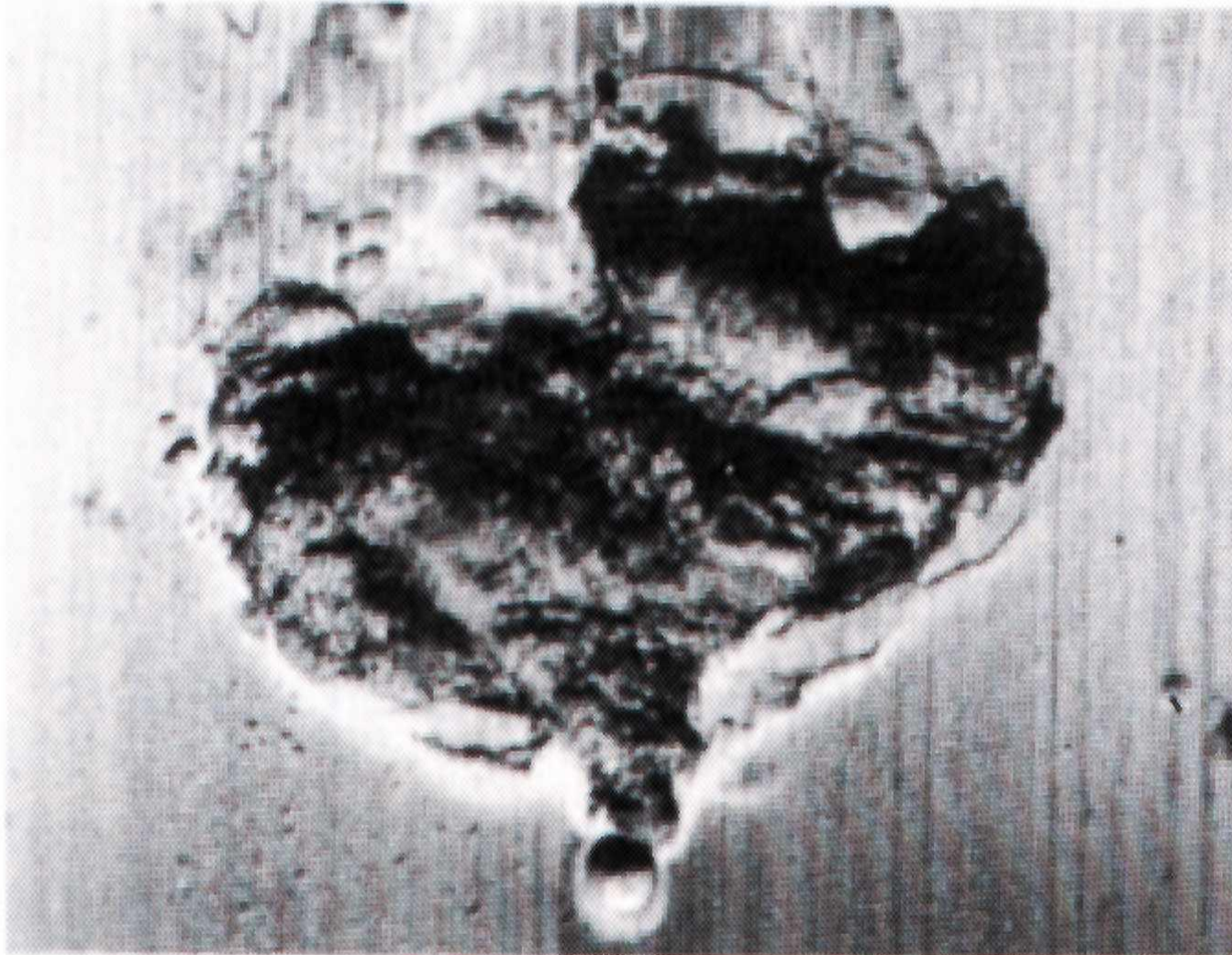
DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

Partículas Extrañas

nida de 0,1 mm

100 μm

↑
Sentido de rodadura

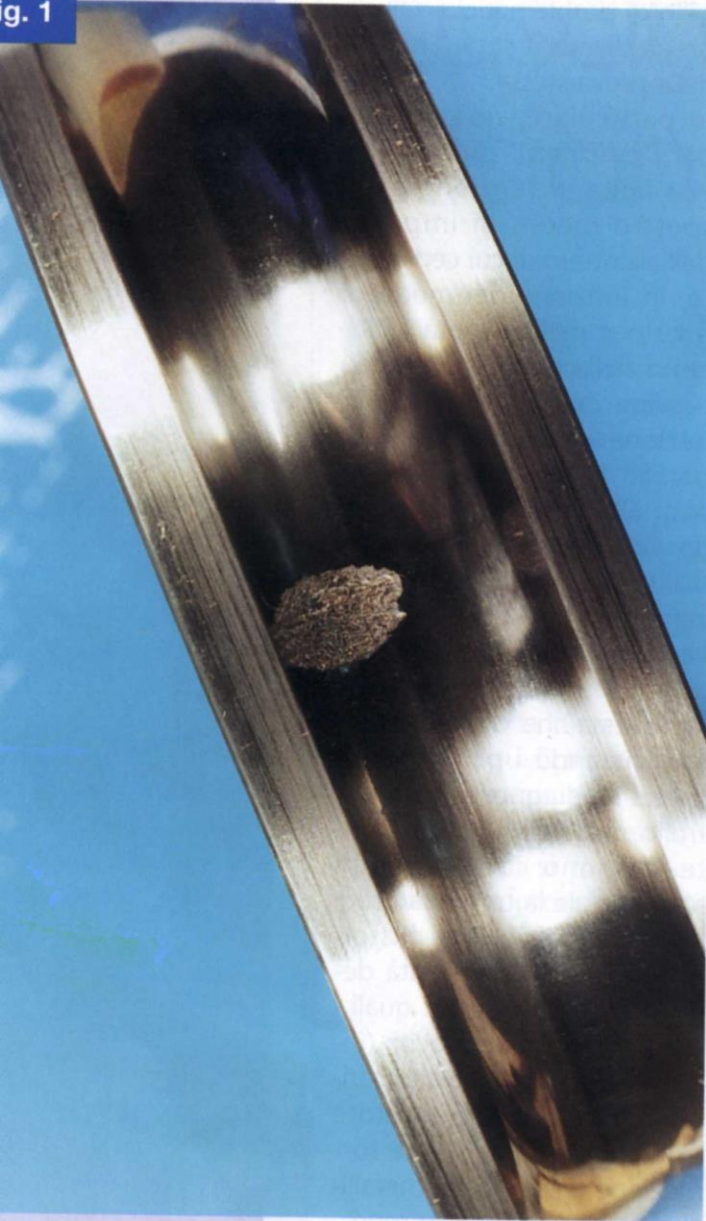


La figura muestra un daño superficial formado a partir de una impronta producida intencionalmente mediante el cono de un durómetro Rockwell. El punto delante del daño superficial tiene un diámetro de 0,1mm

DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

FALTA O EXCESO DE LUBRICANTE, O LUBRICANTE NO ADECUADO

Fig. 1



Partículas extrañas

Dos figuras
con
exfoliaciones
producidas,
probablemente
por partículas
extrañas en el
lubricante.

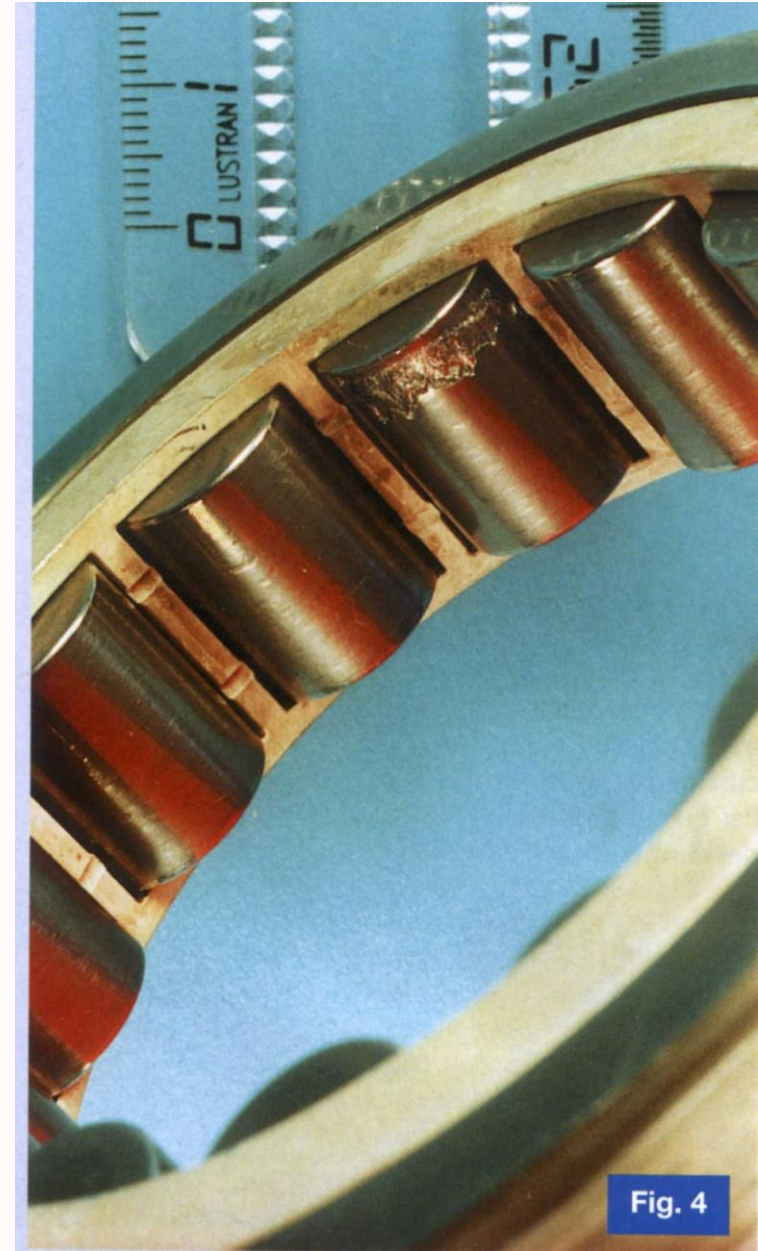


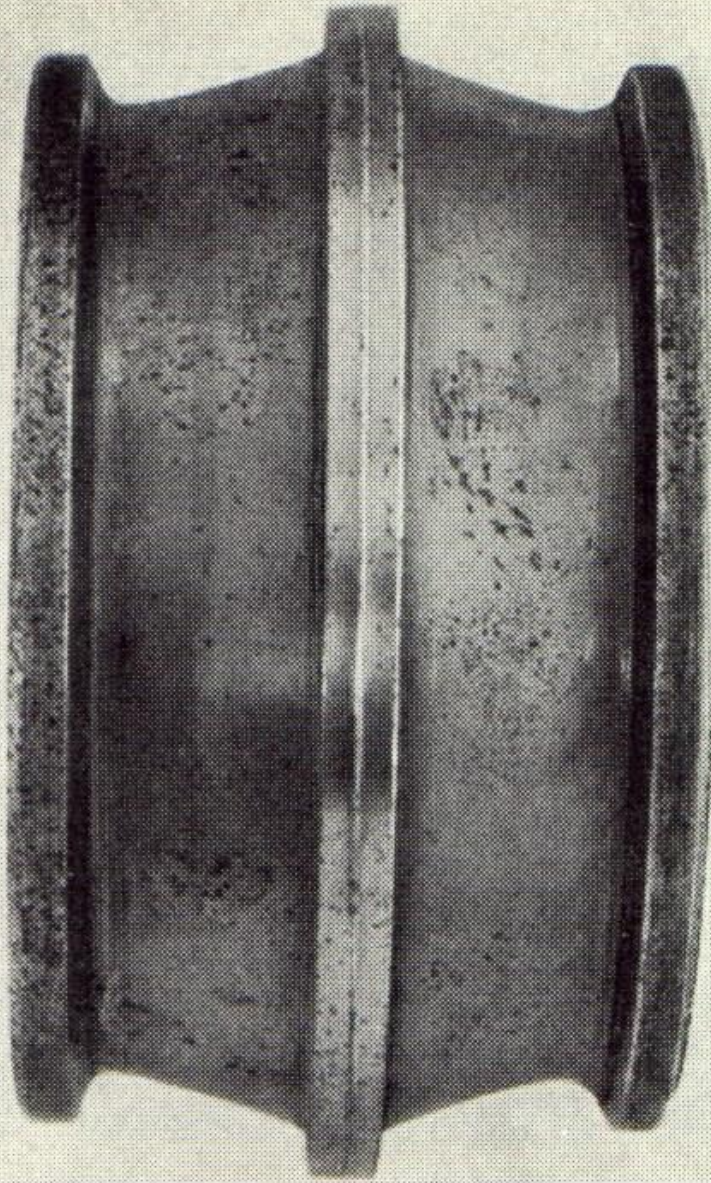
Fig. 4

TIPOS DE AVERÍAS Y DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

Partículas extrañas

Las improntas, por presencia de partículas extrañas, usualmente toman la forma de hendiduras, marcas o rayas o desgaste de las jaulas y de la superficie de rodadura.

Aunque una observación visual del daño es de todos modos adecuada, es conveniente una observación con lupa o microscopio con el fin de diferenciar el daño producido por una partícula extraña del causado por el pasaje de corriente eléctrica, corrosión o fatiga



TIPOS DE AVERÍAS Y DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN



Partículas extrañas

**Partículas abrasivas duras
tales como, granos de polvo,
sílice, etc dejan improntas
con bordes elevados.
(ampliado 100 veces).**

DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

FALTA O EXCESO DE LUBRICANTE, O LUBRICANTE NO ADECUADO

Partículas Extrañas



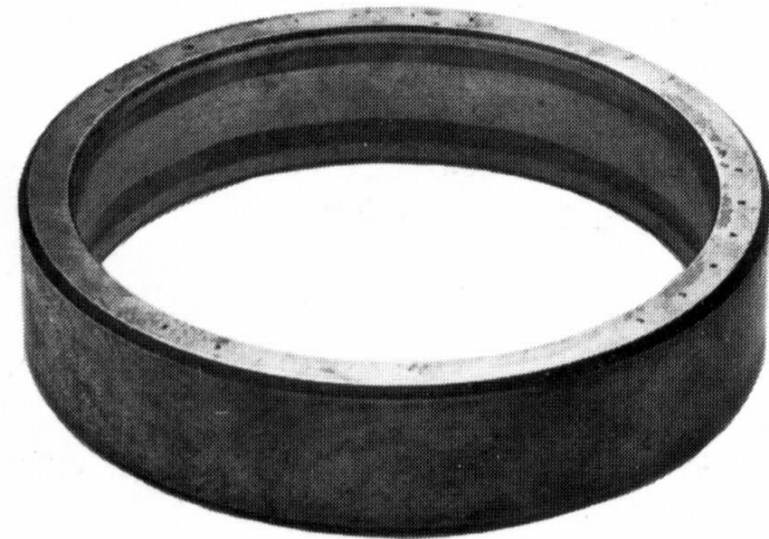
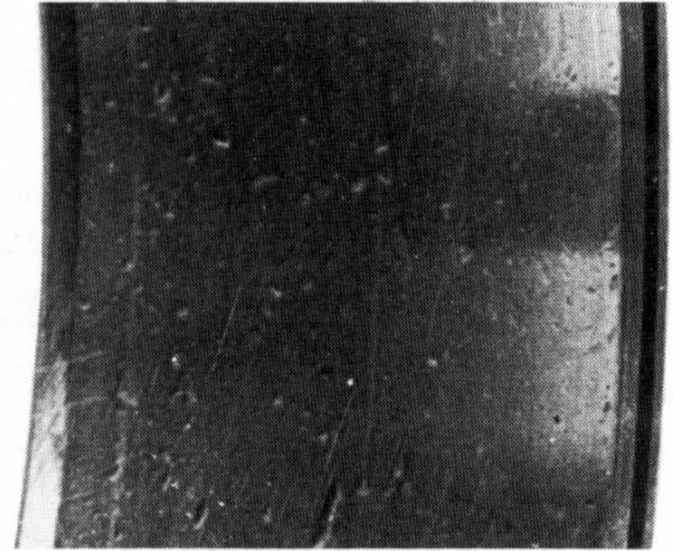
En la figura se ven improntas en el camino de rodadura que pueden estar causadas por partículas blandas, considérese que materiales como bronce, aluminio o incluso madera o papel pueden dejar marcas sobre la superficie de rodadura

TIPOS DE AVERÍAS Y DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

Partículas extrañas



**Otros efectos
debidos a impurezas
en el lubricante**

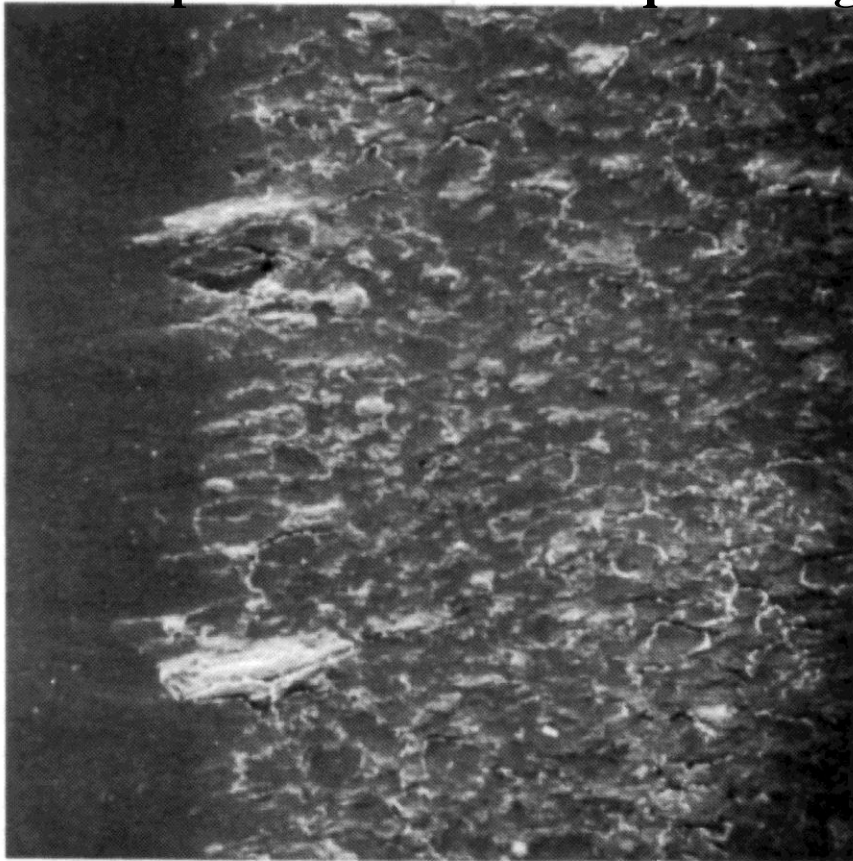


DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

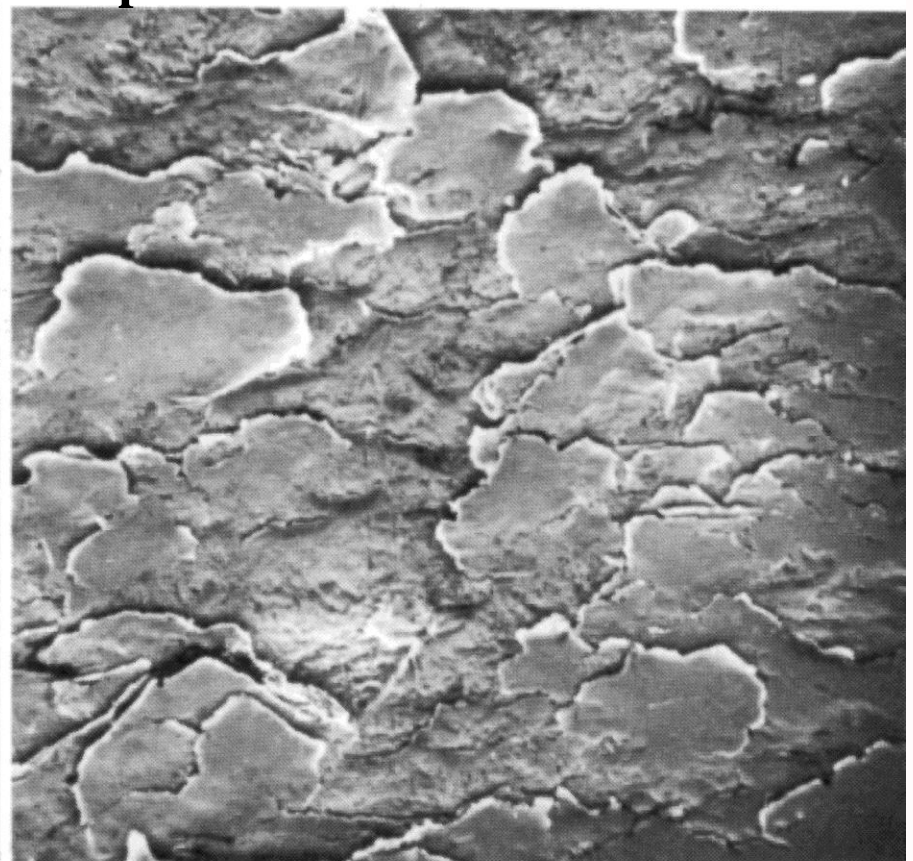
FALTA O EXCESO DE LUBRICANTE, O LUBRICANTE NO ADECUADO

DESGASTE ADHESIVO

Cuando la lubricación es extremadamente deficiente en el camino de rodadura de un rodamiento se presenta desgaste adhesivo. Durante el proceso de desgaste adhesivo, los cuerpos rodantes son apretados entre sí y las capas superficiales se deforman plásticamente tanto que en algunos puntos se sueldan.



—| 200 μm



—| 100 μm

TIPOS DE AVERÍAS Y DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

DESGASTE ABRASIVO



En el desgaste abrasivo, se levanta material de la capa superficial.

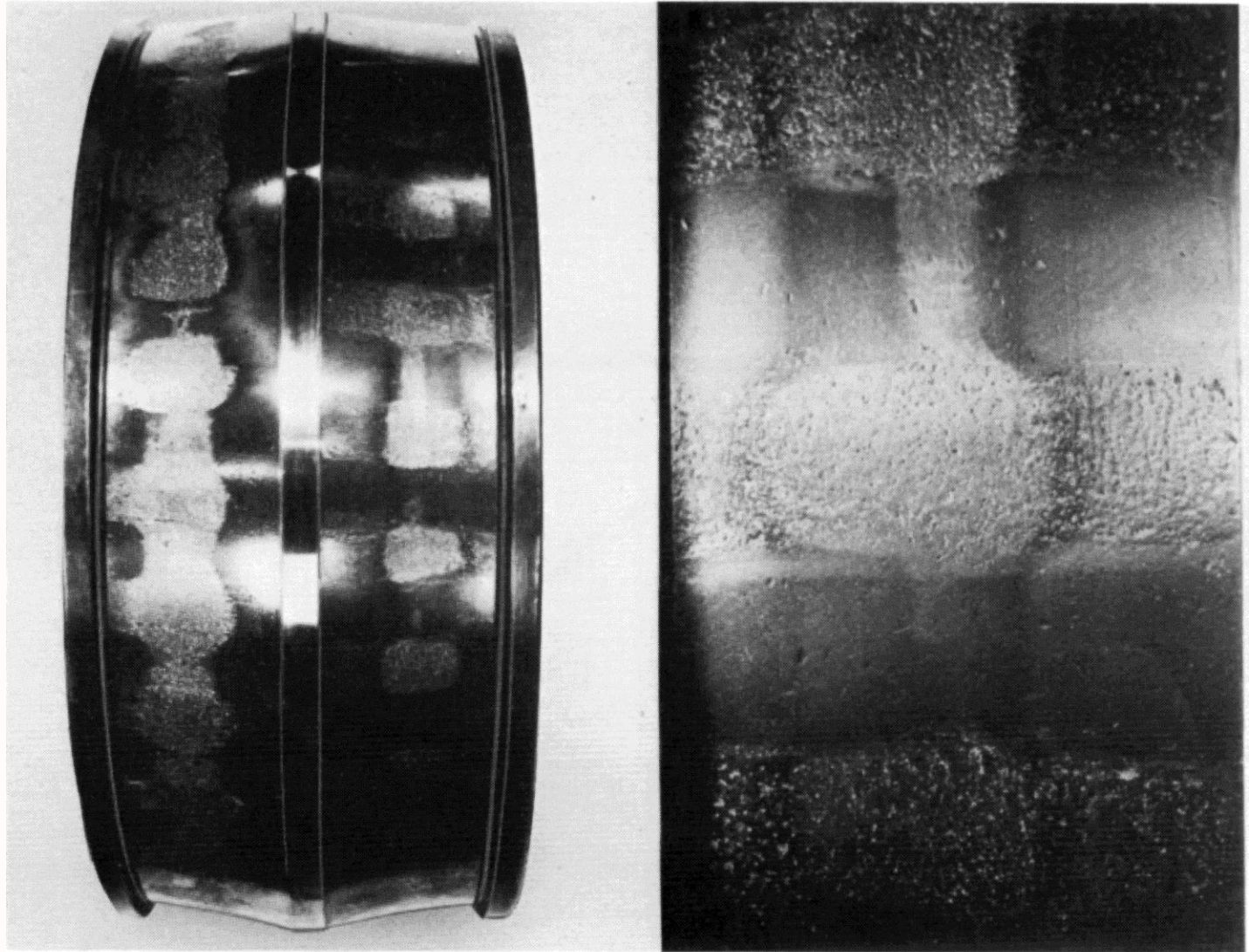
La causa puede ser la existencia de impurezas que han penetrado en el interior del rodamiento, o bien lubricación deficiente. De ésta forma, se produce contacto metálico y se destruyen las superficies funcionales.

En las jaulas, el desgaste abrasivo produce un cambio más o menos pronunciado en la geometría de los alvéolos, en sus diámetros interiores y exteriores y hasta su rotura

CORROSIÓN

ACCIÓN DE AGENTES CORROSIVOS.

Corrosión y fatiga en las pistas de un rodamiento utilizado en un ingenio azucarero. Resultado de la acción corrosiva del jugo de caña mezclado con agua.



CORROSIÓN

ACCIÓN DE AGENTES CORROSIVOS



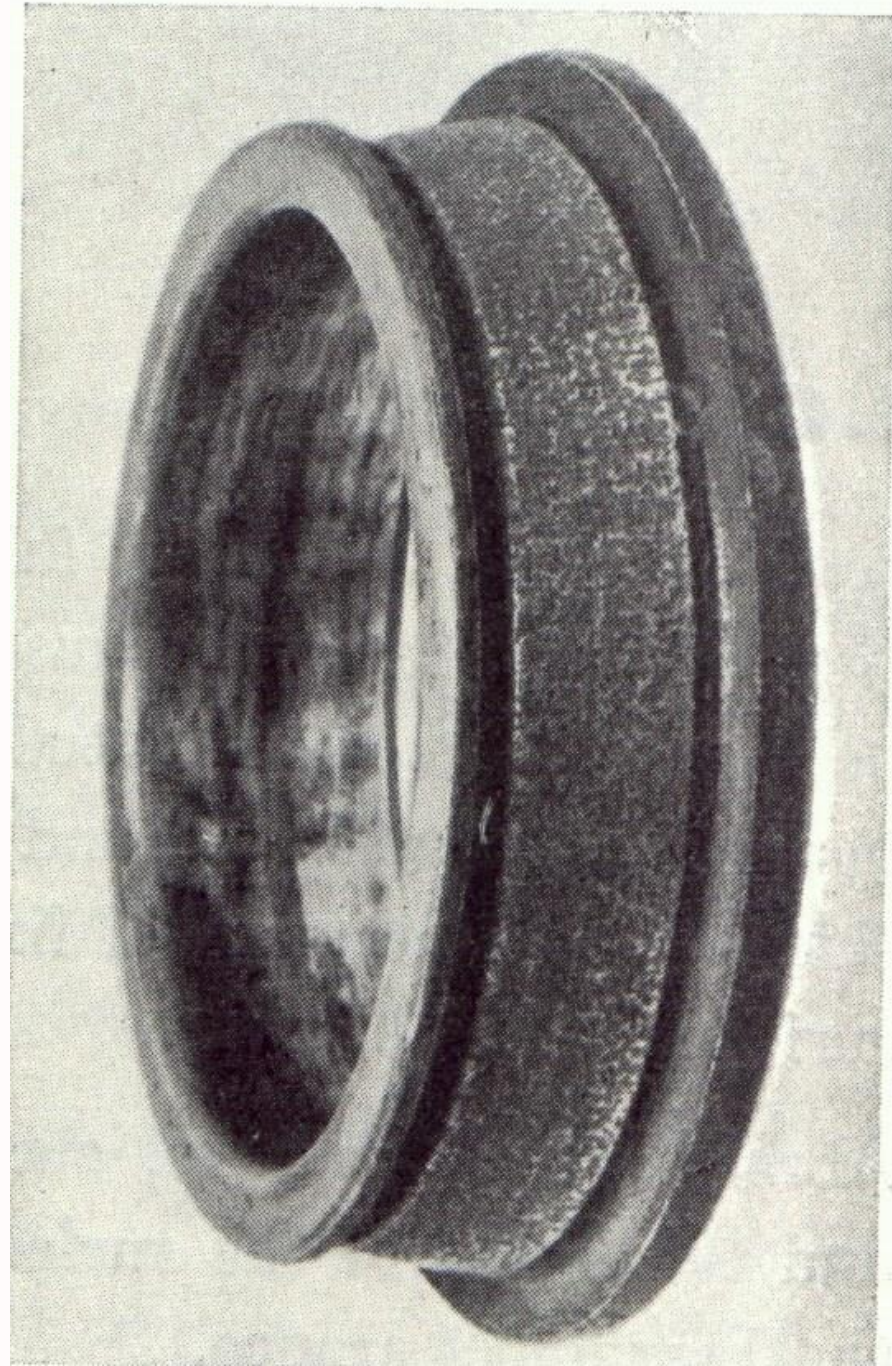
En la figura se observa la pista de un rodamiento axial de bolas la cual ha sido severamente corroída debido a la introducción de agua o presencia de ella en el lubricante.

CORROSIÓN

ACCIÓN DE AGENTES CORROSIVOS

La corrosión no está causada solamente por la presencia de agua o líquidos ácidos, sino también causada o promovida por lubricantes ácidos.

Los daños de corrosión son puntos de partida para subsiguientes exfoliaciones, las cuales decididamente acortan la vida útil del rodamiento.

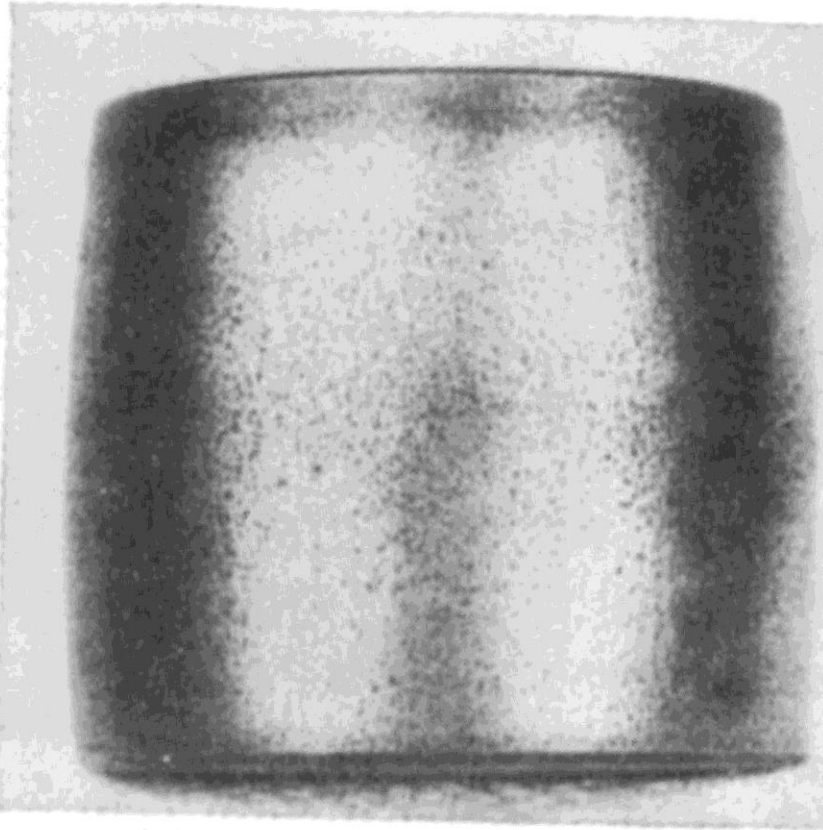
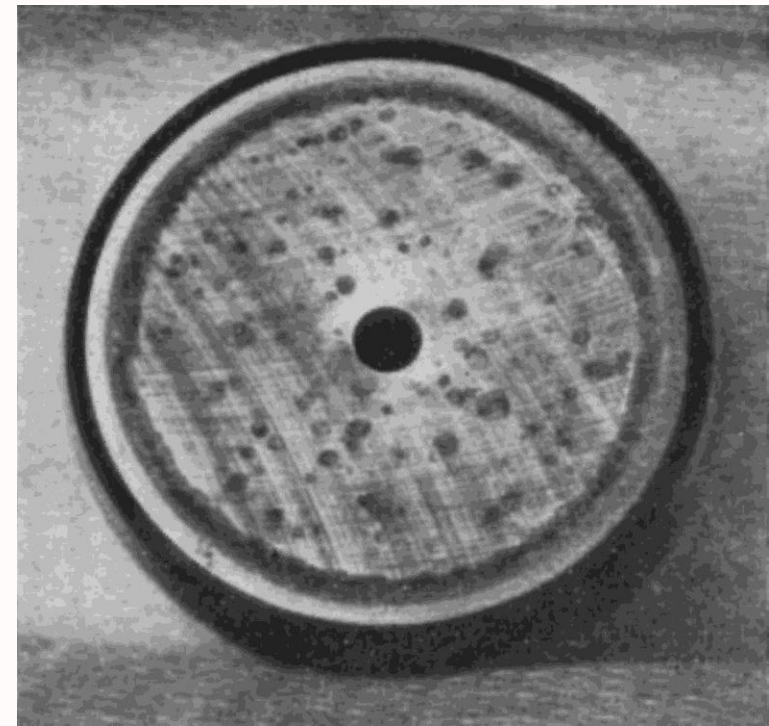


CORROSIÓN

ACCIÓN DE AGENTES CORROSIVOS

La humedad, sulfuros, gases de cloro en la atmósfera y lubricantes corrosivos atacan a los elementos rodantes si no están fabricados en material especial, tales como acero inoxidable. A la izquierda vemos los flancos de un rodillo corroído por un lubricante contaminado con humedad.

A la derecha vemos picaduras superficiales sobre un rodillo, resultante del trabajo con un lubricante contaminado con ácidos y humedad.



CORROSIÓN

ACCIÓN DE AGENTES CORROSIVOS

La figura muestra las marcas de corrosión debidas al uso de una grasa inadecuada, la cual causó fuerte corrosión en los puntos de contacto entre las bolas y la pista luego de un prolongado período de inactividad.

Cuando el rodamiento se enfría, luego de su temperatura de trabajo, en presencia de humedad relativa ambiente, la condensación resultante formará corrosión. La renovación frecuente de éste ciclo produce el depósito de una cantidad de agua que al mezclarse con la grasa no desaparece totalmente durante la próxima fase de calentamiento.



CORROSIÓN

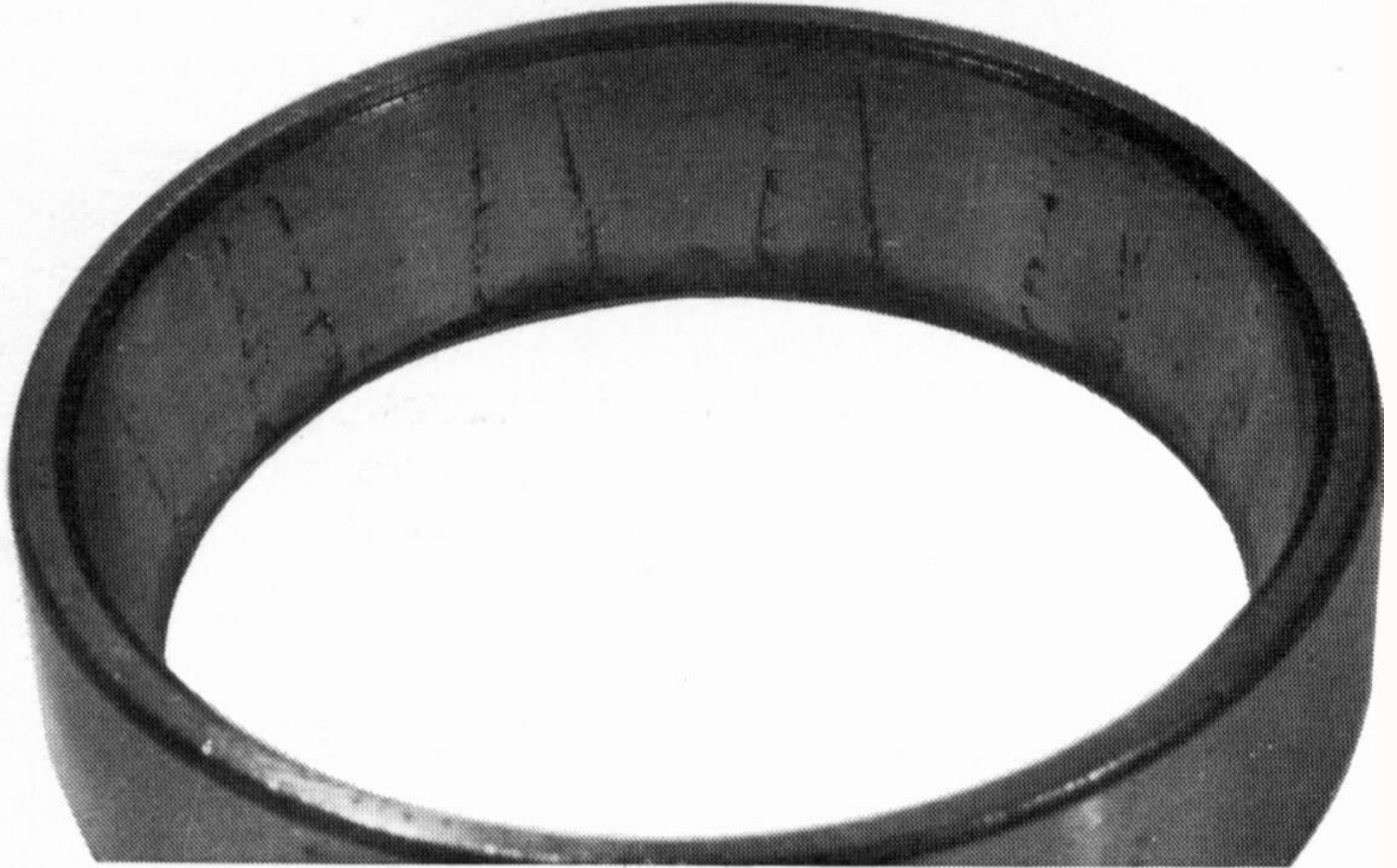
ACCIÓN DE AGENTES CORROSIVOS



En el período inicial, las manchas de corrosión son de color rojizo o negro y no afectan únicamente a las partes vivas del rodamiento, sino a su conjunto, comprendiendo las caras, diámetros y jaulas

CORROSIÓN

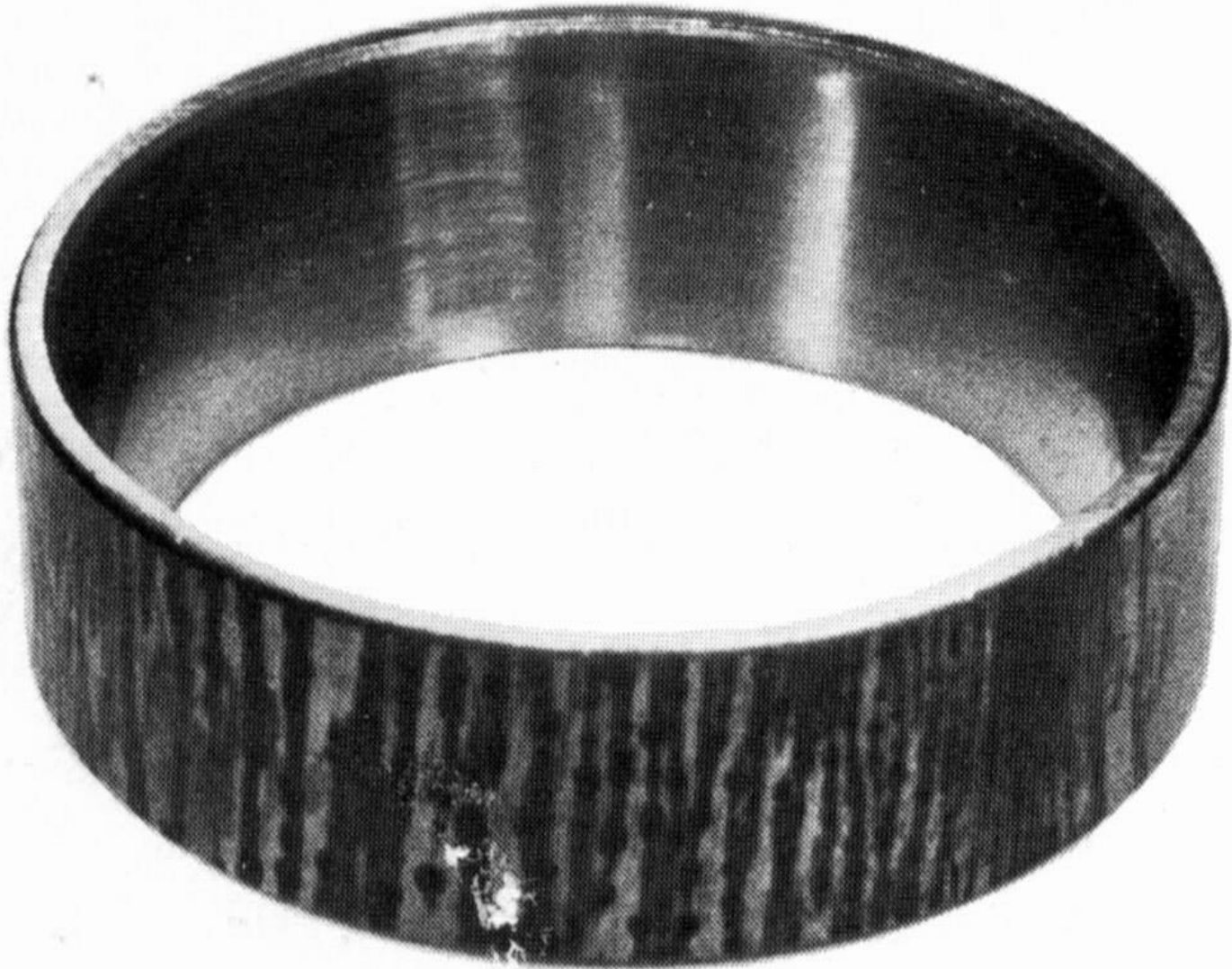
ACCIÓN DE AGENTES CORROSIVOS



En operación se pueden proteger mejor a los rodamientos manteniendolos revestidos con un aceite libre de agua y ácidos o mediante grasa, la cual lo mantiene aislado de la humedad.

CORROSIÓN

ACCIÓN DE AGENTES CORROSIVOS



Las partículas desprendidas durante la corrosión tienen una acción abrasiva y causan desgastes de las superficies de contacto

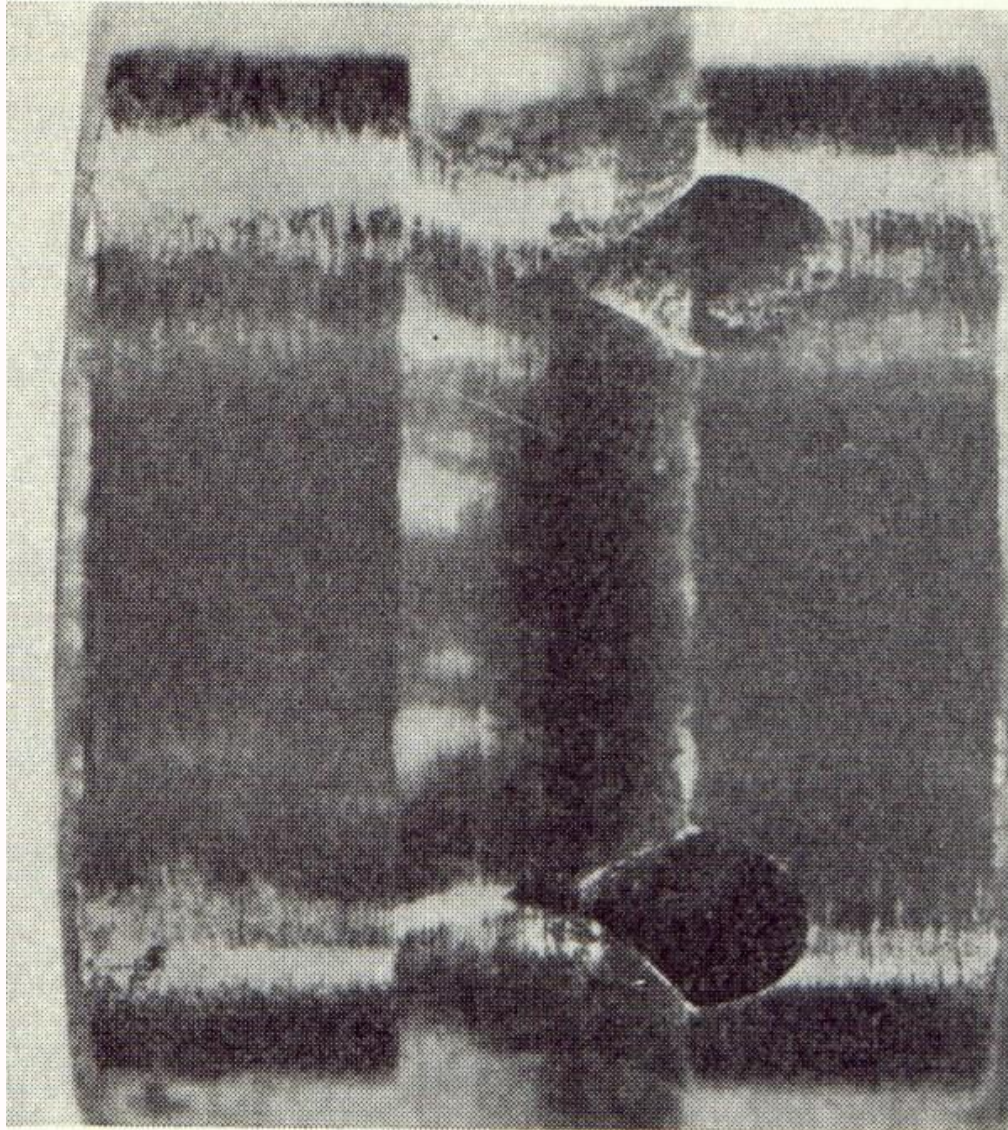
CORROSIÓN

ACCIÓN DE AGENTES CORROSIVOS



CORROSIÓN

CORROSIÓN POR VIBRACIÓN



Ocasionalmente se observan marcas de elementos rodantes en las pistas de los rodamientos a pesar de una dureza adecuada del material. Las marcas están regularmente distribuidas en toda la circunferencia de la pista de rodadura.

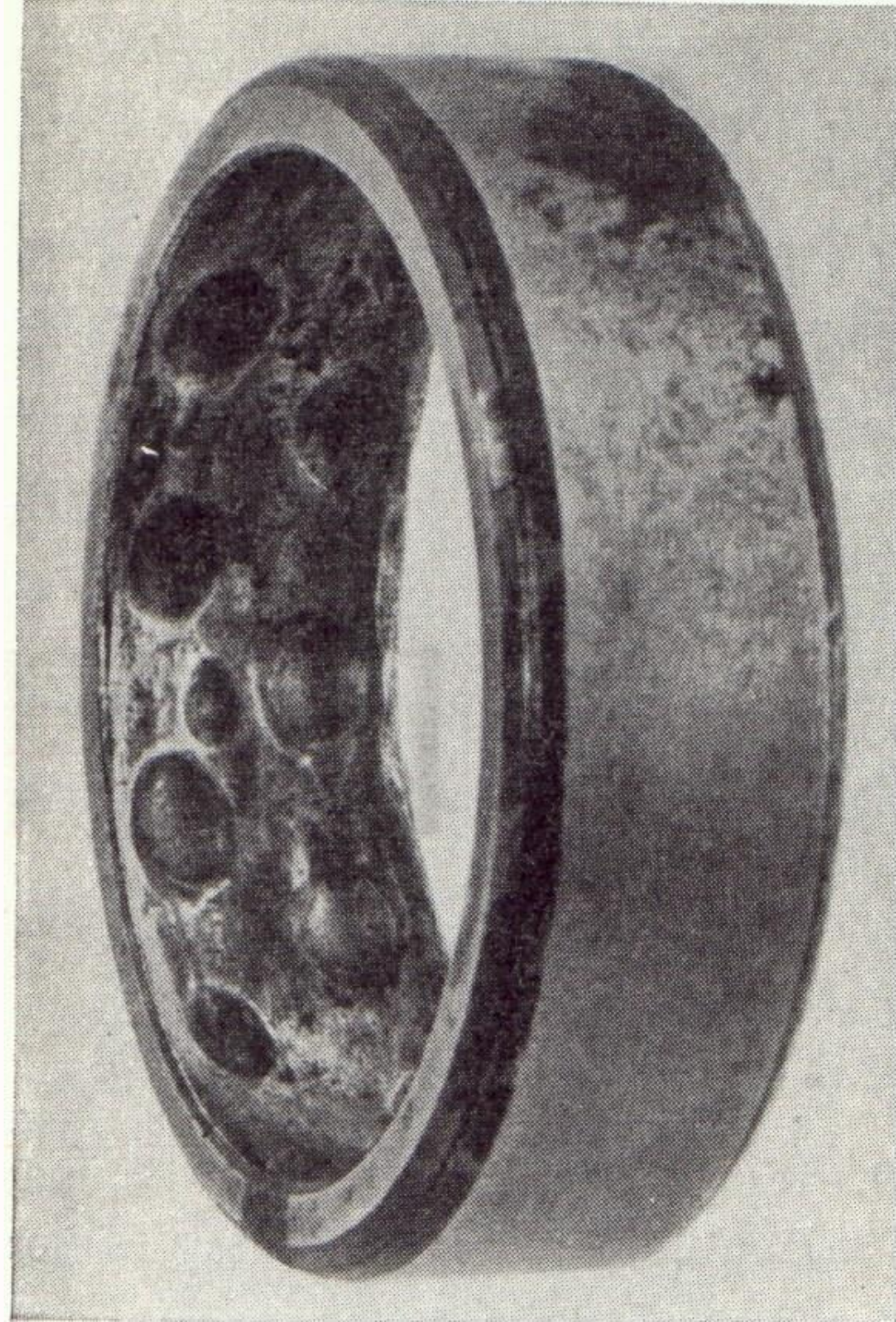
Las investigaciones teóricas han mostrado que tales marcas son causadas por un tipo especial de desgaste el cual se lo conoce como corrosión por vibración o “*falso Brinelling*”

CORROSIÓN

CORROSIÓN POR VIBRACIÓN

Este daño puede ocurrir si el rodamiento de bolas o rodillos está expuesto a vibraciones mientras no gira.

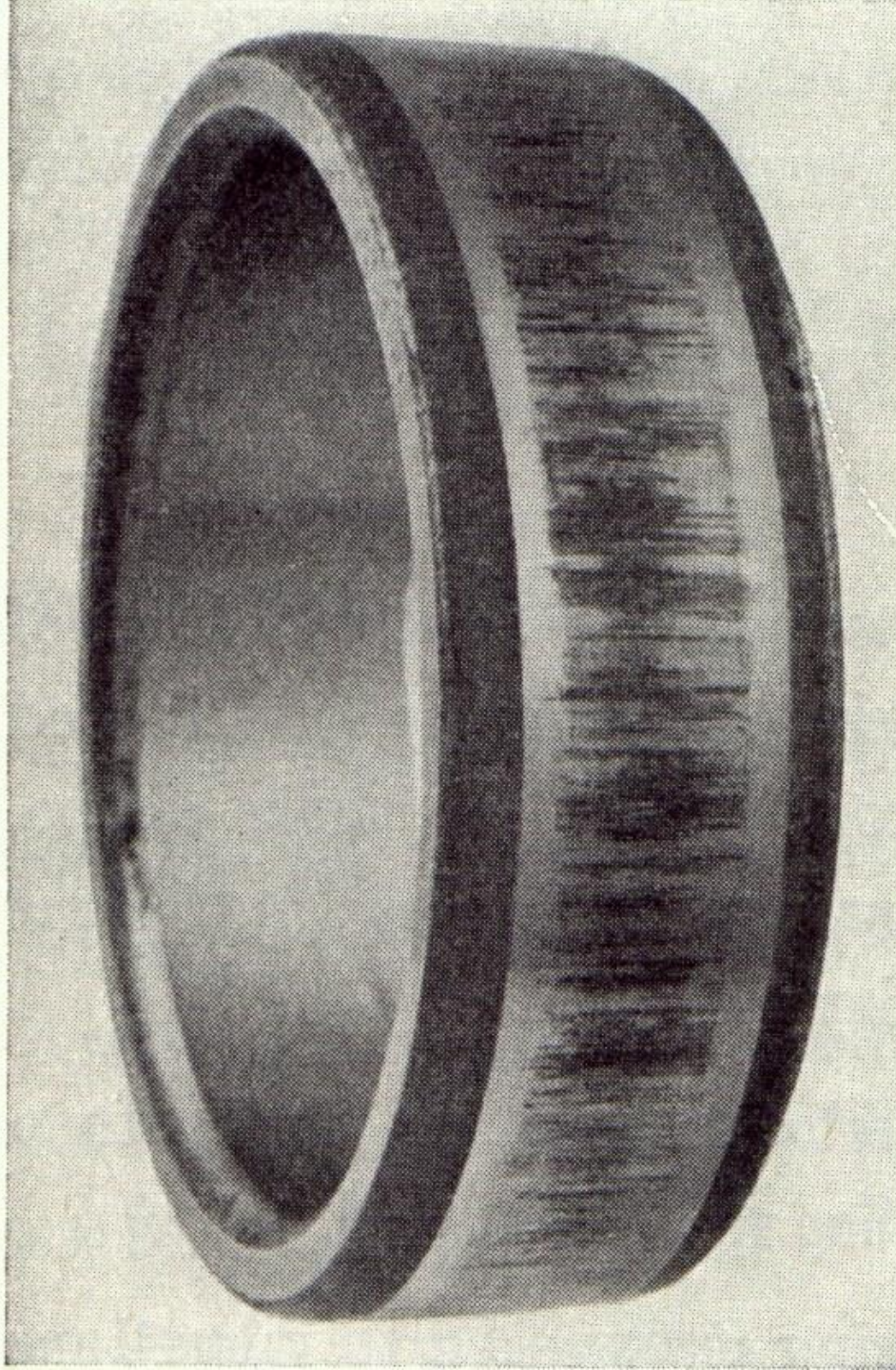
Bajo el efecto conjunto de una presión, incluso débil, y de vibraciones, el lubricante tiende a escaparse de la zona de carga dejando en contacto a las superficies. La energía de vibración presente produce micro soldaduras o micro adherencias con arranque de material.



CORROSIÓN

CORROSIÓN POR VIBRACIÓN

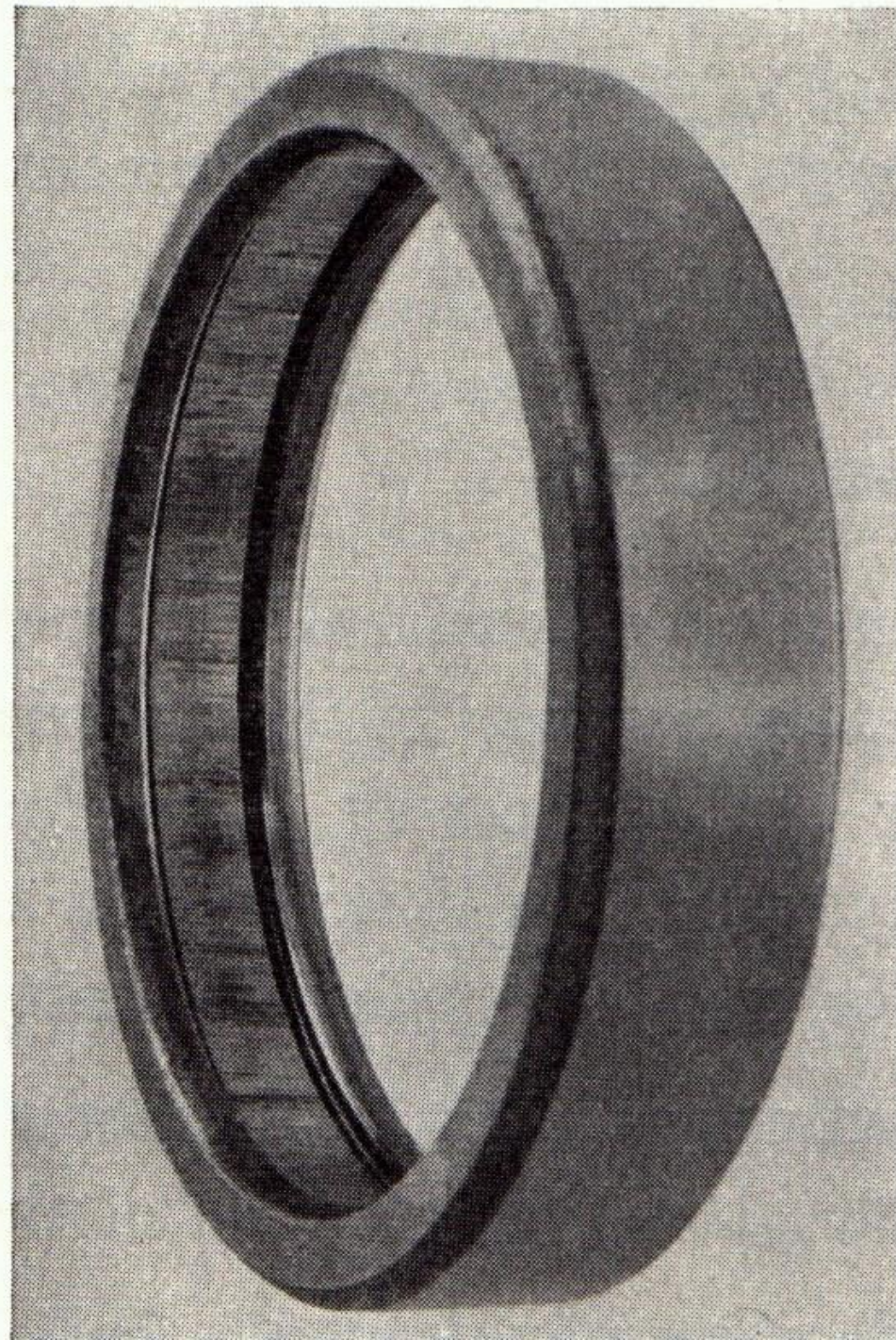
En la figura, la gran cantidad de huellas puede deberse a eventuales movimientos giratorios del cojinete. No obstante siempre es posible encontrar entre ellas la distribución equivalente a la separación entre los elementos de rodadura como en los casos anteriores



CORROSIÓN

CORROSIÓN POR VIBRACIÓN

Marcas de falso brinelling en la pista de rodadura del aro exterior del mismo cojinete de rodillos de la diapositiva anterior.

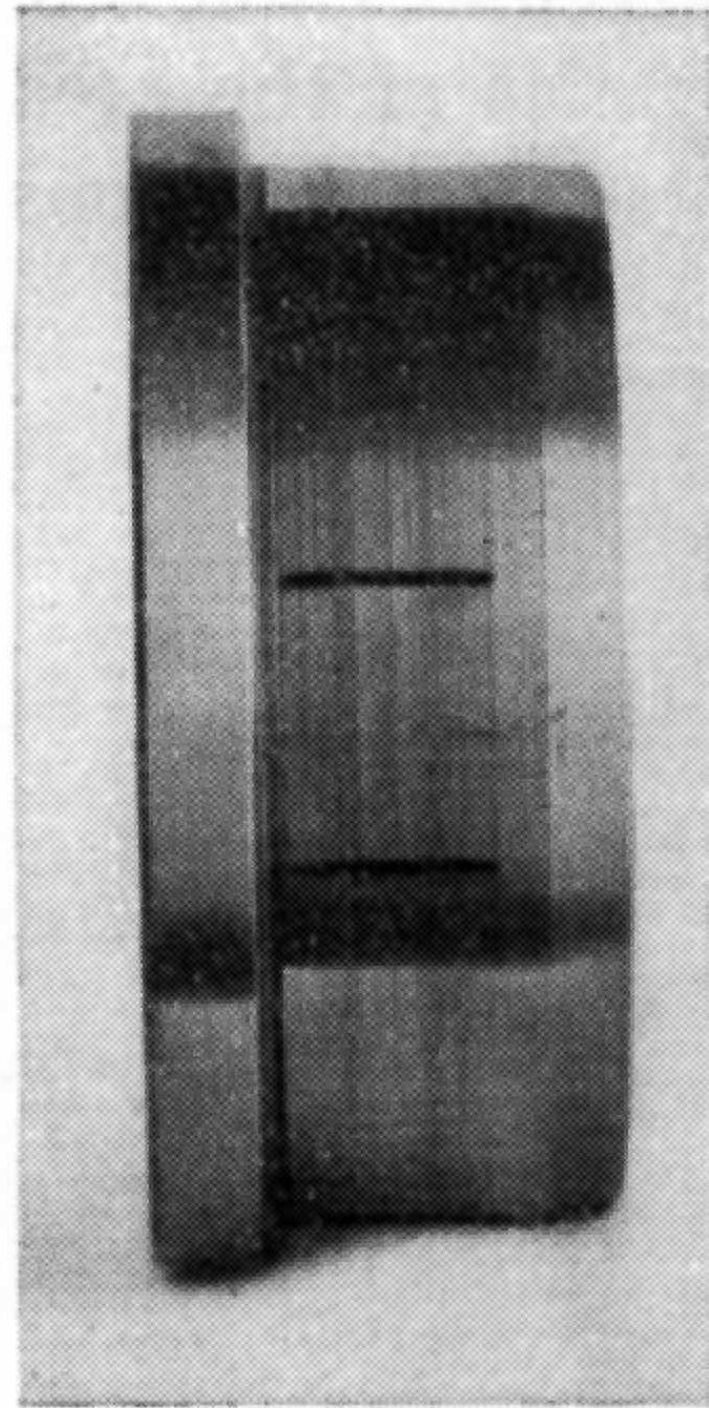


CORROSIÓN

CORROSIÓN POR VIBRACIÓN

La figura muestra una avería de falso brinelling en la pista interior de un rodamiento radial de rodillos causado por un pequeño movimiento de oscilación mientras soportaba carga.

El *falso brinelling* afecta a los rodamientos en situación estática o en oscilación de pequeña magnitud, pero siempre en presencia de vibraciones



CORROSIÓN

CORROSIÓN POR VIBRACIÓN

Este desgaste se origina en la periferia de las superficies en contacto, y son causadas por fuerzas tangenciales de fricción que se producen allí durante las deformaciones elásticas, en presencia de vibraciones.



CORROSIÓN

CORROSIÓN POR VIBRACIÓN



Un examen con gran aumento de las zonas afectadas demuestra que las huellas se deben a una desaparición del material y no a una hendidura (*brinelling*) como en el caso de choques o sobrecargas.

CORROSIÓN

CORROSIÓN POR VIBRACIÓN



Entre otras prevenciones, es útil mantener en movimiento giratorio, incluso lento, los ejes de máquinas en reposo ubicadas en zonas de vibraciones, lo cual facilita el reparto del lubricante.

CORROSIÓN

CORROSIÓN POR FROTAMIENTO

Un montaje no lo suficientemente fijo, ya sea sobre el eje o sobre el soporte, puede permitir un movimiento relativo entre las partes. La vibración y la debilidad del ajuste pueden producir una oxidación superficial normalmente conocida como corrosión por contacto o corrosión por ludimiento



CORROSIÓN CORROSIÓN POR FROTAMIENTO

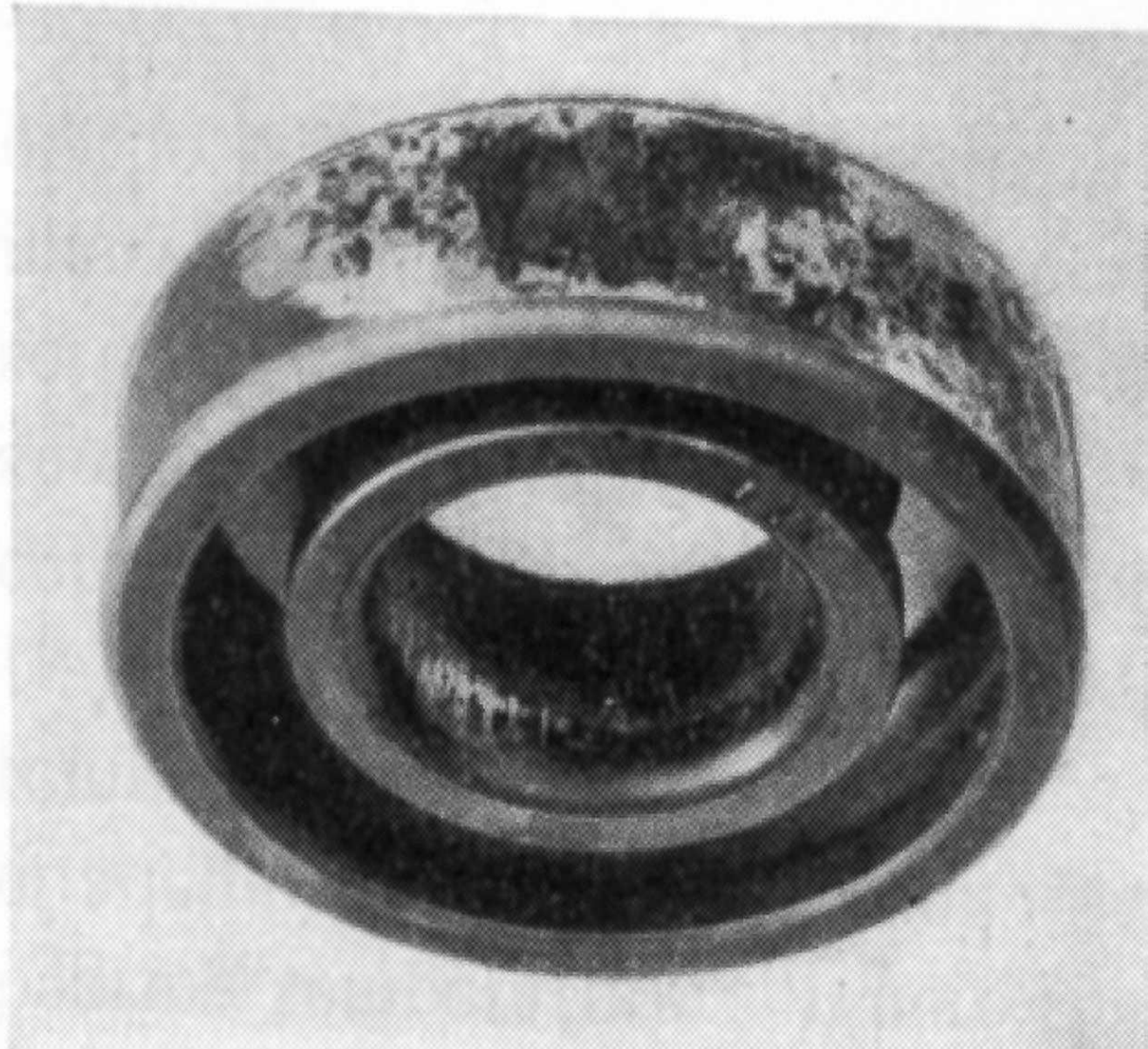


La vibración de las piezas débilmente ensambladas es una causa común de corrosión por contacto. En los alojamientos de los aros exteriores, los cuales por lo general no están rectificadas, la rugosidad superficial favorece éste fenómeno.

CORROSIÓN

CORROSIÓN POR FROTAMIENTO

SNR indica que la corrosión de contacto se presenta bajo la forma de manchas color rosa, oscuras o negras más o menos extensas. Se localizan en el diámetro interno, externo o en las caras de apoyo del rodamiento. Al observarlas con aumento se ve un ataque más o menos profundo de las superficies, al frotarlas dejan señales de óxido.



CORROSIÓN

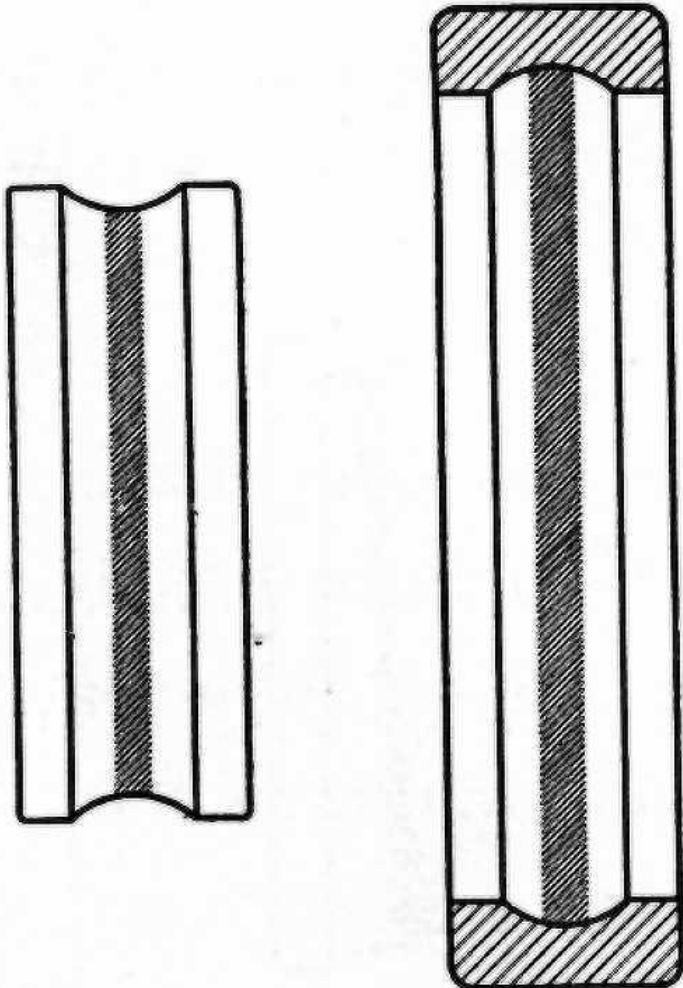
CORROSIÓN POR FROTAMIENTO



La figura muestra un proceso de fuerte corrosión de contacto debido a la debilidad con que fue bloqueado axialmente el rodamiento. Es también un ejemplo claro de lo que puede suceder en casos severos de corrosión con pérdida de material lo cual puede causar el debilitamiento de las pistas y su posterior rotura

INSTALACIÓN INCORRECTA

DISEÑO DEFECTUOSO DE LAS PARTES ANEXAS AL RODAMIENTO

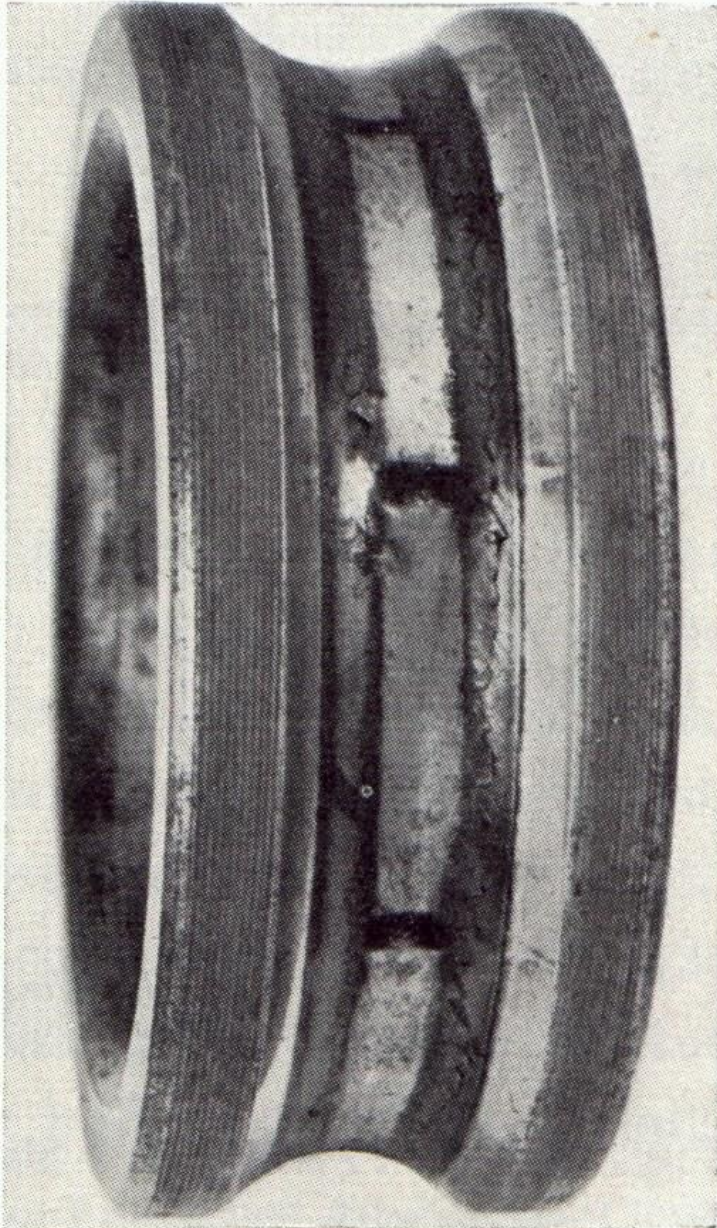


Una precarga radial interna excesiva puede deberse a un montaje sobre el eje con elevada interferencia o debido a una dilatación de valores distintos de los apoyos del aro interior respecto del anillo exterior.

Las huellas dejadas por los elementos rodantes se observan en toda la extensión de los caminos de rodadura.

INSTALACIÓN INCORRECTA

DISEÑO DEFECTUOSO DE LAS PARTES ANEXAS AL RODAMIENTO



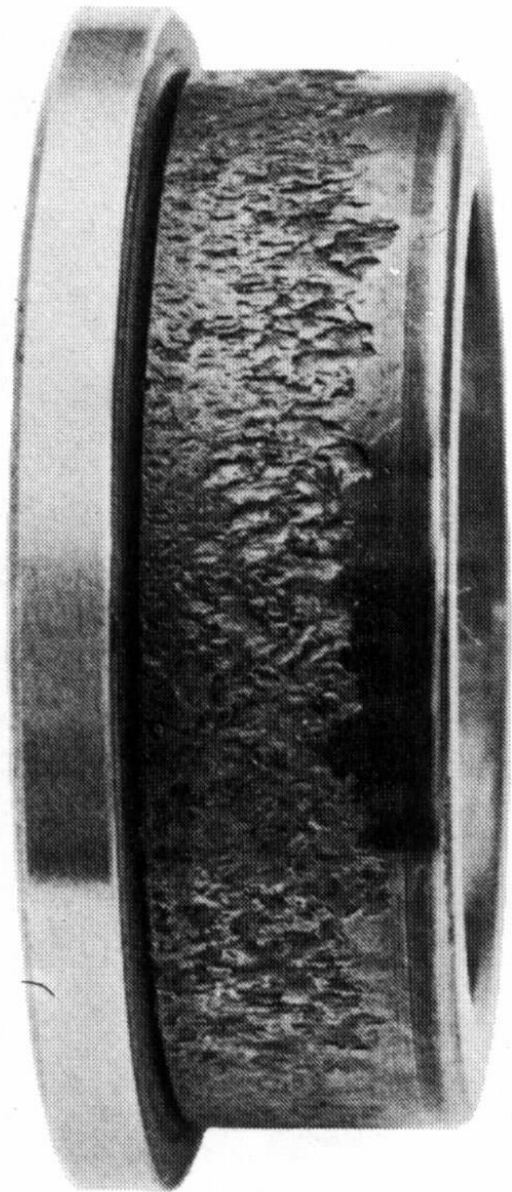
Una precarga que anule el juego interno produce elevación de la temperatura de funcionamiento.

La figura muestra un aro interno de un rodamiento de bolas en el cual la elevación de temperatura permitió que el material haya sido rolado y desplazado hacia los contornos de la pista.

Las marcas adicionales de los elementos rodantes que se observan en la figura pueden deberse a una súbita carga sobre el rodamiento

INSTALACIÓN INCORRECTA

DISEÑO DEFECTUOSO DE LAS PARTES ANEXAS AL RODAMIENTO



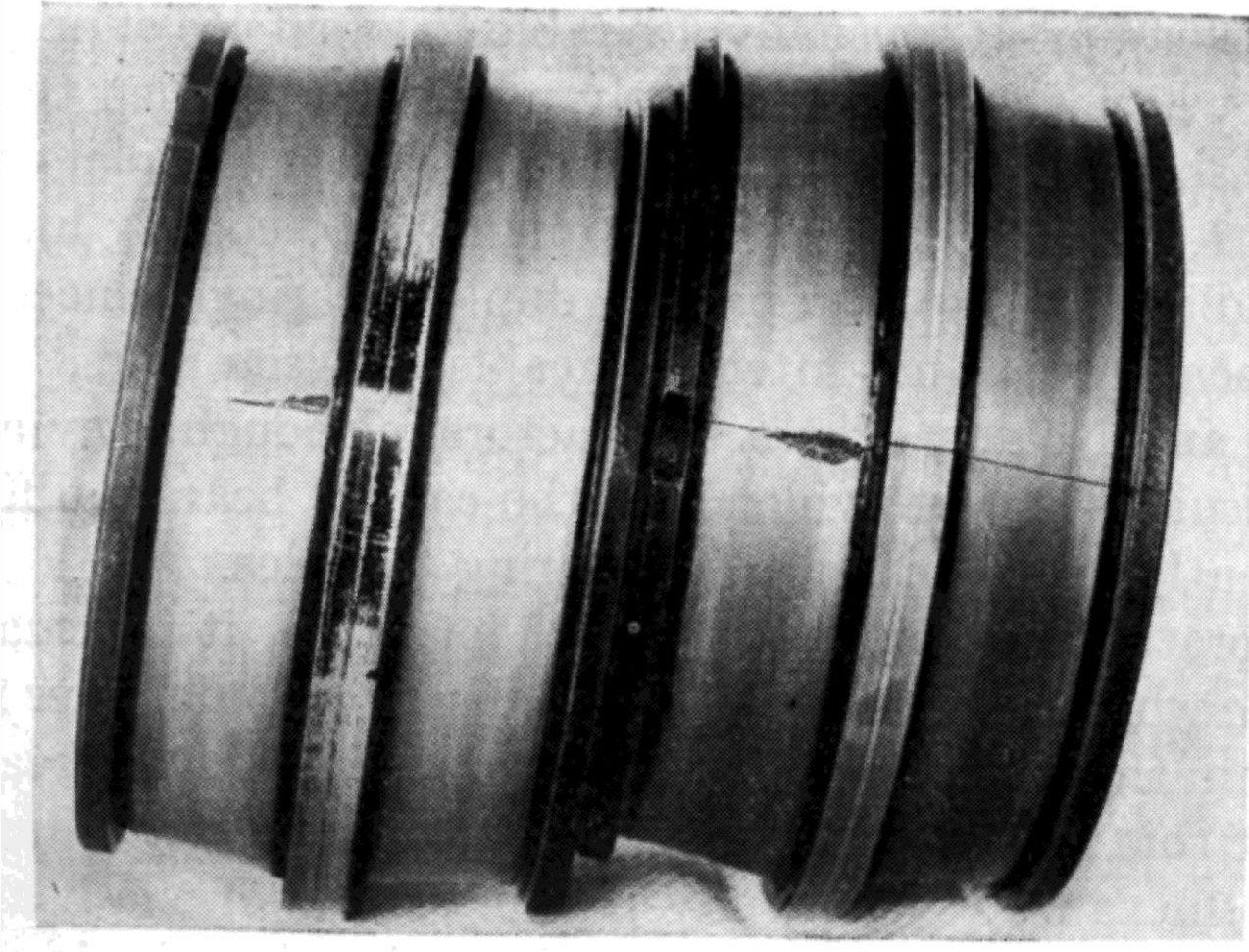
Otro daño debido al exceso de apriete es la exfoliación de las pistas en todo su desarrollo, inclusive en la posición opuesta a la dirección de la carga para aquellos aros que no rotan en relación a la carga. Las sobre tensiones de contacto producidas al reducirse o eliminarse el juego interno aceleran el proceso de fatiga del material.

Este tipo de avería puede llegar a confundirse con el mostrado en otra diapositiva ya vista, (con daño debido a falta de lubricante), por ello es importante conocer la historia del uso del rodamiento y los detalles de su entorno, diseño de las partes anexas, mantenimiento, etc.

INSTALACIÓN INCORRECTA

DISEÑO DEFECTUOSO DE LAS PARTES ANEXAS AL RODAMIENTO

Si la interferencia dimensional entre el agujero del rodamiento y el diámetro exterior del eje es muy importante se puede llegar directamente a causar la rotura del aro interno del rodamiento



INSTALACIÓN INCORRECTA

DISEÑO DEFECTUOSO DE LAS PARTES ANEXAS AL RODAMIENTO

Otro ejemplo de rotura por exceso de interferencia dimensional.



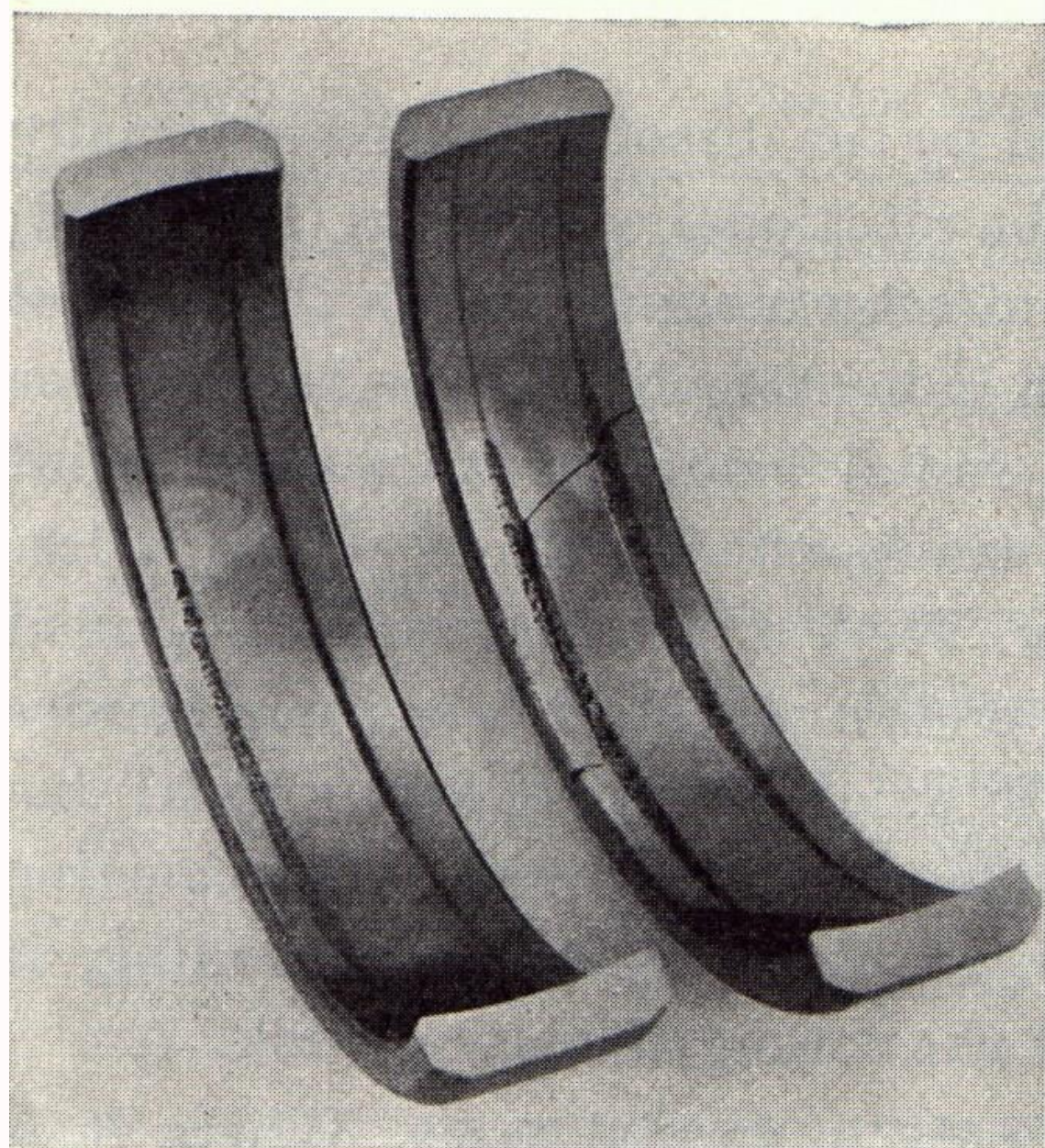
INSTALACIÓN INCORRECTA

DISEÑO DEFECTUOSO DE LAS PARTES ANEXAS AL RODAMIENTO

Otro tipo de precarga interna es la debida a la ovalización de las pistas. Ello sucede cuando los apoyos han sido mecanizados con deficiencia en su circularidad.

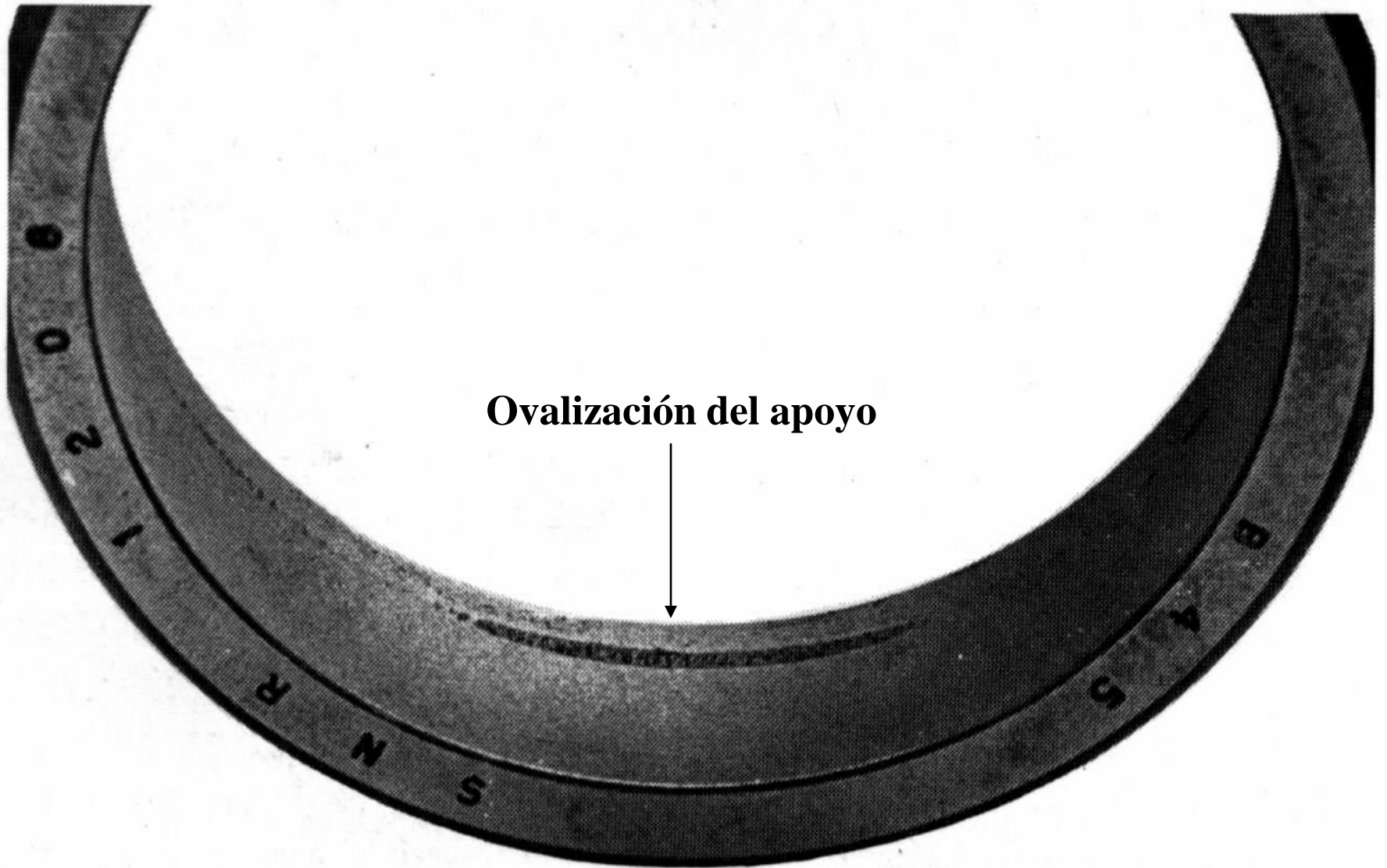
Los aros de los rodamientos se adaptan a esas deficiencias.

Obsérvese en la figura las marcas enfrentadas diametralmente en correspondencia con la zona de menor diámetro interno



INSTALACIÓN INCORRECTA

DISEÑO DEFECTUOSO DE LAS PARTES ANEXAS AL RODAMIENTO



INSTALACIÓN INCORRECTA

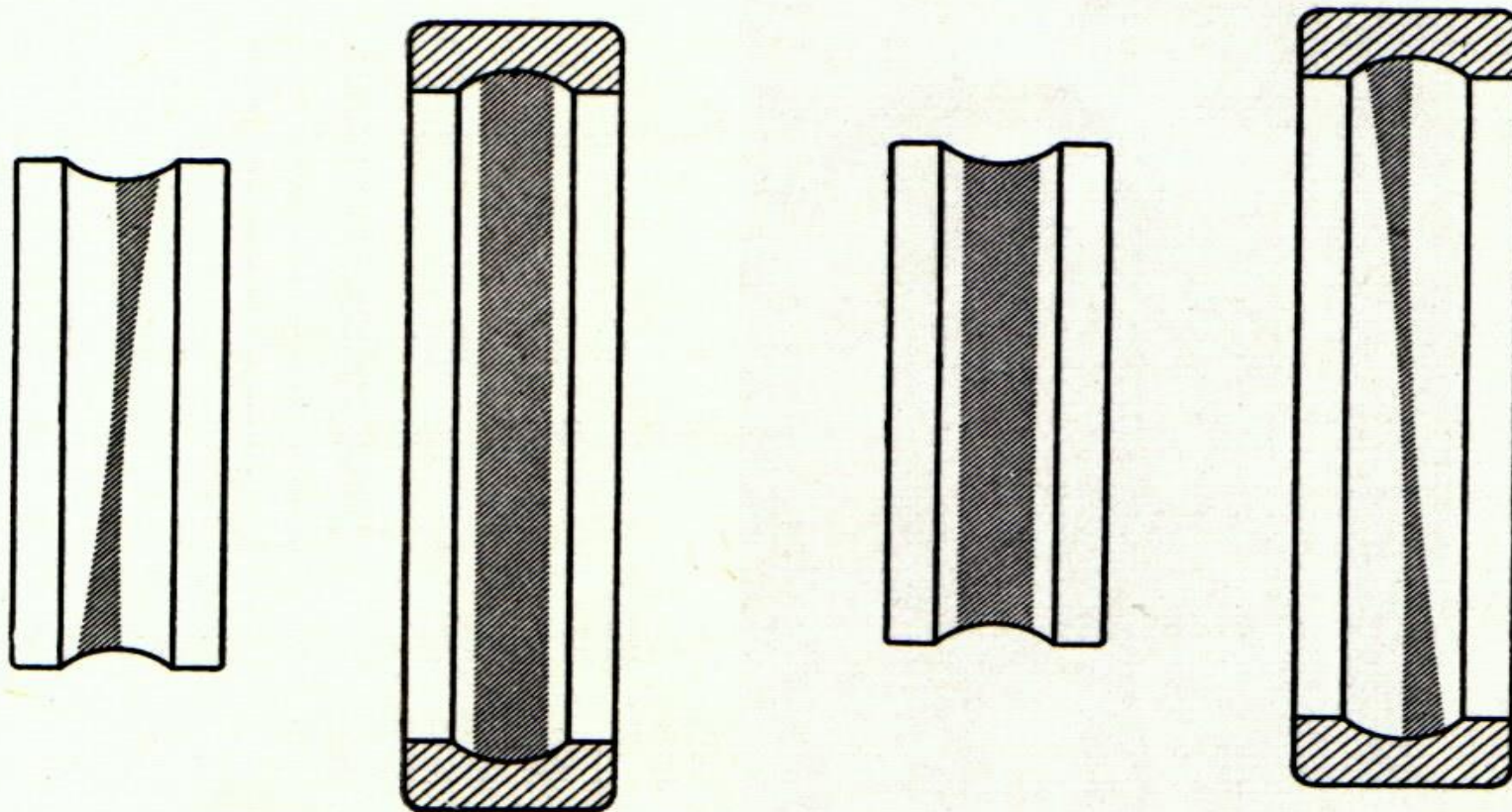
DISEÑO DEFECTUOSO DE LAS PARTES ANEXAS AL RODAMIENTO



Otro defecto de mecanizado de los ejes o alojamientos, aunque poco común, es la conicidad de los mismos

INSTALACIÓN INCORRECTA

DISEÑO DEFECTUOSO DE LAS PARTES ANEXAS AL RODAMIENTO



Un defecto más común de instalación, que produce una sobrecarga en el rodamiento, es la desalineación. Las figuras muestran las huellas típicas que dejan los elementos rodantes debido a éste error.

INSTALACIÓN INCORRECTA

DISEÑO DEFECTUOSO DE LAS PARTES ANEXAS AL RODAMIENTO

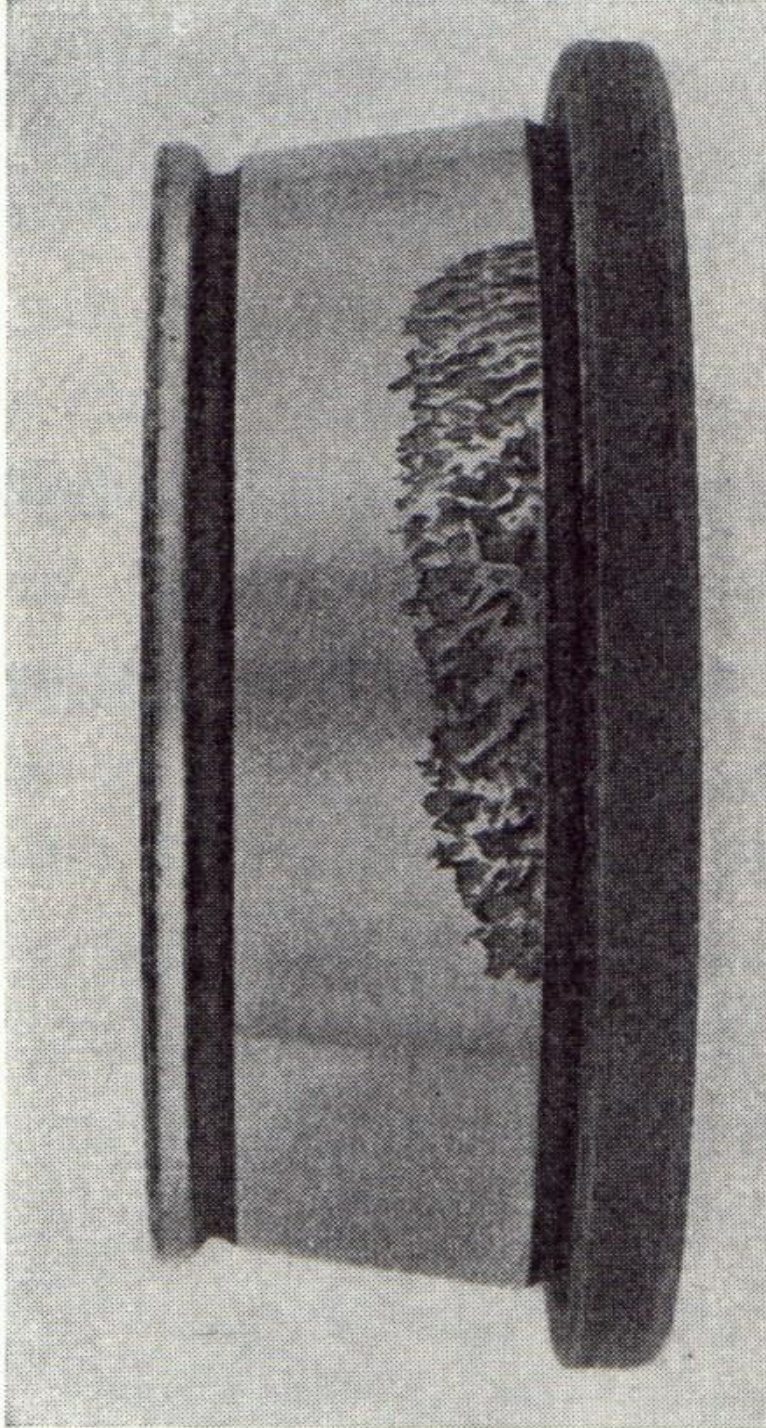


Los rodamientos que no toleran desalineación pueden presentar averías prematuras debido a la sobrecarga que éste error de montaje les produce.

La figura muestra la huella por sobrecarga debida a desalineación en un aro interno de un rodamiento de bolas, en el cual el aro externo es el rotante.

INSTALACIÓN INCORRECTA

DISEÑO DEFECTUOSO DE LAS PARTES ANEXAS AL RODAMIENTO



La figura muestra la avería por sobrecarga, debida a desalineación, en un aro interno de un rodamiento cónico

INSTALACIÓN INCORRECTA

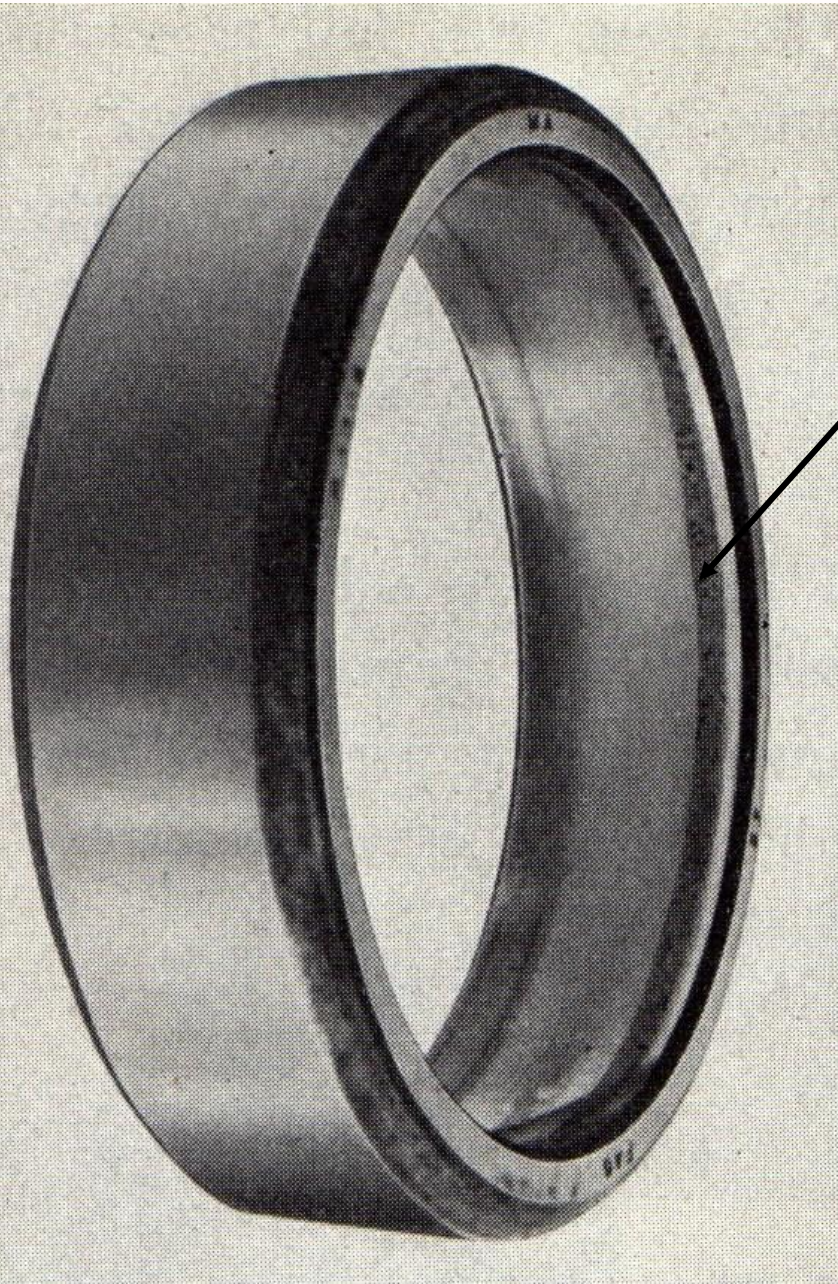
DISEÑO DEFECTUOSO DE LAS PARTES ANEXAS AL RODAMIENTO



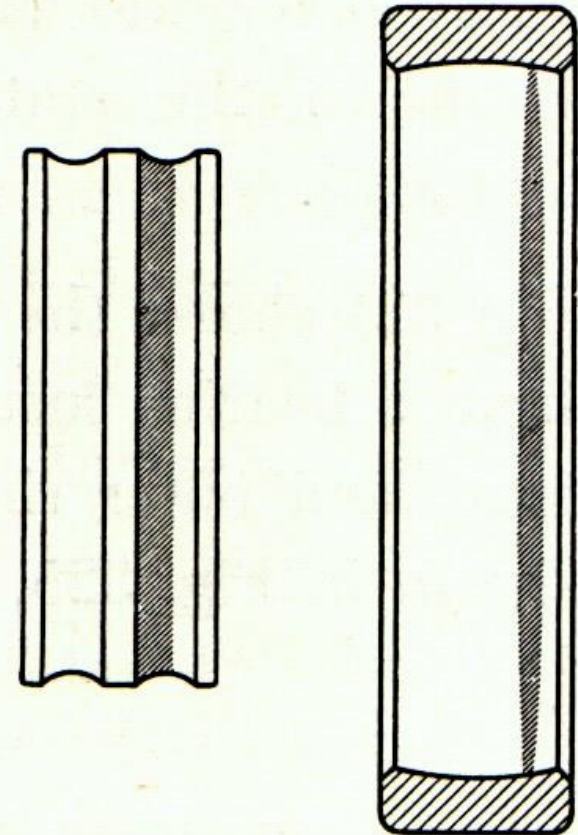
Otros ejemplos de exfoliación debido a concentración de carga sobre determinados sectores de las pistas por desalineación

INSTALACIÓN INCORRECTA

DISEÑO DEFECTUOSO DE LAS PARTES ANEXAS AL RODAMIENTO

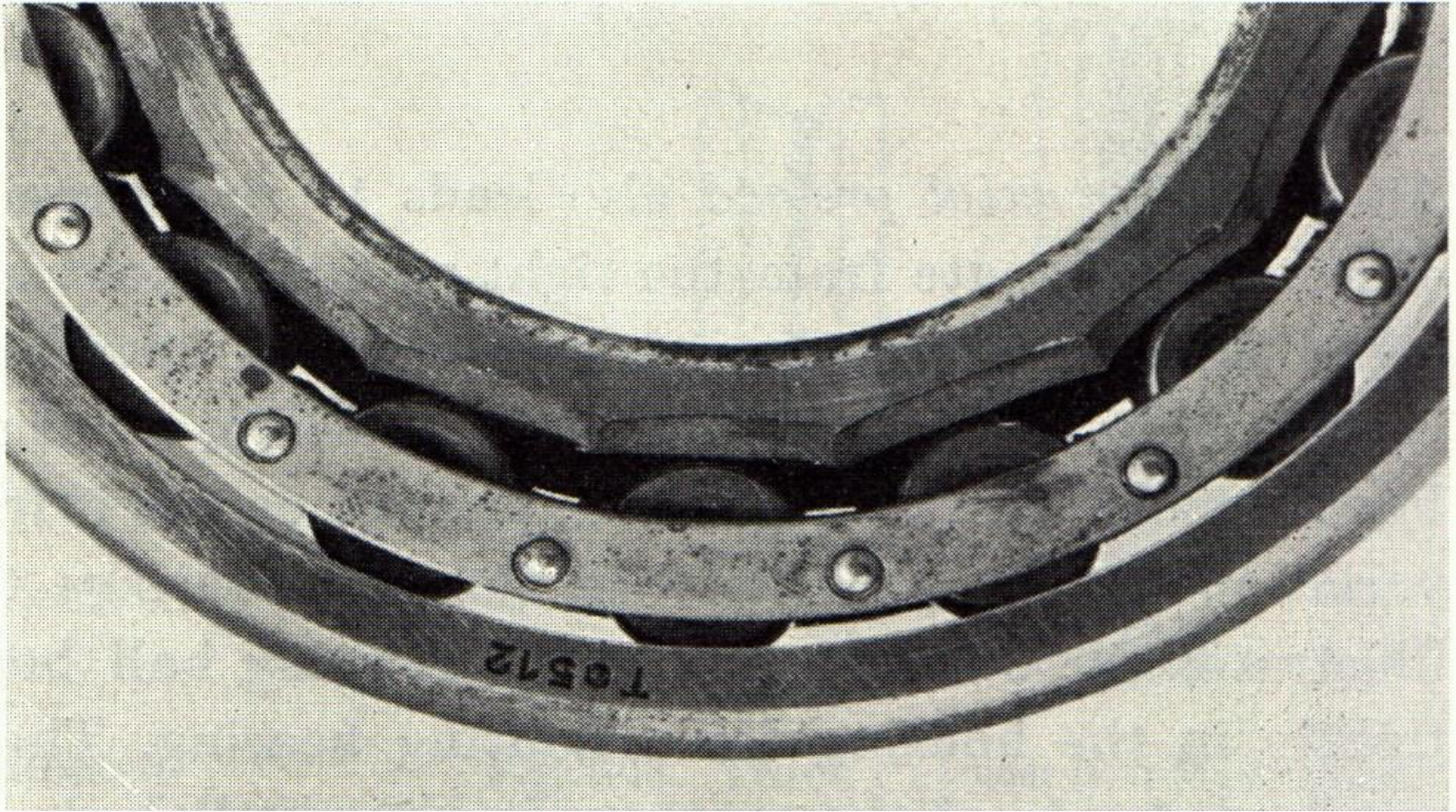


La desalineación también puede ser axial. Ella también produce sobretensiones y averías prematuras



INSTALACIÓN INCORRECTA

MONTAJE POR MÉTODOS NO CONVENIENTES



Se observa el estado de una pista interna de un rodamiento de rodillos a rótula que fue colocado a martillazos sobre el eje. Las vibraciones producidas por dichos golpes se transmitieron a través de los rodillos y éstos rompieron el borde de contención del aro.

INSTALACIÓN INCORRECTA MONTAJE POR MÉTODOS NO CONVENIENTES



**Otros ejemplos de roturas debidas
a golpes durante el montaje (o
desmontaje)**



INSTALACIÓN INCORRECTA MONTAJE POR MÉTODOS NO CONVENIENTES



Las jaulas son los elementos particularmente más expuestos a los golpes durante el montaje. Sus daños son frecuentemente de difícil identificación, pues están enmascarados por importantes efectos secundarios tales como: calentamientos, laminado de las jaulas bajo los cuerpos rodantes, gripados etc.

INSTALACIÓN INCORRECTA

MONTAJE POR MÉTODOS NO CONVENIENTES

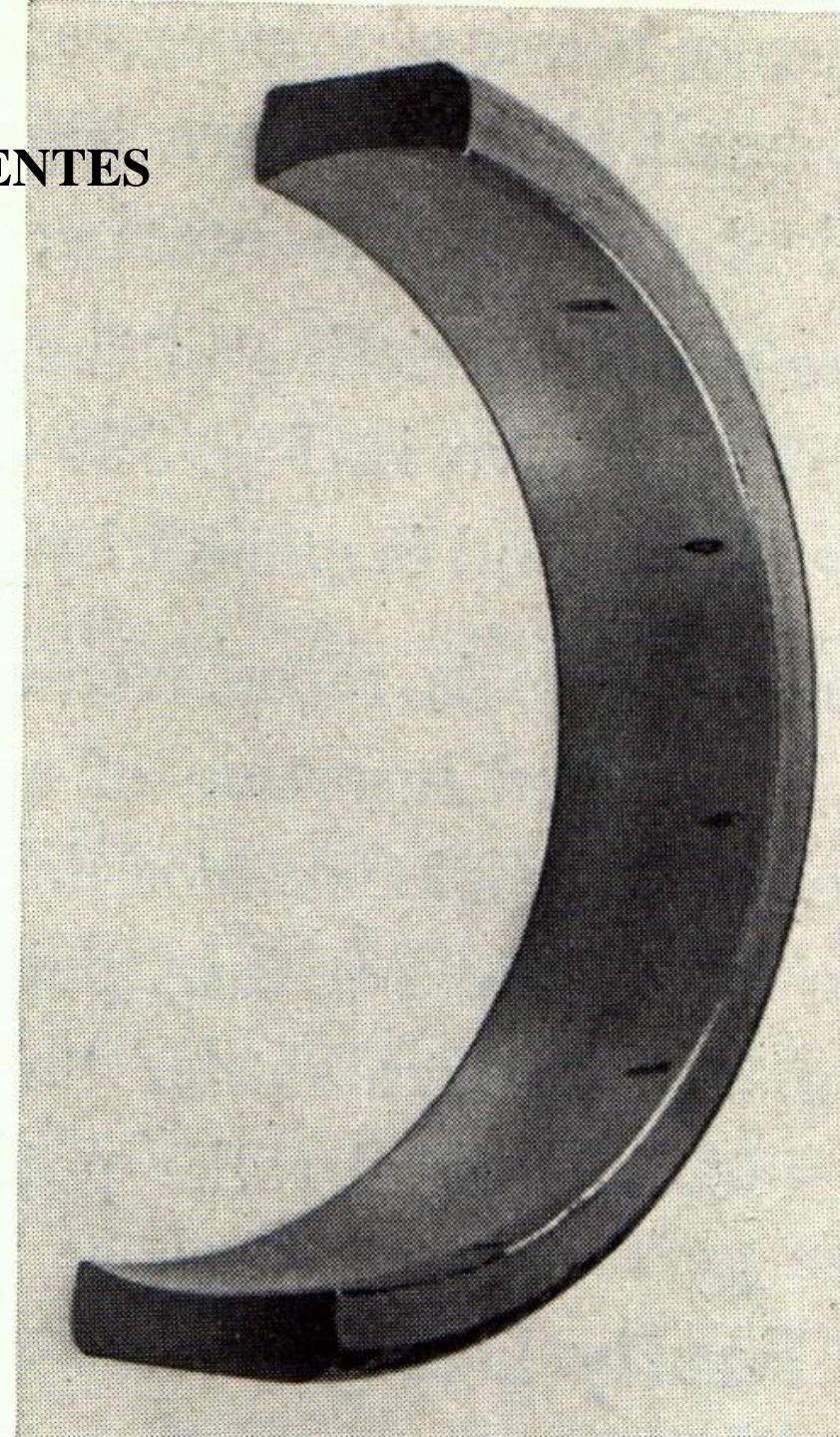
La carga o golpes aplicados a los aros se transmiten a los elementos rodantes y de ellos a las pistas causando deformaciones plásticas en forma de marcas (brinelling)



INSTALACIÓN INCORRECTA

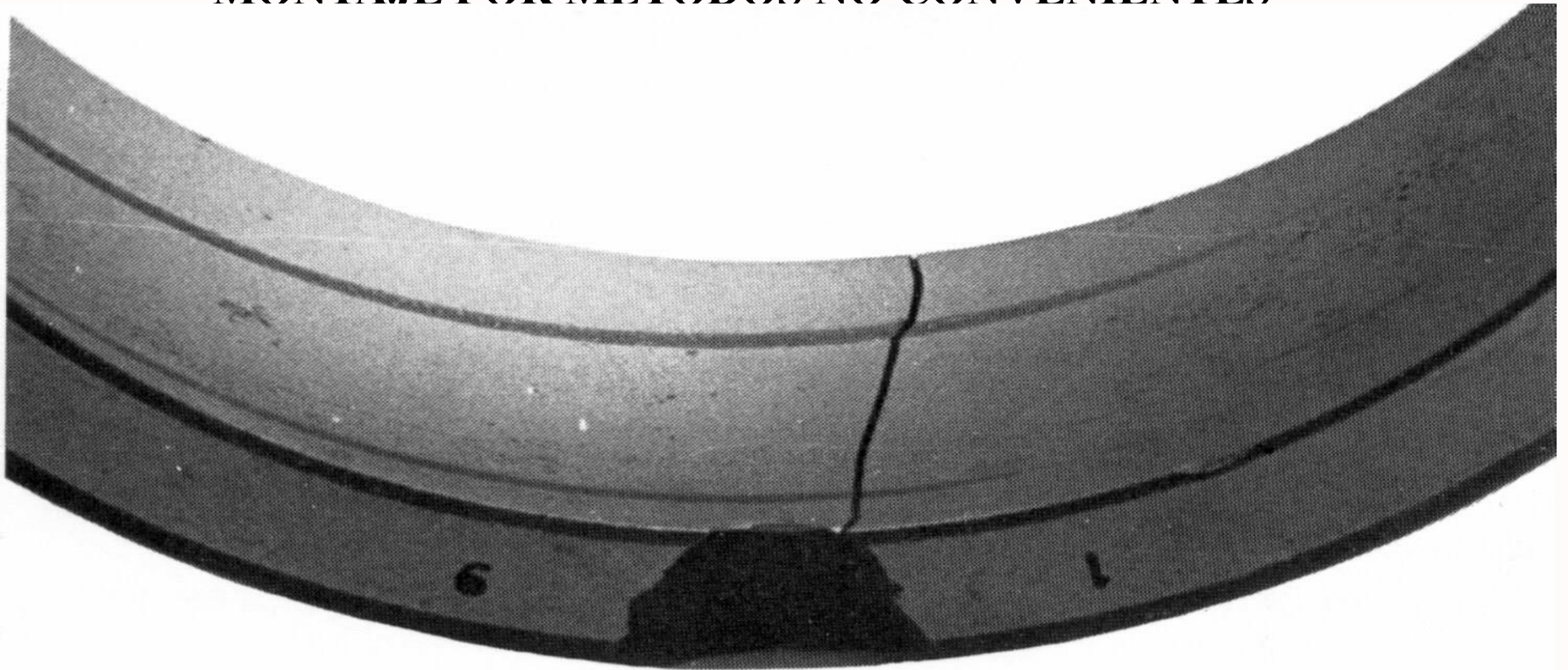
MONTAJE POR MÉTODOS NO CONVENIENTES

Estas marcas pueden llegar a ser tan pequeñas que pasan por alto a una observación visual simple.



INSTALACIÓN INCORRECTA

MONTAJE POR MÉTODOS NO CONVENIENTES



En ciertos casos los golpes pueden provocar la aparición de fisuras e incluso directamente roturas. Las fisuras son más perniciosas, pues pueden no aparecer inmediatamente, y luego, durante el funcionamiento desprenden partículas que al introducirse entre los elementos rodante producen los daños ya vistos.

INSTALACIÓN INCORRECTA

MONTAJE POR MÉTODOS NO CONVENIENTES

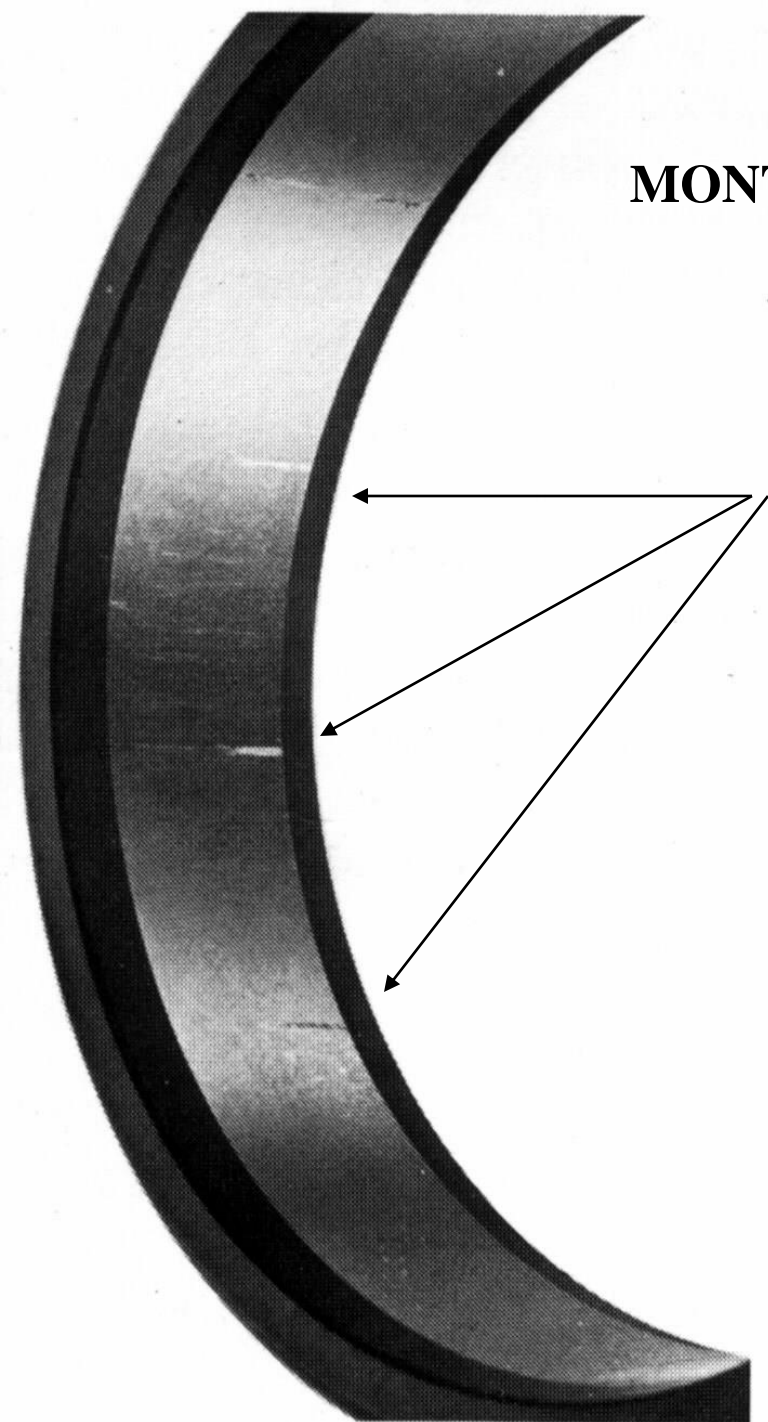


Durante la instalación de rodamientos de rodillos cilíndricos, si el aro exterior, ya colocado sobre el soporte ha reducido su diámetro interno, debido a la interferencia de montaje, puede suceder que el resto del rodamiento, al ser introducido, tienda a acuñarse.

Si se fuerza la introducción por presión o percusión el resultado es una línea de arranque de material tanto en la periferia del rodillo y en sentido paralela a su generatriz como en la pista de rodadura

INSTALACIÓN INCORRECTA

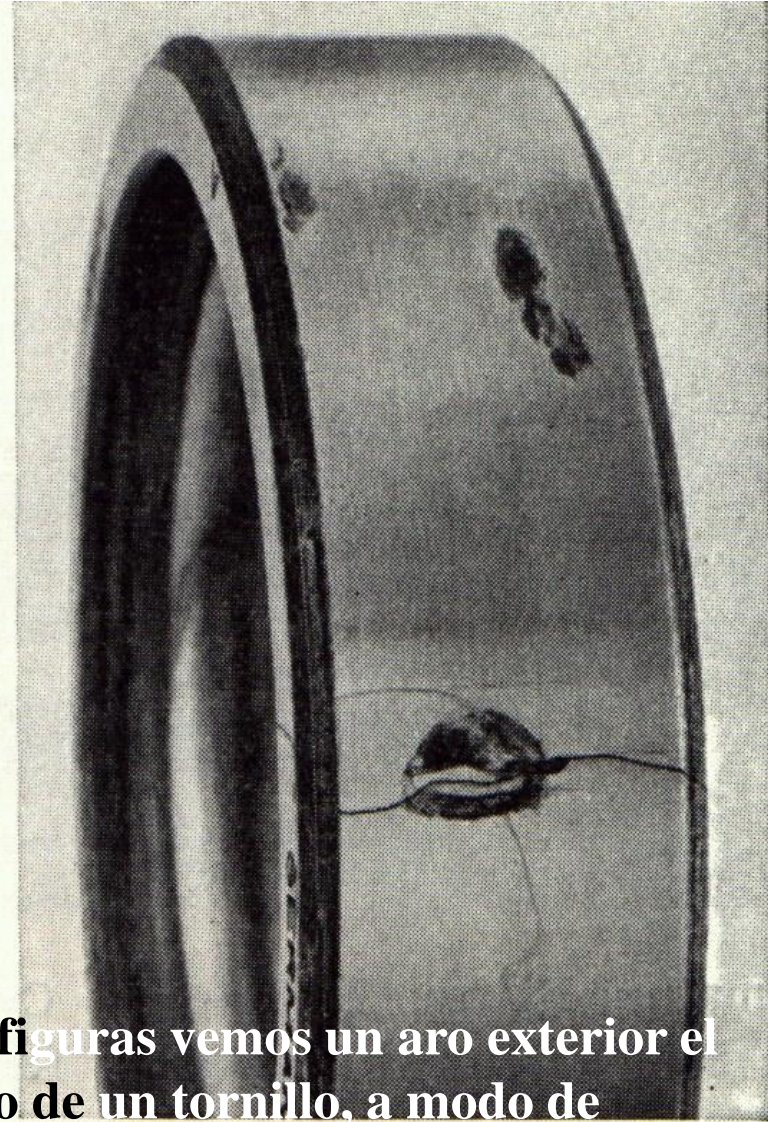
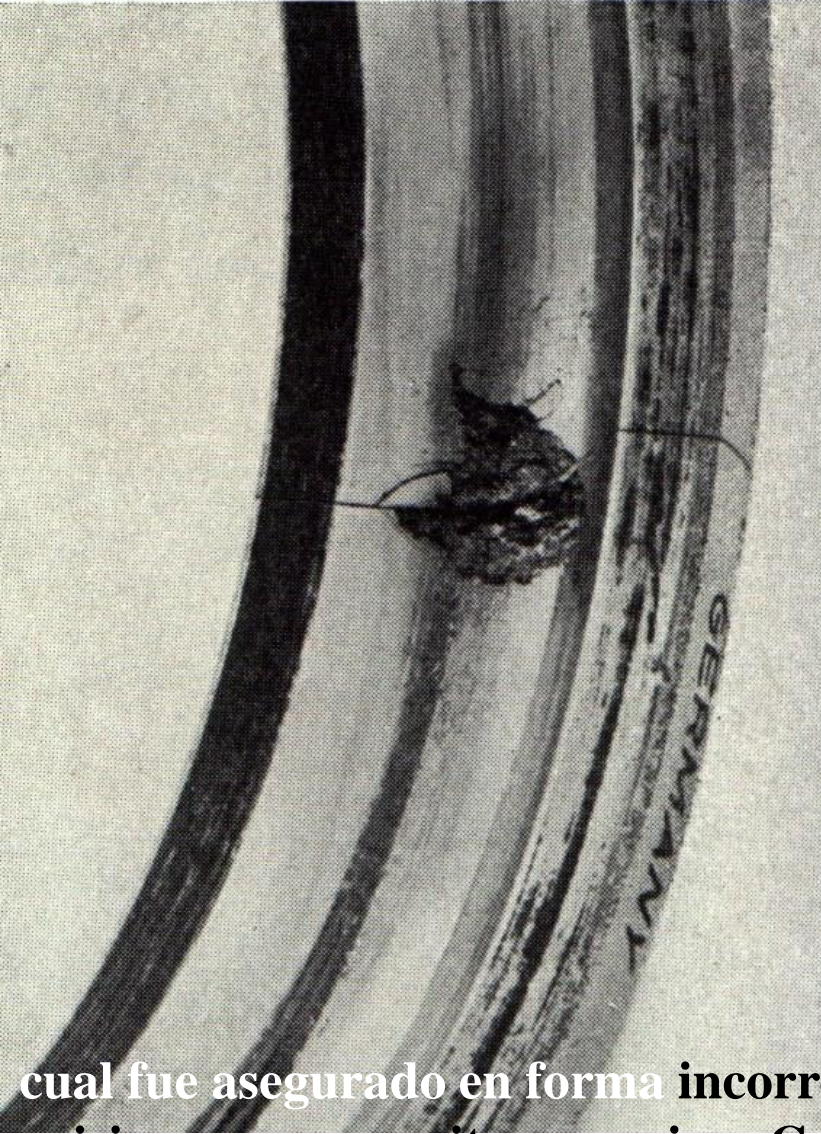
MONTAJE POR MÉTODOS NO CONVENIENTES



Pista del rodamiento de rodillos de la diapositiva anterior, en el cual se observan las línea de arranque de material.

INSTALACIÓN INCORRECTA

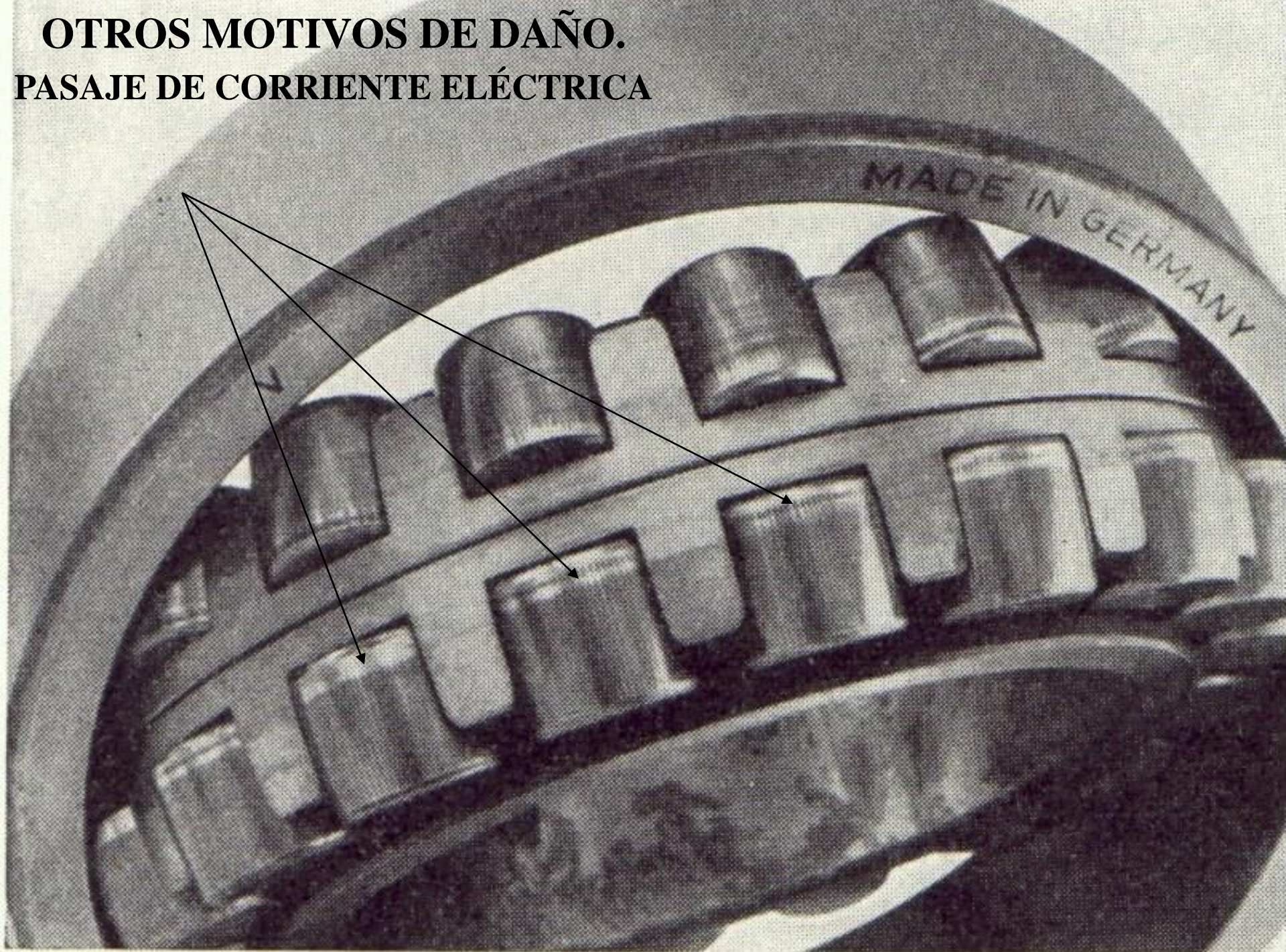
MONTAJE POR MÉTODOS NO CONVENIENTES



En las figuras vemos un aro exterior el cual fue asegurado en forma incorrecta por medio de un tornillo, a modo de prisionero, para evitar que gire. Consecuentemente se produjo una sobre tensión localizada en la pista de rodadura por este tornillo provocando su rotura.

OTROS MOTIVOS DE DAÑO.

PASAJE DE CORRIENTE ELÉCTRICA

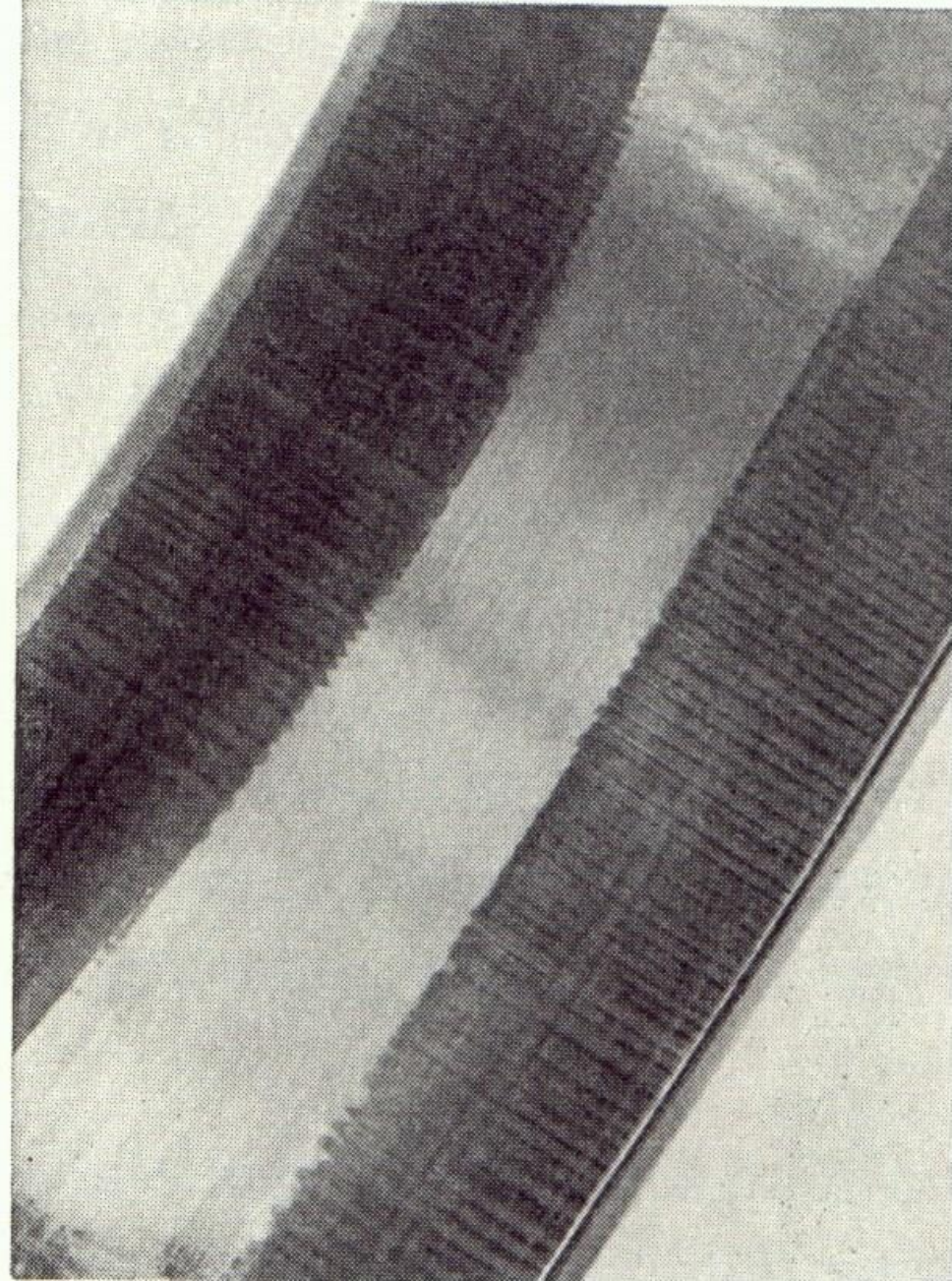


OTROS MOTIVOS DE DAÑO PASAJE DE CORRIENTE ELÉCTRICA

La avería típica del pasaje de corriente eléctrica por un rodamiento son marcas distribuidas regularmente con forma de estrías.

Para SNR existen dos tipos de daños vinculados al pasaje de una corriente eléctrica: cráteres y estrías.

Las estrías, según SNR, es una sucesión de hendiduras estrechas una junto a otra que dan la impresión de canales que se suceden en la zona de las pistas sometidas a carga, (la figura de ésta diapositiva) o incluso en los elementos rodantes (la diapositiva anterior).



OTROS MOTIVOS DE DAÑO PASAJE DE CORRIENTE ELÉCTRICA

Para SNR los cráteres son como picaduras de bordes netos unidas en series más o menos largas, e indican fusión localizada de material

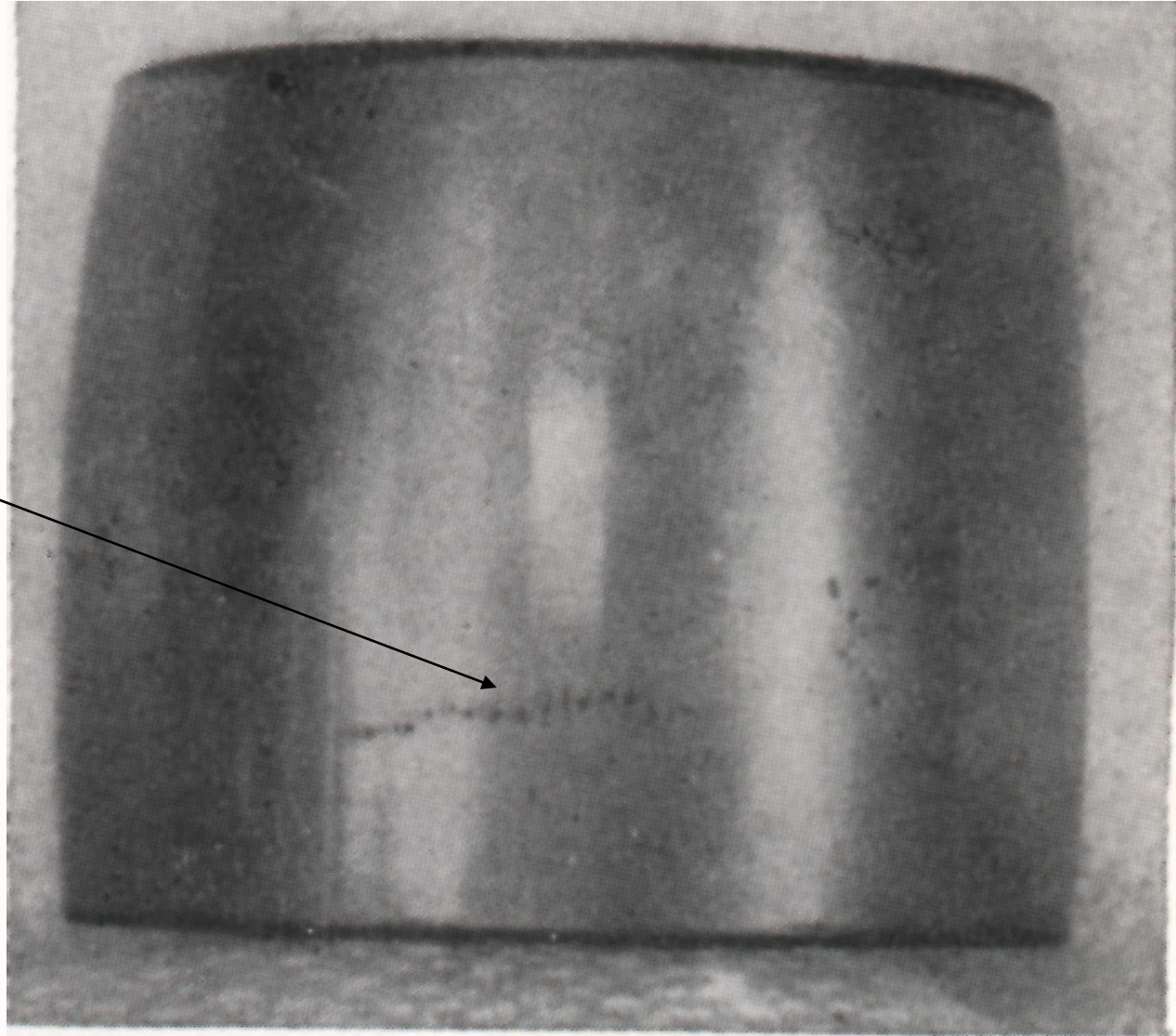
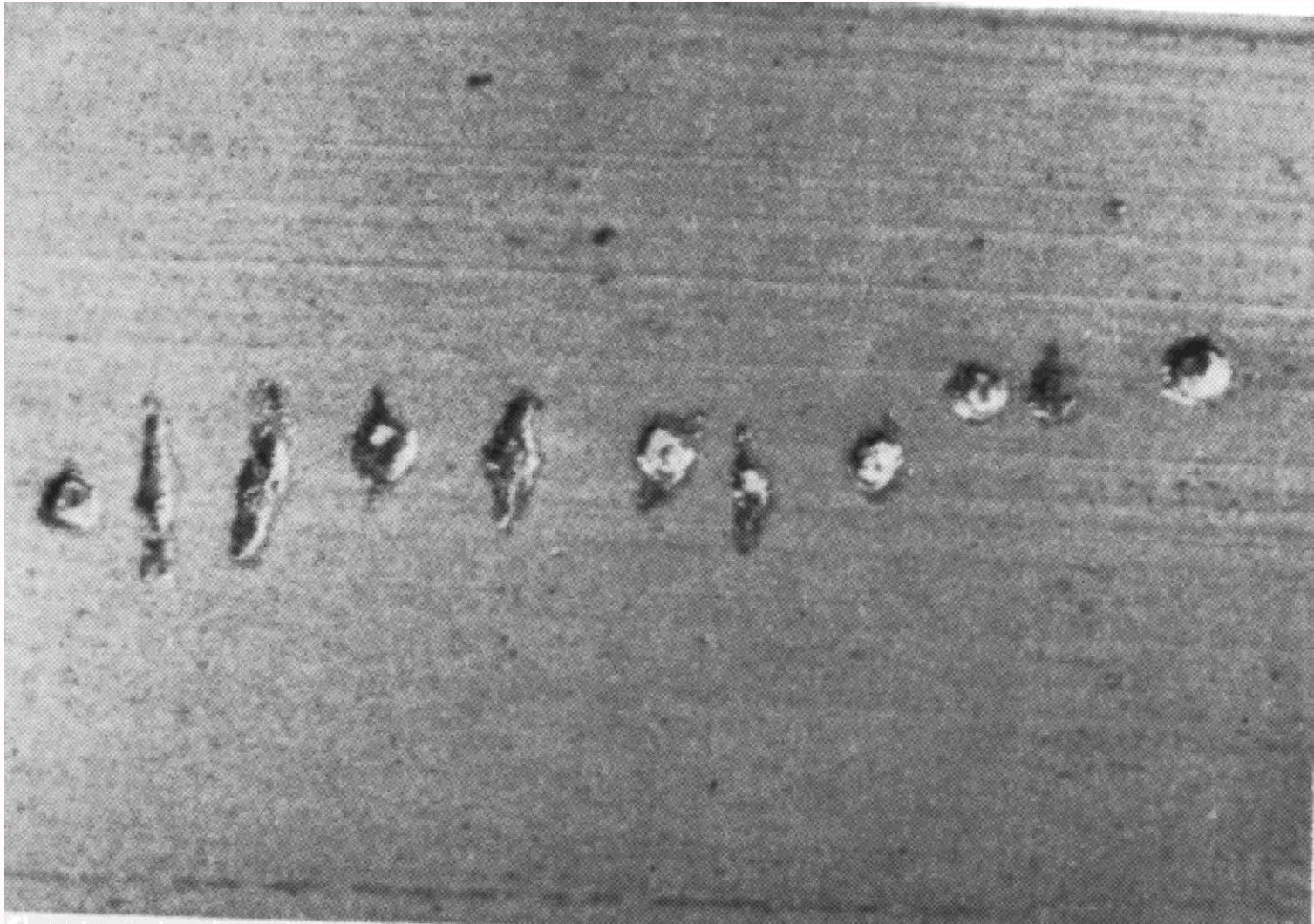


Fig. C-11. El tipo de daño que se produce en un resistor.

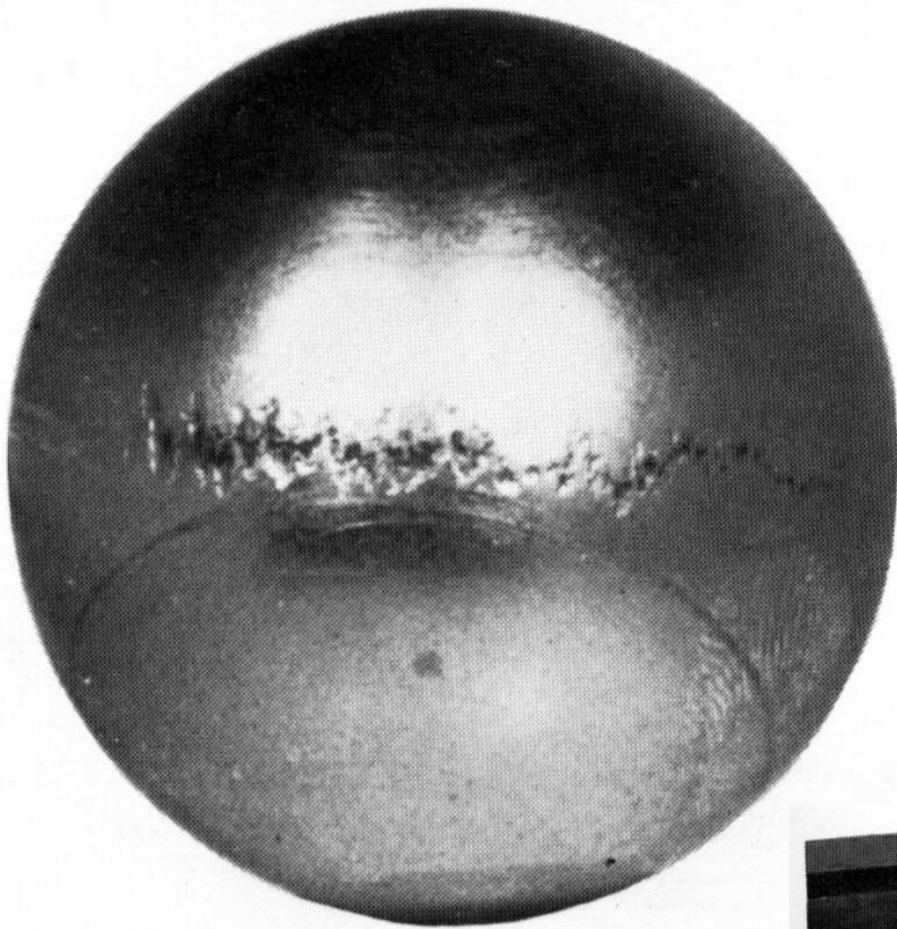
OTROS MOTIVOS DE DAÑO PASAJE DE CORRIENTE ELÉCTRICA



Debido al movimiento continuo de los elementos rodantes, el pasaje de la corriente se interrumpe y se genera un arco eléctrico y una chispa la cual produce puntos microscópicos de alta temperatura que funden el material y dejan pequeñas picaduras.

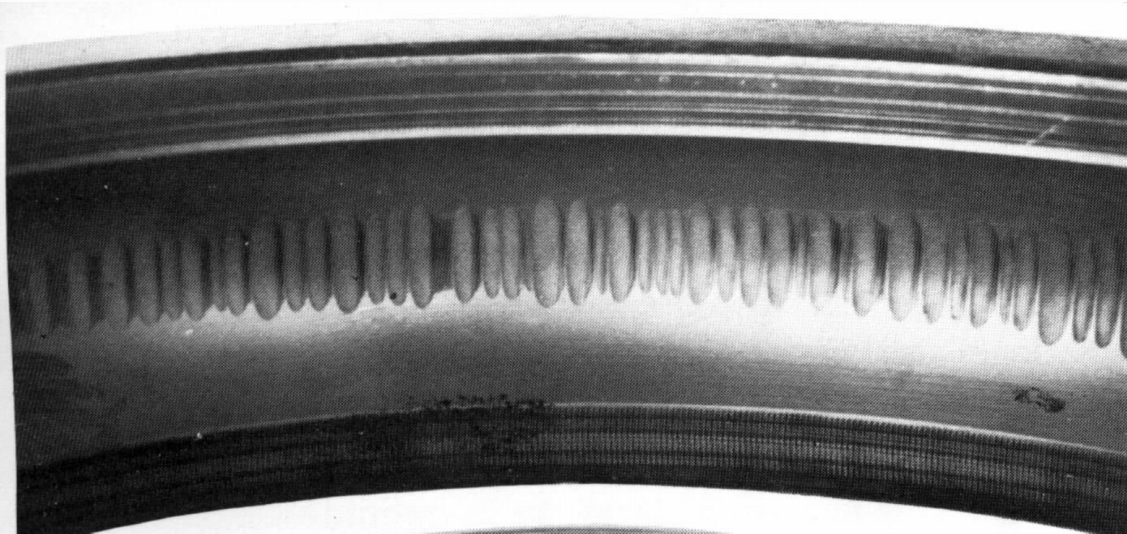
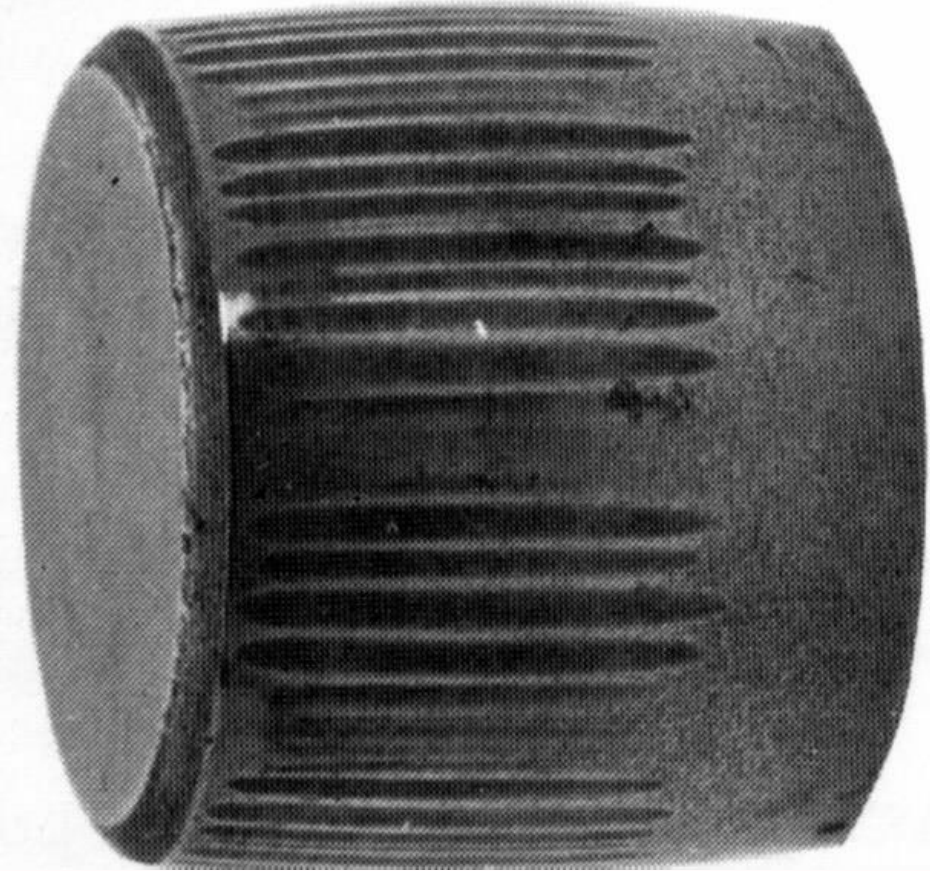
OTROS MOTIVOS DE DAÑO PASAJE DE CORRIENTE ELÉCTRICA

El constante pasaje de una pequeña corriente eléctrica que se mantiene en unos pocos mili amperes, da como resultado una multitud de pequeños cráteres sobre la superficie del rodamiento



OTROS MOTIVOS DE DAÑO PASAJE DE CORRIENTE ELÉCTRICA

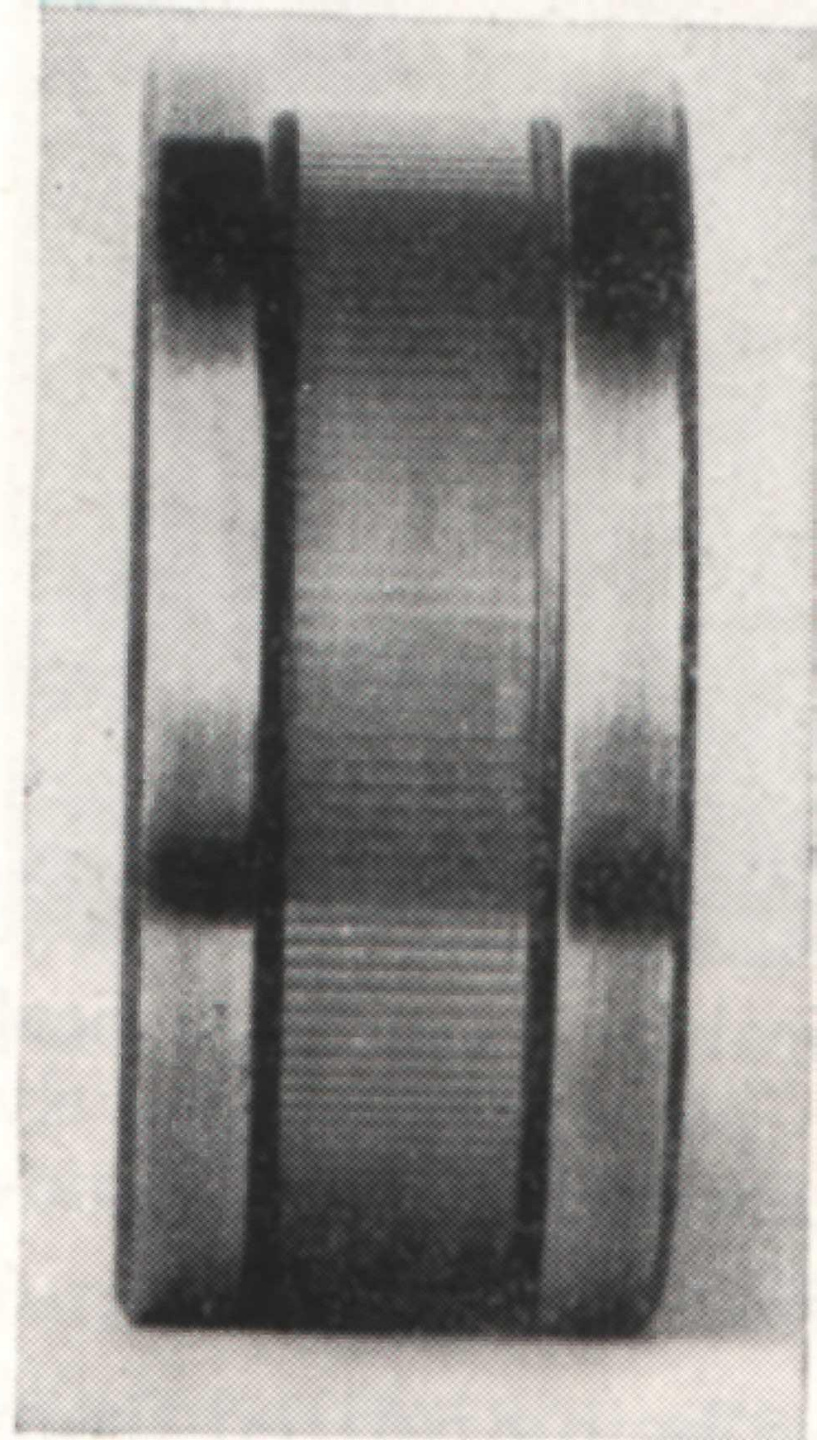
Algunos autores indican que cuando existe una diferencia de potencial de 0,5 a 1 Volt o más entre el eje y el soporte de un rodamiento, ya sea de corriente continua o alterna, es probable que aparezca un daño en las superficies



OTROS MOTIVOS DE DAÑO PASAJE DE CORRIENTE ELÉCTRICA

En la figura se muestra un caso combinado de vibración y pasaje de corriente eléctrica.

Un posible remedio para evitar el pasaje de la corriente por el rodamiento puede ser, o bien aislando el soporte del rodamiento, o bien conectando a tierra el eje a través de escobillas



OTROS MOTIVOS DE DAÑO ALTAS TEMPERATURAS



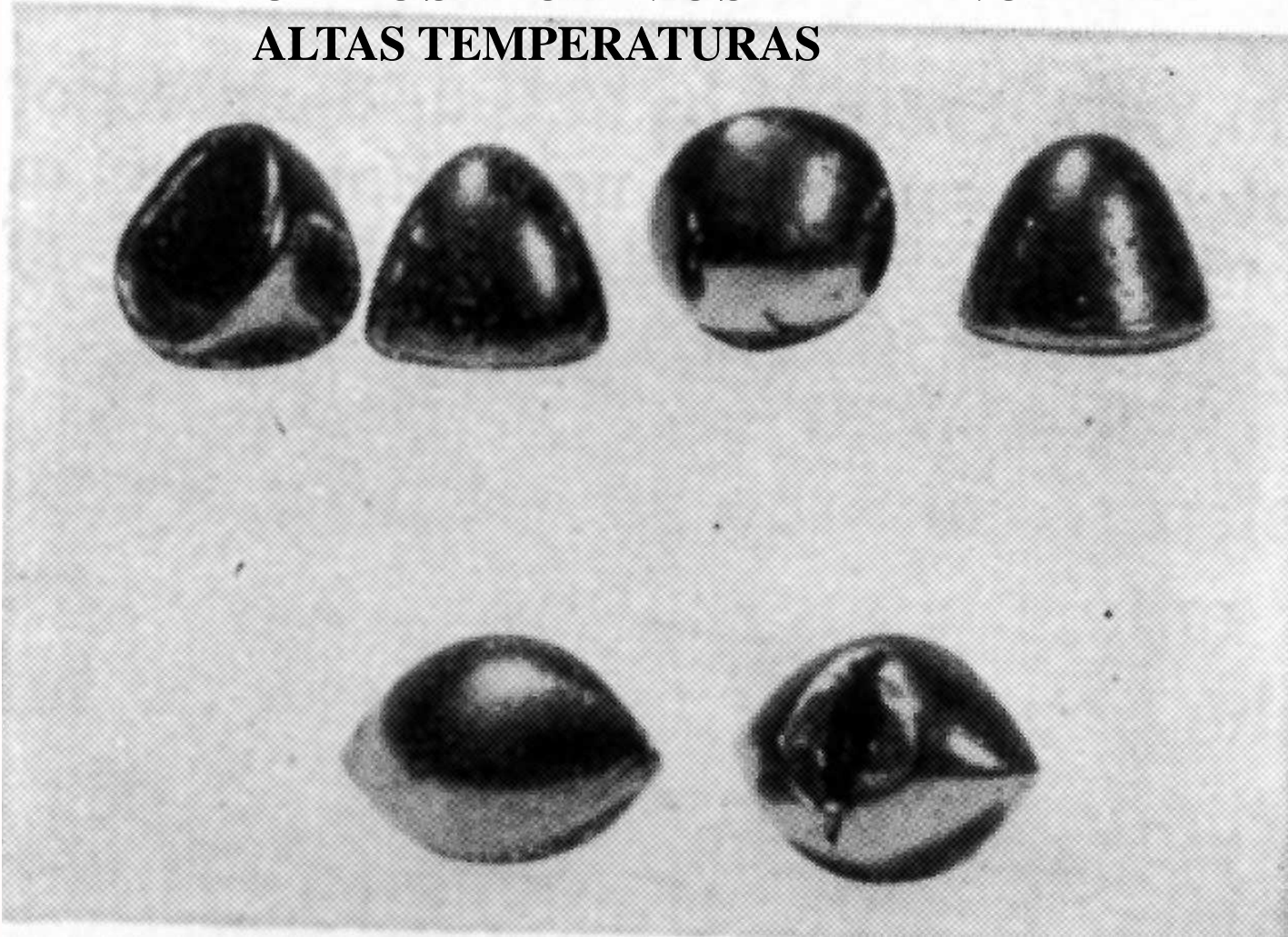
Entendemos el trabajo de los rodamientos en un ambiente circundante de alta temperatura, y no la que puede generar el propio rodamiento por su funcionamiento o por defectos derivados de otros factores ya expuestos

OTROS MOTIVOS DE DAÑO ALTAS TEMPERATURAS



**Un rodamiento
sometido a altas
temperaturas
presenta una
coloración marrón
tanto de los anillos
como de los cuerpos
rodantes debida a
una oxidación
superficial y a la
polimerización a alta
temperatura del
lubricante**

OTROS MOTIVOS DE DAÑO ALTAS TEMPERATURAS



Los rodamientos trabajando a altas temperaturas presentan deterioros en varias de sus partes constitutivas: las jaulas comienzan a oxidarse, los elementos rodantes y sus pistas pierden dureza, y la grasa o aceite utilizados como lubricantes se deteriora. La figura muestra casos extremos de deformación plástica de las bolillas de un rodamiento sometido a altas temperaturas.

SIGNOS EXTERNOS QUE ANUNCIAN POSIBLES AVERÍAS

VIBRACIONES

Pueden percibirse a mano o con aparatos analizadores especiales.

AVERÍA POSIBLE

Exfoliación. Abrasión, cuerpos extraños.
Corrosión. Desequilibrios debidos a desgastes. Juego interno excesivo.
Montaje con ajuste insuficiente

SIGNOS EXTERNOS QUE ANUNCIAN POSIBLES AVERÍAS

RUIDOS

Ruidos anormales inmediatos a la puesta en marcha.

Ruidos de amplitud variable en función del tipo de avería.

El desequilibrio dinámico no produce ruido audible, pues su frecuencia coincide con la del conjunto giratorio

AVERÍA POSIBLE

Marcas de cuerpos rodantes. Exfoliación. Falso Brinelling.

Cuerpos extraños. Corrosión. Falta de juego interno.

Rotura de la jaula o de un cuerpo rodante

SIGNOS EXTERNOS QUE ANUNCIAN POSIBLES AVERÍAS

ELEVACIÓN ANORMAL DE LA TEMPERATURA

Todo aumento de temperatura por encima de la estimada como normal debe ser considerada indicador de avería

AVERÍA POSIBLE

Ausencia o exceso de lubricante. Ausencia de juego interno. Sobrecarga axial accidental o inducida por montaje incorrecto

SIGNOS EXTERNOS QUE ANUNCIAN POSIBLES AVERÍAS

AUMENTO ANORMAL DEL PAR DE ROTACIÓN

Todos los sistemas sobre rodamientos presentan un par resistente a la rotación, más aún con protecciones.

Un aumento del par, generalmente acompañado por elevación de temperatura, debe ser considerado como anormal.

AVERÍA POSIBLE

Deterioro de la jaula. Deterioro del lubricante.

Desplazamiento o rotura de la jaula.

POSIBLE RELACIÓN ENTRE EL TIPO DE DAÑO OBSERVADO Y SU CAUSA Y ACCIONES PREVENTIVAS

DAÑO OBSERVADO	POSIBLE MOTIVO	ACCIONES PREVENTIVAS
Exfoliaciones	Poco o falta de lubricante. Sobrecarga. Desalineación. Montaje con ajuste demasiado prieto. Defectos de mecanizado en apoyos y ejes.	Verificar la provisión de lubricante. Verificar si existen pérdidas del mismo. Revisar las cargas sobre el cojinete o la existencia de sobrecargas. Verificar la alineación entre eje y apoyo. Revisar la construcción de los apoyos, su circularidad y conicidad. Revisar el apriete por interferencia. Evitar el excesivo apriete de la tuerca o dispositivo de fijación axial de los rodamientos no rígidos.

POSIBLE RELACIÓN ENTRE EL TIPO DE DAÑO OBSERVADO Y SU CAUSA Y ACCIONES PREVENTIVAS

DAÑO OBSERVADO	POSIBLE MOTIVO	ACCIONES PREVENTIVAS
Gripado	Exceso o falta de lubricante. Excesiva velocidad. Defectos de mecanizado en apoyos y ejes.	Verificar la provisión y calidad adecuada al uso del lubricante. Verificar si existen pérdidas del mismo. Revisar el apriete por interferencia

POSIBLE RELACIÓN ENTRE EL TIPO DE DAÑO OBSERVADO Y SU CAUSA Y ACCIONES PREVENTIVAS

DAÑO OBSERVADO	POSIBLE MOTIVO	ACCIONES PREVENTIVAS
Huellas de cuerpos rodantes por deformación o arranque de material. Marcas de golpes, fisuras, roturas	Descuido en el manipuleo. Método no apropiado en el montaje o desmontaje	Cuidado al montaje, utilizar las herramientas adecuadas, empujar (o extraer) el aro correspondiente, evitar golpes. No forzar la introducción de una parte del rodamiento sobre una pista ya colocada. Calentar (80° a 90°) para facilitar el montaje o desmontaje. Verificar el ajuste prieto, eventualmente utilizar rodamientos de mayor juego interno.

POSIBLE RELACIÓN ENTRE EL TIPO DE DAÑO OBSERVADO Y SU CAUSA Y ACCIONES PREVENTIVAS

DAÑO OBSERVADO	POSIBLE MOTIVO	ACCIONES PREVENTIVAS
Falso Brinelling o abrasión por vibración	Vibraciones combinada con inactividad	<p>Calar los ejes de las grandes máquinas durante el transporte. Mantener en lenta rotación a aquellos equipos en zonas bajo vibraciones. Almacenar los rodamientos en forma horizontal en aquellos depósitos con vibraciones.</p> <p>Utilizar lubricantes más fluidos que se interpongan entre las superficies internas del rodamiento.</p>

POSIBLE RELACIÓN ENTRE EL TIPO DE DAÑO OBSERVADO Y SU CAUSA Y ACCIONES PREVENTIVAS

DAÑO OBSERVADO	POSIBLE MOTIVO	ACCIONES PREVENTIVAS
Desgaste. Huellas de cuerpos extraños.	Descuido durante el manipuleo. Introducción de suciedad o lubricante infectado.	Trabajar durante el montaje con absoluta limpieza. No lavar los rodamientos nuevos. Almacenar los rodamientos en sus envases originales o protegidos del polvo. Verificar el estado de las protecciones circundantes al cojinete

POSIBLE RELACIÓN ENTRE EL TIPO DE DAÑO OBSERVADO Y SU CAUSA Y ACCIONES PREVENTIVAS

DAÑO OBSERVADO	POSIBLE MOTIVO	ACCIONES PREVENTIVAS
Cráteres o estrías	Pasaje de corriente eléctrica	Colocar a tierra los equipos. Verificar el aislamiento de los equipos.

POSIBLE RELACIÓN ENTRE EL TIPO DE DAÑO OBSERVADO Y SU CAUSA Y ACCIONES PREVENTIVAS

DAÑO OBSERVADO	POSIBLE MOTIVO	ACCIONES PREVENTIVAS
Corrosión de contacto, por frotamiento o ludimento	Ajuste flojo, micro movimientos relativos	Verificar las tolerancias del eje y apoyo. Asegurar un montaje prieto. Controlar la circularidad y conicidad del eje y apoyo. Verificar el apriete de la fijación axial.

POSIBLE RELACIÓN ENTRE EL TIPO DE DAÑO OBSERVADO Y SU CAUSA Y ACCIONES PREVENTIVAS

DAÑO OBSERVADO	POSIBLE MOTIVO	ACCIONES PREVENTIVAS
Corrosión por agentes químicos.	Ambiente corrosivo. Lubricante contaminado	Asegurar las protecciones contra el medio ambiente corrosivo. Mejorar la calidad del ambiente. Utilizar lubricante que no emulsione con el agua.

POSIBLE RELACIÓN ENTRE EL TIPO DE DAÑO OBSERVADO Y SU CAUSA Y ACCIONES PREVENTIVAS

DAÑO OBSERVADO	POSIBLE MOTIVO	ACCIONES PREVENTIVAS
Coloración	Ajuste demasiado prieto que elimina el juego interno. Excesiva velocidad. Temperatura elevada del entorno. Exceso o lubricación inadecuada.	Evitar el exceso de grasa y adoptar la más adecuada a la aplicación y medio ambiente. Evitar las precargas anormales. Si es posible refrigerar el cojinete. Mejorar la calidad del ambiente

POSIBLE RELACIÓN ENTRE EL TIPO DE DAÑO OBSERVADO Y SU CAUSA Y ACCIONES PREVENTIVAS

DAÑO OBSERVADO	POSIBLE MOTIVO	ACCIONES PREVENTIVAS
Deterioro de las jaulas.	Golpes durante el montaje o desmontaje. Derivado de defectos de mecanizado de los apoyos. Ajuste demasiado prieto que elimina el juego interno. Excesiva velocidad. Elementos abrasivos en el lubricante. Falta o inadecuada lubricación	Asegurar un montaje con los métodos adecuados. Asegurar la limpieza del lubricante y de las partes mecánicas anexas. Verificar y asegurar la buena obturación de los sellos o protecciones mecánicas.