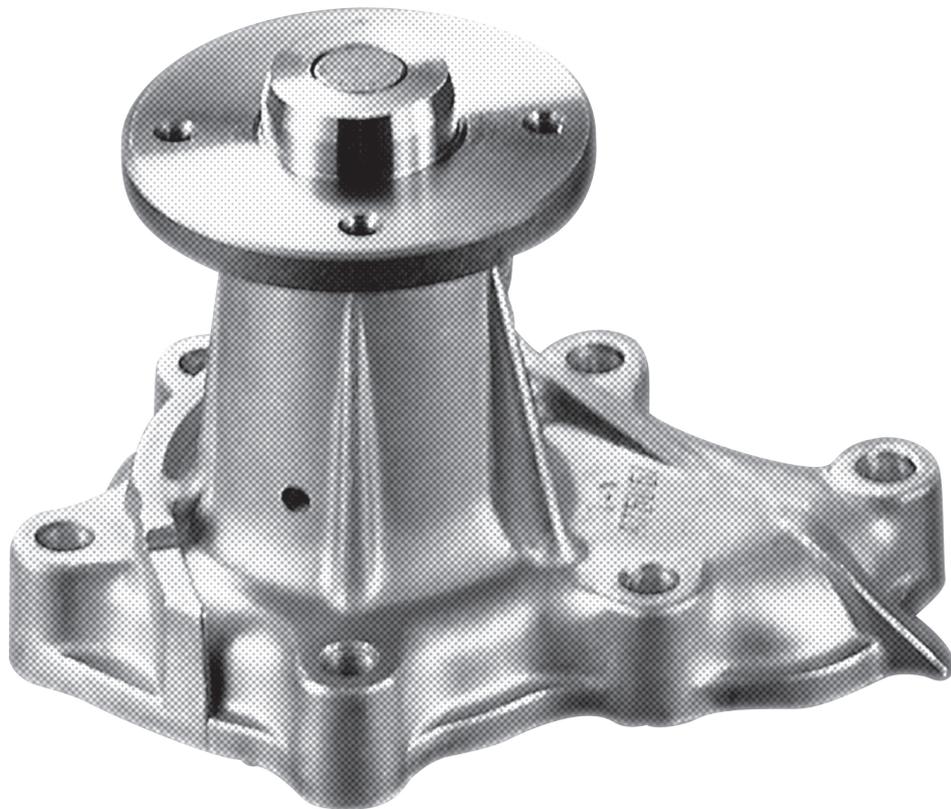


# BOMBA DE AGUA LIBRO DE APOYO TÉCNICO

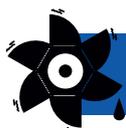


# CONTENIDOS



## ¿Qué es una bomba de agua?

- ¿Qué es una bomba de agua? ..... Página 1
- ¿Qué es el refrigerante? ..... Página 2
- Sello mecánico ..... Página 3–4
- Cojinete de bomba de agua ..... Página 5
- Gásquet y junta tórica ..... Página 6



## Apoyo técnico

- Para uso seguro ..... Página 7–8
- Síntoma de falla - Tabla de causas de ocurrencia ..... Página 9–11
  - Fuga de refrigerante ..... Página 9
  - Ruido anormal ..... Página 10
  - Otro ..... Página 11
- Tabla de diagnóstico de necesidad de reemplazo ..... Página 12



## Casos de ejemplo de fracaso

- Ejemplos de casos de fracaso ..... Página 13–22
  - Fuga de refrigerante ..... Página 13–17
  - Ruido anormal ..... Página 18–20
  - Partes periféricas ..... Página 21
  - Glosario ..... Página 22

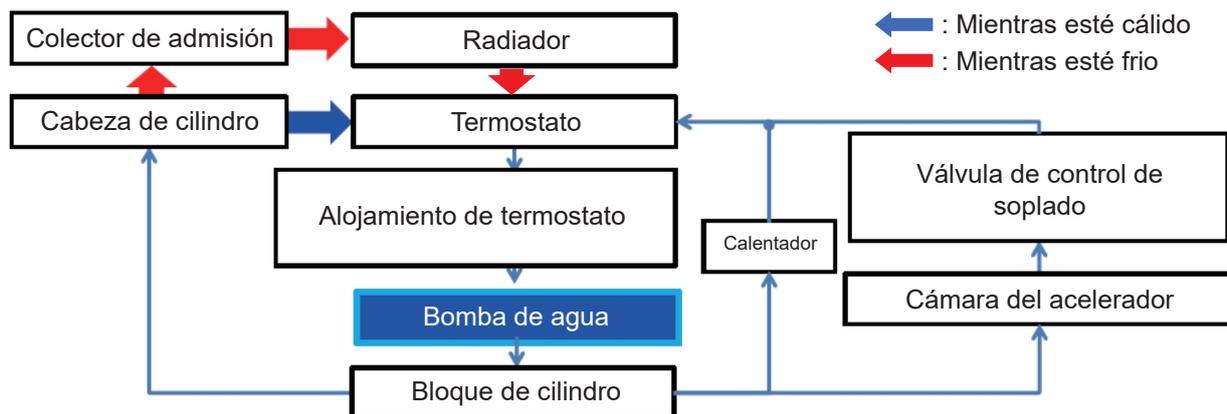


# ¿Qué es una bomba de agua?

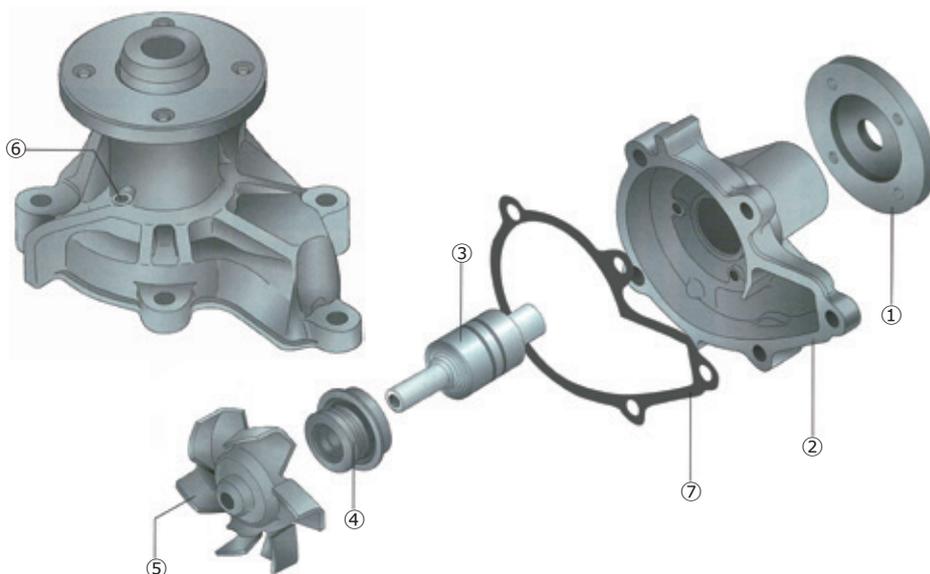
## ¿Qué es una bomba de agua?

### Función

La bomba de agua está montado en la parte delantera del bloque de cilindros para el motor refrigerado por agua y hace circular el refrigerante a la fuerza para mantener una temperatura adecuada del motor.



### Estructura



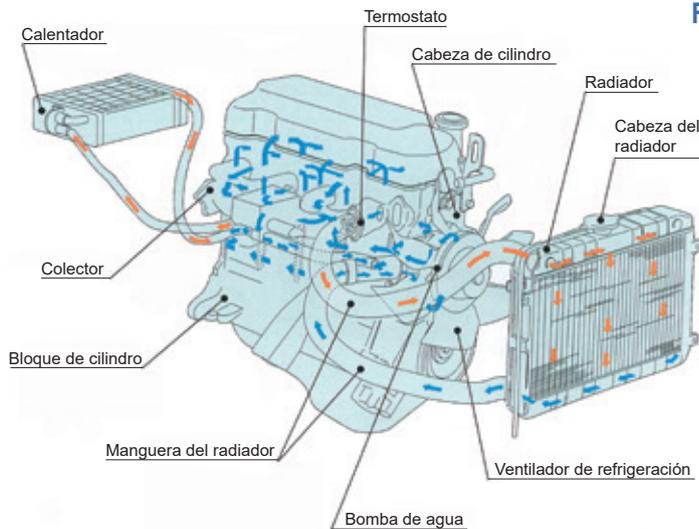
### Componentes

- ① Cubo
- ② Cuerpo
- ③ Cojinete
- ④ Sello mecánico
- ⑤ Impulsor
- ⑥ Agujero de drenaje
- ⑦ Gásquet

## ¿Qué es el refrigerante?

### Función del refrigerante

La temperatura dentro de la cámara de combustión del motor del automóvil puede alcanzar los 2000–3000 °C, y el refrigerante funciona para mantener el motor caliente dentro de un rango de temperatura adecuado. Para lograr un período prolongado de uso, es necesaria la prevención de la corrosión, el deterioro y la oxidación con metales y cauchos que componen el sistema de refrigeración, así como proporcionar efectos anticongelantes y antiespumantes.

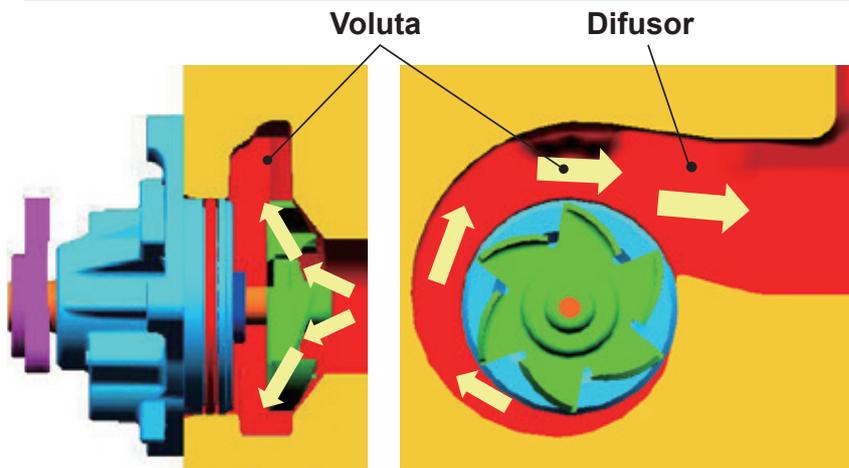


### Función de cada parte en el camino del refrigerante

- **Chaqueta de agua**  
Camino del refrigerante dentro del motor
- **Radiador**  
Disipa el calor del refrigerante
- **Cabeza del radiador**  
Actúa como una tapa para el puerto de suministro de refrigerante y también regula la presión del sistema de enfriamiento
- **Ventilador de refrigeración**  
Aspira aire en la parte posterior del radiador
- **Bomba de agua**  
Circula a la fuerza el refrigerante
- **Termostato**  
Cambia la ruta y el caudal de refrigerante de acuerdo con la temperatura del refrigerante
- **Manguera del radiador**  
Camino entre el radiador y el motor

### Mecanismo de circulación de refrigerante

Las revoluciones del motor se introducen a través de la polea de la bomba de agua y el cubo, y la fuerza centrífuga generada por el impulsor giratorio se transfiere al flujo de refrigerante a través del difusor de la cámara de voluta.



- **Voluta**  
Dirige el flujo de refrigerante fuera del impulsor en una dirección fija
- **Difusor**  
Convierte la energía de la velocidad del refrigerante en una presión que permite la circulación del refrigerante contra la resistencia de la ruta de enfriamiento.

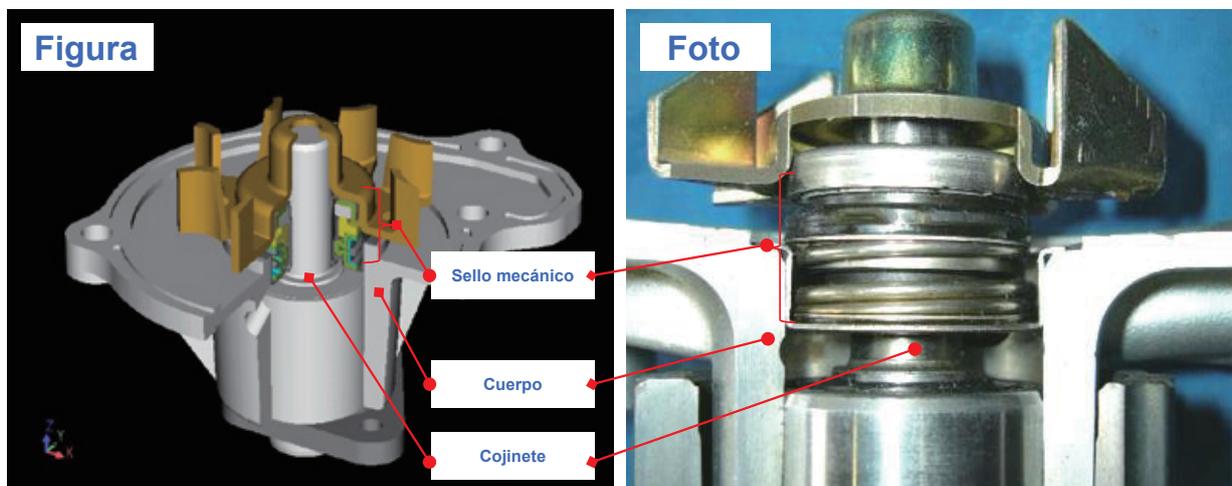
Flujo de refrigerante

## Sello mecánico

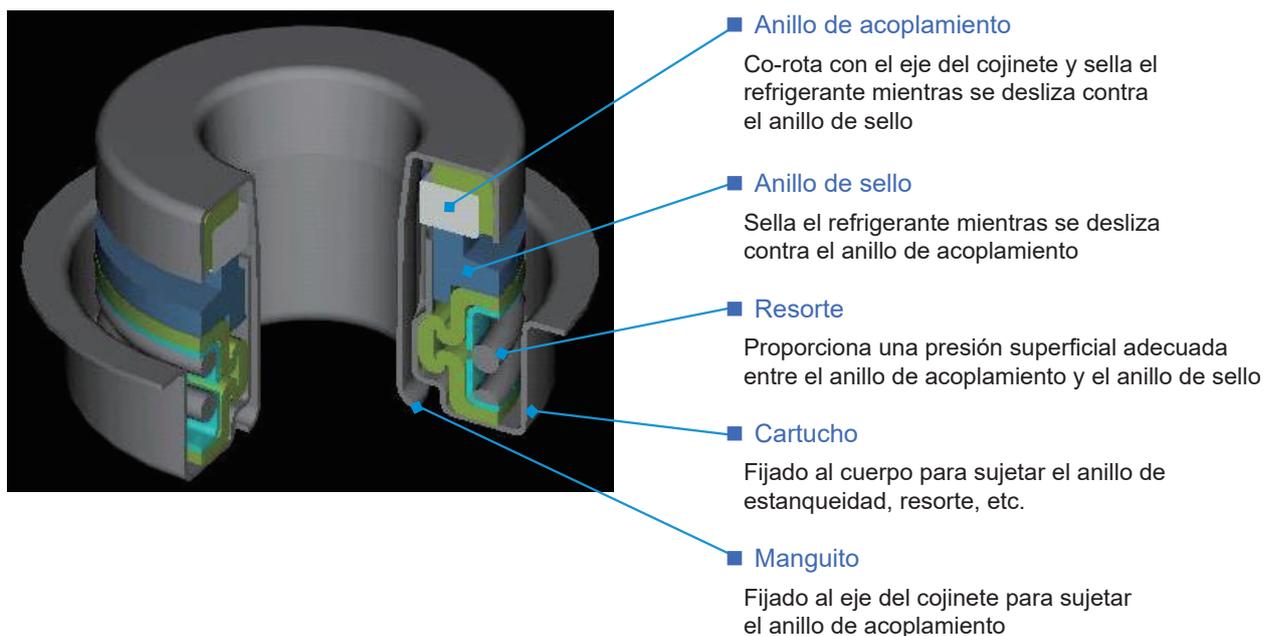
### Función

Unido al eje y al cuerpo del cojinete, el sello mecánico sirve para sellar el espacio entre la parte giratoria y el extremo fijo de tal manera que no se escape el refrigerante en la cámara de la bomba.

### Estado del sello mecánico ensamblado



### Composición del sello mecánico



## Mecanismo de funcionamiento

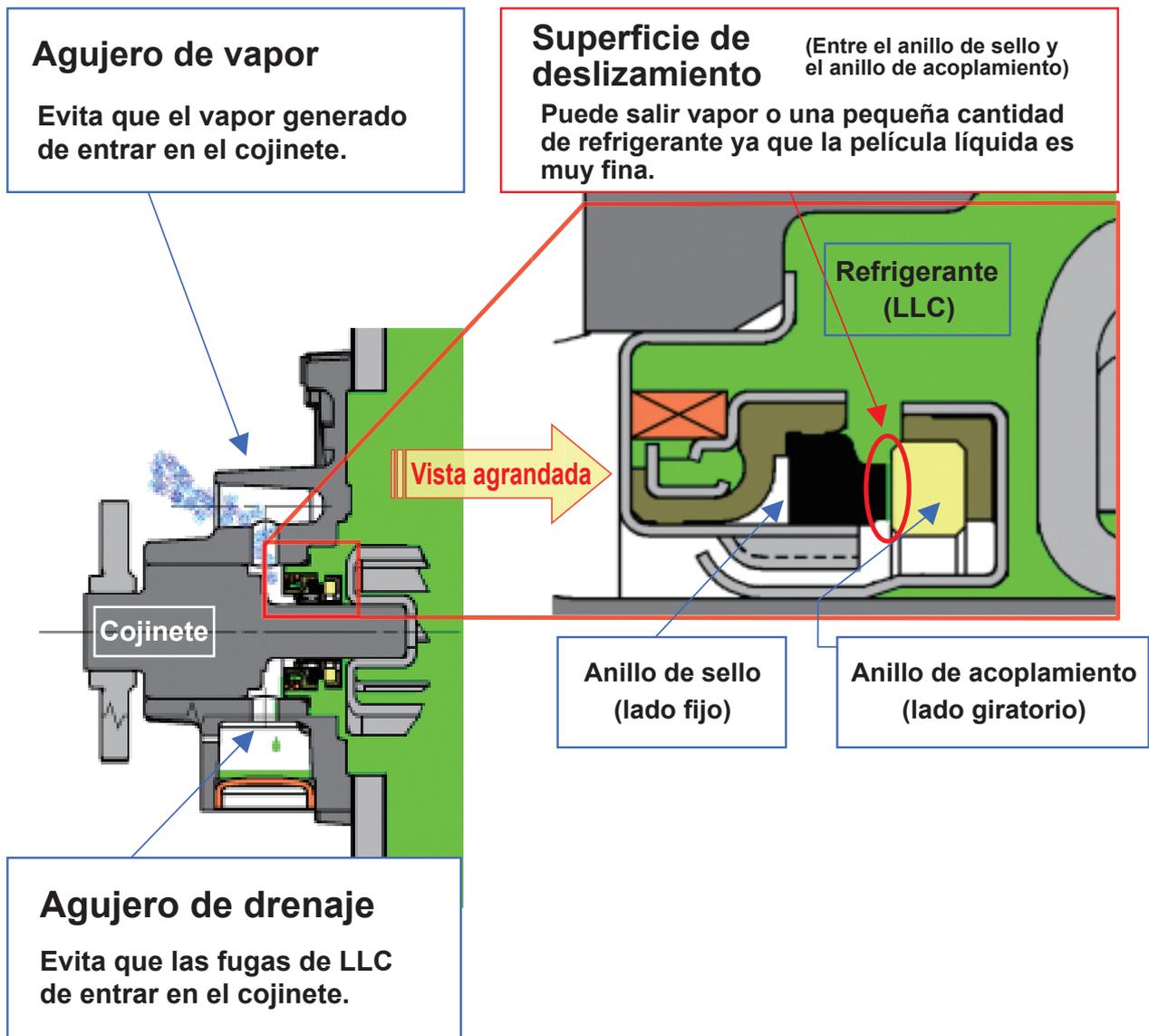
Cuando el motor está en marcha, se forma una fina película de líquido en la superficie deslizante (entre el sello y los anillos de acoplamiento) debido al sello mecánico giratorio.

La tensión superficial evita las fugas mientras se encuentra en estado líquido. Sin embargo, a medida que se produce el deslizamiento debido a la rotación a alta velocidad durante el funcionamiento, la temperatura del líquido en la superficie del sello aumenta y se genera vapor.

Además, la intrusión de contaminantes en la superficie deslizante puede debilitar la tensión superficial y provocar una posible fuga de refrigerante.

En consecuencia, puede salir una cantidad muy pequeña de refrigerante (hacia el lado del cojinete).

La bomba de agua está provista de un orificio de vapor en la parte superior y un orificio de drenaje en la parte inferior para evitar que el refrigerante entre dentro del cojinete.



# Cojinete de bomba de agua

## Función

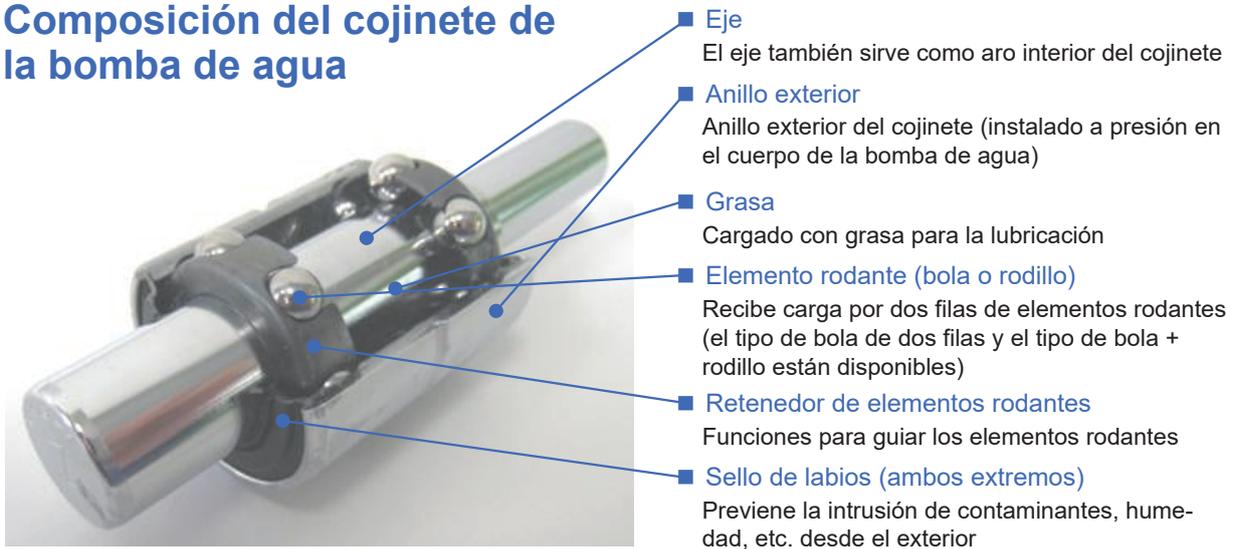
Es un componente que recibe carga de entrada y transmite una rotación suave al impulsor a través de la polea y el cubo.

El cojinete de la bomba de agua está equipado con dos filas de múltiples elementos rodantes, que funcionan para recibir colectivamente la carga de la correa, el ventilador, el acoplamiento del ventilador, etc.

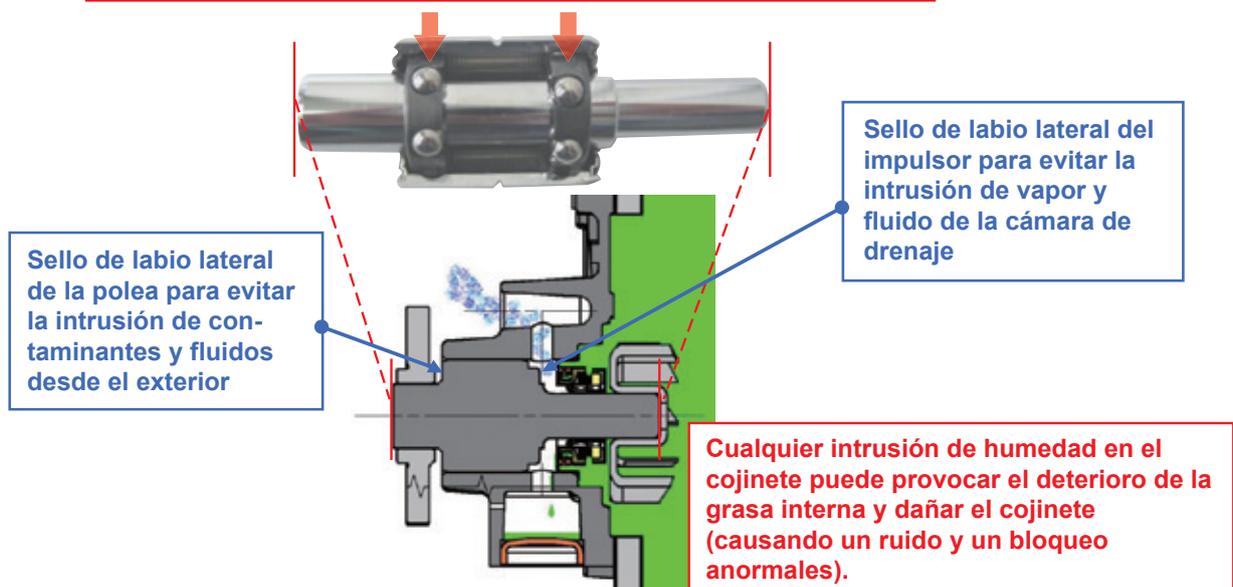
Se adoptan dos tipos diferentes de cojinetes de acuerdo con la extensión y la posición de la carga, uno de bolas en ambas filas y otro de rodillos en una fila.

Dado que los cojinetes tienen cargas a recibir especificadas correspondientes al tamaño, un daño en el cojinete (causando un ruido anormal y bloqueo) puede ser el resultado de una tensión excesiva de la correa y una desviación excesiva del acoplamiento del ventilador.

## Composición del cojinete de la bomba de agua



## Recepción de carga por dos filas de elementos rodantes



# Gásquet y junta tórica

## Función

La gáset y junta tórica funcionan para sellar la bomba de agua y las piezas de acoplamiento de elementos como el refrigerante.

\*La bomba de agua Hitachi se suministra con una junta incluso cuando la bomba de agua (pieza original) en el estado ensamblado del vehículo emplea la junta líquida. Utilice la junta provista cuando la reemplace.

## Acerca de la gáset líquida (FIPG)

En la línea de producción, se implementa un estricto control sobre la cantidad de aplicación mediante el uso de componentes que incluyen un aplicador FIPG.

Además, es necesario prestar atención al reemplazo porque se deben considerar las restricciones de tiempo de instalación y el tiempo de curado después de la aplicación.

Por lo tanto, la bomba de agua Hitachi se proporciona con una gáset para mejorar la eficiencia del trabajo y evitar fallas asociadas con la gáset líquida.

## (Referencia)

### ■ Aplicador de gásets líquidos



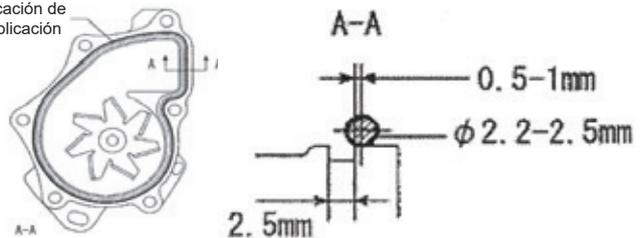
### ■ Ejemplo de procedimientos de mantenimiento (Extractos)

Aplice empaquetadura de sellado (diámetro de 2,2 a 2,5 mm) a lo largo de la parte exterior de la ranura de la bomba de agua.

#### ■ Precaución ■

- Desengrasar la superficie de instalación.
- Ensamble dentro de los 5 minutos después de la aplicación del empaque de sellado.
- No arranque el motor antes de 2 horas después de la instalación.

Ubicación de la aplicación



### ■ Caso de ejemplo en el que se ha aplicado una gáset líquida a la superficie de montaje y la gáset líquida extruida ha quedado atrapada en el sello mecánico





# Apoyo técnico

## Para uso seguro

- 1** No utilice gáquets líquidas en la superficie de instalación (incluidas gáquet y junta tórica).
  - **Vea la página 6 para más detalles.**
  
- 2** Limpie a fondo la superficie de instalación correspondiente (óxido, residuos de embalaje, etc.).
  - **Evita la fuga de refrigerante de la superficie de instalación.**
  
- 3** Antes de reemplazar la bomba, limpie a fondo el camino de enfriamiento del motor.
  - Reemplace el refrigerante dos o tres veces (realice un lavado) mientras usa la bomba de agua vieja para eliminar los contaminantes del camino refrigerante y luego reemplace con una bomba de agua nueva.**
  - **Evita la fuga de refrigerante del sello mecánico como resultado de la contaminación por materias extrañas.**
  
- 4** Después de reemplazar la bomba, reemplace el refrigerante (LLC).
  - \*Asegúrese de que LLC se use en la concentración especificada por el fabricante del automóvil (30-50%).**
  - **El refrigerante degradado (LLC) puede causar varios problemas en el sistema de refrigeración.**

**5** Para el refrigerante, no use nada que no sea LLC.  
(Inhibidor de fugas del radiador, etc.)

- Cualquier sustancia puede convertirse en un contaminante en el refrigerante y causar problemas debido al consiguiente daño del sello mecánico.

**6** Asegúrese de que la tensión de la correa se ajuste a lo especificado por el fabricante del automóvil.  
(Compruebe el tensor automático en busca de daños.)

- Cualquier exceso de entrada puede dar lugar a problemas, como el fallo de las piezas del cojinete (cojinete y cuerpo).

**7** Compruebe los componentes del cojinete (cojinete, etc.) de las piezas auxiliares que no sean la bomba de agua en busca de daños, incluso flojedad.

- El traqueteo de otras piezas auxiliares puede propagarse a través de la correa y generar entrada de vibración, lo que puede afectar a las piezas del cojinete (cojinete, cubo y polea).

**8** Compruebe el acoplamiento del ventilador en busca de daños, incluida la flojedad.  
(Cojinete, etc)

- Si hay holgura en el acoplamiento del ventilador, la excentricidad (gran deflexión) resultante del desequilibrio de la punta puede ocasionar problemas graves, como la falla de las piezas del cojinete (incluidos el cojinete y el cuerpo).



## Precaución

**Cualquier problema derivado de la bomba de agua puede dificultar la conducción del vehículo.**

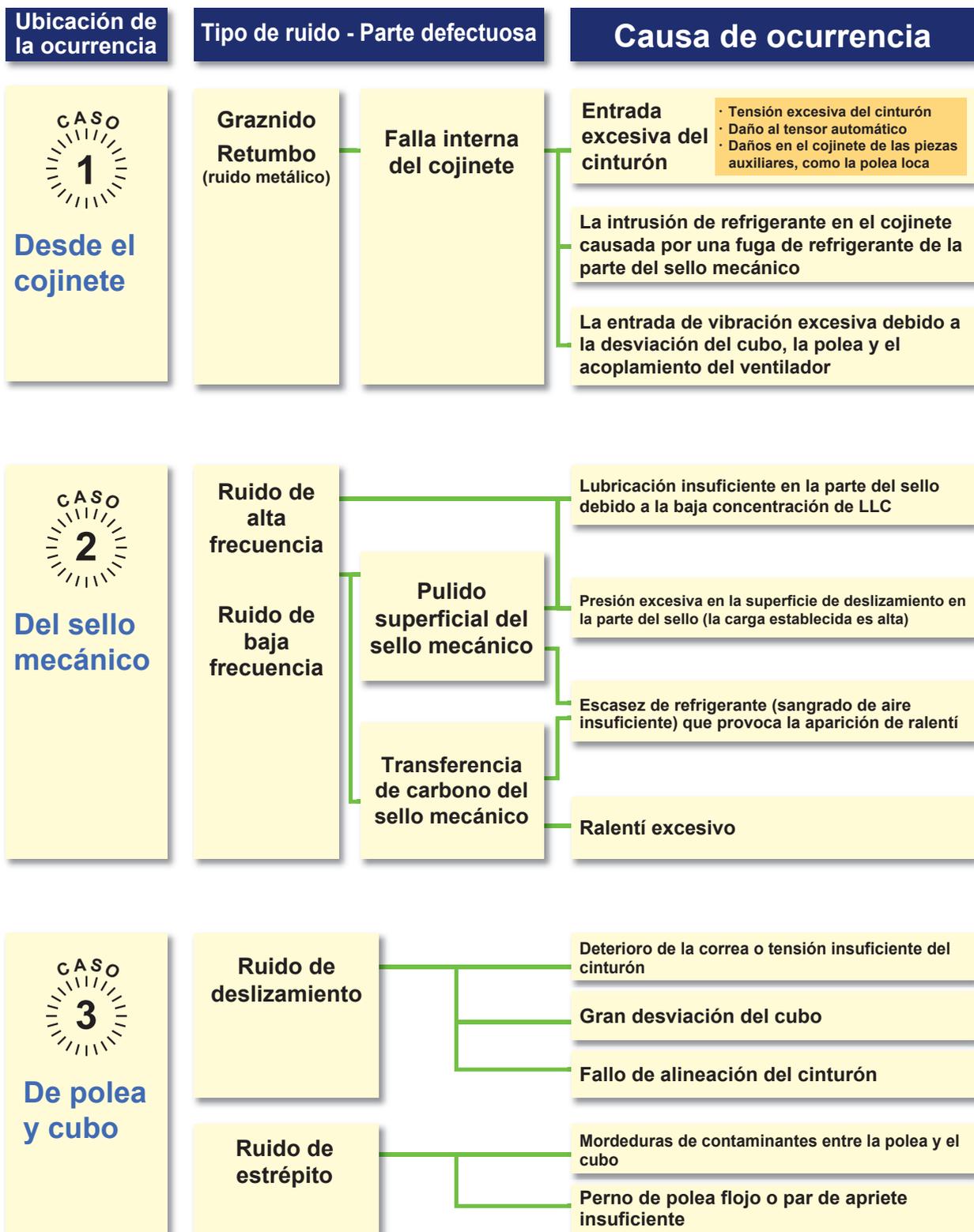
**Tenga en cuenta las instrucciones proporcionadas. También recomendamos inspecciones regulares y reemplazo temprano.**

# Síntoma de falla - Tabla de causas de ocurrencia

## Síntoma de falla: Fuga de refrigerante

Ubicación de la ocurrencia	Parte de falla	Causa de ocurrencia
<b>CASO 1</b> Desde el agujero de drenaje	Abrasión de la superficie del sello mecánico	Los contaminantes (p. ej., polvo, lodo y óxido) existentes en el refrigerante han quedado atrapados en la parte del sello, causando daños a la parte deslizante. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza insuficiente del camino del refrigerante</li> <li>• La contaminación del refrigerante por el inhibidor de fugas del radiador y otros elementos.</li> <li>• El daño del cojinete→Traqueteo→Ocurrencia de holgura en las partes del sello en los mismos ejes</li> </ul>
	Adhesión de contaminantes al sello mecánico	Después de que se produjera la adhesión de contaminantes a la superficie deslizante o la intrusión de elementos como la gáscuet líquida y el adhesivo en la cámara de la bomba, se produjeron mordeduras de contaminantes en la parte del sello, lo que provocó la separación. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradación del refrigerante</li> <li>• Elución de miembros en el camino del refrigerante</li> <li>• Aplicación excesiva de gáscuet líquida y adhesivo</li> <li>• Refrigerante cargado antes del curado de la gáscuet líquida</li> <li>• Contaminación del refrigerante por el inhibidor de fugas del radiador, etc.</li> </ul>
	Agrietamiento o quemadura con sello mecánico	Se opera sin refrigerante alimentado a la parte del sello, lo que resulta en un choque térmico después del sello de que la temperatura de la superficie deslizante se elevó. <ul style="list-style-type: none"> <li>• La operación realizada mientras el nivel de refrigerante es bajo (sangrado de aire insuficiente)</li> <li>• La disminución en el rendimiento antiespumante debido al refrigerante degradado</li> </ul>
<b>CASO 2</b> Desde la superficie de instalación	Desgarro de la junta tórica	Operación en ambientes de temperatura anormalmente alta Temperatura de tolerancia insuficiente
	Agarrotamiento de junta tórica	Aplicación de gáscuet líquida y adhesivo Endurecimiento debido al envejecimiento
	Grietas en gáscuet y juntas tóricas	Mordedura de contaminantes durante la instalación (limpieza insuficiente) Defecto de fabricación
	Falla en la superficie de la instalación	Par de apriete insuficiente con el tornillo de la instalación Paralelismo defectuoso del cuerpo principal (defecto de fabricación)
<b>CASO 3</b> Desde el cuerpo principal	Erosión por cavitación (picaduras)	Acidificación y disminución del rendimiento antiespumante debido a la degradación del refrigerante La cantidad de refrigerante es insuficiente (sangrado de aire insuficiente) Tapa del radiador defectuosa
	Cavidad	Defecto de fabricación

## Síntoma de falla: Ruido anormal



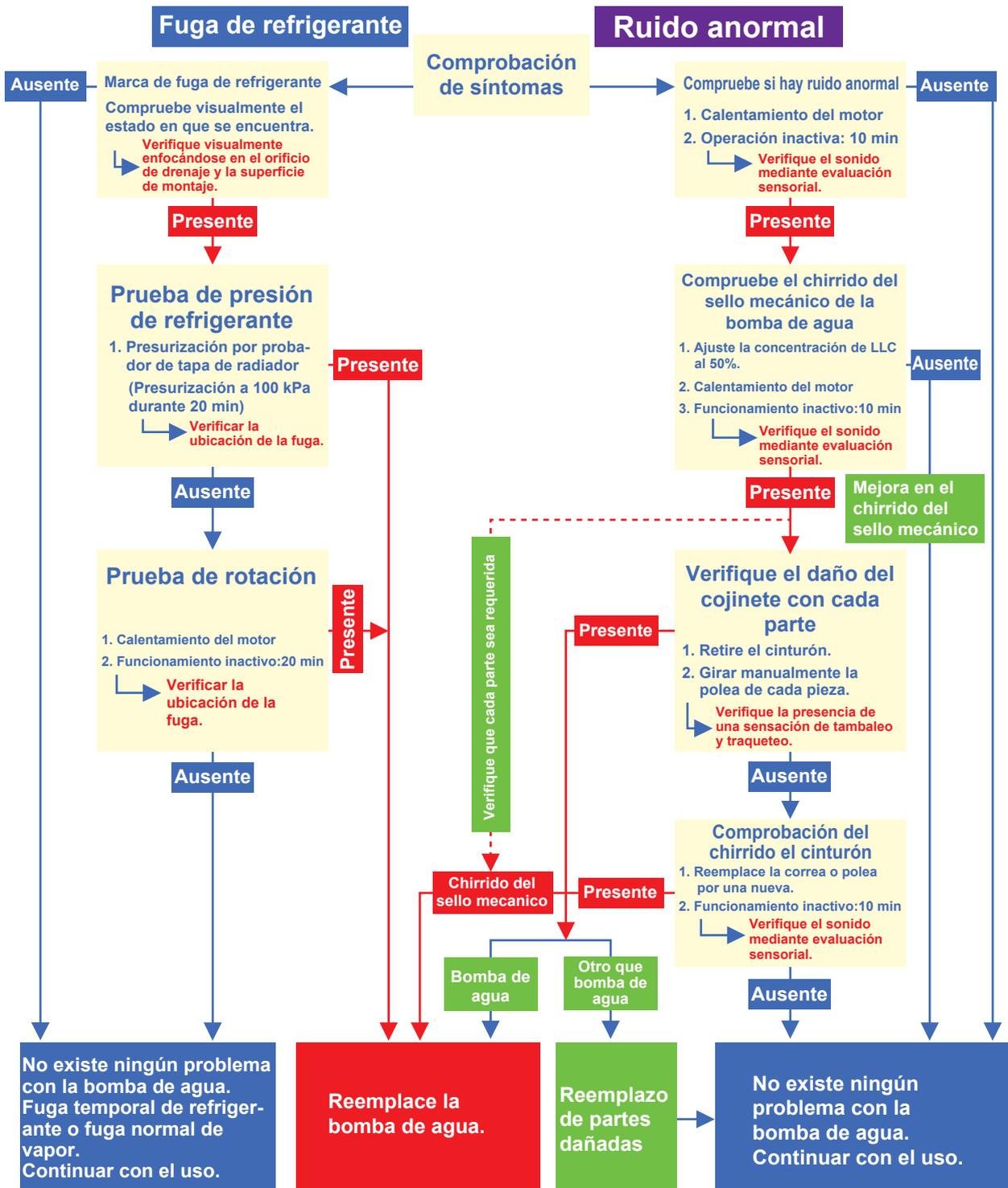
## Otros síntomas de falla

Síntoma	Ubicación de la ocurrencia	Parte de falla	Causa de ocurrencia
Pérdida del impulsor	Cuchilla	Espesor disminuido Fatiga de la cuchilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>Corrosión debido a la degradación del refrigerante (p. ej., acidificación y disminución del rendimiento antiespumante) y <b>*cavitación</b></li> <li>Ocurrencia de cavitación debido a una tapa del radiador defectuosa</li> </ul> <p style="text-align: right;"><b>*Cavitación: Ver página 22</b></p>
Ralentí del impulsor	Parte que prensa	Abrasión de la pieza de prensado del impulsor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Degradación del refrigerante (acidificación, disminución del rendimiento antiespumante)</li> <li>Corrosión por tapa de radiador defectuosa y erosión por cavitación</li> </ul>
	Presionar la pieza de ajuste	Separación del eje del cojinete	<ul style="list-style-type: none"> <li>Defecto de fabricación</li> <li>Fuerza de ajuste a presión insuficiente debido a un defecto dimensional</li> <li>Montaje a presión inclinado durante el montaje</li> </ul> <p>Congelación de refrigerante</p>
Daño corporal	Cuerpo principal	Rotura o daño del cuerpo	<p>Tensión excesiva del cinturón</p> <p>Ocurrencia de entrada de vibración excesiva causada por el torbellino de la punta como resultado del daño del acoplamiento del ventilador</p>
Separación del cubo de la polea	Polea/cubo Presionar la pieza de ajuste	Polea en ralentí por desprendimiento del eje	<p>Entrada excesiva del cinturón</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tensión excesiva del cinturón</li> <li>Daño al tensor automático</li> <li>Daños en el cojinete de las piezas auxiliares, como la polea</li> </ul> <p>La entrada de vibración excesiva debido a la desviación del cubo, la polea y el acoplamiento del ventilador</p> <p>La falla de alineación del cinturón como resultado de la inclinación causada por la mordedura de contaminantes entre la polea/cubo y la superficie de montaje</p> <p>Defecto de fabricación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fuerza de ajuste a presión insuficiente debido a un defecto dimensional</li> <li>Ajuste de prensa inclinado durante el montaje</li> </ul>

## Tabla de diagnóstico de necesidad de reemplazo (fuga de refrigerante, ruido anormal)

Cuando sospeche una fuga de refrigerante o un ruido anormal ...

Verifique la necesidad de reemplazo de acuerdo con la siguiente secuencia.





# Casos de ejemplo de fracaso

## Fuga de refrigerante

### Tinción de refrigerante

El refrigerante circula en el motor y, naturalmente, se ensucia a medida que se acumula el tiempo de funcionamiento. Por esta razón, es necesario un reemplazo periódico para el mantenimiento regular. Sin embargo, al reemplazar la bomba, también se requiere realizar una limpieza a fondo y reemplazar todo el volumen de refrigerante por uno nuevo.

- Si la limpieza no se lleva a cabo de manera suficiente o el refrigerante no se reemplaza en su totalidad, los contaminantes tales como polvo, lodo y arena en el camino del refrigerante pueden quedar atrapados en la superficie deslizante del sello mecánico (superficie del sello) y el refrigerante puede tener fugas del orificio de drenaje como resultado de una pérdida de rendimiento de sellado.

### (1) Contaminación del refrigerante

Período instalado: 3 días



Distancia de viaje: 5,000 km



### (2) Mordedura de contaminantes en el sello mecánico

Período instalado: 3 meses



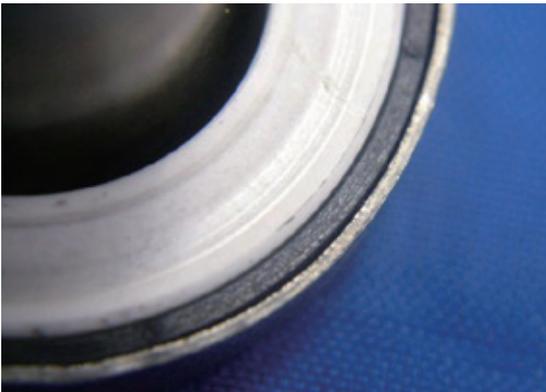
### (3) Mordedura de contaminantes en el sello mecánico

Distancia de viaje: 42 km



Mordedura de contaminantes

Distancia de viaje: 2,352 km



Cicatrices circulares causadas por mordeduras contaminantes

### (4) Quemadura y agrietamiento del anillo de acoplamiento (5) Otro (carga del inhibidor de fugas)

Distancia de viaje: 8,189 km



Ocurrieron quemaduras y grietas debido a que la operación se realizó mientras faltaba refrigerante después de que el nivel de refrigerante bajó.

Distancia de viaje: 10,000 km



Adhesión del inhibidor de fugas a la cámara de la bomba

# Fuga de refrigerante y sobrecalentamiento

## Degradación del refrigerante

La oxidación y la dilución de la concentración ocurren con el refrigerante a medida que se prolonga el tiempo de uso, provocando el avance de la degradación. Si bien el desempeño anticongelante apenas cambia con el tiempo, las disminuciones ocurren con los desempeños antiherrumbre y antiespumante. Como resultado:

- La corrosión del metal puede generar contaminantes punzantes, como óxido, en la superficie deslizante del sello mecánico (superficie del sello), lo que en última instancia provoca una fuga de refrigerante por el orificio de drenaje.
- La propagación de la corrosión del metal y la \*cavitación pueden provocar fugas de refrigerante debido a las picaduras, así como un sobrecalentamiento debido a la pérdida del impulsor. \*Cavitación: Ver página 22

Asegúrese de que la concentración de refrigerante (30-50 %) sea adecuada para el clima de la región donde se utiliza el producto.

### (1) Mordedura de óxido en el sello mecánico

Distancia de viaje: 42 km



### (2) Picaduras en el cuerpo (a través del agujero que llega al agujero de drenaje y provoca una fuga de refrigerante)

Distancia de viaje: 9,000 km



Ocurrencia de erosión por cavitación



### (3) Picaduras en el tapón

Ocurrencia de erosión por cavitación



**(4) Ocurrencia de óxido con el impulsor** Aparición de corrosión y óxido

Distancia de viaje: 7,646 km

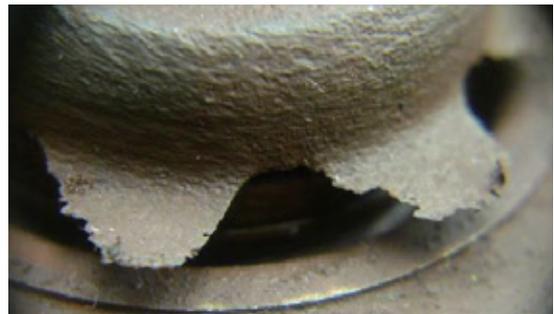


Período instalado: 12 meses



**(5) Corrosión y pérdida del impulsor** Ocurrencia de erosión por corrosión y cavitación

Período instalado: 6 meses



Período instalado: 12 meses



## Fuga de refrigerante

### Fallo en la aplicación de la gásqet líquida

Es muy difícil aplicar uniformemente a mano una cantidad adecuada de gásqet líquida y, como resultado:

- El rendimiento de sellado de la superficie de montaje puede volverse inconsistente y el refrigerante puede filtrarse de la superficie de montaje.
- La gásqet líquida que sobresale dentro de la cámara de la bomba puede caer y quedar atrapada en la superficie deslizante del sello mecánico (superficie del sello), lo que puede provocar una fuga de refrigerante por el orificio de drenaje.

Además, como la gásqet líquida requiere dejarse secar aproximadamente 2 horas después de la instalación sin cargar el refrigerante, se recomienda, considerando la eficiencia del trabajo, realizar el montaje solo con la gásqet proporcionada.

\*Cuando se utiliza una gásqet líquida con la especificación de junta tórica, es posible que no se logre el rendimiento de sellado original y que se produzcan fugas de refrigerante.

#### (1) Fallo en la aplicación de la gásqet líquida (No es necesaria la aplicación de empaque líquido)...Ver página 6

Uso combinado de gásqet líquida y especificación de gásqet



Especificación para el uso combinado de gásqet líquida y junta tórica



#### (2) El ejemplo de caso de mordida de gásqet líquida en el sello mecánico

Distancia de viaje: 0 km



#### (3) El residuo líquido de la junta atrapado en el sello mecánico

Distancia de viaje: 284 km



## Ruido anormal, chirrido del sello (ruido de alta frecuencia, ruido de baja frecuencia)

### Ocurrencia de pegado-deslizamiento

El chirrido del sello con el sello mecánico es un fenómeno en el que la vibración autoexcitada generalmente es causada por el deslizamiento entre superficies deslizantes (superficie del sello) que se convierte en la fuente del ruido. El pegado-deslizamiento es causado por cambios en las propiedades de la superficie deslizante (por ejemplo, transferencia de carbón, pulido de la superficie y contacto desigual), que ocurre debido a factores como el arranque del motor en estado seco (es decir, sin refrigerante en la cámara de la bomba), refrigerante degradado y mala lubricación debido a la baja concentración.

Pegado-deslizamiento: un fenómeno en el que la superficie deslizante repite el agarrotamiento y el deslizamiento, en principio, lo mismo que el ruido de traqueteo que ocurre con los limpiaparabrisas).

#### (1) La Transferencia de carbono a la superficie deslizante

Distancia de viaje: 0 km

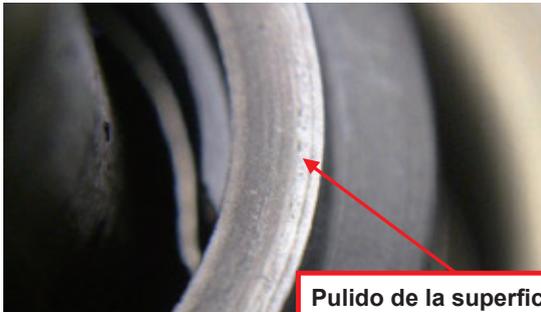


Los componentes del anillo de sello (lado fijo) transferidos al anillo de acoplamiento (lado rotatorio)

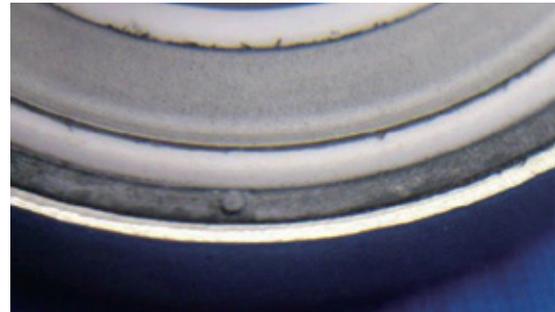


#### (2) Pulido de la superficie de la superficie deslizante

Distancia de viaje: 0 km



Pulido de la superficie del anillo del sello (lado fijo), que ocurre debido a fallas en la lubricación de la superficie del sello, etc.



#### (3) Contacto desigual de la superficie deslizante

Distancia de viaje: 0 km



El aumento en la presión de la superficie ocurrió en una parte de la superficie del sello debido a una falla de lubricación de la superficie del sello, etc.



## Ruido anormal (por ejemplo, ruido retumbante y graznido)

### Daños en el cojinete

El posible daño a los cojinetes generará un ruido anormal (por ejemplo, un ruido sordo y un croar). Las posibles causas de daños en los cojinetes:

- Fuga de refrigerante⇒Intrusión de refrigerante en el cojinete⇒Degradación de la grasa del cojinete
- Exceso de tensión en el cinturón
- Vibración excesiva y otras respuestas desfavorables debido a fallas en la fijación con la pieza de acoplamiento, deflexión o desequilibrio. Como resultado de una vibración excesiva, el fatiga por \*rozamiento se produce en la superficie de contacto y en las piezas de fijación (caracterizado por la aparición de óxido de color cacao).

\*rozamiento: Ver página 22

#### (1) Daños en el cojinete (entrada de refrigerante en el cojinete)

Período instalado: 8 meses



Período instalado: 12 meses



#### (2) Daños en el cojinete (fatiga por rozamiento en la superficie del cubo y el eje del cubo)

Período instalado: 2 meses



Distancia de viaje: 5,149 km

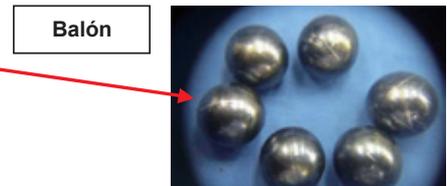
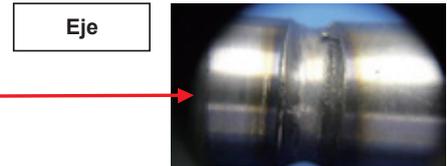
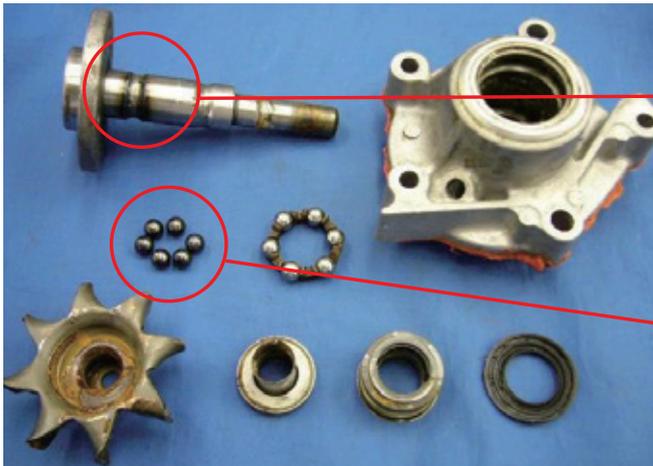


Distancia de viaje: 9,750 km



### (3) Daños en los cojinetes (quemaduras en el eje y la bola)

Distancia de viaje: 5,000 km



Período instalado: 6 meses



## Defectos asociados con piezas periféricas

### Acoplamiento del ventilador

Con el tipo en que el acoplamiento del ventilador está montado en el extremo delantero de la bomba de agua, es necesario verificar la ocurrencia de cualquier problema en el cojinete del acoplamiento.

- Si se detecta tambaleo o atascamiento con la rotación del cojinete del acoplamiento, o si hay algún daño en el sello del cojinete, es necesario reemplazarlo.
- Aun cuando no haya anomalía, recomendamos sustituir el acoplamiento, si se supera la distancia de viaje de 100.000 km.

Si se continúa utilizando una pieza defectuosa, la vibración excesiva por remolino puede dañar la bomba.

#### (1) Daño corporal

Distancia de viaje: 98 km



#### (2) Rotura del eje del cojinete

Período instalado: 9 meses



## Glosario

### LLC (refrigerante de larga vida) Para sus funciones, consulte la página 2.

El componente principal de "LLC" es "etilenglicol (fórmula estructural: HO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-OH)", y al agregar aditivos preventivos contra la oxidación para varios metales (series de hierro, aluminio y cobre), la vida útil del refrigerante se amplía con capacidades adicionales, incluida la prevención de la herrumbre, la prevención de la oxidación y el rendimiento antiespumante, proporcionado junto con el efecto anticongelante del etilenglicol.

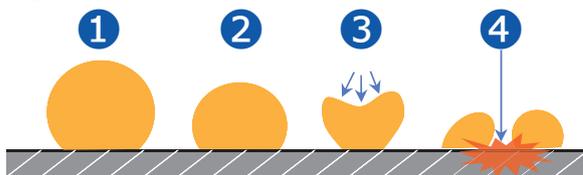
Aunque el efecto anticongelante del etilenglicol no se reduce, se requiere un reemplazo periódico porque la degradación se produce con los aditivos.

Materia prima	Efecto	Modo de degradación	Síntomas asociados con la degradación
Etilenglicol	Efecto anticongelante	Prácticamente sin degradación con el tiempo	---
Aditivo	Prevención de la oxidación con varios metales	Fatiga por carga térmica	Corrosión y oxidación de cada metal
	Efecto antioxidante		Corrosión y oxidación de cada metal
	Efecto antiespumante		Ocurrencia de cavitación

### ¿Qué es la cavitación?

① Es un fenómeno causado por las burbujas formadas en el fluido y por el proceso de cambios de presión que ocurren en las burbujas generadas por el flujo del fluido. ② Los cambios en el tamaño de la burbuja correspondientes a los cambios en la presión alteran aún más el volumen del gas. La burbuja pasa por un proceso de reducción gradual de acuerdo con la presión mientras se expande y se contrae repetidamente. ③ Una burbuja cerca de una cara dura, como la de una hélice, se adhiere a la superficie debido a la viscosidad y la tensión superficial. Luego, la superficie de una burbuja en el lado opuesto de la cara dura comienza a hundirse. ④ Cuando la burbuja se rompe como resultado de chocar contra la superficie con una fuerza de chorro, la erosión es causada por la corriente en chorro.

Imagen



Propulsor marino erosionado por cavitación

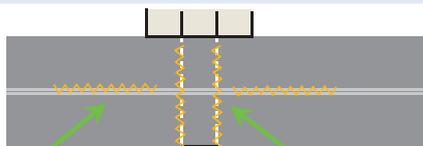


### ¿Qué es rozamiento?

Cuando hay aplicaciones de carga repetidas en las piezas de ajuste de los elementos mecánicos, como el eje del vagón de tren y las palas de la turbina, o en las áreas de contacto entre los materiales, se produce un movimiento de deslizamiento relativo diminuto, lo que provoca un daño en la superficie que produce una abrasión de color marrón rojizo, polvo, llamado fatiga por rozamiento.

Además, bajo condiciones de carga continua y repetida, la fractura por fatiga puede ocurrir y propagarse desde el área dañada de la superficie, reduciendo significativamente la resistencia a la fatiga de los materiales.

Tal fenómeno de fatiga que involucra el rozamiento en las superficies de contacto se conoce como fatiga por rozamiento.



El fatiga por rozamiento se refiere al fatiga por vibración que ocurre cuando se aplica una carga de contacto entre miembros por vibración u otras razones.  
\*El polvo de abrasión tiene un característico color cacao (color óxido).

Entre la superficie del cubo y la polea



Entre el perno de montaje y la rosca del cubo

