

# Principios de funcionamiento

# Inspección y solución de problemas

Form No.	Sección	Fecha emisión	Fecha revisión
F-1031	1000	09/19/94	02/07/07

## Tabla de materias

- Principios de funcionamiento** ..... 1
- Bombas de etapas múltiples** ..... 2
- Cavitación** ..... 2
  - Indicios de cavitación ..... 2
- Sobrecalentamiento** ..... 2
- Funcionamiento en paralelo (volumen)** ..... 3
- Funcionamiento en serie (presión)** ..... 4
- Pruebas de inspección** ..... 5
- Pruebas mensuales** ..... 5
  - Prueba de vacío ..... 5
  - Prueba de presión (hidrostática) ..... 5
  - Prueba en funcionamiento ..... 5
- Pruebas anuales** ..... 5
- Solución de problemas** ..... 6

## Ilustraciones

- 1. Trayectoria del agua ..... 1
- 2. Funcionamiento en paralelo (volumen) ..... 3
- 3. Funcionamiento en serie (presión) ..... 4



Todo el contenido de las presentes instrucciones es propiedad de Waterous Company.

## Principios de funcionamiento

Los impulsores y las volutas constituyen las dos partes principales de las bombas centrífugas. El impulsor se energiza para rotar dentro de la voluta, lo cual crea una fuerza centrífuga que atrae con fuerza el agua desde el ojo del impulsor y la extrae de este. La voluta es un conducto de forma espiralada por el que circula el caudal. Dicho conducto se encuentra alrededor del impulsor con el fin de recoger el agua del impulsor y guiarla hacia la descarga de la bomba. Durante el funcionamiento, la presión atmosférica o de

otro tipo fuerza continuamente el agua por los conductos de admisión hacia el ojo, y el impulsor giratorio la expulsa por la voluta hacia la descarga de la bomba. La Figura 1 muestra la trayectoria que recorre una sola gota de agua por una bomba centrífuga. La presión de descarga y la capacidad de la bomba pueden controlarse al regular la velocidad de la bomba, el ajuste de la válvula de transferencia, la abertura de la válvula de descarga y el tamaño de la boquilla.

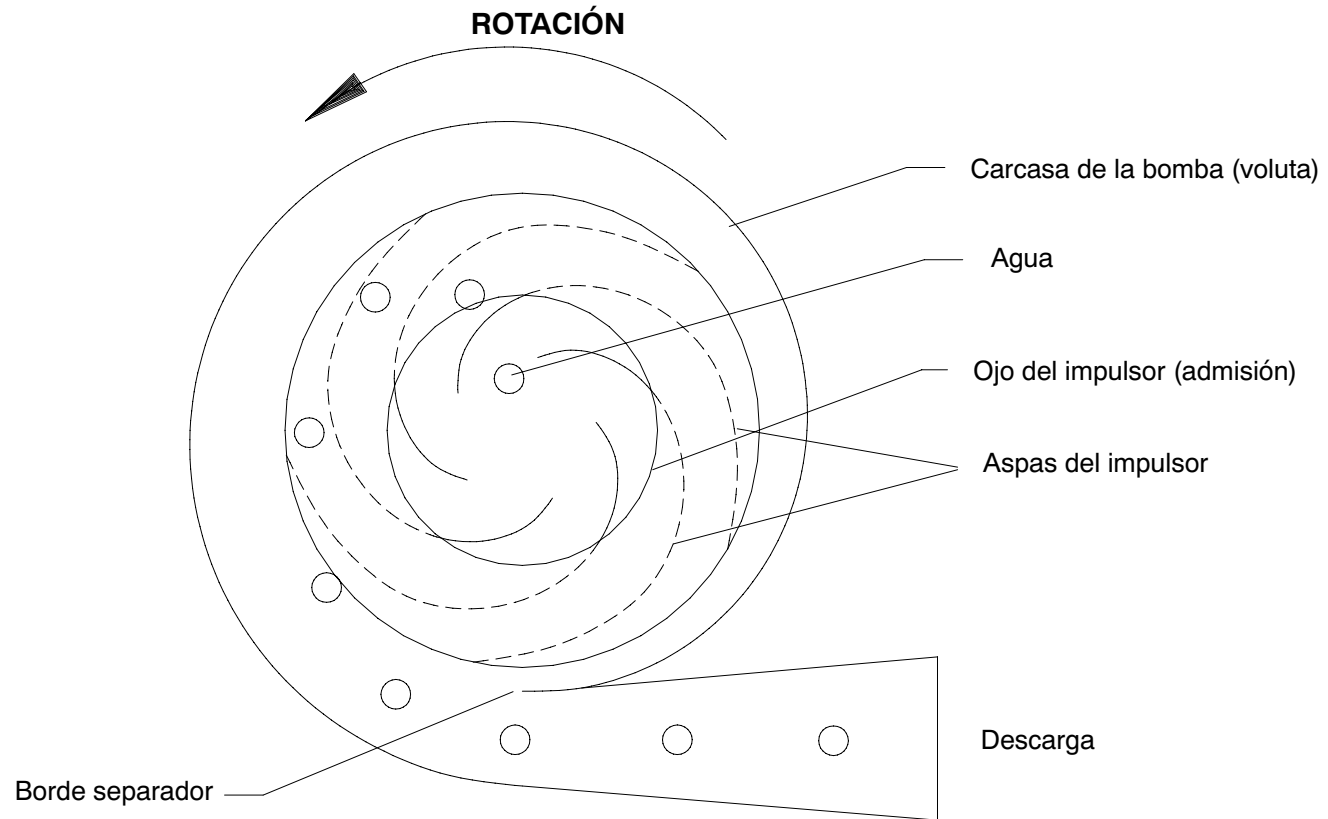


Figura 1

Trayectoria que recorre el agua por la carcasa de la bomba y hacia fuera por el conducto de descarga.

1150

## Bombas de etapas múltiples

Cuando se necesita variación en capacidad y presión más allá de lo que puede obtenerse convenientemente de un solo impulsor, conviene utilizar las bombas de etapas múltiples en serie o paralelas. Dichas bombas tienen dos o más impulsores, cada uno de ellos alojado en su propia voluta, lo cual habitualmente forma parte de una sola carcasa. A la salida de la voluta de la primera etapa, una válvula de transferencia dirige el agua ya sea hacia la descarga de la bomba o hacia la admisión de una segunda etapa, según la manera en que se utilice la bomba.

Cuando la válvula de transferencia está en la posición "VOLUME" (VOLUMEN, en paralelo), el agua ingresa al ojo de cada impulsor desde una admisión en común y es desalojada por una descarga de bomba en común. Ver la Figura 2. Si la válvula de transferencia está en la posición PRESSURE (PRESIÓN, en serie), la primera etapa bombea la totalidad de su volumen y presión directamente hacia la admisión de la segunda etapa, en lugar de hacia la descarga de la bomba. Luego, la segunda etapa bombea el mismo volumen de agua hacia la descarga de la bomba, pero al doble de la presión de la primera etapa. Con la válvula de transferencia en esta posición, la presión de la primera etapa también cierra las válvulas de aleta en los conductos de admisión, lo cual impide que el agua vuelva a desviarse hacia la admisión de la primera etapa. Ver la Figura 3.

## Cavitación

Todo líquido, cualquiera sea su temperatura, genera un vapor sobre su superficie lo cual produce cierta cantidad de presión. Dicha "presión de vapor" aumenta a medida que se eleva la temperatura del líquido. Cuando la presión del vapor es igual o mayor que la presión que rodea el líquido, este hierve. La presión de vapor es importante debido a la manera en que afecta el funcionamiento de la bomba.

Cada bomba se ha diseñado para funcionar dentro de cierto rango de velocidades y bajo un conjunto específico de condiciones de admisión. Si se hace funcionar una bomba a velocidad excesiva, con una altura de aspiración demasiado elevada o bajo cualquier otra condición que haga caer la presión del líquido por debajo de la presión de su vapor, se produce una condición llamada "cavitación". Cuando se presenta dicha condición, el vapor líquido liberado en las áreas de baja presión de la bomba genera burbujas. Tales burbujas son acarreadas hacia las áreas de alta presión del impulsor (debajo de cada aspa) donde se precipitan con considerable fuerza. Ello puede causar picaduras cerca de las puntas de las aspas del impulsor.

## Indicios de cavitación

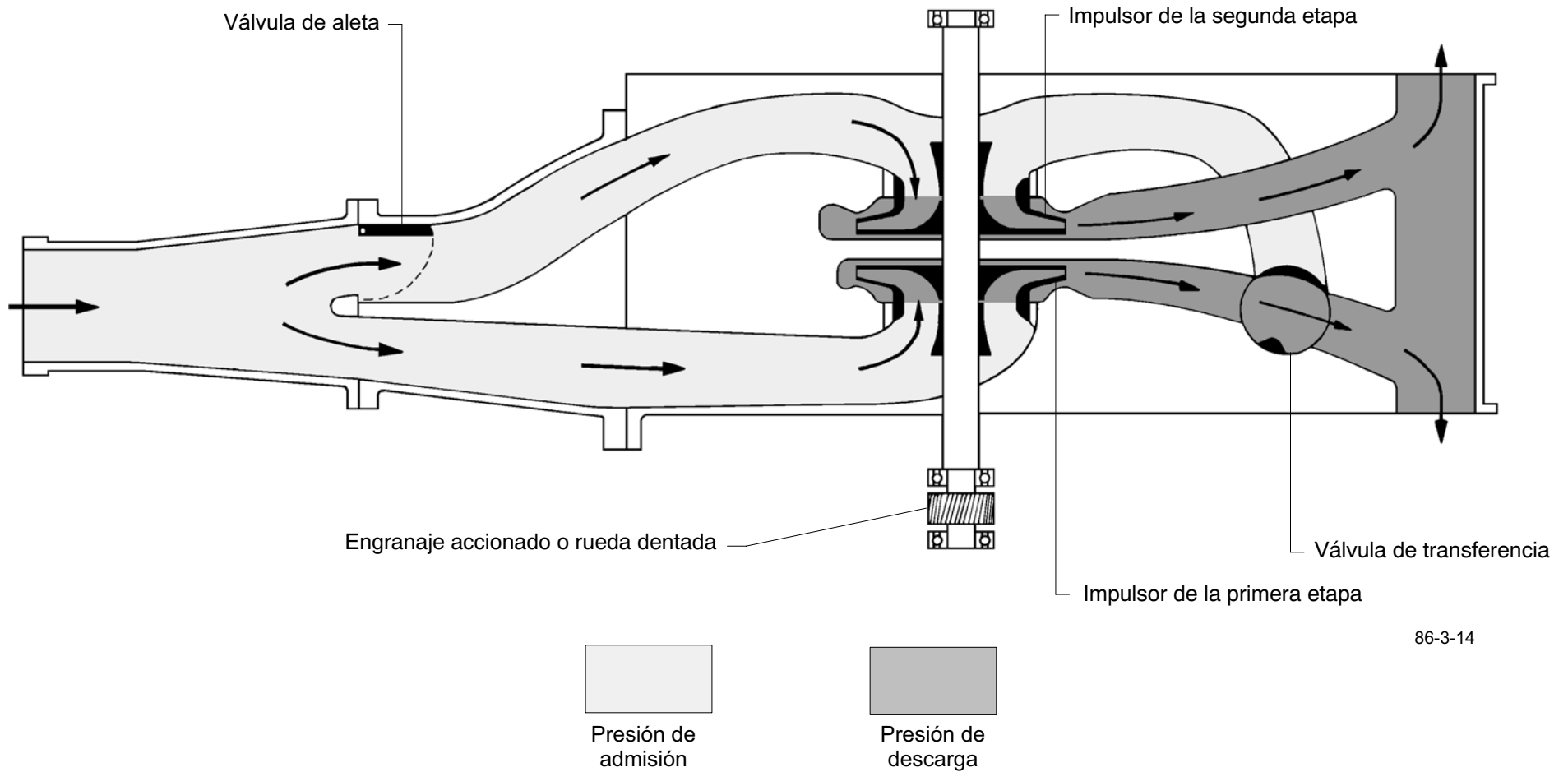
1. Pérdida repentina de presión o capacidad.
2. Aumento de velocidad de la bomba sin el aumento correspondiente en el volumen o la presión.
3. Vibración excesiva de la bomba.
4. Un sonido como de matraca, similar a cuando circula grava por la bomba.

Por lo general, se eliminará la cavitación al reducir la velocidad de la bomba o mejorar las condiciones de admisión.

## Sobrecalentamiento

Si la bomba funciona totalmente obstruida, aunque sólo sea por unos minutos, puede calentarse suficiente el agua como para quemar a alguien cuando se abre la válvula. Al hacer funcionar la bomba, por lo menos una válvula de descarga debe estar ligeramente abierta para evitar que se sobrecaliente la bomba. El sobrecalentamiento puede dañar la empaquetadura, los sellos y demás componentes de la bomba. Si el fabricante del aparato ha instalado un sistema de derivación u otro recurso diseñado para prevenir el sobrecalentamiento, quizás no sea necesario abrir una válvula de descarga.

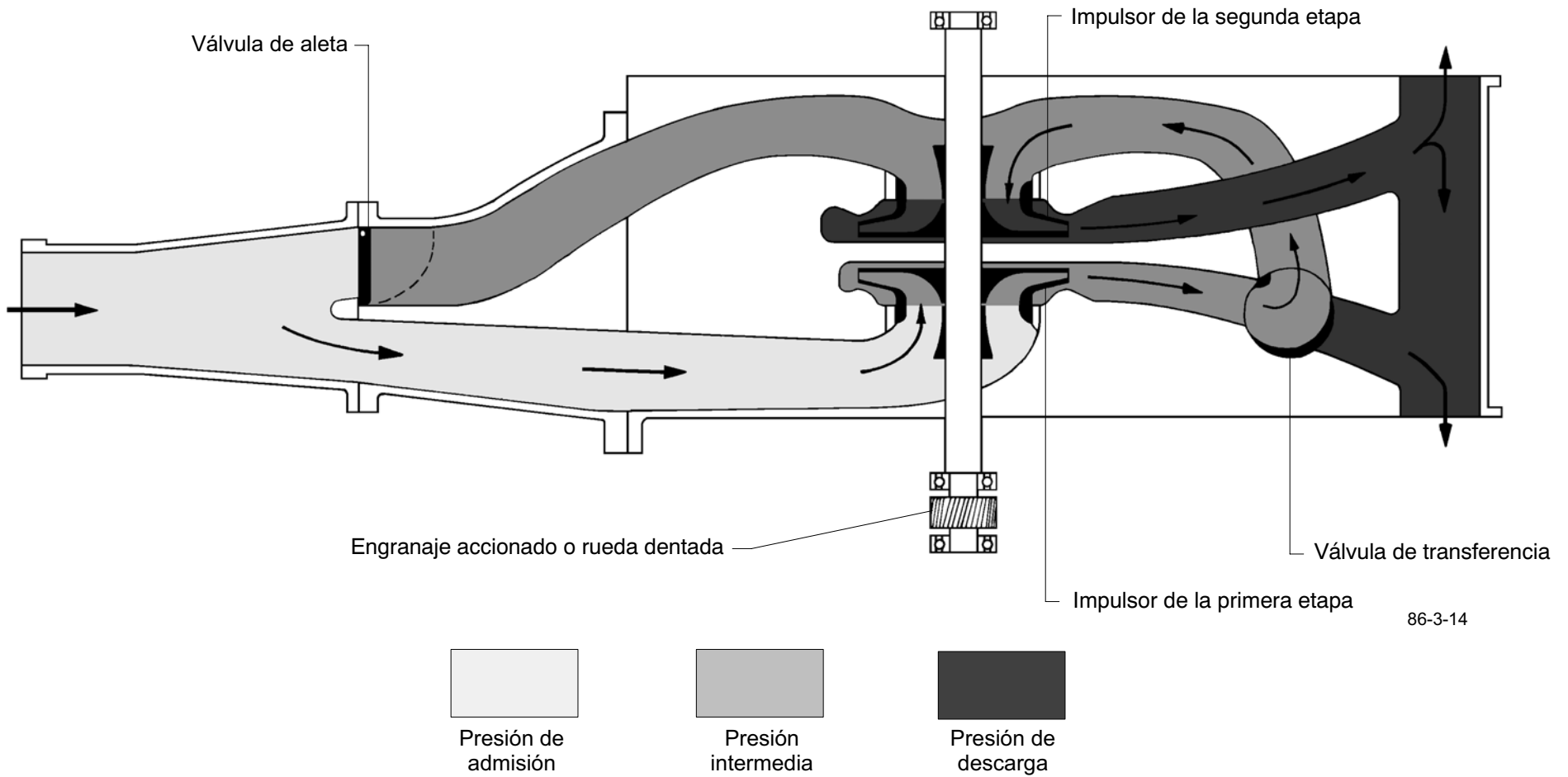
## FUNCIONAMIENTO EN PARALELO (VOLUMEN)



**Figura 2**

Cada impulsor bombea la mitad del volumen total que se entrega a plena presión de descarga.  
La válvula de transferencia encamina el agua desde el impulsor de la primera etapa directamente hacia la descarga de la bomba.

## FUNCIONAMIENTO EN SERIE (PRESIÓN)



**Figura 3**

Cada impulsor bombea todo el volumen que se entrega. Cada impulsor genera la mitad de la presión total de bombeo. La válvula de transferencia encamina el agua desde el impulsor de la primera etapa hacia la admisión de la segunda etapa. La presión de la primera etapa también cierra la válvula de aleta.

# Pruebas de inspección

Un programa regular de pruebas no sólo ofrece los mejores medios para determinar la condición real de una bomba y sus accesorios, sino que también permite localizar los problemas antes de que causen inconvenientes. Al combatir un incendio, habitualmente es difícil que el operador de la bomba la observe con suficiente atención como para determinar su verdadera condición.

Realice estas pruebas ya sea mensual o anualmente, según se explica a continuación:

## Pruebas mensuales

### I. Prueba de vacío

Retire todas las tapas salvo las de las aberturas sin válvula. Cierre todas las válvulas de descarga, admisión, desagüe y demás aberturas similares. Haga funcionar el cebador para crear un vacío de aproximadamente 22 pulg. de mercurio/0.735 atmósferas en la bomba, y luego detenga el cebador y el motor.

Observe el manómetro. Si el vacío baja más de 10 pulg. de mercurio/0.334 atmósferas en 5 minutos, escuche para detectar fugas de aire alrededor de prensaestopas, empaquetaduras, válvulas, etc.

Reemplace las empaquetaduras, reempaque o repare de otra manera la causa del problema.

### II. Prueba de presión (hidrostática)

Conecte la bomba a una boca de incendios o alguna otra fuente de agua presurizada. Retire todas las tapas salvo las de las aberturas sin válvula. Cierre todas las válvulas de descarga, admisión, desagüe y demás aberturas similares. Abra la válvula de entrada y “abra apenas” la válvula de descarga más alta de la bomba para desalojar el aire de la misma. Cierre la válvula de descarga. Examine atentamente la bomba y los accesorios para detectar fugas. Reemplace las empaquetaduras, apriete las juntas, repare las válvulas o reempaque según sea necesario para eliminar las fugas. (Vea más abajo el apartado “Empaquetadura” bajo prueba en funcionamiento.)

### III. Prueba en funcionamiento

Haga funcionar la bomba durante al menos 15 minutos, por aspiración, si fuera posible. Bombear por aspiración es lo mejor porque entonces la bomba es más sensible a los defectos que cuando está conectada a una fuente de agua presurizada. Revise lo siguiente:

1. Capacidad de cebado: Si la bomba no se ceba con facilidad (30 segundos para bombas de 1250 GPM (4731 L/min.) o menos y 45 segundos para bombas de 1500 a 2000 GPM (5678 a 7570 L/min.)) detenga la bomba y determine la causa. (Es posible que se necesiten 15 segundos más si la bomba está equipada con una admisión delantera o trasera de 4 pulg. (10.16 cm) o mayor.)
2. Sello del eje

**Empaquetadura: La empaquetadura debe tener una pequeña fuga para mantenerse lubricada y refrigerada. Consulte las INSTRUCCIONES DE**

**MANTENIMIENTO de la bomba específica en cuestión para determinar el índice de fuga y ajuste de empaquetadura.**

**Sellos mecánicos: Estos sellos no deben tener fugas. Consulte las INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO de la bomba específica en cuestión para determinar el mantenimiento de los sellos mecánicos.**

3. Válvula de transferencia (sólo para bombas en serie o paralelas): Con la bomba funcionando al ralentí, cambie varias veces de posición la válvula para comprobar que funcione correctamente. Si la válvula de transferencia incluye una toma de engrase, lubríquela conforme a las INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO de la bomba específica.
4. Cambio: Revise el mecanismo de cambio para comprobar que funcione correctamente.
5. Rendimiento: Revise la velocidad de la bomba bajo la presión y capacidad nominales.
6. Accesorios: Haga funcionar todas las válvulas de descarga y admisión, la válvula de desahogo, la válvula de desagüe y los accesorios similares para comprobar que todos funcionen correctamente. Si hay instalado cualquier accesorio de potencia, no olvide operar los interruptores de anulación (si estuvieran conectados) para comprobar que funcionen correctamente.
7. Luces indicadoras: Revíselas para comprobar que funcionen correctamente.

## Pruebas anuales

1. Por lo menos una vez al año, pruebe el bombeador para determinar si puede cumplir los requisitos estipulados por la norma NFPA 1911 (Pruebas de bombas en aparatos de departamentos de bomberos). Compare las velocidades de la bomba y el motor que observe en dichas pruebas con aquellas en las pruebas de aceptación y pruebas anteriores. Si las velocidades observadas en las pruebas más recientes son mucho más elevadas, es probable que la bomba necesite alguna reparación.
2. Válvula de retención del tanque a la bomba: Retire la válvula del tanque a la bomba y la tubería asociada, e inspeccione la válvula para determinar si hay desgaste excesivo; reemplácela si fuera necesario.

### ADVERTENCIA

**Riesgo de equipo. Puede causar lesiones severas en las manos o los brazos.**

Compruebe que todo el equipo esté apagado antes de tocar la unión de admisión para inspeccionar la válvula de aleta del adaptador de admisión.

3. Válvulas de aleta del adaptador de admisión (sólo en admisiones laterales: Toque la unión de admisión interna y revise el movimiento de la válvula de aleta. Las válvulas de aleta deben estar firmemente asentadas en las ranuras maquinadas de la unión y deben abrir y cerrar suavemente.

## Solución de problemas

CONDICIÓN	CAUSA POSIBLE	SOLUCIÓN SUGERIDA
La bomba no se ceba o pierde cebado.	Fugas de aire	<p>Limpie y apriete todas las conexiones de admisión. Compruebe que estén en buenas condiciones todas las mangueras y empaquetaduras.</p> <p>Utilice el siguiente procedimiento para localizar fugas de aire:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conecte la manguera de admisión a la bomba y coloque el tapón de admisión en el extremo de la manguera.</li> <li>2. Cierre todas las aberturas de la bomba.</li> <li>3. Haga funcionar el cebador hasta que el manómetro indique un vacío de 22 pulg. de mercurio/0.735 atmósferas. (Si el cebador no puede lograr el vacío especificado, puede que esté defectuoso o que haya fugas demasiado grandes para que el cebador pueda compensarlas.)</li> <li>4. Apague el cebador. Si el vacío baja a más de 10 pulg. de mercurio/0.334 atmósferas en 5 minutos, es indicio de fugas graves de aire. Con el motor detenido, a menudo las fugas de aire pueden oírse. Si no pueden oírse las fugas, aplique aceite en los puntos bajo sospecha y observe si la película de aceite se rompe o si el aceite es succionado dentro de la bomba.</li> </ol>
		<p>Llene totalmente el tanque de agua (si se incluye). Conecte la manguera de admisión a una boca de incendios o bomba auxiliar. Abra una válvula de descarga y deje entrar el agua hasta que se llene totalmente la bomba y se expulse todo el aire. Cierre la válvula de descarga, aplique presión al sistema y observe si hay fugas o si desborda el tanque de agua. Es suficiente una presión de 100 PSI. NO EXCEDA LA PRESIÓN RECOMENDADA.</p>
		<p>ISI la bomba no ha funcionado por varias semanas es posible que se haya secado la empaquetadura. Cierre las válvulas de descarga y deságüe y tape las aberturas de admisión. Haga funcionar el cebador para acumular un vacío considerable en la bomba. Haga funcionar la bomba lentamente y aplique aceite al eje impulsor cerca del prensaestopas. Compruebe que la empaquetadura esté bien ajustada.</p>
	El filtro de admisión está sucio	<p>Elimine todas las hojas, la suciedad y demás material extraño del filtro de admisión.</p>
		<p>Al bombear de fuentes de agua de escasa profundidad, con lodo, arena o grava en el fondo, proteja el filtro de admisión de una de las siguientes maneras:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Suspenda el filtro de admisión de un tronco o algún otro objeto flotante para mantenerlo elevado sobre el fondo. Fije el flotante para impedir que se desplace hacia agua poco profunda.</li> <li>2. Quite la tapa de un barril limpio. Hunda el barril de modo que el extremo abierto quede debajo de la superficie del agua. Coloque el filtro de admisión dentro del barril.</li> <li>3. Confeccione una caja de admisión con malla fina. Suspenda el filtro de admisión dentro de la caja.</li> </ol>
	No hay lubricante en el tanque de cebado	<p>Con algunos cebadores rotativos, se necesita lubricante para mantener un sello apretado en el rotor. Revise el suministro de aceite del tanque de cebado y reabastézcalo si fuera necesario.</p>
	Lubricante en la tubería o válvula de retención	<p>Si hay lubricante en el tanque, pero el lubricante no entre al cebador (ni sale del mismo), es posible que la válvula de retención esté atascada (reemplácela) o instalada al revés (con las flechas apuntando hacia el cebador), o que esté bloqueada la tubería, especialmente si se utiliza un lubricante biodegradable y no se hace funcionar el cebador en forma regular. Despeje el coágulo o reemplace la tubería según las instrucciones de instalación del sistema de cebado.</p>
	Válvula de cebado defectuosa	<p>Una válvula de cebado desgastada o dañada puede tener fugas y hacer que la bomba pierda el cebado. Consulte las instrucciones del cebador para la reparación de la válvula de cebado.</p>
	Es incorrecta la holgura en el engranaje giratorio o el Cebador de aspas	<p>Después de un servicio prolongado, el desgaste puede aumentar la holgura y reducir la eficiencia. Consulte las instrucciones del cebador para ajustar la holgura del mismo.</p>
	La velocidad del motor es demasiado baja	<p>Consulte las instrucciones suministradas con el cebador para determinar las velocidades correctas de cebado. Las velocidades mucho más elevadas que las recomendadas no aceleran el cebado y es posible que en realidad dañen la bomba de cebado.</p>
Está abierta la tubería de derivación	<p>Si se instala una tubería de derivación entre la descarga de la bomba y el tanque de agua para impedir que se sobrecaliente la bomba con todas las válvulas de descarga cerradas, busque una válvula de retención en la tubería. Si la válvula se ha atascado abierta, límpiela, reemplácela o bloquee temporalmente la línea hasta que pueda obtenerse una nueva válvula.</p>	
La altura de aspiración es demasiado elevada	<p>No intente el funcionamiento con alturas de aspiración superiores a 22 pies (6.7 m) salvo a bajas altitudes y con equipo nuevo.</p>	
El extremo de la manguera de admisión no se ha sumergido lo suficiente	<p>Aunque la manguera de admisión pueda sumergirse lo suficiente para el cebado, el bombeo de grandes volúmenes de agua puede causar remolinos, lo cual permitirá que la manguera succione aire. Cada vez que sea posible, coloque la manguera de admisión por lo menos a dos pies (60 cm) de profundidad en la fuente de agua.</p>	

CONDICIÓN	CAUSA POSIBLE	SOLUCIÓN SUGERIDA
	Punto elevado en la línea de admisión	Si fuera posible, evite colocar cualquier parte de la manguera de admisión a un nivel superior al de la entrada de la bomba. Si no puede evitarse un punto alto, cierre la válvula de descarga tan pronto como caiga la presión y vuelva a cebar la bomba. Por lo general, dicho procedimiento eliminará las cavidades de aire en la línea, pero quizás deba repetirse varias veces.
	No se hizo funcionar el cebador por tiempo suficiente	Consulte las instrucciones de funcionamiento suministradas con el cebador para determinar el tiempo de cebado correcto.
Capacidad insuficiente		El motor necesita mantenimiento. Revise el motor de conformidad con las instrucciones del fabricante que se suministraron con el camión.
A. La velocidad del motor y la bomba es demasiado baja a máxima aceleración	La potencia del motor es insuficiente	El motor funciona a elevadas altitudes y/o con aire a alta temperatura. La potencia del motor disminuye con el aumento de la altitud o la temperatura del aire, salvo en el caso de motores con turbocompresión. El ajuste del carburador o el reemplazo de los picos del carburador (o las boquillas de inyección) puede mejorar el rendimiento del motor. Consulte al fabricante del motor.
	La válvula de desahogo de descarga no se configuró correctamente	Si se configura la válvula de desahogo para descargar debajo de la presión de operación, se desviará el agua y se reducirá la capacidad. Ajuste la válvula de desahogo de conformidad con las instrucciones suministradas con la válvula.
Capacidad insuficiente	Válvula de transferencia configurada incorrectamente (No se aplica a bombas de una etapa.)	Coloque la válvula de transferencia en la posición "VOLUME" (VOLUMEN, en paralelo) al bombear a más de los dos tercios de la capacidad nominal.
A. La velocidad del motor y la bomba es demasiado baja a máxima aceleración (continuación)		Al cambiar la válvula de transferencia, compruebe que se desplace totalmente hasta la nueva posición. Si la válvula de transferencia no puede desplazarse totalmente hasta la nueva posición, se perjudicará seriamente la eficiencia de la bomba.
	La transmisión del camión está en una marcha demasiado alta	Consulte las instrucciones del vehículo para determinar la marcha correcta para el bombeo. Por lo general, la bomba da su mejor rendimiento con la transmisión en marcha directa. Si el camión viene equipado con transmisión automática, compruebe que la transmisión esté en la marcha de bombeo.
Capacidad insuficiente	Válvula de transferencia configurada incorrectamente (No se aplica a bombas de una etapa.)	Coloque la válvula de transferencia en la posición "VOLUME" (VOLUMEN, en paralelo) al bombear a más de los dos tercios de la capacidad nominal.
B. La velocidad del motor y la bomba son superiores a lo especificado para la presión y el volumen deseados		Al cambiar la válvula de transferencia, compruebe que se desplace totalmente hasta la nueva posición. Si la válvula de transferencia no puede desplazarse totalmente hasta la nueva posición, se perjudicará seriamente la eficiencia de la bomba.
	Los impulsores o anillos de desgaste de la bomba están demasiado desgastados	Instale anillos de desgaste de menor tamaño si la holgura entre el impulsor y el anillo de desgaste está dentro de los límites indicados en las INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO. En caso contrario, instale impulsores y anillos de desgaste nuevos.
	El filtro de admisión, las mallas de admisión o las aspas del impulsor están bloqueados con residuos	Retire el filtro y la manguera de admisión, y limpie todo el residuo. Por lo general, un retrolavado a presión (preferentemente en paralelo o en la posición "Volume" [volumen]) limpiará las aspas del impulsor cuando la bomba esté detenida.
	La manguera de admisión está defectuosa	En el caso de mangueras de admisión viejas, a veces el revestimiento interior se vuelve áspero; eso genera suficiente fricción como para impedir que la bomba alcance su capacidad de aspiración. A veces, el revestimiento se separa de la pared exterior y se desprende en el bombeo. Habitualmente es imposible detectar el desprendimiento del revestimiento, aunque se utilice una luz. Procure bombear por aspiración con una nueva manguera de admisión. Si la bomba entonces alcanza su capacidad, puede suponerse que la manguera anterior estaba defectuosa.
	La manguera de admisión es demasiado pequeña	Al bombear a alturas de aspiración superiores a lo normal, o a altitudes elevadas, utilice mangueras de admisión más grandes o adicionales.
Capacidad insuficiente		
C. La velocidad del motor es superior a lo especificado para la presión y el volumen deseados	La transmisión del camión está en una marcha demasiado baja	Consulte las instrucciones del vehículo para determinar la marcha correcta para el bombeo. Por lo general, la bomba da su mejor rendimiento con la transmisión en marcha directa. (Si fuera posible, revise la velocidad del motor y de la bomba para comprobar que la transmisión funcione en marcha "directa".)
Presión insuficiente	La velocidad de la bomba es demasiado baja	En general, las causas y soluciones mencionadas anteriormente con respecto a la baja capacidad de la bomba también se aplicarán a la baja presión de bombeo. Compruebe la velocidad de la bomba con un tacómetro. Si la velocidad de la bomba es demasiado baja, consulte las instrucciones del fabricante del motor para determinar el método de ajuste del regulador de velocidad del motor.
Presión insuficiente (continuación)	La capacidad de la bomba limita la presión de esta	No intente bombear un mayor volumen de agua a la presión deseada que el determinado para el diseño de la bomba. Superar la capacidad de bombeo puede causar una reducción en la presión. Superar la máxima velocidad de bombeo recomendada producirá cavitación y perjudicará seriamente la eficiencia de la bomba.
	La válvula de aleta se ha atascado abierta	Cuando la bomba está en la posición de PRESSURE (PRESIÓN, en serie), la descarga se derivará a la admisión de la primera etapa. Haga funcionar la bomba a 75 PSI/5.2 bares, y alterne rápidamente la válvula de transferencia entre las posiciones. Si eso no resulta, intente alcanzar la válvula con una varilla o un alambre y desatásquela.



CONDICIÓN	CAUSA POSIBLE	SOLUCIÓN SUGERIDA
Funcionamiento defectuoso de la válvula de desahogo A. No se alivia la presión cuando se cierran las válvulas de descarga	La válvula piloto tiende a atascarse	Desármela y límpiela. Reemplace las piezas visiblemente desgastadas.
	Las tuberías están bloqueadas	Desconecte e inspeccione las tuberías.
Funcionamiento defectuoso de la válvula de desahogo B. La presión no vuelve al ajuste original después de reabrir las válvulas de descarga	La válvula piloto tiende a atascarse	Desármela y límpiela. Reemplace las piezas visiblemente desgastadas.
	La válvula principal tiende a atascarse	Desármela y límpiela. Reemplace las piezas visiblemente desgastadas.
	Instalación incorrecta	Revise todas las tuberías para comprobar que se hayan acatado las instrucciones de instalación.
Funcionamiento defectuoso de la válvula de desahogo C. Presión fluctuante	La válvula piloto tiende a atascarse	Desármela y límpiela. Reemplace las piezas visiblemente desgastadas.
	Aumentos súbitos del caudal (válvula de desahogo)	La fluctuación de presión puede resultar de una combinación de condiciones de admisión y descarga que afectan la bomba, la válvula de desahogo y el motor. Cuando la elasticidad de la admisión y descarga del sistema y el índice de respuesta (tiempo de reacción) del motor, la válvula piloto y la válvula de desahogo son tales que el sistema nunca se estabiliza, se produce una fluctuación. Con la combinación adecuada de circunstancias, puede haber una fluctuación independientemente de la marca o el tipo de equipo en cuestión. El cambio de uno o más de dichos factores en suficiente medida como para alterar ese ritmo deberá eliminar la fluctuación.
Funcionamiento defectuoso de la válvula de desahogo D. Respuesta lenta	Obstrucción en el filtro o la tubería	Limpie las tuberías y el filtro.

