



Gobierno del Estado de México
Secretaría del Trabajo y de la Previsión Social
Instituto Estatal para el Desarrollo de la Seguridad en el Trabajo. ISET

PRC107.1



PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

CENTRO ESTATAL DE
CAPACITACIÓN
CONTRA INCENDIOS

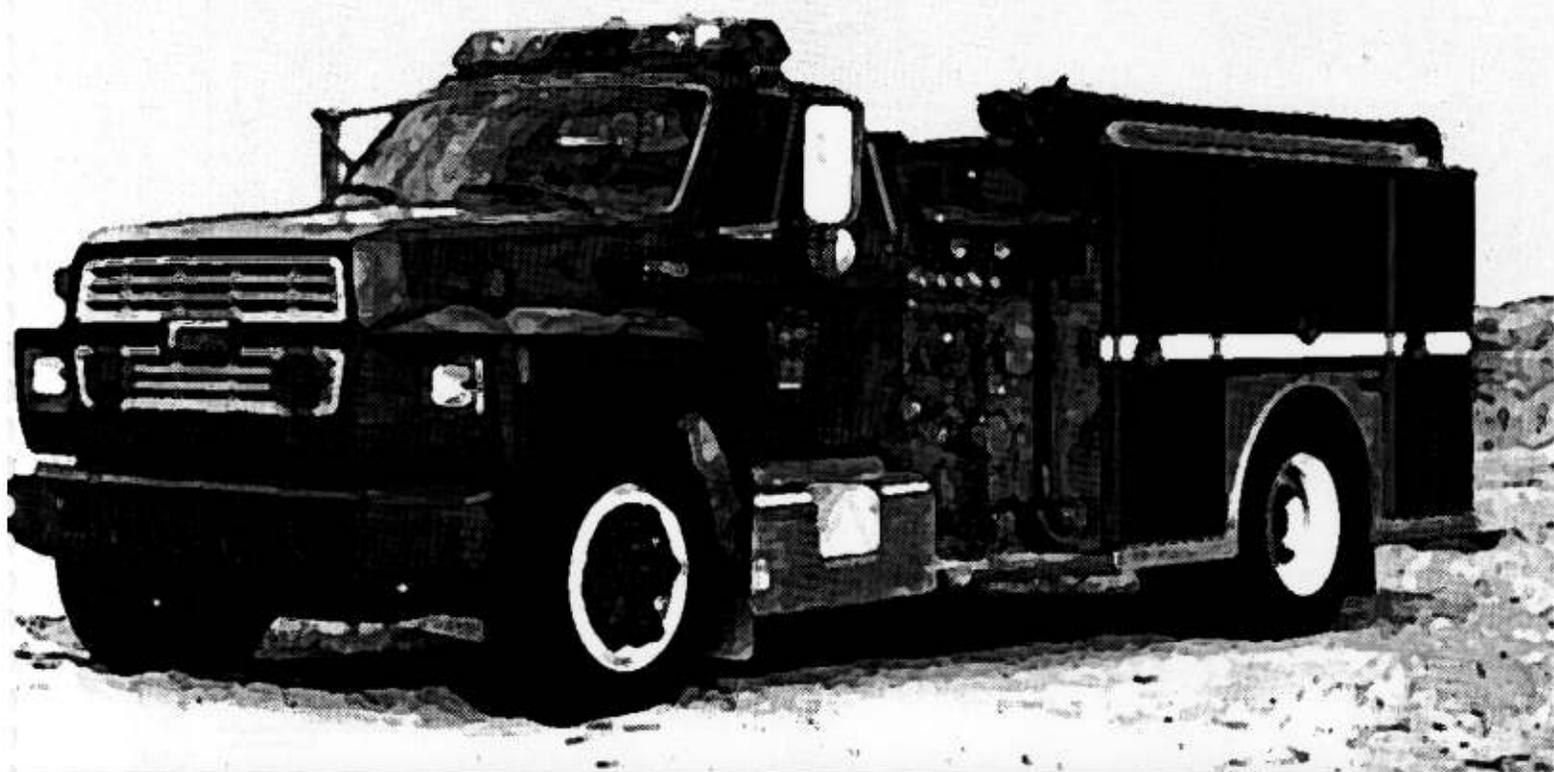


CENTRO ESTATAL DE
CAPACITACIÓN
CONTRA INCENDIOS



m a n u a l t e ó r i c o
o p e r a c i ó n

BOMBAS



*Este manual de formación ha sido realizado por Pluralité Inc.**

AUTOR:

MICHEL TARDIF

EQUIPO DE REALIZACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL:

ODETTE L'ANGLAIS

DIRECCIÓN TÉCNICA:

VIVIANNE SAVOIE
MICHEL TARDIF

PEDAGOGÍA:

CHARLINE DÉRY
MARINA MOSQUERA

TRADUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DEL ESPAÑOL:

NELSON TACTUK
MARINA MOSQUERA

COORDINACIÓN TÉCNICA:

MARINA MOSQUERA

CONCEPCIÓN GRÁFICA:

PAUL DE REPENTIGNY

REALIZACIÓN TÉCNICA:

PLURALITÉ INC.

ILUSTRACIÓN E INFOGRAFÍA:

VALÉRIE CARRIER
KATIA FORTIN

CARICATURA:

JOSÉ MERCADER

Este manual está protegido por derecho de autor.

Toda reproducción en cualquier forma o medio deberá ser aprobada por escrito por Pluralité Inc. y el Instituto de Seguridad en el Trabajo (ISET).

* En el marco del contrato para el Establecimiento del Centro de Capacitación en Seguridad contra Incendios del Estado de México ejecutado por Pluralité / BG Checo Empresa Conjunta.



CONTENIDO

| | |
|---------------------------|---|
| PRÓLOGO | 1 |
| OBJETIVOS GENERALES | 3 |

CAPÍTULO 1 NOCIONES DE HIDRÁULICA

| | |
|-------------------------------------|----|
| OBJETIVO ESPECÍFICO | 7 |
| 1.1 EL AGUA..... | 9 |
| 1.2 DEFINICIONES Y NOCIONES..... | 10 |
| Presión | 10 |
| Tipos de presión | 10 |
| Caudal..... | 15 |
| Pérdidas de carga por fricción..... | 15 |

CAPÍTULO 2 LAS BOMBAS

| | |
|--|----|
| OBJETIVO ESPECÍFICO | 29 |
| 2.1 LA BOMBA..... | 31 |
| 2.2 BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO O VOLUMÉTRICO..... | 32 |
| Bomba de pistón | 33 |
| Bomba de engranajes | 33 |
| Bomba de paletas | 34 |
| 2.3 LA BOMBA CENTRÍFUGA | 35 |
| Bomba centrífuga de varios niveles | 36 |
| Precauciones..... | 37 |
| 2.4 ESPECIFICACIONES DE LAS BOMBAS..... | 38 |
| 2.5 CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS DE INCENDIO..... | 39 |
| Bombas portátiles | 39 |
| Bombas remolques | 39 |
| Autobombas..... | 40 |
| Autobomba cisterna | 41 |



CAPÍTULO 3**ACCESORIOS**

| | |
|--|----|
| OBJETIVO ESPECÍFICO | 45 |
| 3.1 CAJA DE TRANSFERENCIA | |
| — TRANSMISIÓN DE LA BOMBA..... | 47 |
| Uso de la caja de transferencia con una transmisión manual..... | 48 |
| Uso de la caja de transferencia con una transmisión automática..... | 48 |
| 3.2 SISTEMA DE CEBADO | 49 |
| Cebador de engranajes / de paletas..... | 50 |
| Cebador con escape en las bombas portátiles..... | 52 |
| 3.3 VÁLVULA ACOPLADORA | 54 |
| 3.4 MECANISMOS REGULADORES DE PRESIÓN | 55 |
| Los controladores de presión | 55 |
| Válvula de escape | 57 |
| 3.5 ENFRIADOR AUXILIAR..... | 59 |
| 3.6 VÁLVULAS Y TUBOS DE DRENAJE..... | 60 |
| Válvulas | 60 |
| Tubos de drenaje | 61 |
| 3.7 MANDO DEL ACELERADOR | 62 |
| 3.8 INDICADORES | 63 |

CAPÍTULO 4**MANIOBRA DE LAS BOMBAS**

| | |
|--|----|
| OBJETIVO ESPECÍFICO | 69 |
| 4.1 DEFINICIONES..... | 71 |
| Bombeo en relevo | 71 |
| Bombeo paralelo | 71 |
| 4.2 BOMBAS PORTÁTILES..... | 72 |
| Bombeo a partir de una fuente de agua estática | 72 |
| Bomba flotante..... | 74 |
| Bombeo a partir de un camión cisterna | 75 |



| | | |
|-----|--|----|
| 4.3 | AUTOBOMBAS | 77 |
| | Bombeo a partir de una fuente de agua estática | 77 |
| | Bombeo a partir de una fuente dinámica | 80 |
| | Bombeo a partir de un camión cisterna | 83 |
| | Bombeo de relevo | 84 |

CAPÍTULO 5 MANTENIMIENTO DE LAS BOMBAS

| | | |
|-----|--------------------------------|----|
| | OBJETIVO ESPECÍFICO | 89 |
| 5.1 | MANTENIMIENTO | 91 |
| | Generalidades..... | 91 |
| | Durante una operación..... | 91 |
| | Después de una operación..... | 92 |
| | Mantenimiento preventivo | 92 |

ANEXO FICHA DE INSPECCIÓN PARA UNA AUTOBOMBA

| | | |
|--|-------------------|-----|
| | Anexo..... | 97 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 105 |



PRÓLOGO

Este manual sobre las bombas constituye una parte del programa de capacitación básica en seguridad contra incendios que se enseña en el Centro Estatal de Capacitación contra Incendios del Estado de México.

Su contenido compone parte de los cursos especializados en operación necesarios a todo alumno bombero en el ejercicio de su aprendizaje.

A través del mundo, el agua se usa para combatir los incendios. Su gran capacidad de absorción del calor y su abundancia relativa hacen del agua un agente de extinción eficaz, si se aplica adecuadamente. Los pitones modernos, que ventajosamente han reemplazado los cubos que usaban nuestros ancestros, necesitan, para cumplir con su función, presiones y caudales que sólo una bomba puede desarrollar.

El papel del operador de bomba es primordial en las maniobras contra incendios debido a que su responsabilidad es suministrar la cantidad de agua necesaria a los bomberos que actúan en la lucha contra incendios.

En un incendio, el tiempo es importante y las maniobras deben ejecutarse con destreza, rapidez y precisión. Es posible que de esto dependa la vida de las personas implicadas.



CONTENIDO

- *Nociones de hidráulica*
- *Tipos y especificaciones de las bombas*
- *Accesorios necesarios para la operación de la bomba*
- *Maniobras y mantenimiento de las bombas*





OBJETIVO GENERAL

- Explicar las nociones básicas para las maniobras de las bombas contra incendios.

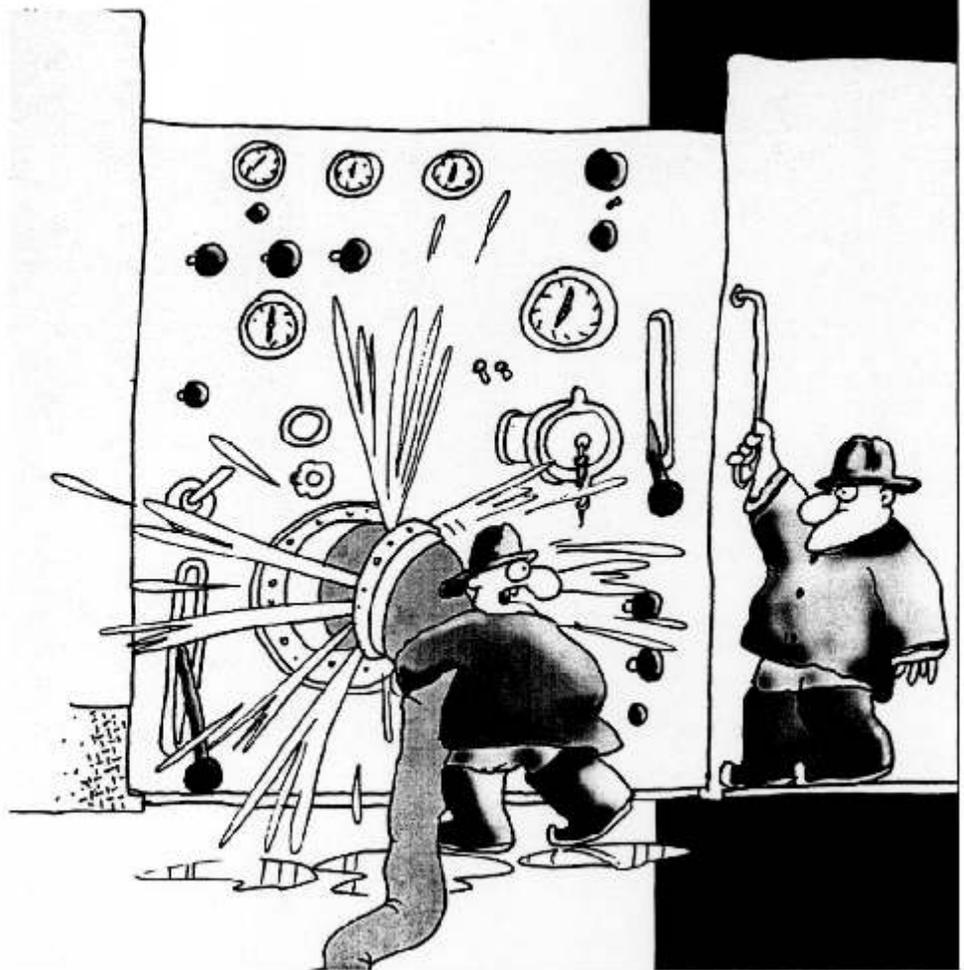
Prácticas intensas y repetidas son esenciales para integrar estos conocimientos para lograr que estos conocimientos se conviertan en un reflejo natural del operador.

El operador debe compenetrarse con la máquina, conocer sus capacidades y limitaciones para aprovechar al máximo su rendimiento. Esta relación estrecha entre el hombre y la máquina se logra solamente con la práctica regular de las diversas maniobras.

Este curso no pretende ser completo; trata solamente sobre las nociones básicas de las bombas. Si estas nociones son asimiladas y puestas en práctica, permitirán a los operadores efectuar adecuadamente su papel de bombero al servicio de su comunidad por el bien de todos.



Nociones de hidráulica





OBJETIVO ESPECÍFICO

- Identificar los principios que controlan los movimientos del agua a través de la bomba y las mangueras, así como los términos usados en las operaciones de bombeo.

Un buen conocimiento de los principios básicos permite un aprendizaje más rápido de las secuencias para la puesta en funcionamiento de las bombas y una mejor comprensión de las maniobras de bombeo y de los métodos alternativos, en caso de averías o de situaciones imprevistas.

1.1 EL AGUA

El agua (H_2O), en su forma líquida, es un fluido con características propias; su comportamiento es controlado por las leyes de la física. La ciencia que estudia el comportamiento de los fluidos es la hidráulica. A continuación se definen dos características importantes del agua que el operador debe tener en cuenta:

- La tensión entre las moléculas de agua no es suficiente para permitir que se pueda tirar de ella de la manera que podría hacerse con un sólido.

Esto quiere decir que sólo se puede empujar el agua aplicando una presión mecánica para desplazarla. Se puede también crear una depresión y así usar la presión atmosférica para hacer que el agua ascienda por las mangueras hacia el lugar deseado; llamamos a esto la aspiración.

- El agua es incompresible, es decir que no se puede acumular la presión como en un gas. Una operación de bombeo necesita un aporte constante de energía si hay el menor movimiento de volumen de agua implicado.

Figura 1.1

El agua en su estado natural



1.2 DEFINICIONES Y NOCIONES

La familiarización del alumno con los términos usados en este manual es indispensable para la comprensión de las nociones básicas de hidráulica.

Poder usar los términos correctos y comprender el sentido exacto facilitará la asimilación de las etapas necesarias para el bombeo.

PRESIÓN

Medida de fuerza que se ejerce sobre una superficie, dividida por el área de esta última.

La presión es entonces una proporción:

$$\text{Fuerza/unidad de superficie}$$

y se expresa en pascal

$$1 \text{ pascal} = 1 \text{ Newton/metro}^2$$

Siendo muy pequeña esta unidad, se usa generalmente el kilopascal que equivale a 1 000 pascal.

En el sistema inglés la presión se expresa en libras/pulgada² que se escribe generalmente «psi»:

$$1 \text{ psi} = 6,895 \text{ kPa}$$

TIPOS DE PRESIÓN

En las operaciones de bombeo se usa el término presión asociado a calificativos que describen: el origen de la presión (ej.: presión atmosférica), las condiciones en el momento en el que se mide (ej.: presión estática o dinámica), las dos a la vez (ej.: presión subatmosférica). Veamos cada uno de estos términos detalladamente.

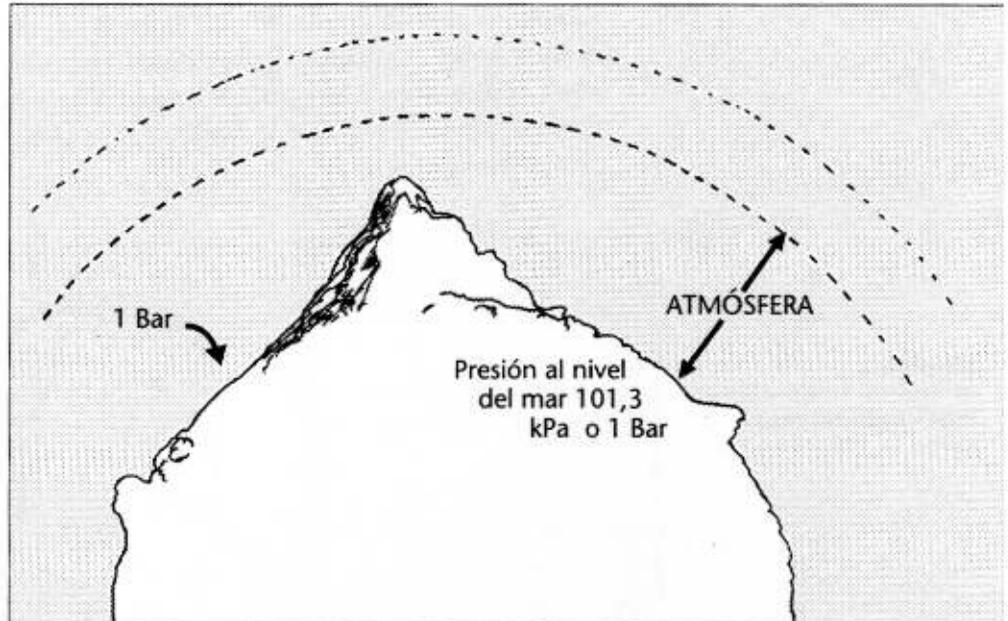
PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Presión ejercida por la capa gaseosa que rodea la tierra, es decir, la atmósfera, que es atraída por el campo gravitacional de ésta.

Podemos comparar la presión atmosférica a una columna de agua, debido a que esta presión se ejerce en todas direcciones y su valor depende de la altura de la columna. Por lo tanto, a medida que se aumenta la altitud, la capa atmosférica encima de nosotros es más delgada y la presión atmosférica es menor.

Figura 1.2

Presión atmosférica

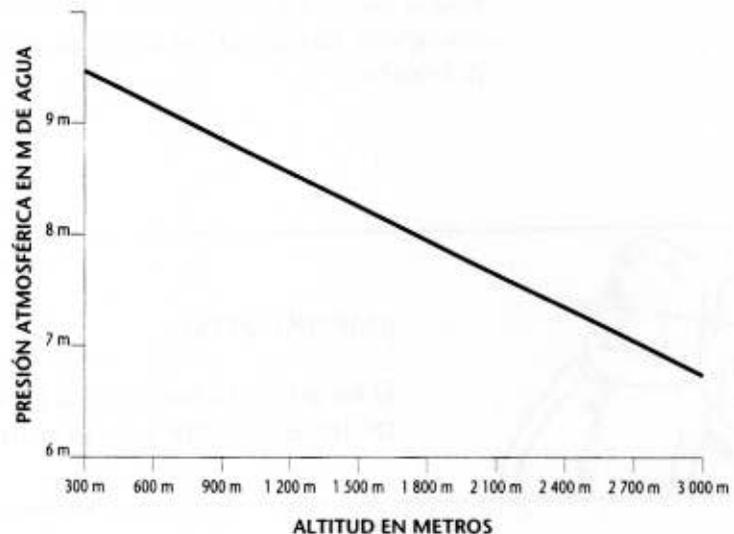


El valor de la presión atmosférica al nivel del mar es de 101,3 kPa ó 14,69 psi decreciendo con la altitud, generalmente se redondea a 100 kPa ó 15 psi. La presión decrece con la altitud.

La presión atmosférica es importante, ya que es esencial en el fenómeno de la aspiración del agua.

Figura 1.3

Curva de la presión atmosférica vs la altitud



PRESIÓN SUBATMOSFÉRICA O VACÍO

Presión en el interior de un recipiente cuyo valor es inferior a la presión atmosférica circundante (1 bar ó 100 kPa al nivel del mar).

Se puede crear un vacío parcial (presión subatmosférica) en un recipiente con la ayuda de una bomba capaz de bombear el aire. Si el recipiente es una manguera rígida con uno de sus extremos en agua al aire libre y el otro conectado a una bomba al vacío, la presión atmosférica que se ejerce sobre el líquido hará subir el agua por la manguera.

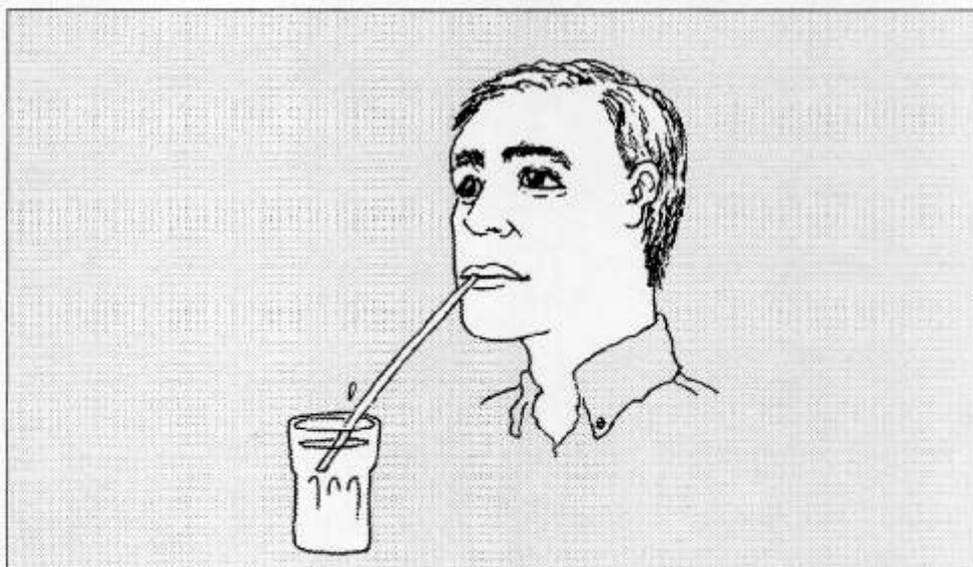
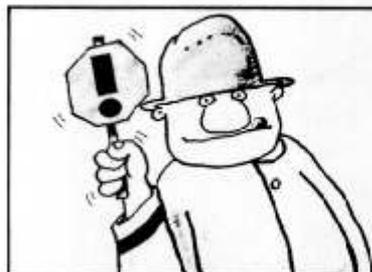


Figura 1.4

Vacío – aspiración de un líquido

Recordemos que la presión ejercida por una columna de agua es independiente de la forma del recipiente pero varía uniformemente con la altura de la columna. Entonces, el agua se introduce en la manguera hasta una cierta altura equivalente al vacío producido por la bomba.



¡IMPORTANTE!

El largo de la manguera no es importante; el factor crítico es la altura de la columna.

Una bomba que podría crear un vacío perfecto, es decir 0 bar ó 0 kPa podría hacer subir el agua hasta 10,3 m (34 pies).

Desgraciadamente ninguna bomba es tan perfecta. La altura máxima que se puede alcanzar es de aproximadamente 7,5 m (25 pies).

Generalmente el vacío se mide indicando la altura de la columna de agua o mercurio que puede soportar.

Por ejemplo, decimos que un vacío puede sostener una columna de 5 m (16,4 pies) de agua ó 385 mm (15,16 pulgadas) de mercurio (el símbolo del mercurio es Hg). Las dos medidas pueden encontrarse; en la práctica se usa también el kilopascal.

Columna de agua de 1m = 3,28 pies de agua
 = 128 mm de mercurio
 = 9,7 kPa

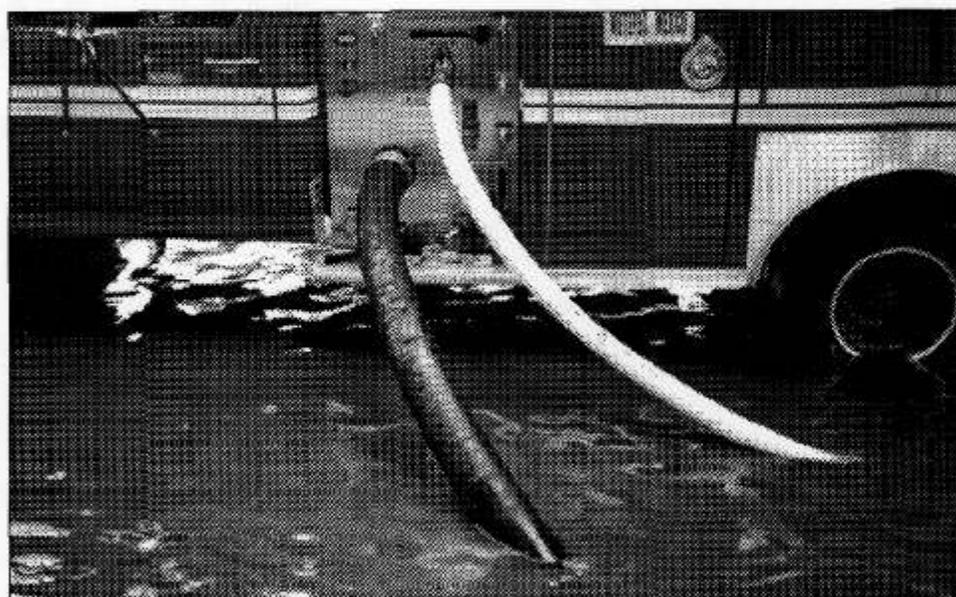


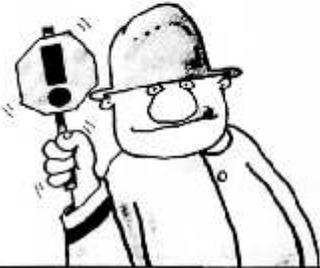
Figura 1.5

Autobomba trabajando en aspiración

PRESIÓN ESTÁTICA

Presión ejercida por el agua que no circula. Por ejemplo, la presión ejercida por una columna de agua se llama estática.

En una manguera con un extremo cerrado herméticamente, se puede crear una presión con una bomba. A ésta se la llama estática.



¡IMPORTANTE!

Se usa también el término «estática» cuando se quiere especificar que la bomba trabaja a partir de una fuente de agua no sometida a presión (por ejemplo, un lago, una piscina, etc.). Hablamos en este caso de un bombeo a partir de una fuente estática.

PRESIÓN DINÁMICA

Presión ejercida por el agua cuando circula.

Ejemplo → La presión en el interior de una manguera alimentada por una bomba es dinámica, si el agua circula y evidentemente sale por el extremo de la manguera.

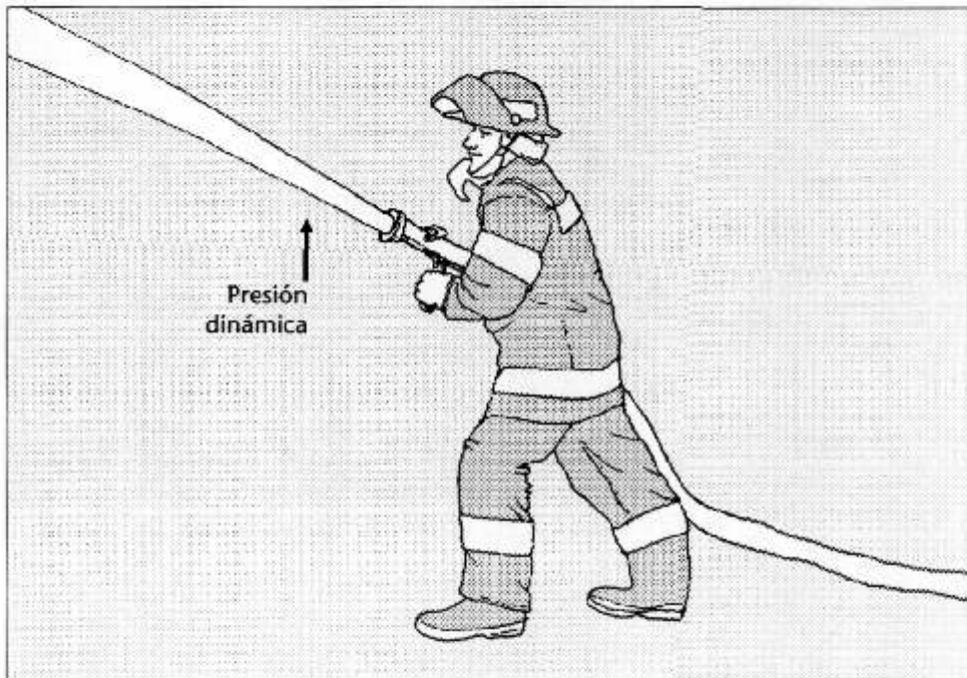


Figura 1.6

Presión dinámica

Contrariamente a la presión estática, la presión dinámica necesita siempre un aporte de energía para mantenerse: ya sea una bomba o la fuerza de la gravedad. Si no hay aporte de energía la presión cesa.

PRESIÓN RESIDUAL

Presión disponible en una bomba cuando se toma un caudal de agua.

Ejemplo → La lectura de presión que se lee en un indicador en el panel de control de una bomba es una presión residual si hay una salida abierta y el agua circula.

CAUDAL

Medida de la cantidad de agua suministrada por una fuente cualquiera en un tiempo dado. La unidad de medida es el litro por minuto (l/min).

En el sistema inglés de medidas se usa el galón americano por minuto (GPM) o el galón imperial por minuto (GIPM).

Un galón americano por minuto (GPM) es igual a 3,785 l/min.

Un galón imperial por minuto es igual a 4,5 l/min.

Asociado a la presión dinámica el caudal se usa para calificar la fuente de agua.

Por ejemplo, se dice que el caudal de una bomba es de 2000 l/min (528 GPM) a 1000 kPa (145 psi); esto nos da una buena idea de las capacidades de la misma.

Cuadro 1.1

Las especificaciones de una bomba

| CAUDAL (LITROS/MINUTOS) | PRESIÓN (kPa) |
|-------------------------|---------------|
| 3 000 | 1 000 |
| 2 100 | 1 350 |
| 1 500 | 1 700 |

PÉRDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN

Si se mide la presión dinámica en el interior de una manguera se puede observar lo siguiente:

- mientras mayor sea la distancia de la fuente de presión, menor será la presión.



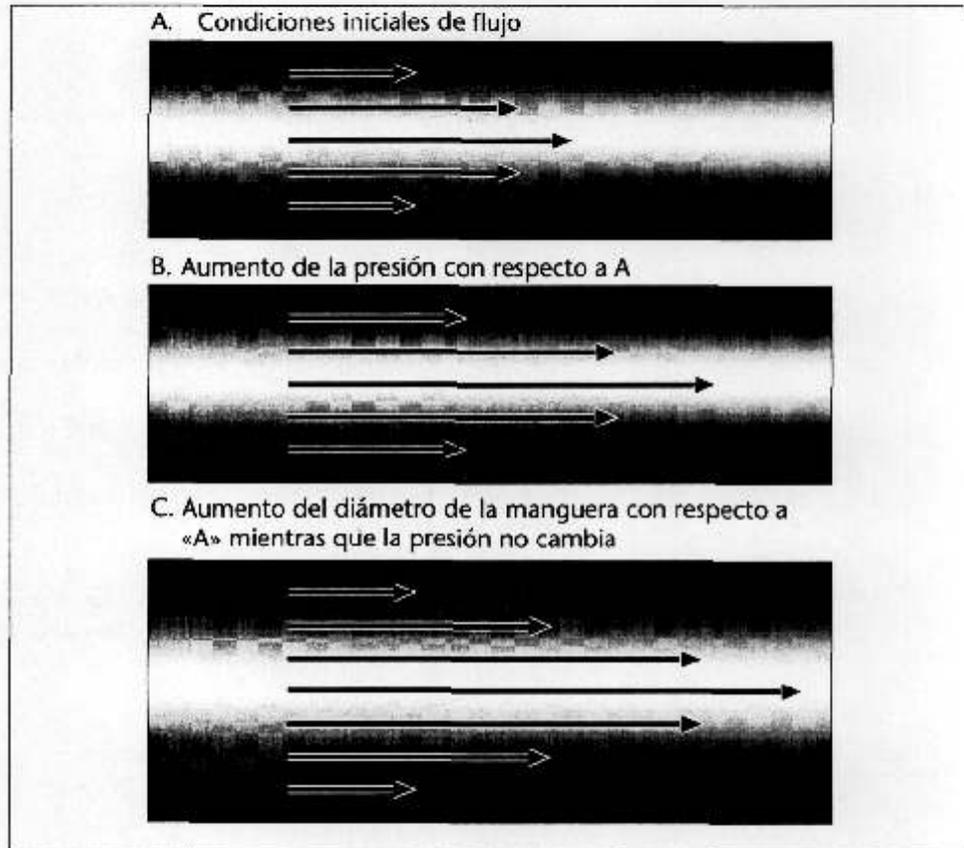
A este fenómeno se le llama pérdida de carga.

La disminución de la presión se debe a la fricción del agua contra las paredes interiores de la manguera. Cuanto más rugosas sean las paredes mayor será la pérdida de carga.

Si se representa con flechas (vectores) la velocidad del desplazamiento del agua en una manguera, se obtiene el siguiente esquema donde el largo de las flechas es proporcional a la velocidad de la circulación del agua de la manguera:

Figura 1.7

Desplazamiento del agua en la manguera vs el diámetro y la presión



En el esquema se puede ver que el agua que circula cerca de las paredes circula mucho menos rápidamente que la que circula al centro de la manguera.

De este fenómeno se deduce que:

- mientras más gruesa es la manguera, menor es la pérdida de carga y viceversa.

De las leyes de hidráulica se puede deducir también que para mangueras de un mismo diámetro a medida que aumenta el caudal la pérdida de carga es mayor.

Los factores que influyen en la pérdida de carga en una manguera son:

- la rugosidad de las paredes
- el diámetro de la manguera
- el caudal (cantidad de agua que pasa por la manguera)
- el largo de la manguera.

Es muy importante que el operador de bomba pueda calcular las pérdidas de carga en las líneas de mangueras usadas en el combate contra incendios.

Conociendo las pérdidas por fricción, el operador de bomba podrá aplicar en cada salida la presión necesaria para que cada uno de los pitones reciba el caudal necesario a la presión deseada.

Calcular la pérdida de carga exacta teniendo en cuenta todas estas variables en el momento de una operación sería demasiado complicado; por eso se usa una ecuación simplificada que permite un cálculo rápido de la pérdida de carga en toda circunstancia (IFSTA 7^{ma} edición de Fire Streams Practice, 1989).

El uso de esta ecuación es fácil y permite calcular las pérdidas en el sistema métrico o en el sistema inglés. Se usa un cuadro de coeficientes que tienen en cuenta la rugosidad de las paredes y el diámetro de las mangueras.

La ecuación es la siguiente:

$$PF = CoQ^2L$$

En la que:

$PF =$ **pérdida de carga por fricción**

$Co =$ **coeficiente** que tiene en cuenta la rugosidad y el diámetro de la manguera.

$Q =$ caudal en litros por minuto (l/min) o galones por minuto (GPM) dividido 100 (Quantity)

$L =$ el **largo** de la manguera en metros o en pies dividido 100



Cuadro 1.2

Cuadro de coeficientes

| SISTEMA INGLES | | SISTEMA METRICO | |
|--------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|
| Diámetro de la manguera | Coficiente (C°) | Diámetro de la manguera | Coficiente (C°) |
| 3/4" | 1 100 | 20 mm (carrete) | 1 741 |
| 1" | 150 | 25 mm (carrete) | 238 |
| 1 1/4" | 80 | 32 mm (carrete) | 127 |
| 1 1/2" | 24 | 38 mm | 38 |
| 1 3/4" (Empalmes de 1 1/2") | 15.5 | 45 mm (Empalmes de 38 mm) | 24.6 |
| 2" | 8 | 50 mm | 12.7 |
| 2 1/2" | 2 | 65 mm | 3.17 |
| 2 3/4" (Empalmes de 3") | 1.5 | 70 mm (Empalmes de 77 mm) | 2.36 |
| 3" (Empalmes de 2 1/2") | 0.8 | 77 mm (Empalmes de 65 mm) | 1.27 |
| 3" (Empalmes de 3") | 0.677 | 77 mm (Empalmes de 77 mm) | 1.06 |
| 3 1/2" | 0.34 | 90 mm | 0.53 |
| 4" | 0.2 | 100 mm | 0.305 |
| 4 1/2" | 0.1 | 115 mm | 0.167 |
| 5" | 0.08 | 125 mm | 0.138 |
| 6" | 0.05 | 150 mm | 0.083 |

Ejemplo 1 → Cálculo de la pérdida de carga en una manguera de 120 m de largo, de 65 mm de diámetro con un caudal de 500 l/min.

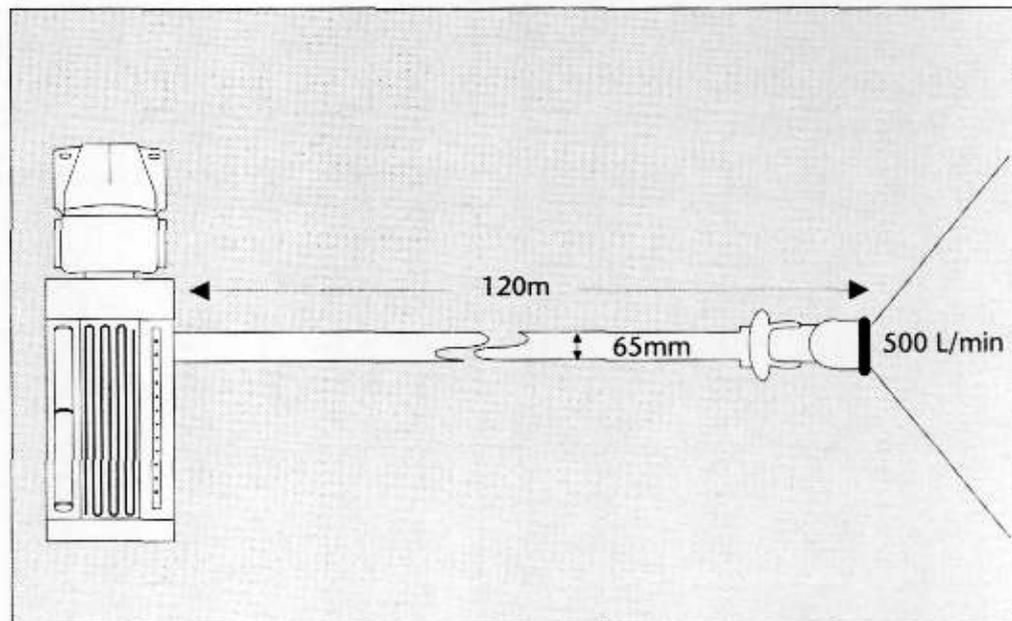


Figura 1.8

Ejemplo 1



Se introduce en la fórmula

$$PF = CoQ^2L$$

Los valores apropiados

$$Co = 3,17 \text{ (extraído del cuadro de los coeficientes para una manguera de } 65 \text{ mm)}$$

$$Q = 500 \text{ l/min} \div 100 = 5$$

$$L = 120 \text{ m} \div 100 = 1,2$$

$$PF = 3,17 \times (5 \times 5) \times 1,2 = 95 \text{ kPa}$$

Entonces para obtener 700 kPa en el pitón, se debe mantener la presión a $700 \text{ kPa} + 95 \text{ kPa} = 795 \text{ kPa}$ en la bomba.

Hacemos el mismo ejemplo usando las medidas del sistema inglés.

La fórmula es la misma

$$PF = CoQ^2L$$

En la que los valores son los siguientes:

$$Co = 2 \text{ (extraído del cuadro de los coeficientes para una manguera de } 2 \frac{1}{2} \text{ pulgadas)}$$

$$Q = 132 \text{ GPM} \div 100 = 1,32$$

$$L = 394 \text{ pies} \div 100 = 3,94$$

$$PF = 2 \times (1,32 \times 1,32) \times 3,94 = 13,7 \text{ psi}$$

Para tener 100 lb por pulgada cuadrada en el pitón, la presión de la bomba deberá ser mantenida a $100 \text{ psi} + 13,7 \text{ psi} = 113,7 \text{ psi}$ redondeamos a 115 psi.

Se puede verificar fácilmente que 13,7 psi equivale a 95 kPa.

$$1 \text{ psi} = 6,895 \text{ kPa}$$

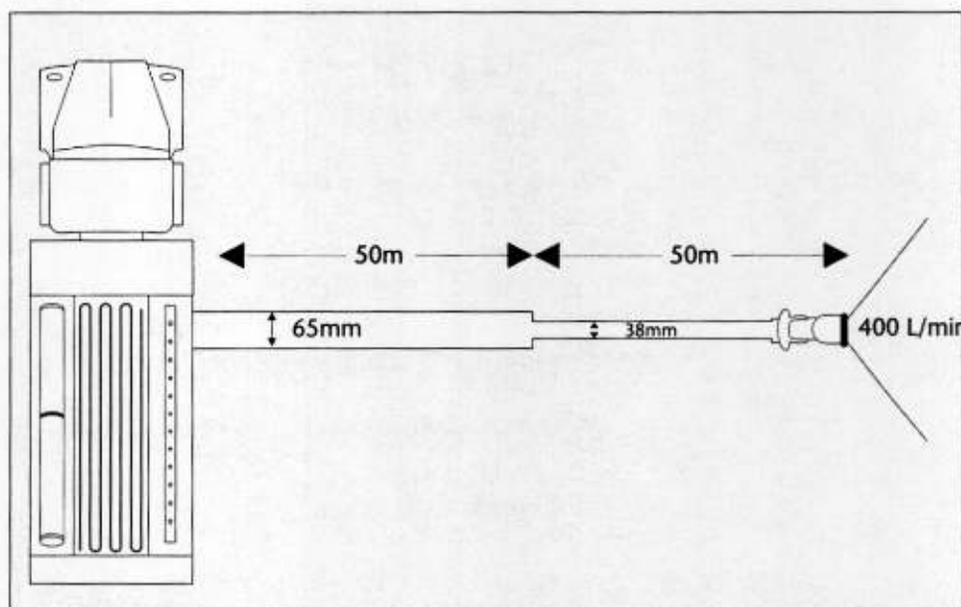
$$13,7 \text{ psi} \times 6,895 \text{ kPa/psi} = 95 \text{ kPa}$$



Ejemplo 2 → Cálculo de la pérdida de carga en una línea de mangueras de 100 m de largo en el que la mitad es de 65 mm de diámetro y el resto es de 38 mm. El caudal es de 400 l/min.

Figura 1.9

Ejemplo 2



La fórmula es la misma

$$PF = CoQ^2L$$

Pero en este caso el problema se divide en dos partes; primera, la manguera es de 65 mm de diámetro y, segunda, donde la manguera es de 38 mm.

Para la primera parte de la manguera la pérdida de carga será la siguiente:

$$PF = CoQ^2L$$

$$Co = 3,17 \text{ (extraído del cuadro de los coeficientes para una manguera de 65 mm)}$$

$$Q = 400 \text{ l/min} \div 100 = 4$$

$$L = 50 \text{ m} \div 100 = 0,5$$

$$PF = 3,17 \times (4 \times 4) \times 0,5 \text{ m} = 25,36 \text{ kPa}$$

De la misma manera para la segunda parte

$$PF = CoQ^2L$$

$$Co = 38 \text{ (extraído del cuadro de los coeficientes para una manguera de 38 mm)}$$

$$Q = 400 \text{ l/min} \div 100 = 4$$

$$L = 50 \text{ m} \div 100 = 0,5$$

$$PF = 38 \times (4 \times 4) \times 0,5 = 304 \text{ kPa}$$

La pérdida de carga total interior del establecimiento de manguera es igual a la suma de las pérdidas en cada una de sus partes, es decir:

$$PF \text{ total} = 25,36 \text{ kPa} + 304 \text{ kPa} = 329,36 \text{ kPa}$$

Para tener una presión de 700 kPa en el pitón se debe mantener 700 kPa + 330 kPa = 1030 kPa en la bomba.

Ejemplo 3 → Cálculo de la presión necesaria en la bomba para mantener al menos 700 kPa en cada uno de los pitones de una línea de mangueras de 65 mm de 50 m de largo conectado a un divisor reductor del que parten, de un lado 50 m de manguera de 45 mm y del otro 30 m de manguera de 38 mm. El caudal en cada uno de los pitones es de 400 l/min.

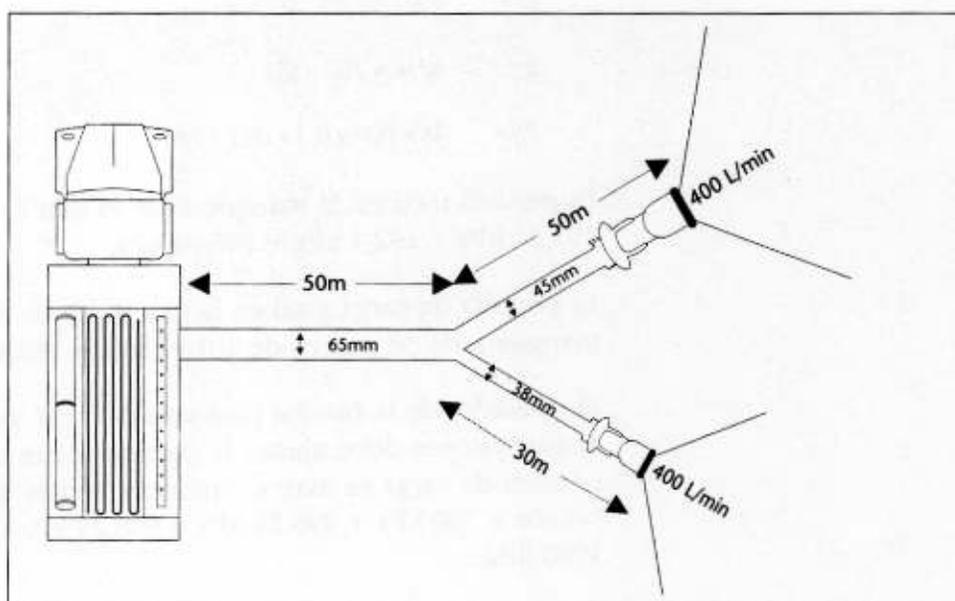


Figura 1.10

Ejemplo 3



Este problema se resuelve en tres partes:

Primero, la pérdida de carga en la manguera de 65 mm será

$$PF = CoQ^2L$$

$$Co = 3,17 \text{ (extraído del cuadro de los coeficientes)}$$

$$Q = 400 \text{ l/min} \times 2 \div 100 = 8$$

$$L = 50 \text{ m} \div 100 = 0,5$$

$$PF = 3,17 \times (8)^2 \times 0,5 = 101,44 \text{ kPa}$$

Segundo la pérdida de carga en la manguera de 45 mm será

$$PF = CoQ^2L$$

$$Co = 24,6 \text{ (extraído del cuadro de los coeficientes)}$$

$$Q = 400 \text{ l/min} \div 100 = 4$$

$$L = 50 \text{ m} \div 100 = 0,5$$

$$P = 24,6 \times (4)^2 \times 0,5 = 196,8 \text{ kPa}$$

Tercero la pérdida de carga en la manguera de 38 mm será

$$PF = CoQ^2L$$

$$Co = 38,0 \text{ (extraído del cuadro de los coeficientes)}$$

$$Q = 400 \text{ l/min} \div 100 = 4$$

$$L = 30 \text{ m} \div 100 = 0,3$$

$$PF = 38 \times (4)^2 \times 0,3 = 182,4 \text{ kPa}$$

La pérdida total en la manguera de 45 mm es entonces de $101,44 \text{ kPa} + 182,4 \text{ kPa} = 298,84 \text{ kPa}$.

La pérdida de carga total en la manguera de 65 mm y en la manguera de 38 mm es de $101,44 \text{ kPa} + 182,4 \text{ kPa} = 283,84 \text{ kPa}$.

El operador de la bomba para conservar al menos 700 kPa en ambos pitones debe ajustar la presión según el pitón donde la pérdida de carga es mayor. Entonces deberá ajustar la presión de la bomba a $700 \text{ kPa} + 298,24 \text{ kPa} = 998,24 \text{ kPa}$ redondeamos a 1000 kPa.

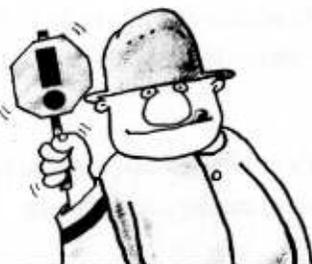


Para calcular la presión disponible en el pitón donde la pérdida de carga es menor se procede de la siguiente manera:

$$1000 \text{ kPa} - 101,44 \text{ kPa} - 182,4 \text{ kPa} = 716,16 \text{ kPa}$$

¡IMPORTANTE!

En la práctica puede ser una ventaja para el operador recordar de memoria las pérdidas de carga asociadas a los caudales comunes para un tramo estándar de manguera (15 m). De esta manera será fácil contar el número de tramos y multiplicar el resultado por la pérdida de presión apropiada.



Si se calcula la pérdida de carga en una manguera de 65 mm de 15 m de largo con un caudal de 375 l/min se obtiene:

$$PF = 3,17 \times (3,17 \times 3,17) \times 0,15 = 6,68 \text{ kPa}$$

Repitiendo esta operación para los diámetros y caudales más comunes se obtiene el siguiente cuadro:

Cuadro 1.3

Pérdidas por tramo de 15 m (50 pies) en las mangueras comunes

| | 25 MM (1 PO) | 38 MM (1 1/2 PO) | 45 MM (1 3/4 PO) | 65 MM (2 1/2 PO) |
|--------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 200 l/min (50 GPM) | 142 (20) | 23 (3) | 15 (2) | 2 (0.25) |
| 375 l/min (100 GPM) | 500 (75) | 80 (12) | 50 (8) | 7 (1) |
| 475 l/min (125 GPM) | — | 130 (20) | 83 (12) | 11 (2) |
| 750 l/min (200 GPM) | — | 320 (48) | 210 (30) | 27 (4) |
| 1 900 l/min (500 GPM) | — | — | — | 170 (25) |
| 3 000 l/min (800 GPM) | — | — | — | 430 (65) |



El operador que quiere ajustar la presión para un caudal y una manguera en particular tendrá que contar la cantidad de tramos usados y multiplicar este número por la pérdida en cada tramo que se encuentra en el cuadro anterior, lo que facilitará la tarea.

Ejemplo —————> Se quiere ajustar la presión en la bomba para una línea de manguera de 4 tramos de 45 mm equipada con un pitón suministrando 380 l/min con una presión de 700 kPa en el pitón.

El cuadro indica que la pérdida de carga es de 15 kPa por tramo (15 m), para 4 tramos la corrección nos dará una pérdida de 60 kPa.

El operador que trabaja en un contexto particular podrá fácilmente crear su propio cuadro adaptado a sus necesidades.

PÉRDIDA DE CARGA DEBIDO A LA ALTURA

Otro factor que puede influenciar la pérdida de carga en una manguera es la diferencia de altura entre la bomba y el pitón.

Ejemplo —————> Bombear agua en un edificio alto o en la parte superior de una escalera aérea necesitará un ajuste de presión de 35 kPa/m o de 5 lb/pulgada² por piso (se supone que un piso es de aproximadamente de 3 m o 10 pies).

Si se toma el mismo ejemplo considerando que el incendio se produce en un tercer piso la corrección será de 60 kPa debido a la fricción en la manguera + 35 kPa por piso debido a la altura.

La corrección será entonces de:

$$60 \text{ kPa} + (3 \times 35 \text{ kPa}) = 165 \text{ kPa}$$

Para obtener 700 kPa en el pitón, se debe mantener 700 kPa + 165 kPa = 865 kPa en la bomba.



Figura 1.11

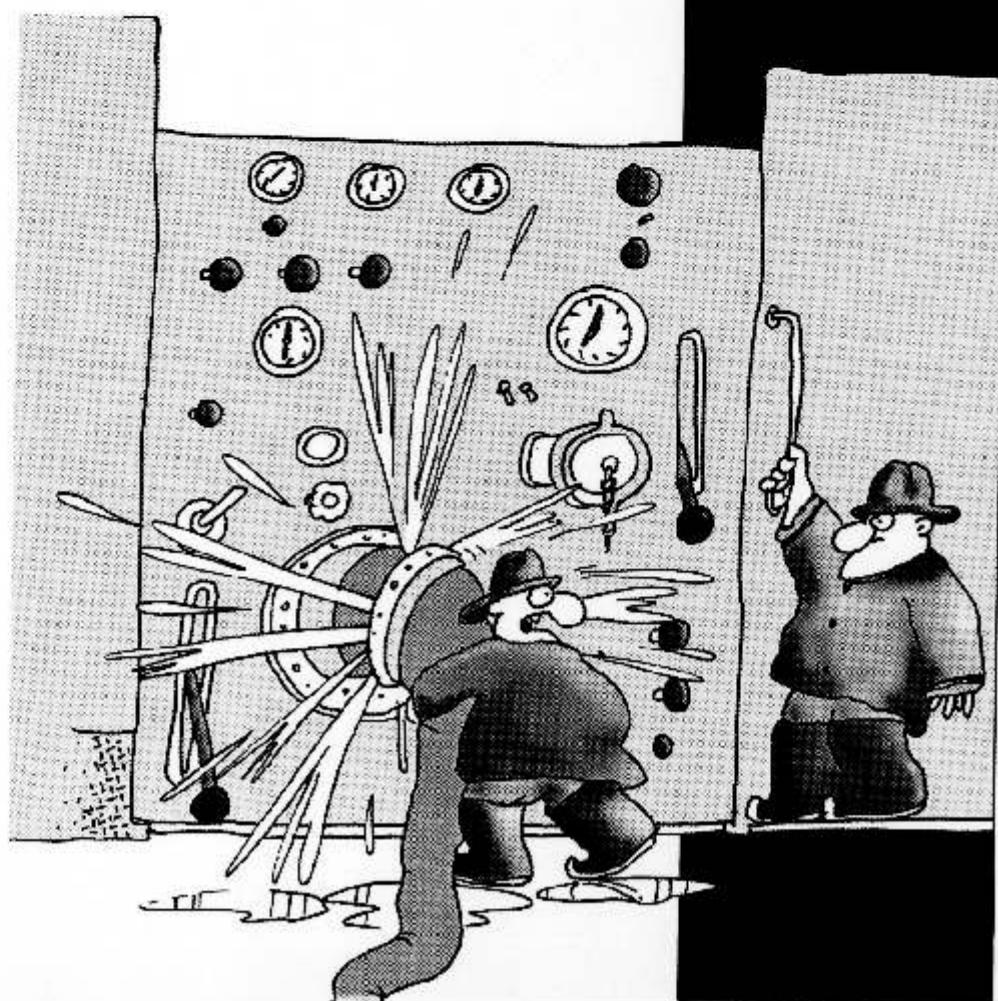
El operador de la bomba tiene la responsabilidad de asegurarse de que los pitones reciban la cantidad de agua necesaria a la buena presión

Para ser un buen operador de bomba, el bombero, debe poseer las nociones básicas necesarias para la comprensión de los principios que se ponen en aplicación cuando se bombea.

La adquisición de estos conocimientos básicos se hace a través del estudio teórico acompañado de una práctica intensiva con el fin de desarrollar una familiarización entre el operador y la bomba.



Las bombas





OBJETIVO ESPECÍFICO

- Identificar los diferentes tipos de bombas usadas en los cuarteles de bomberos y sus principales características.

Con estas informaciones el alumno deberá comprender el funcionamiento de las bombas y dominar el lenguaje asociado a su uso.

2.1 LA BOMBA

Aparato que sirve para aspirar, impulsar o comprimir los fluidos.

La bomba, accionada manualmente o por un motor, usa la energía que se le suministra para hacer circular un fluido con más o menos presión.

En el caso de las bombas para incendios, el fluido implicado es el agua.

Los modelos de bombas se dividen en dos grandes categorías:

- las bombas de desplazamientos positivos o volumétricos
- las bombas centrífugas.

Las dos tienen comportamientos particulares, aspectos positivos y también negativos. Es ventajoso para el operador conocer estas características.

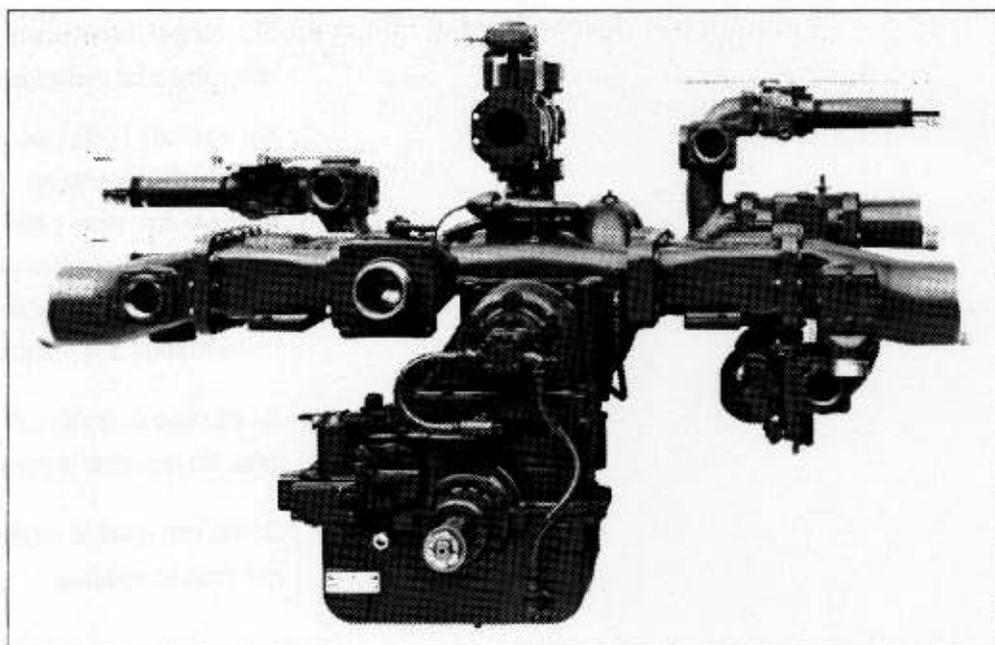


Figura 2.1

Bomba

(cortesía Waterous)

2.2 BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO O VOLUMÉTRICO

Ventajas

- La principal ventaja es su capacidad para bombear el aire creando así un vacío que da lugar al fenómeno de la aspiración.
- No necesita una bomba auxiliar para ser cebada, es decir, para crear un vacío, como en el caso de las bombas centrífugas.

Bomba que, en cada ciclo, desplaza un volumen dado de líquido.

Sin embargo, casi todos los modelos de bombas manuales son del tipo de desplazamiento positivo las bombas manuales dorsales, por ejemplo. Contrariamente a las bombas centrífugas, que necesitan una gran velocidad de rotación, éstas funcionan adecuadamente a velocidades muy bajas (algunos ciclos por minuto).

En la lucha contra incendios, el papel principal de la bomba volumétrica se limita sobre todo a servir de cebador a las bombas centrífugas.

Inconvenientes

- El principal inconveniente es su incapacidad para adaptarse a las variaciones de caudal.

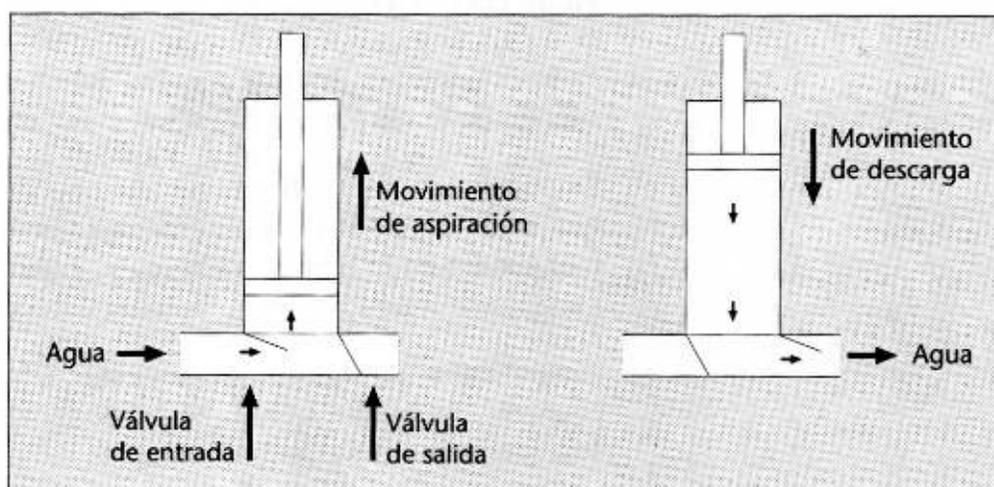
Por ejemplo, la obstrucción de una manguera alimentada por este tipo de bomba ocasionará un aumento repentino y muy considerable de la presión al interior de la bomba y de la manguera, lo cual podrá hacer parar el motor o causar daños considerables a la bomba y a la manguera.
- En este tipo de bomba, si el motor se para, el caudal cesa, sin importar la presión de alimentación.
- Cuenta con muchas piezas móviles, con el riesgo de que éstas se rompan.

Existen tres tipos principales de bombas volumétricas.

BOMBA DE PISTÓN

Figura 2.2

Esquema de la bomba de pistón



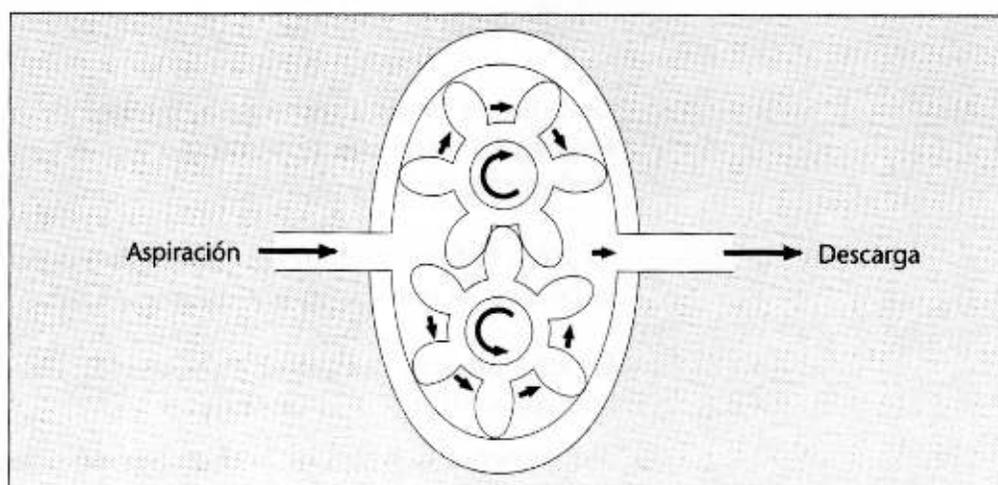
Su principio es simple. Un pistón se desplaza en un cilindro creando una depresión y provocando la aspiración del agua. Cuando se produce el movimiento inverso del pistón se expulsa el agua bajo presión. Un movimiento de apertura o cerrada de válvulas o de chapaletas asegura el pasaje del agua en la buena dirección.

La bomba de pistón es la más antigua de todas. Se usa todavía mucho para las bombas manuales como las bombas dorsales forestales, por ejemplo.

BOMBA DE ENGRANAJES

Figura 2.3

Esquema de la bomba de engranajes



Bomba formada por dos piezas giratorias (ruedas) dentadas, idénticas, en forma de trébol o de estrella redondeada. Éstas giran en un cuerpo moldeado provisto de un orificio para la aspiración y otro para la expulsión o descarga. Girando los engranajes encierran varios volúmenes de agua que son desplazados con fuerza en el sentido de la circulación del agua.

Se puede mejorar la eficacia de este tipo de bomba permitiéndole que aspire un poco de aceite. El aceite penetra entre los engranajes y el cuerpo de la bomba, aumenta su hermeticidad y favorece el bombeo de aire y de hecho la capacidad de aspiración de la bomba.

Antiguamente usadas en las autobombas, hoy las bombas de engranaje se limitan a cebar las bombas centrífugas, las cuales las han reemplazado en los vehículos.

BOMBA DE PALETAS

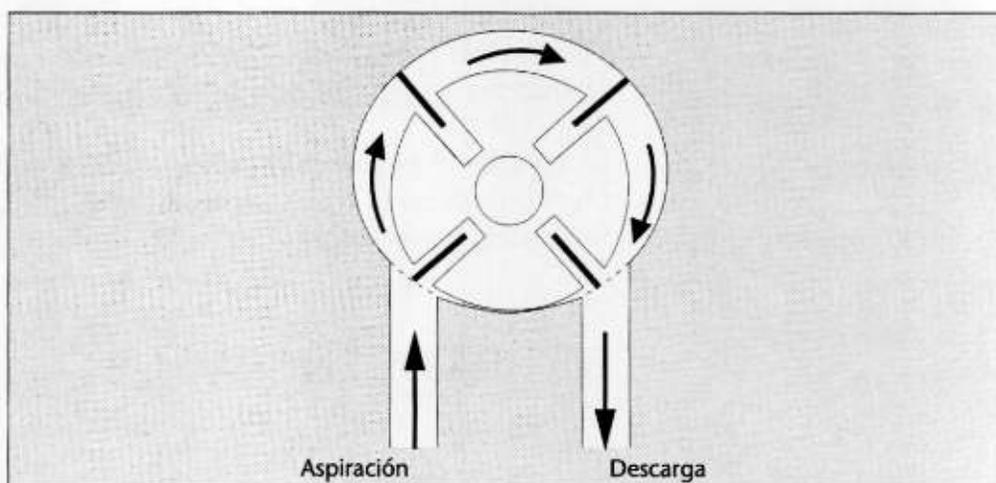


Figura 2.4

Esquema de la bomba de paletas (álabe)

Compuesta de un cuerpo en el interior del cual gira un solo rotor. Este único rotor está descentrado y provisto de ranuras en las que se deslizan las paletas (álabe).

Al girar, la fuerza centrífuga mantiene las paletas contra el cuerpo de la bomba lo que asegura su hermeticidad.

De esta manera el agua es transportada entre las paletas, del orificio de aspiración hacia el de la descarga.

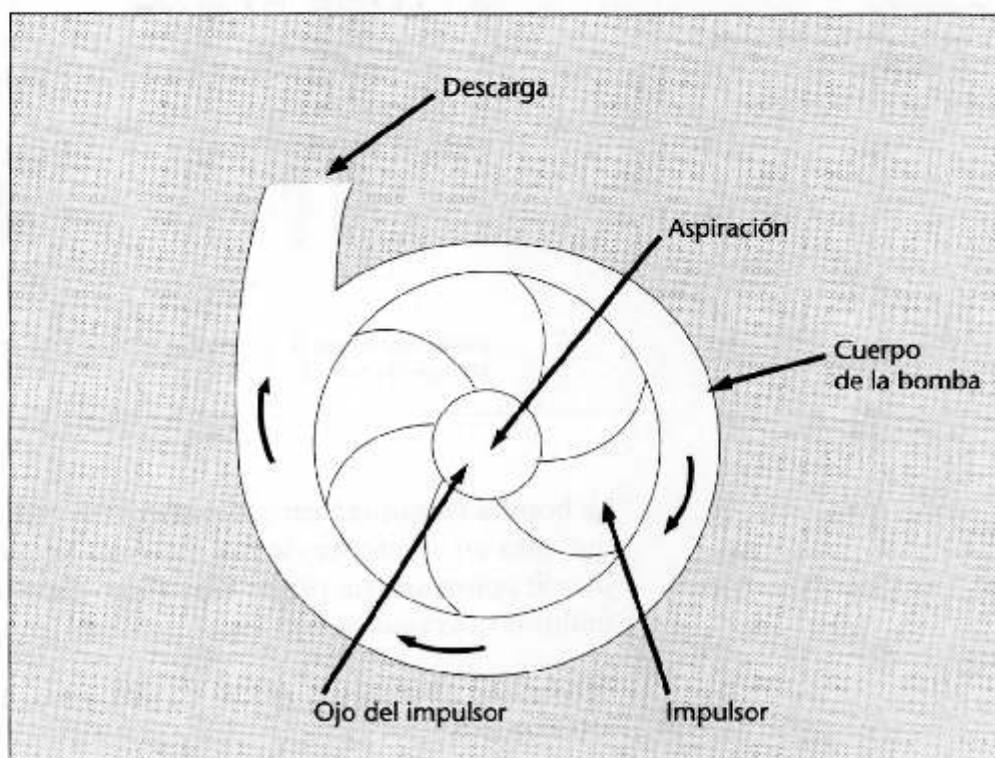
Actualmente el papel de las bombas de paletas es el mismo que el de las bombas de engranajes y es este tipo de bomba el que ahora se instala para cebar las bombas centrífugas.

2.3 LA BOMBA CENTRÍFUGA

Bomba principal que se encuentra en las autobombas y en las bombas portátiles modernas.

Figura 2.5

Esquema de la bomba centrífuga



La bomba centrífuga está compuesta de un cuerpo hueco en forma de espiral o cavidad.

En la cavidad gira una rueda hueca, el impulsor, en el interior del cual se disponen aletas encorvadas que convergen hacia un hoyo por donde penetra el agua: ojo de la bomba.

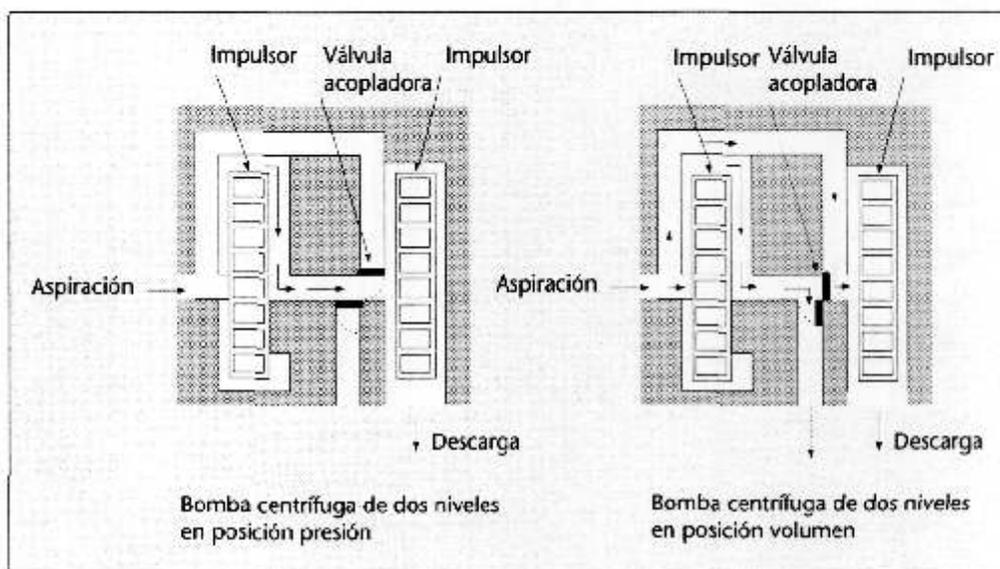
El principio de funcionamiento es el siguiente: el agua que penetra por el ojo es proyectada hacia la pared de la cavidad por las aletas en el interior del impulsor en movimiento.

La forma de la cavidad dirige el flujo hacia el punto de descarga.

BOMBA CENTRÍFUGA DE VARIOS NIVELES

Figura 2.6

Esquema de la bomba centrífuga de varios niveles



La bomba centrífuga simple está compuesta de un solo impulsor que gira en el interior de una cavidad. Sin embargo, una bomba se puede construir con uno o varios impulsores en un cuerpo de múltiples cavidades, con los impulsores girando en el mismo eje.

Se obtiene entonces el efecto de dos o más bombas que pueden estar unidas:

- De manera que se aumente la presión; el agua que sale de la primera parte del cuerpo es aspirada por la segunda en la cual se aumenta la presión nuevamente. Se habla entonces de bombeo en serie o a presión.
- De manera independiente; el agua que sale de los dos impulsores es dirigida hacia la canalización común para aumentar el caudal. Se habla entonces de bombeo paralelo o en volumen.

Muchas bombas de pisos múltiples están equipadas con una «válvula acopladora» que permite el paso de la posición paralela a la posición en serie y viceversa. Se trata de una simple válvula cuya función es derivar el agua que proviene del primer nivel, ya sea hacia la salida de la bomba (posición volumen), o hacia el ojo del segundo nivel (posición presión).

Desde hace algunos años las bombas de varios niveles perdieron popularidad debido a que los motores de las autobombas tenían suficiente potencia para suministrar la presión necesaria solamente con un gran impulsor.

PRECAUCIONES

Las bombas modernas, si bien son máquinas robustas y fiables, se pueden dañar fácilmente si se realizan maniobras incongruentes. Existen dos fenómenos que pueden dañar las bombas.

EL GOLPE DE ARIETE

Fuerte superpresión causada por el cierre rápido de una válvula, mientras que el agua circula muy rápidamente bajo presión.

La potencia del golpe de ariete que se puede crear en una canalización es directamente proporcional a la presión y al volumen del agua que transporta y a la velocidad de cerrado de la válvula.

Un fuerte golpe de ariete puede fácilmente dañar las bombas, las válvulas y las mangueras. Por eso es importante **acostumbrarse a abrir y cerrar todas las válvulas lentamente**.

LA CAVITACIÓN

Cuando una bomba trata de descargar más agua de la que se le suministra o que puede aspirar, se crea en su interior una importante depresión, un vacío en el cual el agua tiende a evaporarse rápidamente. La bomba gira en una especie de nube gaseosa y la revolución del motor aumenta rápidamente mientras que el caudal no cambia. Este fenómeno se llama cavitación.

La cavitación es un fenómeno sutil y el operador debe estar atento para poder detectar el momento en el que la bomba comienza a entrar en cavitación.

Un ruido que se asemeja a pequeñas piedras pasando al interior de la bomba es un indicio que permite reconocer la cavitación.

Otro signo seguro de cavitación es cuando una aumentación de la revolución del motor no produce una aumentación proporcional de la presión.



2.4 ESPECIFICACIONES DE LAS BOMBAS

Existen dos clases de bombas: A y B. Actualmente las bombas de clase B se encuentran únicamente en las bombas portátiles. Las autobombas deben contar con una bomba de clase A.

La capacidad de una autobomba se expresa según el caudal que ésta pueda desarrollar a una cierta presión. Este caudal se llama caudal nominal.

Ejemplo →

| BOMBA CON CAPACIDAD DE 1 000 GPM | | |
|----------------------------------|----------------------|---------------------|
| PRESIÓN | % DEL CAUDAL NOMINAL | CAUDAL |
| 150 psi o 1000 kPa | 100 | 1 000 GPM o 3 785 l |
| 200 psi o 1400 kPa | 70 | 700 GPM o 2 650 l |
| 250 psi o 1750 kPa | 50 | 500 GPM o 1 892 l |

La bomba de clase A está concebida para desarrollar 100% de su capacidad a 150 psi (1 000 kPa) de presión. Esta bomba puede suministrar 70% de su capacidad a 200 psi y 50% de la misma 250 psi (1 750 kPa).

En cuanto a las bombas de clase B, desarrollan su caudal nominal a 120 psi (840 kPa), 50% de su caudal a 200 psi (1 400 kPa) y 33% a 250 psi (1 750 kPa).

La capacidad de una bomba se determina haciéndola bombear en aspiración, es decir a partir de una fuente de agua estática situada a 3 metros (10 pies) más bajo que el nivel de la bomba.

Cuadro 2.1

Especificaciones de una bomba
Presión y volumen mínimos de una
bomba de clase A

| PORCENTAJE DEL CAUDAL NOMINAL | PRESIÓN (PSI) | PRESIÓN (KPA) |
|-------------------------------|---------------|---------------|
| 100 | 150 | 1000 |
| 70 | 200 | 1350 |
| 50 | 250 | 1700 |

2.5 CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS DE INCENDIO

Varias clases de bombas se usan en la lucha contra incendios, desde las más pequeñas a las más grandes.

BOMBAS PORTÁTILES

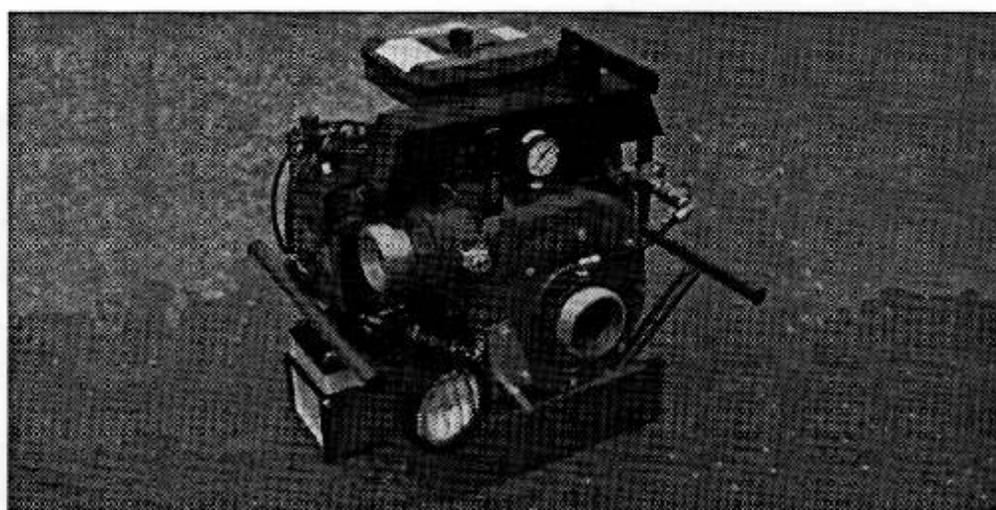


Figura 2.7

Bomba portátil

El caudal de estas bombas puede llegar hasta 2 000 l/min (500 US GPM), la presión varía según la potencia del motor. Las más grandes pueden suministrar suficiente presión para conectarse directamente a las mangueras provistas del pitón. La mayoría se usan para alimentar las autobombas a partir de fuentes de agua alejadas.

BOMBAS REMOLQUES

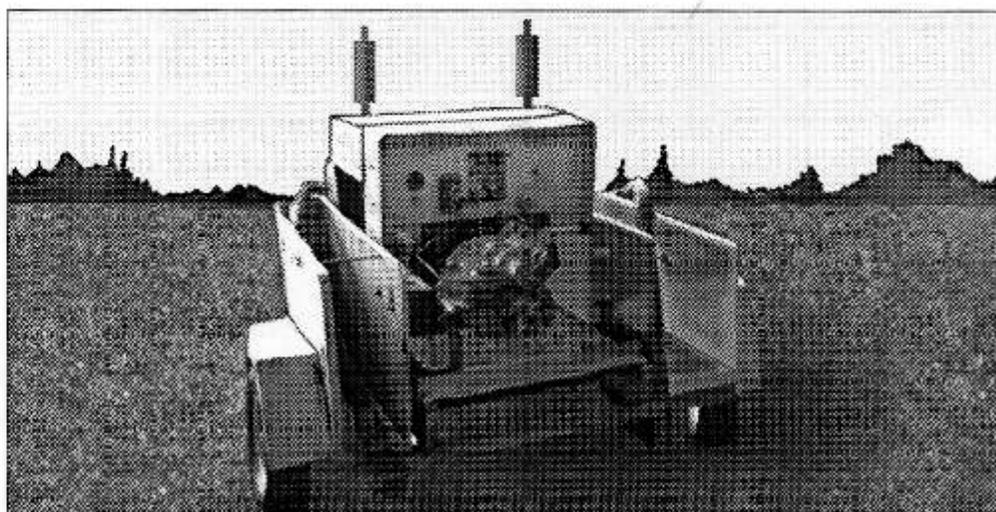


Figura 2.8

Bomba remolque

Bombas instaladas permanentemente en remolques con motor y panel de control, por ser demasiado pesadas para ser maniobradas manualmente. Generalmente son bombas de un tamaño intermedio, es decir de 1 800 (500 GPM) a 2 800 l/min (750 GPM) a 1 000 kPa (150 psi).

AUTOBOMBAS



Figura 2.9

Autobomba

Vehículo de incendio sobre el cual hay una bomba instalada permanentemente. Se puede instalar la bomba en la parte delantera, en el centro o en la parte trasera del vehículo.

La autobomba se encuentra generalmente equipada de un tanque de agua de una capacidad entre de 800 a 3 000 l (200 a 800 gal US).

El vehículo dispone así de algunos minutos de autonomía hasta que haya una mejor fuente de alimentación.

Las autobombas se construyen generalmente a partir del chasis de un camión debido al peso de la bomba, del tanque de agua y de los accesorios que se instalan. Además, bombear agua exige mucha potencia del motor.

Ejemplo → Para bombear 5 000 l/min a 1000 kPa (1 250 GPM a 150 lb/pulgada²) se necesita un motor que produzca al menos 210 CV (Caballo Vapor) de manera continua. Sólo los motores de camión cuentan con la resistencia necesaria.

Las autobombas se clasifican según su capacidad de bombeo (expresado en l /min a 1 000 kPa o en GPM a 150 psi) y los fabricantes de bombas se ponen habitualmente de acuerdo para ofrecer capacidades estándar:

Cuadro 2.2

Clasificación de las autobombas según su capacidad

| CAPACIDAD L /MIN | | CAPACIDAD GPM |
|------------------|---|---------------|
| 1 850 l /min | = | 500 GPM |
| 2 800 l /min | = | 750 GPM |
| 3 750 l /min | = | 1 000 GPM |
| 4 700 l /min | = | 1 250 GPM |
| 5 600 l /min | = | 1 500 GPM |
| 6 600 l /min | = | 1 750 GPM |
| 7 500 l /min | = | 2 000 GPM |

Los pequeños camiones equipados de bombas de menos de 2 000 l /min (525 GPM) son llamados minibombas mientras que se llaman mediabomba los camiones de tamaño intermedio con una bomba de 2 000 a 3 000 l /min (525 a 750 GPM).

AUTOBOMBA CISTERNA

Generalmente, una autobomba de capacidad de 1 850 hasta 5 600 l /min (500 a 1 500 GPM), en la cual se encuentra instalado permanentemente un tanque de más de 4 000 l de agua (1 000 gal).

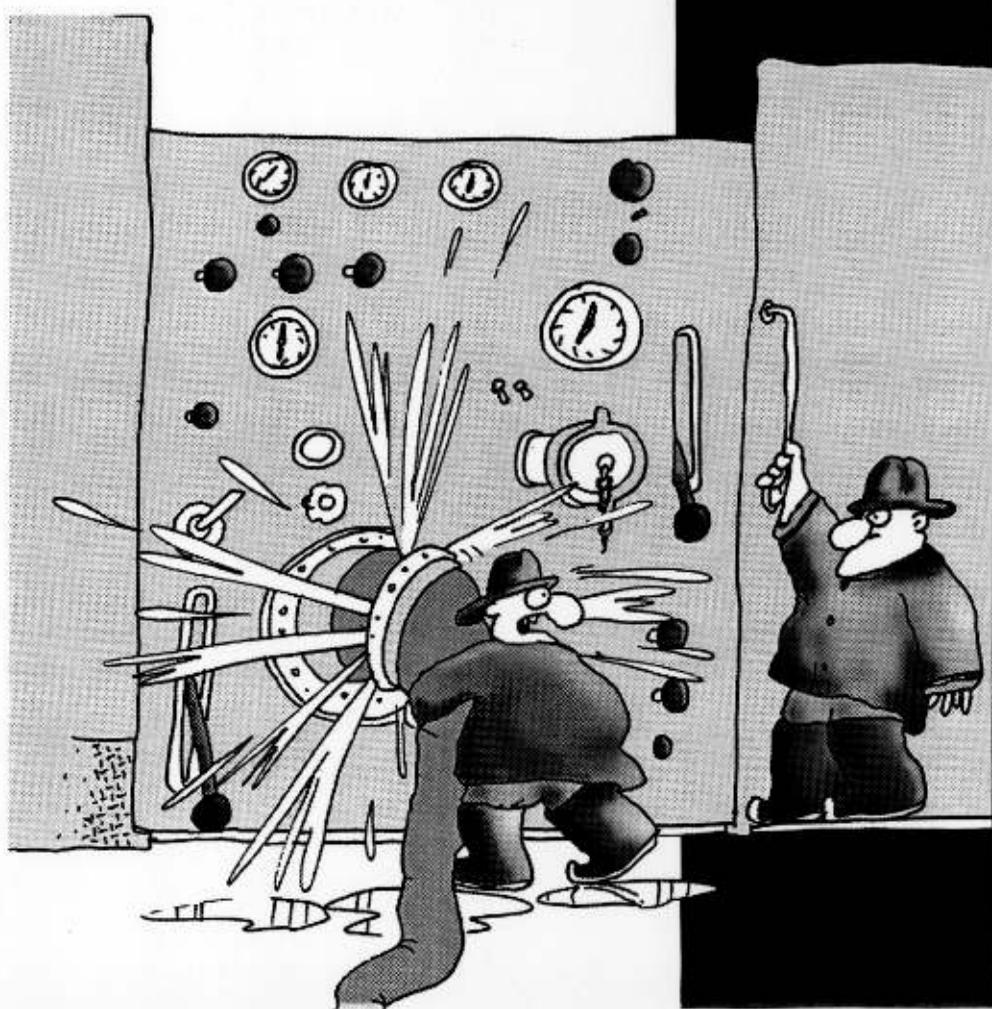
Cuando las facilidades de alimentación son reducidas, es ventajoso para una autobomba transportar además una reserva más grande de agua, de ahí la autobomba cisterna.

**Figura 2.10**

Autobomba cisterna



Accesorios





OBJETIVO ESPECÍFICO

- Describir brevemente los principales accesorios relacionados con las bombas, su funcionamiento y mantenimiento.

La mayoría de estos accesorios son esenciales para el buen funcionamiento de la bomba; de ahí la importancia de conocer su uso.

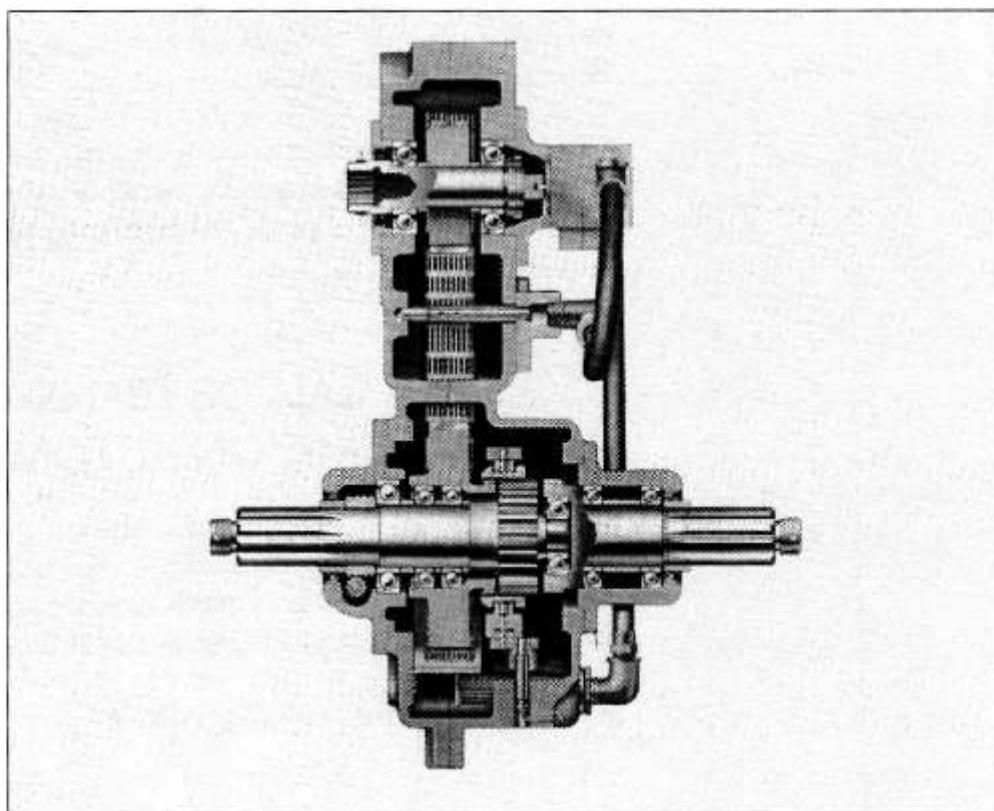
Los procesos relacionados con la operación de cada uno de estos accesorios varían según el fabricante y se recomienda consultar el manual del fabricante para obtener el proceso exacto. Estos conocen sus productos y los manuales son fuentes de preciosa información.

Sin embargo, con el fin de instruir al estudiante sobre la complejidad de las maniobras, se describe el proceso más común.

3.1

CAJA DE TRANSFERENCIA
— TRANSMISIÓN DE LA BOMBA

Figura 3.1

Esquema del sistema de
transferencia*(cortesía Waterous)*

Sistema que permite dirigir la fuerza motriz del motor del vehículo ya sea hacia las ruedas o hacia la bomba. El accionamiento de la bomba se hace generalmente a través de la caja de transferencia.

La bomba y su caja de transferencia están generalmente detrás de la caja de cambios. Esta disposición es la más común en las autobombas actuales.

En ciertos modelos de autobombas, especialmente en los cuales la bomba se encuentra en la parte delantera o trasera, ésta se acciona directamente por el motor, ya sea en **toma directa** o por medio de **engranajes**. Un sistema de embrague mecánico o eléctrico permite accionar la bomba en caso de necesidad.

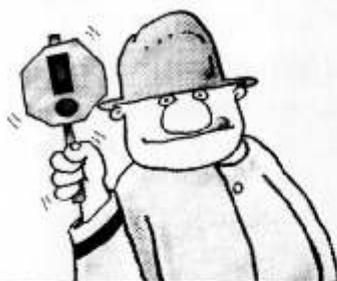
USO DE LA CAJA DE TRANSFERENCIA CON UNA TRANSMISIÓN MANUAL

El proceso de operación de la caja de transferencia varía según los modelos pero generalmente consiste en desacoplar la transmisión del motor pisando el pedal del embrague mientras que la palanca de transmisión se encuentra en neutro.

Se acciona un conmutador para efectuar la transferencia. Se pasa a la velocidad apropiada generalmente la más elevada después se suelta suavemente el pedal del embrague para acoplar el motor a la bomba.

USO DE LA CAJA DE TRANSFERENCIA CON UNA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

Si el vehículo cuenta con una transmisión automática, basta con colocar la palanca de velocidades en neutro, dejar que la revolución del motor baje al mínimo y pasar la palanca o el botón de transferencia de la posición «Ruta» a la posición «Bomba». Luego pasar la palanca de transmisión a la velocidad recomendada generalmente la más elevada o «Drive».



¡IMPORTANTE!

En todos los casos es importante antes de hacer la transferencia, aplicar el freno de emergencia. Una vez completada la maniobra instalar topes en las ruedas para asegurar la inmovilización completa del vehículo.

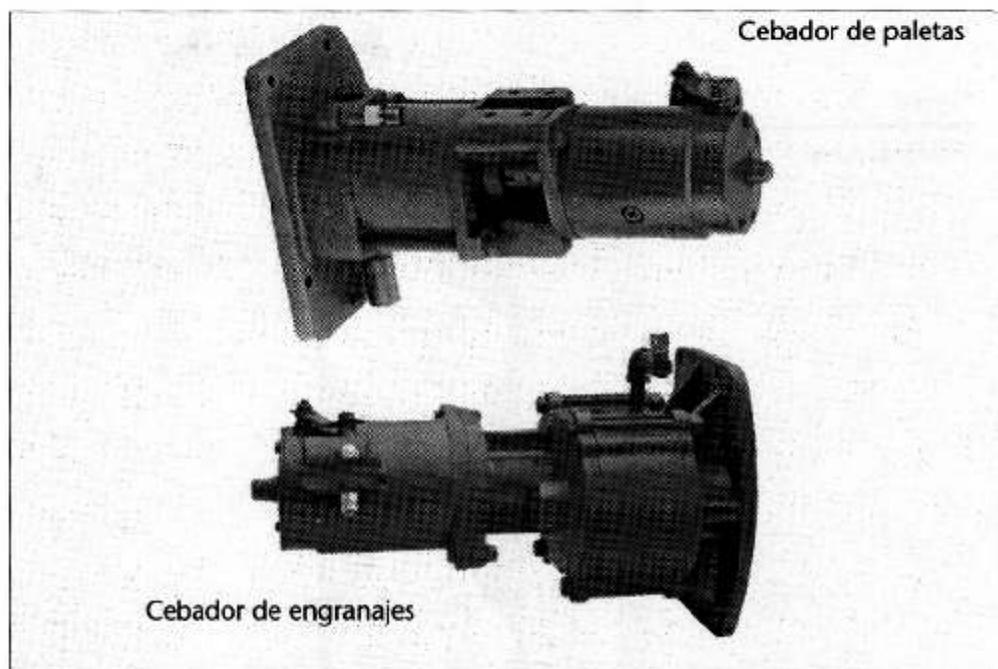
UBICACIÓN DE LA PALANCA DE EMBRAGUE

La palanca de embrague de las bombas conectadas directamente al motor y el conmutador de la caja de transferencia, en las bombas que tienen este sistema, se encuentran generalmente en la cabina del vehículo, al alcance del conductor.

3.2 SISTEMA DE CEBADO

Figura 3.2

Cebador



(cortesía Waterous)

Sistema que sirve para crear un vacío en la bomba y la tubería de alimentación para que el agua pueda ser aspirada y llenar así la bomba principal.

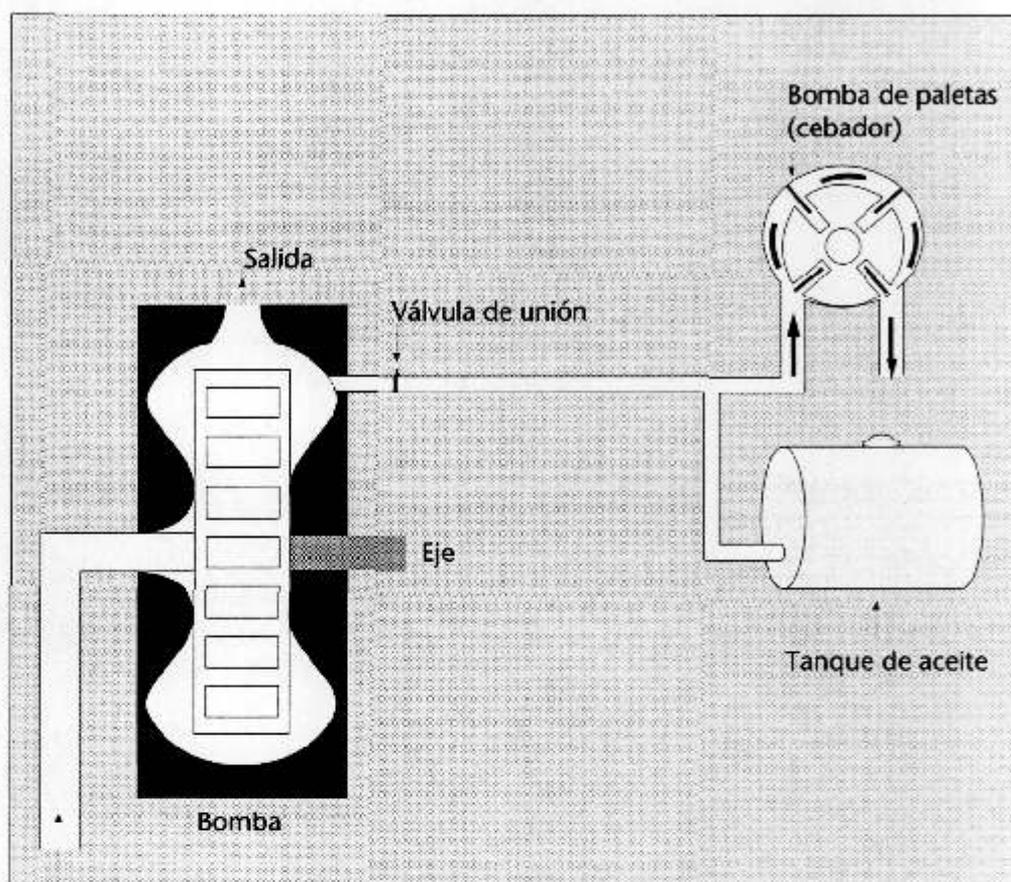
Cuando una bomba centrífuga debe alimentarse a partir de una fuente estática, un estanque por ejemplo, es necesario usar una bomba auxiliar para crear un vacío parcial en la bomba principal y en la manguera rígida de alimentación, llamada también tubo de succión.

El agua aspirada, empujada por la presión atmosférica, invadirá la tubería de alimentación y la bomba principal que luego comienza a bombear de manera autónoma.

Se dice entonces que la bomba está cebada.

CEBADOR DE ENGRANAJES / DE PALETAS

Figura 3.3
Cebador de paletas



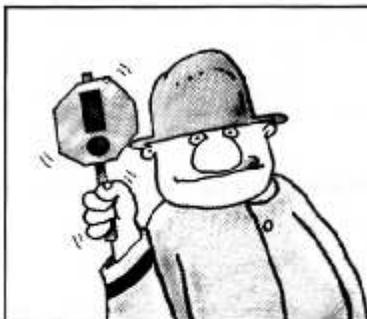
El cebador o bomba auxiliar de cebado es generalmente una pequeña bomba eléctrica, de engranajes en los viejos vehículos y de paletas en los más recientes.

Antiguamente existían modelos que funcionaban con un sistema mecánico usando el motor del vehículo en lugar de un motor eléctrico.

Se usa aceite para asegurar su hermeticidad.

El control del cebador se encuentra en el panel de control de la autobomba y está unido por una varilla a las válvulas que lo conectan a la bomba.

El éxito del cebado depende en parte de la habilidad del operador pero sobre todo de la capacidad del cebador de crear un vacío suficiente y de la hermeticidad de las diferentes válvulas de entrada y de salida de la bomba.



¡IMPORTANTE!

Es importante que todas las válvulas de entrada y de salida, los drenajes y también las conexiones de la manguera rígida de aspiración se encuentren herméticas para que no permitan la entrada de aire en la bomba en el momento del cebado.

Un sistema en excelente estado aspirará el agua hasta una altura aproximada de 7,5 m (25 pies) al nivel del mar.

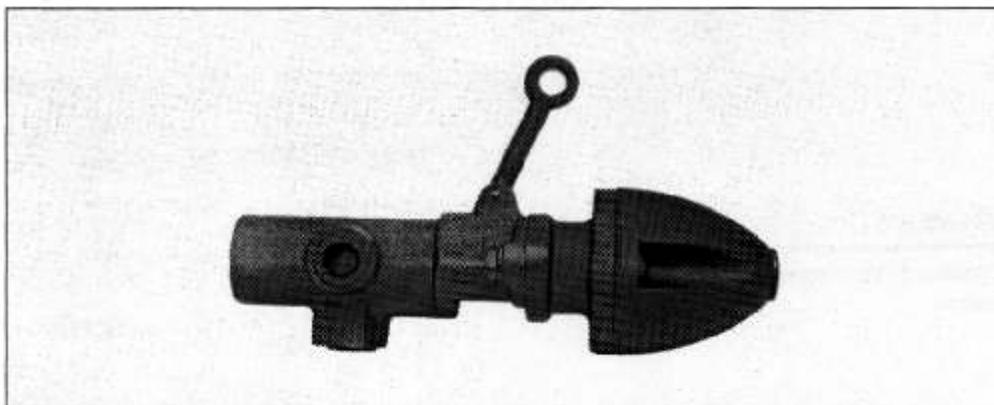


PROCEDIMIENTO DE USO DEL CEBADOR ELÉCTRICO

- Se jala o se gira la manivela. Así se realizan las dos operaciones necesarias: abrir la válvula que une el cebador con la bomba y accionar el interruptor para poner en marcha el motor eléctrico.

Figura 3.4

Válvula que une el cebador con la bomba



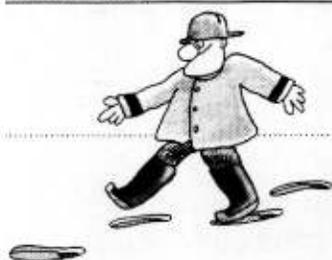
(cortesía Waterous)

El cebado se cumple:

- cuando todo el aire es expulsado de la bomba por el agua y
- cuando el manómetro principal indica una presión estable.

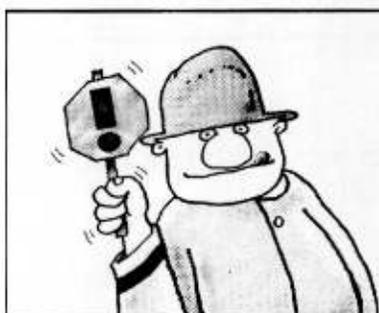
y luego

- se suelta la manivela para que el motor del cebador se pare y la válvula se cierre nuevamente.



PROCEDIMIENTO DE USO DEL CEBADOR MECÁNICO

- Se debe reducir la velocidad del motor.
- Se jala la manivela del cebador y simultáneamente se aumenta la revolución del motor hasta 1 200 ó 1 300 RPM.



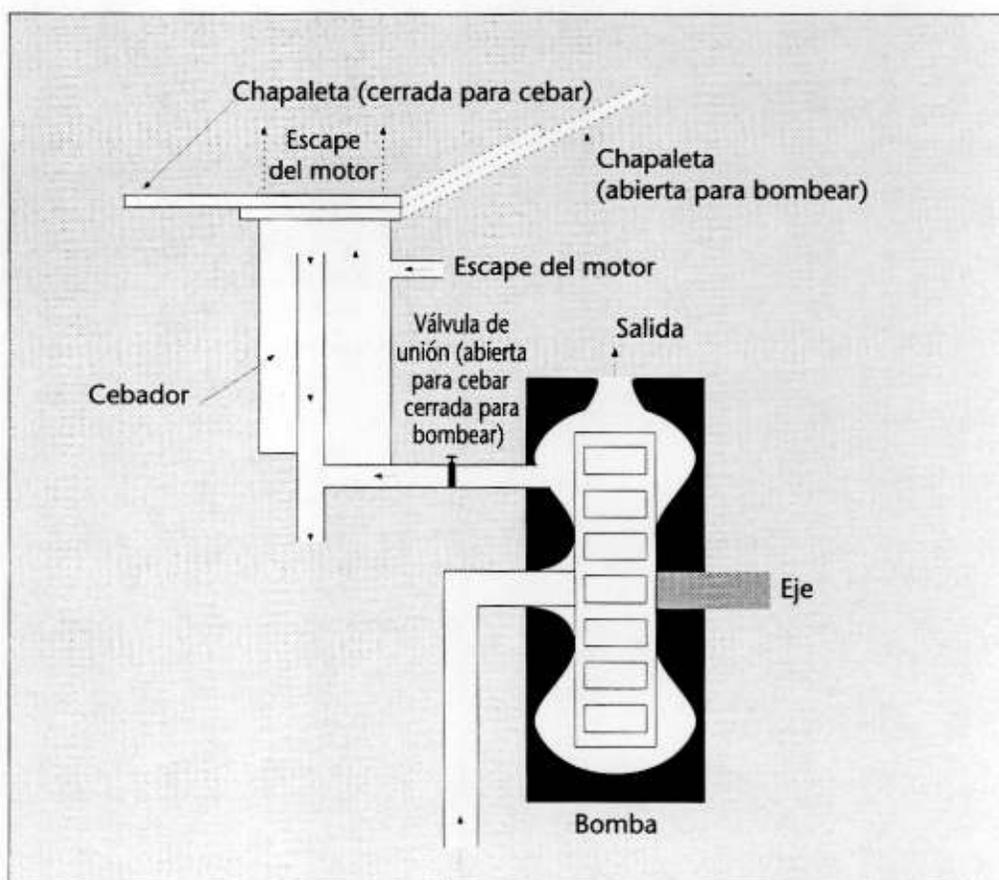
¡IMPORTANTE!

El tiempo necesario de cebado varía de acuerdo al tamaño de la manguera rígida de aspiración y a la altura de la columna de agua aspirada, es decir la altura entre la fuente de agua y la bomba. Habitualmente el tiempo requerido varía entre 15 y 45 segundos.

CEBADOR CON ESCAPE EN LAS BOMBAS PORTÁTILES

Figura 3.5

Esquema de un cebador con escape



Las bombas centrífugas portátiles cuentan con un cebador con escape, más liviano y simple que el cebador eléctrico usado en las autobombas. Los modelos mayores de bombas portátiles pueden, sin embargo, estar equipados con un cebador eléctrico de engranajes o de paletas, como el de las autobombas.

El sistema del cebador con escape usa los gases que salen del motor para funcionar. Éstos son derivados momentáneamente hacia un tubo Venturi. Se crea entonces una succión que se transmite a la bomba y a la manguera de alimentación por un tubo generalmente unido a la parte superior del cuerpo de la bomba.

De esta manera el agua aspirada invade la bomba cebándola.

Un cebador con escape en buen estado puede aspirar agua a una altura aproximada de 5 m (15 pies).



PROCEDIMIENTO DE USO DE UN CEBADOR CON ESCAPE

- Hacer girar el motor a la velocidad recomendada la cual es habitualmente el nivel máximo sin carga.

Esta velocidad debe ser lo suficientemente elevada porque la depresión creada por el tubo Venturi depende en parte de la velocidad de los gases de escape que la atraviesan.

- Después se abre la válvula para unir el cebador con la bomba y se cierra la chapaleta para desviar los gases.

Cuando se observa un chorro de agua que sale del cebador y se nota un aumento de presión, se debe:

- Cerrar la válvula que se encuentra entre el cebador y la bomba
- Abrir la chapaleta de desviación de los gases.



NOTA

Siempre acordarse que una infiltración de aire en la manguera de aspiración o en la bomba o una altura de aspiración demasiado alta puede impedir el cebado.

De esta manera la bomba está cebada.

Si no fuese el caso, es porque hay todavía aire en la bomba, se debe entonces comenzar nuevamente el procedimiento de cebado.

3.3

VÁLVULA ACOPLADORA

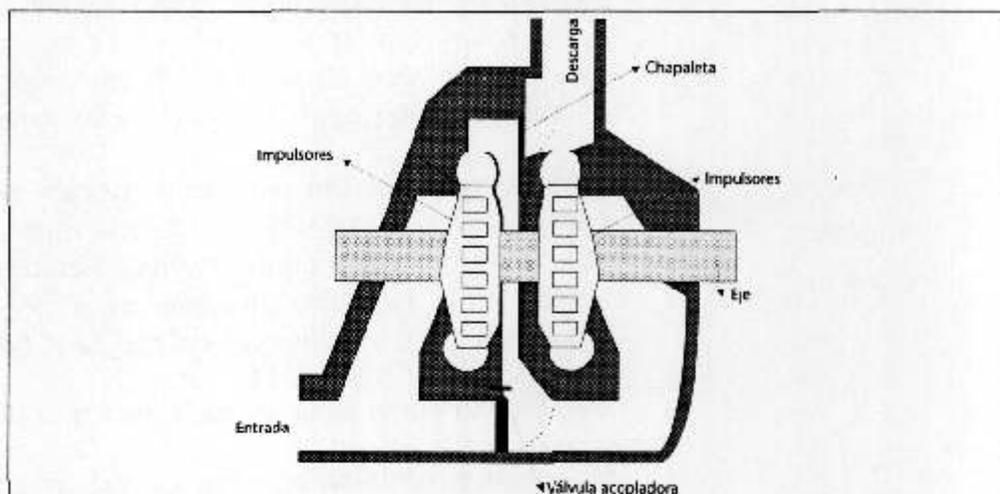


Figura 3.6

Esquema de la válvula acopladora

Válvula de derivación de agua. Su función consiste en dirigir la condición de bombeo de las bombas centrífugas de varios niveles. Menos frecuente en las autobombas modernas, la válvula acopladora se encuentra todavía en los modelos antiguos o en algunos especialmente diseñados para bombear con mucha presión.

En la posición «Volumen», la válvula acopladora desvía el agua al interior de la bomba de manera que los niveles funcionen paralelamente, suministrando el caudal nominal de la bomba. En la posición «Presión» la válvula acopladora dirige la circulación del agua de manera que los niveles de la bomba funcionen en serie para obtener una presión más fuerte con un caudal reducido.

La válvula acopladora tiene que estar en la posición «Volumen» cuando más del 50% del caudal nominal de la bomba es necesario. La palanca de maniobra de la válvula acopladora se encuentra en el panel de control de la autobomba.



PROCEDIMIENTO DEL USO DE LA VÁLVULA ACOPLADORA

Para pasar de la función presión (en serie) a la función volumen (en paralela):

- Colocar la manija en la posición volumen

Para pasar de la función volumen a la función presión:

- Reducir la presión en la bomba para que sea inferior a 350 kPa (50 psi)
- Colocar la manija en la posición presión
- Reestablecer la presión deseada

3.4 MECANISMOS REGULADORES DE PRESIÓN

Sistema cuya función es impedir el aumento de la presión en la bomba o el paso del límite de presión fijado por el operador.

Para esto el regulador puede actuar de dos maneras:

- Actuando sobre la velocidad del motor. Estos sistemas se llaman **controladores de presión**.
- Abriendo una válvula que dirige el agua hacia la parte baja de la bomba. Estos sistemas son llamados **válvulas de derivación o de escape**.

Estos dos tipos de reguladores son eficaces para controlar las variaciones de presión cuando se abren y cierran los pitones. Éstos protegen a las bombas de los golpes de ariete y sobre todo a los bomberos que trabajan con los pitones.

LOS CONTROLADORES DE PRESIÓN

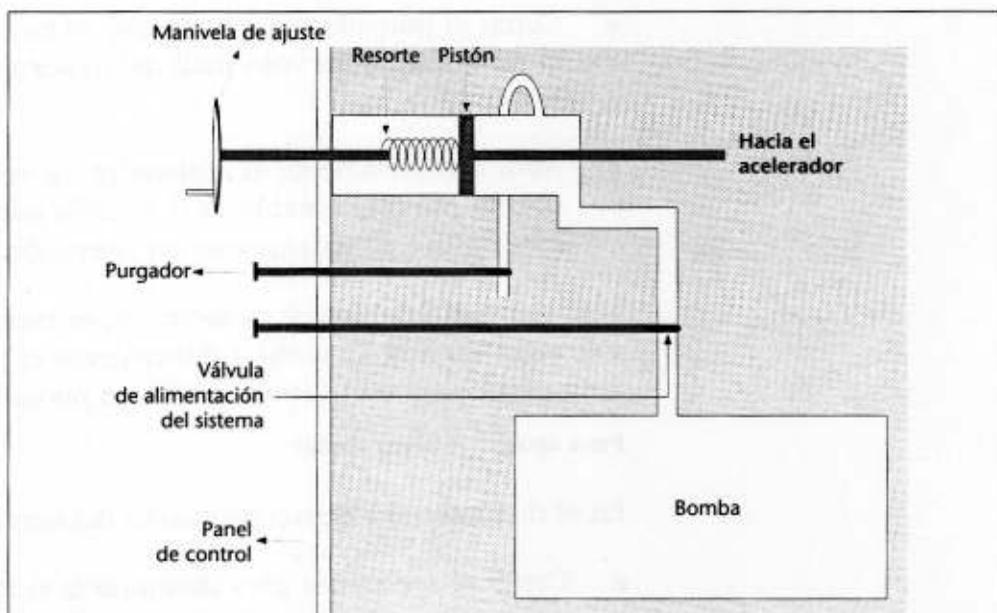


Figura 3.7

Esquema de un controlador de presión

Existen varios modelos pero todos tienen la función de actuar **con la velocidad del motor**.

El principio que se utiliza generalmente es:

La presión de la descarga de la bomba se ejerce en un pistón apoyado en un resorte. La tensión del resorte puede ajustarse.

El movimiento del pistón se acopla al carburador o al acelerador y todo aumento de presión ocasionará un movimiento del pistón lo cual reducirá la velocidad del motor. Si la presión disminuye, el pistón se desplaza nuevamente llevando la velocidad del motor a su punto inicial.

El operador ajusta la presión maniobrando el resorte por medio de una varilla con rosca unida a una manivela, que se encuentra en el panel de control de la bomba.

El procedimiento para hacer funcionar los controladores de presión mecánicos o hidráulicos es el siguiente:

PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DEL CONTROLADOR DE PRESIÓN

Para poner el controlador en marcha

- Una vez establecida en la bomba la presión deseada, aumentarla a 70 kPa (10 psi).
- Abrir el purgador del controlador y luego la válvula de alimentación del sistema.
- Cerrar el purgador cuando el aire se ha expulsado del sistema y el agua circula. La velocidad del motor se pondrá a marcha lenta.
- Abrir completamente el acelerador. La velocidad del motor no deberá cambiar. Establecer la presión inicial con la manivela del controlador. El sistema está en operación.

Si la velocidad del motor es inestable, es probablemente porque hay aire en el sistema. Comenzar nuevamente el procedimiento asegurándose que el sistema esté bien purgado.

Para apagar el controlador

En el momento del desacoplamiento del controlador:

- Cerrar el acelerador para disminuir la velocidad del motor
- Retirar la tensión del resorte con la palanca del controlador
- Cerrar la válvula de alimentación
- Abrir el purgador.



CONTROLADORES ELECTRÓNICOS

Es fácil usar los nuevos modelos de controladores de presión electrónicos. El regulador está combinado con el acelerador y se lo utiliza para establecer la presión deseada. Este va a conservar automáticamente la presión establecida cambiando el régimen del motor si es necesario. Estos controladores pueden controlar:

- la velocidad del motor
- la presión de entrada del agua
- la presión de salida del agua.

VÁLVULA DE ESCAPE

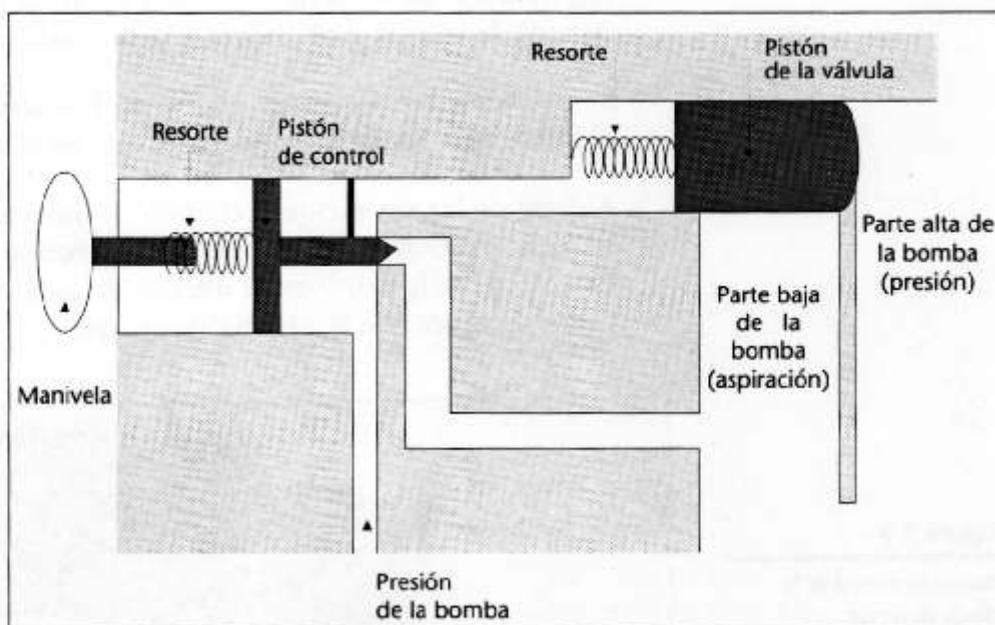
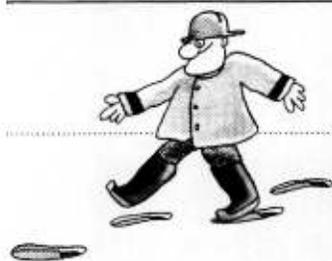


Figura 3.8

Esquema de la válvula de escape

Sistema de control de la presión que se encuentra tanto en los viejos como en los más recientes modelos.

El principio de funcionamiento es el mismo que el de los controladores de presión; la diferencia se encuentra en que el pistón, en lugar de controlar las revoluciones del motor, controla una válvula que se abre cuando la presión de descarga es superior a la presión fijada por el operador. La abertura de esta válvula permite que una parte del agua de la descarga vuelva hacia la parte baja de la bomba (aspiración) llevando así la presión al valor inicial.



PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DE LA VÁLVULA DE ESCAPE

El proceso de funcionamiento de las válvulas de escape una vez establecida la presión deseada es el siguiente:

- Accionar la palanca de control para poner en funcionamiento el sistema (si la hay).
- Ajustar el sistema controlador de la válvula girando la manivela (generalmente hacia la izquierda) hasta que la válvula se abra. Una luz se iluminará indicando que la válvula está abierta.
- Girar lentamente la manivela en sentido contrario hasta que la válvula se cierre. La luz se apaga indicando que el sistema está en funcionamiento.

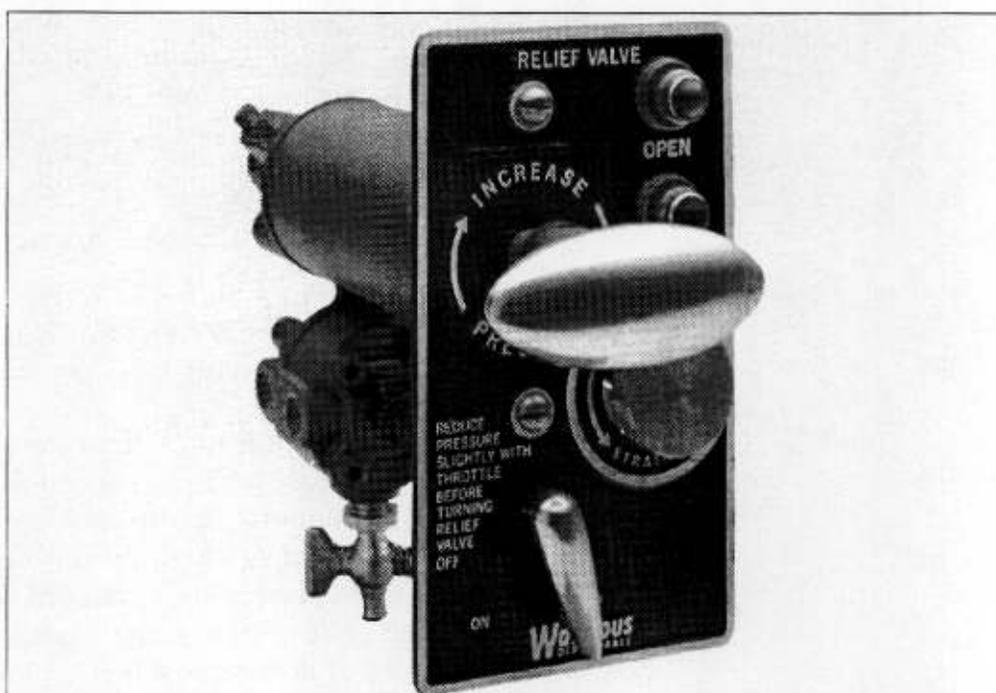
Algunos modelos cuentan con dos luces; la primera se enciende cuando la válvula está abierta y la segunda cuando está cerrada.

Si el sistema tarda en funcionar o no funciona es necesario verificar el filtro; éste puede estar sucio. Si éste es el caso, limpiarlo.

Al final de las operaciones cuando es necesario cerrar la válvula de escape se recomienda conservar una presión de alrededor de 350 kPa (50 lb/pulgadas²) en el interior de la bomba para facilitar el cierre completo de la válvula de escape.

Figura 3.9

Sistema de control de la válvula de escape



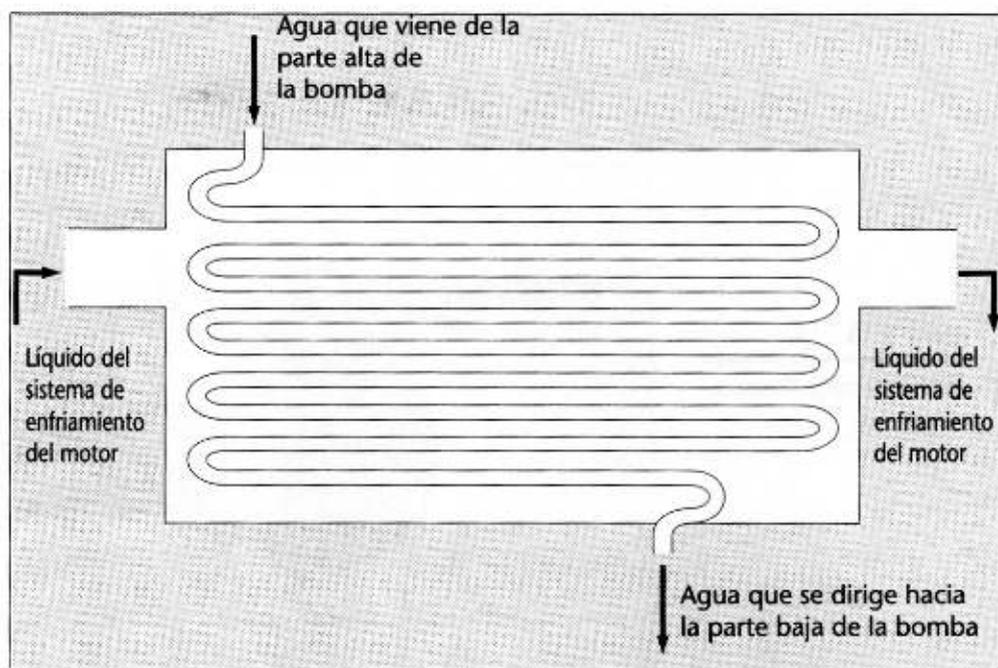
(cortesía de Waterous)

3.5

ENFRIADOR AUXILIAR

Figura 3.10

Esquema del enfriador auxiliar



Dispositivo de refrigeración auxiliar que aumenta la capacidad del sistema de enfriamiento normal del motor de la autobomba.

Bombear un caudal importante de agua a presiones elevadas le exige mucho al motor. Éste puede calentarse en ciertas circunstancias, por ejemplo: en las largas operaciones de bombeo a régimen elevado y/o en las estaciones calurosas.

Las autobombas cuentan con un dispositivo de enfriamiento auxiliar. Se trata de un sistema de convección en el que el agua del bombeo circula en un serpentín. Éste se encuentra bañado por el líquido de refrigeración del motor del cual absorbe el calor. Este dispositivo absorbe el calor excesivo del motor.

Una válvula situada en el panel de control de la bomba permite controlar el flujo del agua que circula en el serpentín. En la práctica cuando el operador nota que la temperatura del motor se eleva debe simplemente abrir esta válvula y ajustarla para que el motor vuelva a la temperatura de operación normal.

3.6 VÁLVULAS Y TUBOS DE DRENAJE

VÁLVULAS

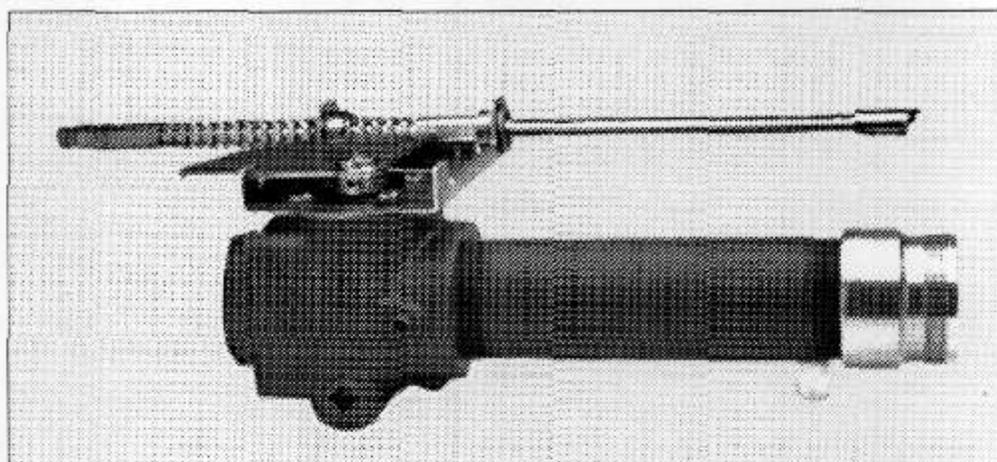


Figura 3.11

Válvula de descarga Waterous

cortesía Waterous

Un conjunto de válvulas asegura el control de circulación del agua en la entrada y en la salida de las bombas. La mayoría de los modelos de 65 mm (2 1/2 pulgadas) o menos son simples válvulas de bolas conectadas al panel de control por medio de una varilla con una manija.

Las más grandes son de 100 mm (4 pulgadas) y más, de tipo guillotina o mariposa, ya que una gran válvula de bolas puede ser difícil de manipular cuando hay mucha presión y también para que no sea posible activarlas rápidamente.

En toda circunstancia las válvulas tienen que ser manipuladas lentamente.

El hecho de abrir y más aún cerrar de manera brusca una válvula provoca inevitablemente un golpe de ariete en el que la fuerza puede causar daños a las mangueras, a la bomba y al acueducto, según el caso.

Las válvulas instaladas en las tuberías de entrada de agua hacia la bomba cuentan con purgadores que dejan escapar el aire que proviene de la manguera de alimentación antes de que el agua llegue a la bomba.

El purgador tiene que estar cerrado antes de abrir la válvula.

TUBOS DE DRENAJE

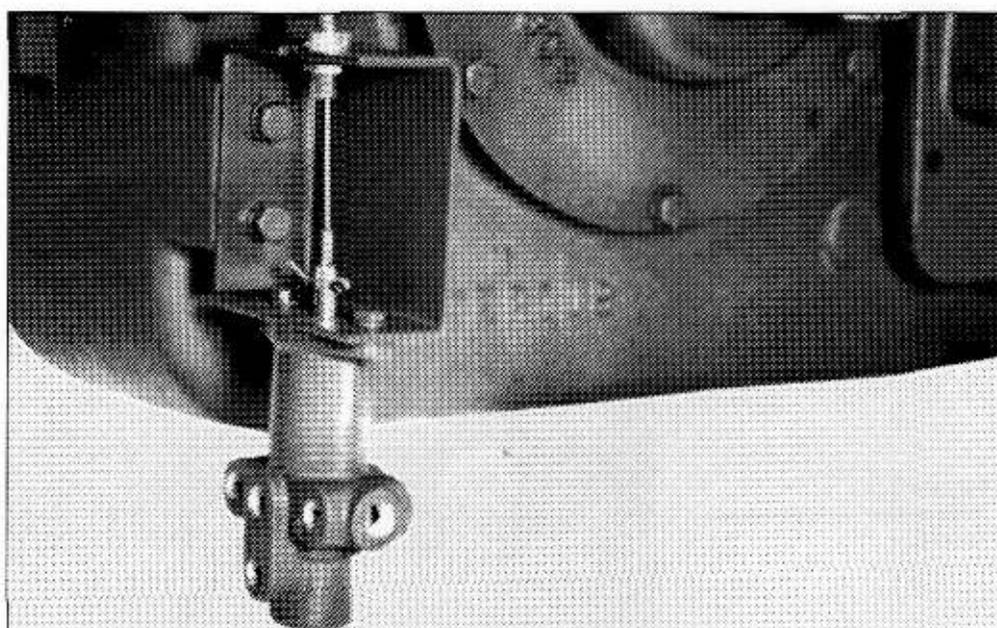


Figura 3.12

Tubo de drenaje principal y válvula

cortesía Waterous

Tubos cuya función es vaciar completamente la bomba de agua.

Las pequeñas bombas portátiles poseen solamente una pequeña válvula de drenaje en la parte baja del cuerpo de la bomba.

Las autobombas tienen un tubo de drenaje principal y quizás uno o dos adicionales en lugares estratégicos como la válvula de escape , por ejemplo.

Además, cada salida cuenta con un tubo de drenaje individual.

El tubo de drenaje principal se encuentra conectado por tubos en diversas partes de la bomba que permiten su drenaje general.

Se obtiene un mejor y más rápido drenaje si se abre una salida en la parte superior de la bomba para dejar entrar el aire a medida que el agua sale por el o los tubos de drenaje.

Es importante no abrir un tubo de drenaje (sobre todo el principal) cuando la bomba está bajo presión. Generalmente la hermeticidad de los tubos de drenaje se asegura mediante un empaque de hule (O-ring o Cup ring) que puede ser desplazado por el chorro de agua bajo presión, la ausencia de un empaque, o uno mal colocado comprometerá la hermeticidad del tubo de drenaje cuando esté cerrado.

3.7 MANDO DEL ACELERADOR

Mando que permite regular la velocidad del motor y ajustar al mismo tiempo la presión de la bomba.

Se encuentra en el panel de control del operador.

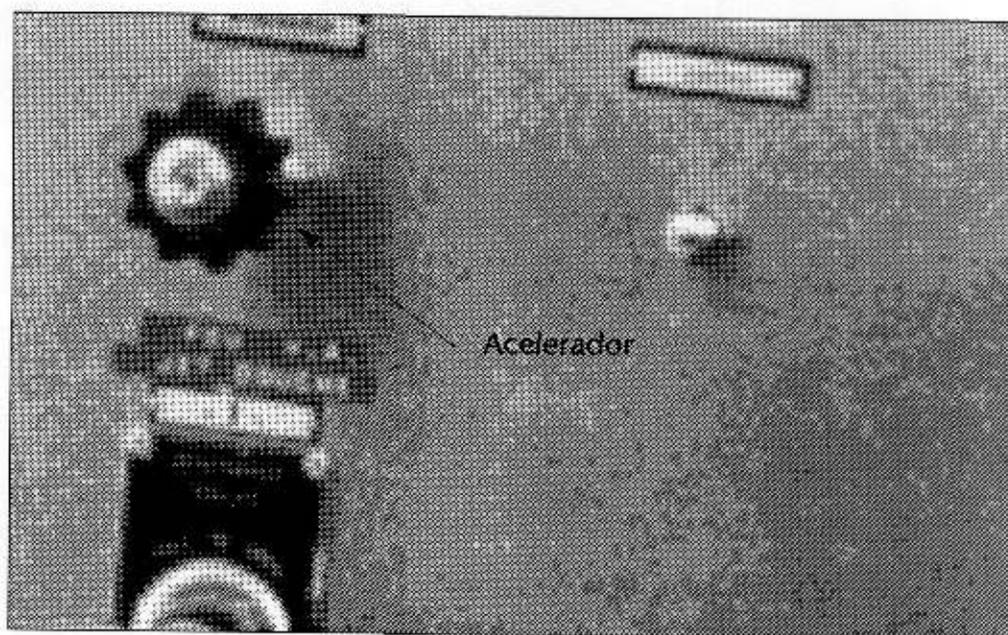


Figura 3.13

Acelerador



NOTA

Si la bomba cuenta con un controlador electrónico puede ser que no haya un acelerador manual porque el controlador sirve para regular la velocidad del motor.

El mando se gira habitualmente, hacia la izquierda para acelerar el motor y hacia la derecha para desacelerar.

La manija tiene en el centro un botón, generalmente es rojo, que se puede empujar para reducir rápidamente la velocidad del motor.

En una operación normal golpear el botón rojo para reducir la velocidad del motor no es una buena manera de proceder porque puede causar daños al mando a largo tiempo.

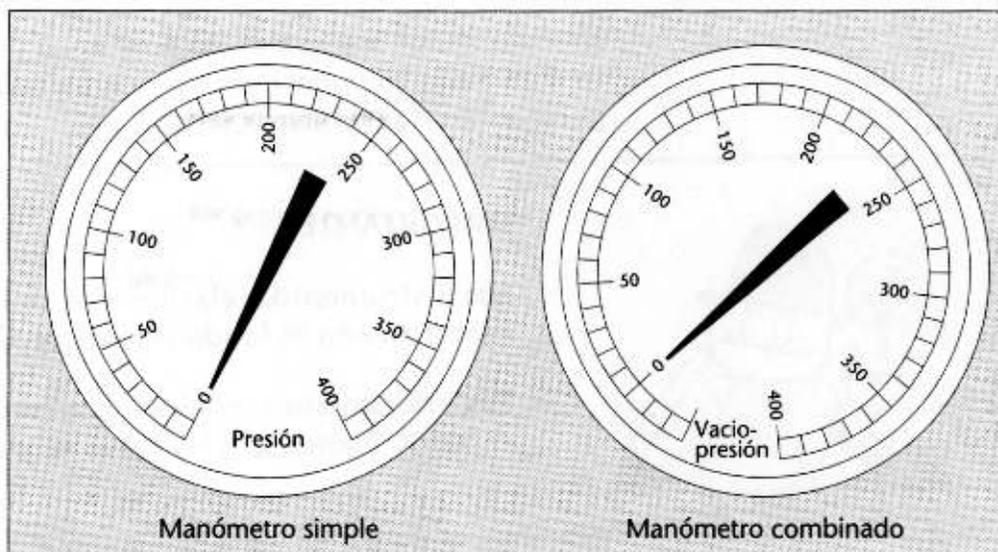
El uso del botón debe reservarse a las situaciones de emergencia.



3.8 INDICADORES

Figura 3.14

Indicadores del panel de control de la bomba



Los indicadores nos informan en todo momento sobre el funcionamiento de la bomba.

Se encuentran en el panel de control del operador para informarle sobre el régimen del motor, las presiones de entrada y de salida de la bomba, las presiones en las salidas, la temperatura del motor, la presión del aceite del motor, el nivel de agua del tanque de la autobomba, etc.

Los que informan sobre el estado del motor son los siguientes indicadores de:

- cuentarevoluciones
- temperatura
- presión del aceite

CUENTAREVOLUCIONES

Indicador de la velocidad del motor en revoluciones por minuto (RPM).

El mando del acelerador controla la velocidad del motor.

INDICADOR DE TEMPERATURA

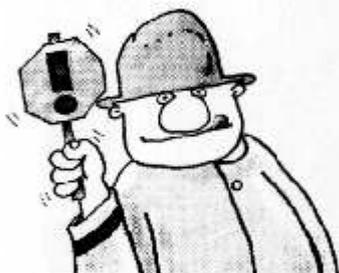
Indicador de la temperatura de funcionamiento del motor.

Ésta puede reducirse con la ayuda del enfriador auxiliar si el motor tiende a calentarse.

INDICADOR DE LA PRESIÓN DEL ACEITE

Indicador de la presión del aceite en el motor.

Una presión de aceite muy débil es signo de que el nivel de aceite es demasiado bajo, pero una caída repentina de la presión de aceite es sinónimo de problemas serios.



¡IMPORTANTE!

Los instrumentos relacionados con el funcionamiento del motor tienen el fondo negro con las cifras en blanco.

Los instrumentos destinados a controlar la bomba tienen el fondo blanco con las cifras en negro.

Existe una variedad de manómetros que indican la presión o depresión en diferentes lugares estratégicos de la bomba. Éstos son:

- manómetro compuesto o de entrada de la bomba
- manómetro a la salida de la bomba
- manómetros de presión en las salidas
- indicador del nivel del tanque de agua
- caudalímetro o contador de caudal

MANÓMETRO COMPUESTO O DE ENTRADA DE LA BOMBA

Manómetro que permite la lectura de la depresión del cebado de la bomba o de una prueba al vacío.

Informa también sobre la presión en la entrada de la bomba cuando se realiza la alimentación desde una fuente de agua dinámica.

MANÓMETRO EN LA SALIDA DE LA BOMBA

Manómetro que indica la presión de la descarga de la bomba.

MANÓMETROS DE PRESIÓN EN LAS SALIDAS

Manómetros que indican la presión de la descarga ejercida en cada una de las salidas de la bomba.

Maniobrando la válvula correspondiente, el operador puede ajustar la presión para cada una de las salidas.

CAUDALÍMETRO O CONTADOR DE CAUDAL

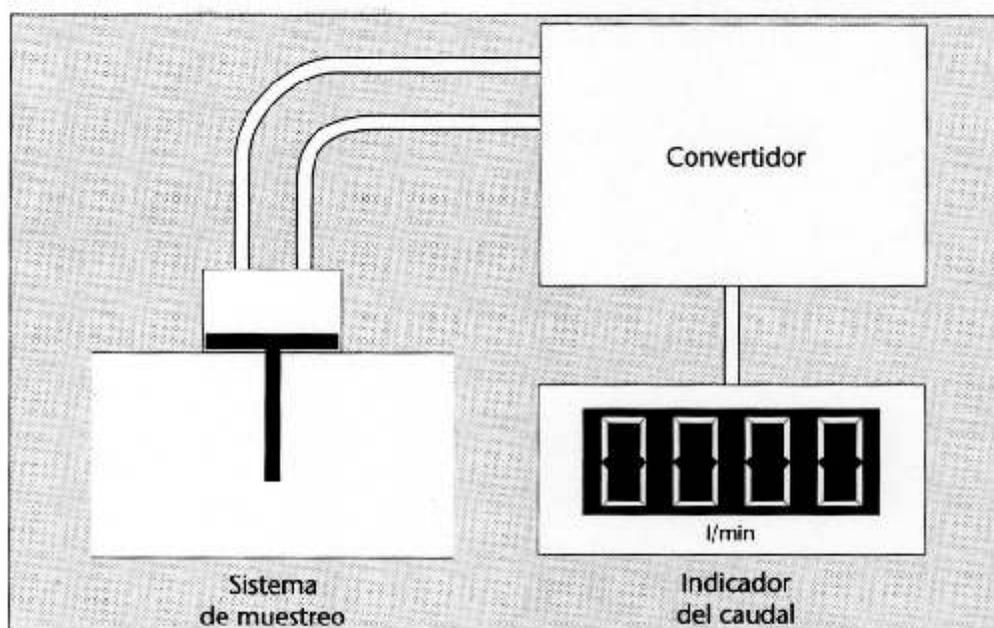
Manómetro que indica directamente en l/min o en GPM la cantidad de agua que suministra una salida.

Está disponible en el mercado desde hace algunos años.

El caudalímetro libera al operador de los cálculos relacionados con las pérdidas de carga. Sólo se requiere ajustar la velocidad del motor y las válvulas de salida para obtener el caudal deseado como puede leerse en el indicador.

Figura 3.15

Caudalímetro



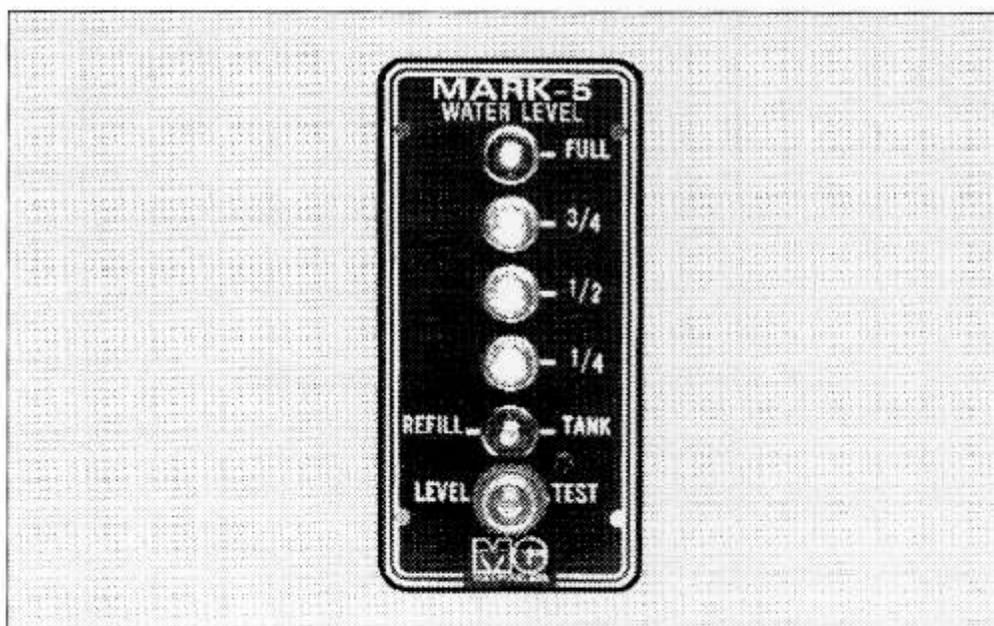
INDICADOR DEL NIVEL DEL TANQUE DE AGUA

Indica el nivel de agua en el tanque de la autobomba.

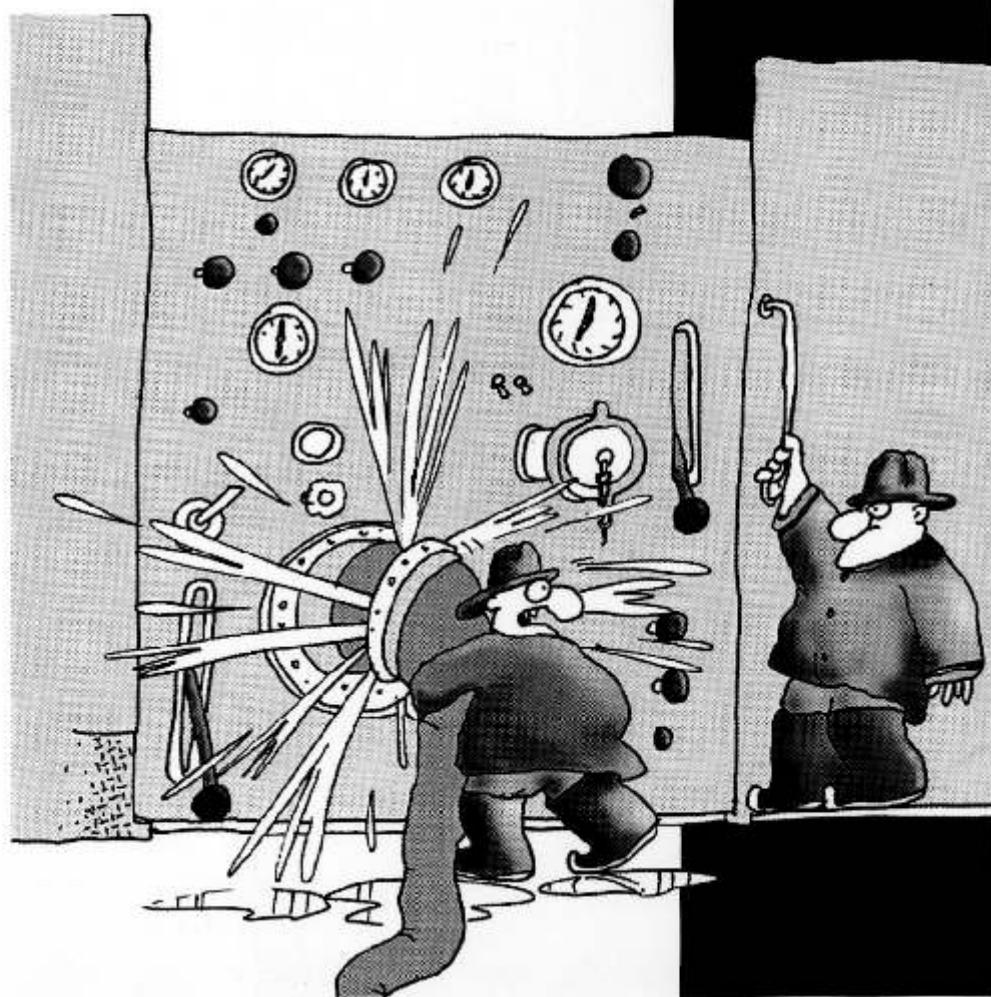
Puede ser mecánico o eléctrico.

Figura 3.16

Indicador del nivel del tanque de agua



Maniobra de las bombas





OBJETIVO ESPECÍFICO

- Aplicar las instrucciones para hacer funcionar las bombas y su maniobra.

La materia presentada aquí integra todas las nociones contenidas en los capítulos precedentes.

A través de los múltiples ejercicios, el estudiante podrá desarrollar su habilidad para operar las bombas.

4.1

DEFINICIONES

BOMBEO EN RELEVO

El bombeo de relevo consiste en el uso de dos o varias autobombas conectadas en serie por medio de mangueras para llevar el agua de un punto dado hacia el lugar del incendio.

El objetivo es contrarrestar las pérdidas de carga considerables, asociadas a las grandes distancias de las líneas de mangueras cuando la fuente de agua está muy alejada del lugar del incendio.

BOMBEO PARALELO

El bombeo paralelo consiste en el uso de dos o varias bombas portátiles o autobombas conectadas paralelamente para llevar agua hacia otra bomba.

El objetivo es alimentar una bomba a partir de otras bombas de menores caudales.

Ejemplo → Para alimentar una autobomba a partir de bombas portátiles es probable que se deba utilizar más de una si se la quiere alimentar a su capacidad nominal.



4.2

BOMBAS PORTÁTILES

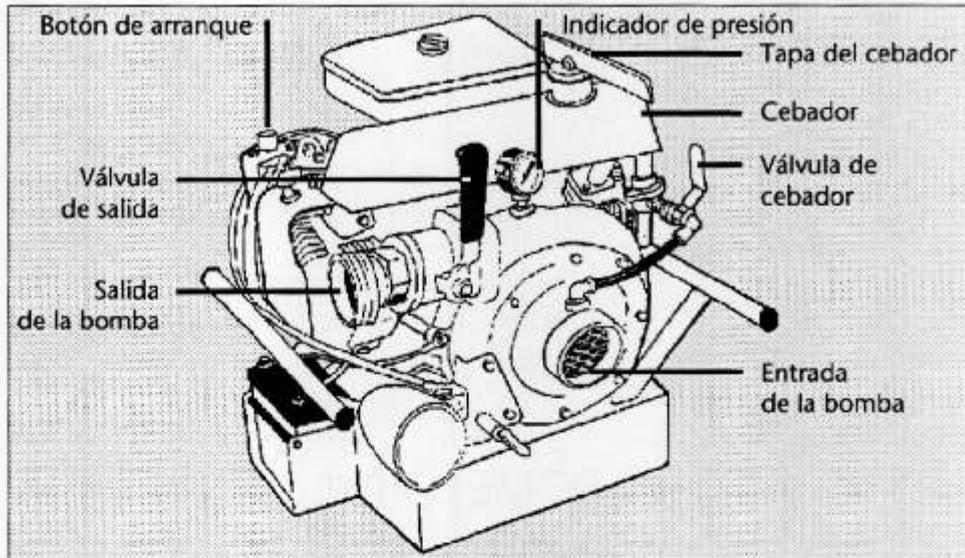


Figura 4.1

Partes de una bomba portátil

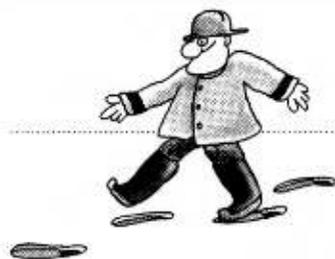
BOMBEO A PARTIR DE UNA FUENTE DE AGUA ESTÁTICA

Las bombas portátiles se usan habitualmente para el bombeo a partir de una fuente de agua estática para llevar el agua hacia una autobomba.

Figura 4.2

Bombeo a partir de una fuente de agua estática





PROCEDIMIENTO DE BOMBEO A PARTIR DE UNA FUENTE DE AGUA ESTÁTICA

- Instalar la bomba portátil a nivel cerca de la fuente de agua.
- Sujetar la manguera rígida de aspiración o tubo de succión a la bomba asegurándose de su hermeticidad. Todo acople mal cerrado o que permita la entrada de aire a causa de un empaque en mal estado reducirá la capacidad de aspiración de la bomba y puede llegar a impedir el cebado. Es importante verificar que el sistema de escape sea hermético. Si hay agujeros en el sistema o si la chapaleta no cierra bien la cámara de escape de gases, el cebado tomará más tiempo o no se producirá y la altura de aspiración posible será seguramente menor.
- Sumergir la extremidad de la manguera de aspiración en el agua de manera que el filtro esté recubierto de por lo menos 25 cm (10 pulgadas) de agua para evitar la aspiración de aire. El filtro no debe tocar el fondo y debe estar a una distancia de alrededor de 25 cm (10 pulgadas) de éste para impedir que la arena u otros cuerpos extraños se introduzcan en la manguera. Con las bombas mayores, la extremidad de la manguera deberá estar todavía más alejada del fondo y de la superficie. Cuando la situación lo permite una buena manera de inmovilizar la manguera de aspiración es atarla a una escalera sumergida en el agua.
 En el caso de un filtro flotante, asegurarse que flote en agua suficientemente profunda para evitar la aspiración de los cuerpos extraños.
- Instalar los tramos de manguera de descarga necesarios.
- Verificar que la válvula de descarga y el tubo de drenaje de la bomba estén bien cerrados. Si estas válvulas dejan entrar aire en la bomba, el cebado de la bomba será imposible.

Varias bombas portátiles cuentan con una chapaleta en la salida que se cierra automáticamente durante el cebado de la bomba. En este caso no es necesario que haya una válvula en la salida de la bomba. La chapaleta suministrará agua enseguida después del cebado e impedirá que la bomba se vacíe si es necesario parar el motor temporalmente.

- Poner el motor en funcionamiento y llevarlo a su velocidad máxima sin carga.



- Abrir la válvula que une el cebador con la bomba y cerrar la chapaleta de desvío de los gases de escape hacia el sistema de cebado en Venturi.

Cuando un chorro de agua continuo aparece en la salida del cebador, cerrar la válvula que la une a la bomba y abrir la chapaleta de desviación de los gases.

- Abrir la válvula de descarga, si hay una, en este momento la bomba debe suministrar agua. Si la bomba cuenta con una chapaleta en vez de una válvula ésta comenzará a suministrar agua enseguida después de haber sido cebada.
- Poner en marcha el regulador de presión si hay uno.

¡IMPORTANTE!



No dejar que la bomba gire un largo tiempo cuando no suministra agua. Si por una u otra razón se tiene que cerrar la válvula de descarga, dejar siempre un chorro de agua circulando para evitar que la bomba se caliente. El tubo de drenaje de la bomba puede utilizarse con este fin.

BOMBA FLOTANTE

El funcionamiento de las bombas flotantes es simple porque la mayoría de estas bombas se ceban solas.

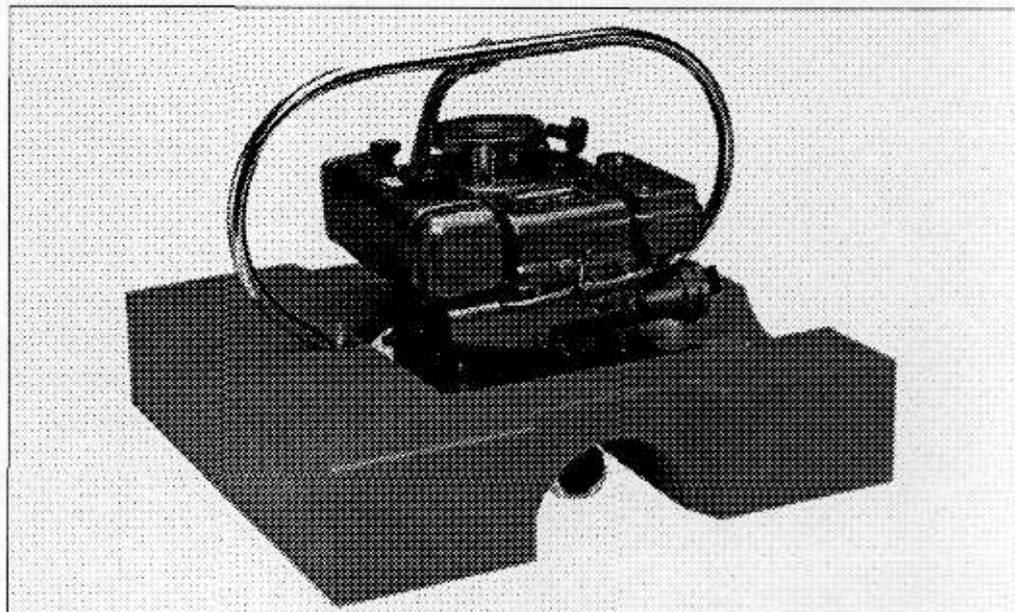


Figura 4.3

Bomba flotante





PROCEDIMIENTO DE BOMBEO CON UNA BOMBA FLOTANTE

- Instalar la manguera de descarga
- Colocar la bomba en el agua
- Poner en funcionamiento el motor

La bomba debe comenzar a suministrar agua.

¡IMPORTANTE!

Medida de seguridad para todas las bombas portátiles

Es necesario ser extremadamente prudente cuando se llena el tanque de gasolina de una bomba portátil en la cual el motor está caliente. Si la gasolina desborda y cae sobre el motor, o sobre el sistema de escape, puede producirse una inflamación espontánea de gasolina. Lo ideal es esperar que el motor se enfríe. Es necesario que un extintor clase B se encuentre a mano.



BOMBEO A PARTIR DE UN CAMIÓN CISTERNA

En casos de emergencia una bomba portátil puede funcionar para alimentar uno o dos pitones (particularmente si desarrolla una presión de 700 kPa (100 psi) o más) y ser alimentada por un camión cisterna. En este caso el procedimiento de maniobra es un poco diferente al anterior.

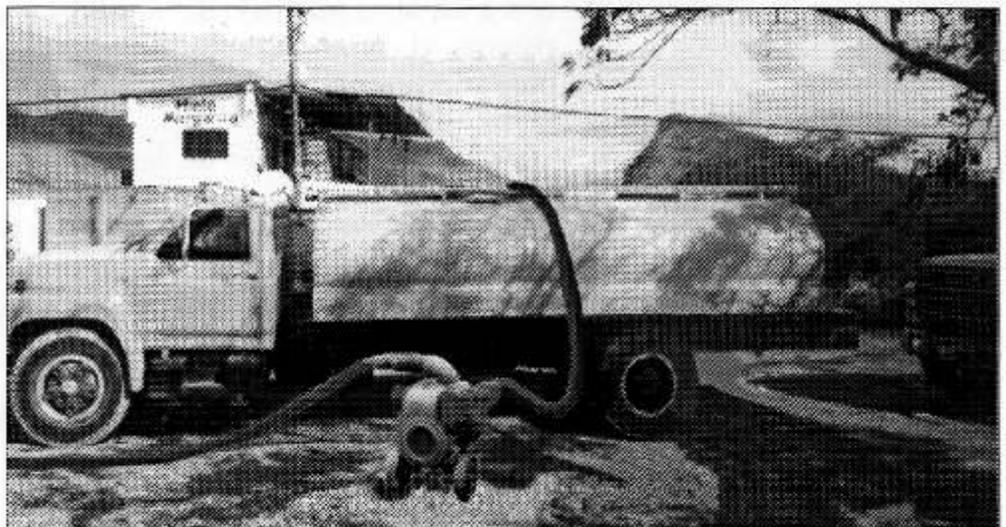
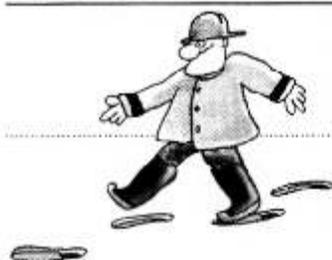


Figura 4.4

Bombeo a partir de un camión cisterna





PROCEDIMIENTO DE BOMBEO A PARTIR DE UN CAMIÓN CISTERNA

- Sujetar la manguera de aspiración en la bomba y conectarla al camión cisterna.

Es posible que sea necesario usar adaptadores debido a que las salidas de los camiones cisternas son de 65 mm (2 1/2 pulgadas) mientras que las bombas portátiles, especialmente las más potentes, tienen una sola entrada que puede llegar a 100 mm (4 pulgadas). Si la entrada de la bomba es de 90 mm (3 1/2 pulgadas) o más, se deben usar de preferencia dos mangueras de aspiración de 65 mm (2 1/2 pulgadas) unidas a un colector que tenga las dimensiones apropiadas con la bomba.

Si no es posible conectar las mangueras a las salidas del camión cisterna de manera satisfactoria es muy posible obtener un mejor resultado sumergiendo la manguera de aspiración directamente en el pozo de llenado situado en la parte superior del camión cisterna. Recordar siempre que una manguera de aspiración demasiado pequeña limita la capacidad de la bomba y puede provocar la cavitación.

- Instalar la o las mangueras de descarga dejando al menos un pitón abierto para que el aire pueda salir.
- Poner en funcionamiento el motor y llevarlo a la velocidad máxima sin carga.

Si las mangueras de aspiración están conectadas a la (s) salida(s) del camión cisterna:

- Abrir la(s) válvula(s) de descarga del camión cisterna. La bomba está a un nivel más bajo del nivel del agua en el camión cisterna, el cebado se hace automáticamente por gravedad y la bomba comienza a suministrar el agua.

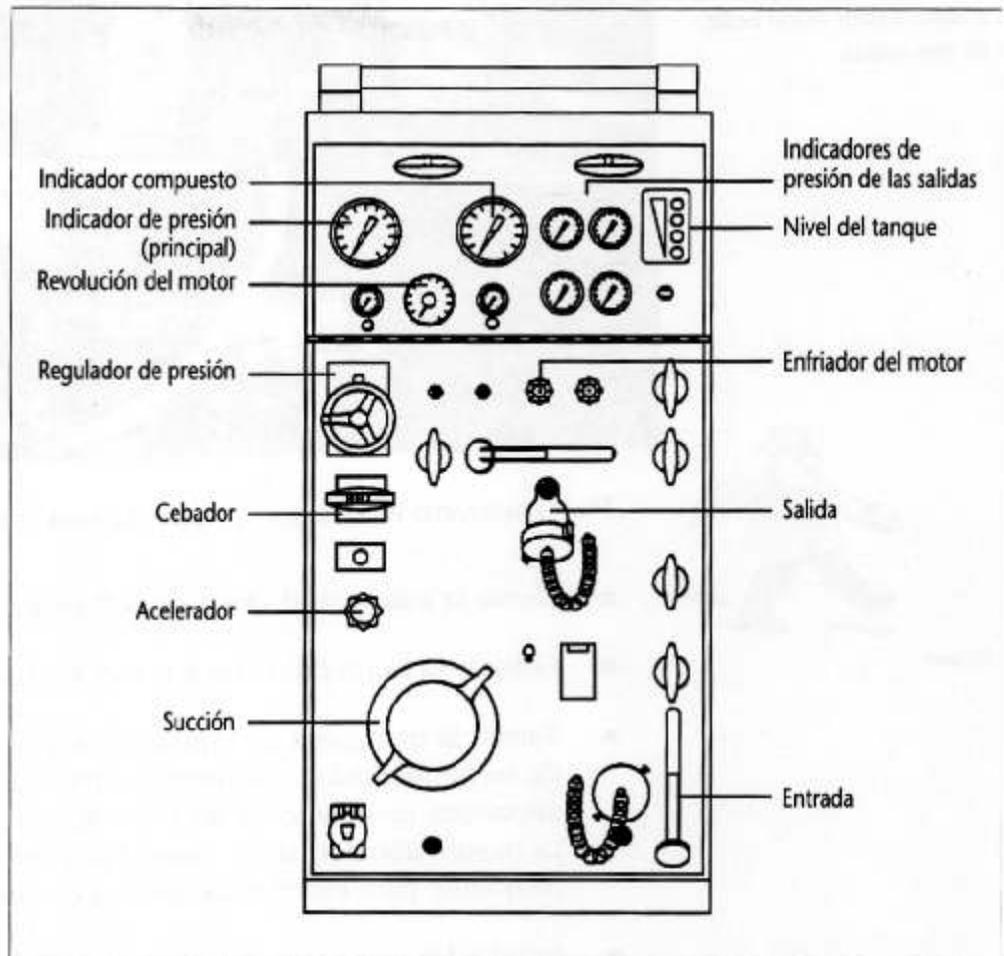
Si se aspira a partir del pozo de llenado del camión cisterna:

- Usar el procedimiento de cebado de la bomba. De esta manera hay una parte de la manguera de aspiración que está más alta que el agua del camión cisterna y el agua no va a dirigirse hacia la bomba si no se usa el cebador.
- Ajustar las presiones y poner el regulador de presión en operación si hay uno.

4.3 AUTOBOMBAS

Figura 4.5

Panel de control de una autobomba

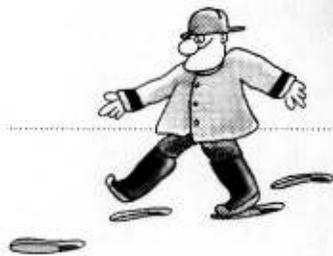


BOMBEO A PARTIR DE UNA FUENTE DE AGUA ESTÁTICA

La operación de bombeo a partir de una fuente de agua estática (río, reserva subterránea, tanque portátil, etc.) es la maniobra de base para las operaciones de las bombas.

Figura 4.6

Bombeo a partir de una fuente de agua estática



PROCEDIMIENTO DE BOMBEO A PARTIR DE UNA FUENTE DE AGUA ESTÁTICA

- Llevar la autobomba cerca de la fuente de agua e inmovilizarla.
- Colocar el freno de mano y poner los topes en las ruedas.
- Sujetar la manguera de aspiración a la autobomba asegurándose de su hermeticidad y sumergir el filtro de manera que se encuentre recubierto de 40 a 50 cm (16 a 20 pulgadas) de agua. La misma distancia debe existir entre el filtro y el fondo del recipiente para evitar la aspiración de cuerpos extraños.
- Instalar las mangueras de descarga con los pitones.
- Colocar la bomba en funcionamiento embragándola si se encuentra conectada directamente, o embragando el control de la caja de transferencia. Asegurarse que todas las válvulas se encuentren cerradas.
- Proceder al cebado.

La mayor parte de los recientes modelos de autobombas cuentan con un cebador eléctrico de engranajes o de paletas con un recipiente de aceite integrado. La maniobra se resume generalmente a jalar la manija y aumentar la velocidad del motor (alrededor de 1200 RPM) hasta que el agua circule del cebador al exterior y la presión en el manómetro principal indique una presión estable. Durante el cebado debe escucharse el ruido del motor eléctrico porque cuando se completa el cebado el ruido va a cambiar.

Cuando el cebador es mecánico, la maniobra es casi idéntica salvo que el aumento de la velocidad del motor es necesario porque la velocidad del cebador es directamente proporcional a la velocidad del motor del vehículo.

- Soltar la manija del cebador y aumentar la velocidad del motor. La presión del manómetro principal de la bomba aumentará con la revolución del motor.
- Abrir las válvulas de salida y los pitones deseados. Ajustar cada válvula de salida para obtener la presión deseada en esa salida y aumentar la velocidad del motor de acuerdo a la necesidad. La presión necesaria en cada salida se calcula teniendo en cuenta la pérdida de carga en el conjunto de mangueras que se alimenta.
- Colocar el mecanismo regulador de presión en funcionamiento. La maniobra exacta del regulador de presión varía según el fabricante y el principio de funcionamiento de cada tipo. Este mecanismo debe funcionar desde que se usa uno de los pitones y se establece la presión de bombeo. De esta manera este mecanismo protegerá tanto al personal como al material.
- Abrir si se necesita la válvula del enfriador auxiliar para mantener la temperatura normal del motor.

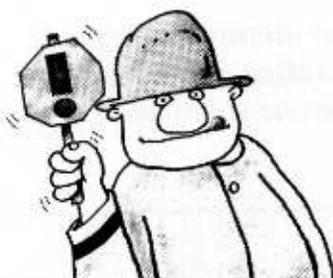
Al final de las operaciones de bombeo el operador deberá:

- Desactivar el regulador de presión
- Bajar la velocidad del motor al mínimo y cerrar todas las salidas
- Desacoplar la bomba
- Drenarla si es necesario.

¡IMPORTANTE!

La bomba nunca debe girar en seco (más de uno o dos minutos aproximadamente). Puede quemar la estopa de la bomba y rayar el eje.

No es aconsejable tampoco dejarla girar cuando no suministra agua.



Si por una u otra razón es necesario cerrar todas los pitones se debe dejar circular un poco de agua por lo menos por una de las salidas para evitar que la bomba se caliente.

Un método alternativo sería que el agua circulara en el tanque de la bomba abriendo la válvula para llenarlo y la válvula de succión. Las bombas modernas cuentan con un enfriador para la bomba que se puede abrir y que es una pequeña salida.

Contrariamente a las bombas portátiles el tubo de drenaje no se debe utilizar para dejar que el agua circule cuando hay presión en la bomba.

BOMBEO A PARTIR DE UNA FUENTE DINÁMICA

Aunque se disponga de una fuente de suministro de agua, se usa el tanque de la autobomba para empezar las operaciones de bombeo antes que las mangueras de aspiración sean colocadas.

Se explicará entonces el proceso de bombeo a partir del tanque del vehículo y el de la transferencia de la fuente de agua con presión (dinámica).



¡IMPORTANTE!

Ciertas etapas de este proceso son idénticas a las del bombeo a partir de una fuente estática; éstas no serán repetidas integralmente. Señalaremos solamente las diferencias.

Figura 4.7

Bombeo a partir de una fuente dinámica



PROCEDIMIENTO

- Inmovilizar el vehículo y poner el freno de mano
- Acoplar la bomba
- Instalar topes en las ruedas
- Abrir la válvula de succión del tanque asegurándose de que todas las otras se encuentran bien cerradas
- Cebear la bomba.

Se puede usar el mismo método de cebado que para una fuente estática, es decir, usando el cebador. Sin embargo, el nivel del agua en el tanque de la autobomba es más alto que el nivel de la bomba, y por tanto puede cebarse fácilmente la bomba por gravedad.

Para esto, abrir la válvula de succión del tanque, luego abrir la salida que se encuentre más alta en la bomba, de preferencia una salida que no esté unida a una manguera de descarga. El agua invadirá la bomba para salir por la salida abierta. Cuando la presión empieza a aumentar, cerrar la salida. La bomba está cebada.

Si la autobomba debe conectarse inmediatamente a un acueducto bajo presión sin usar el tanque del vehículo, no es necesario cebar la bomba debido a que la fuente de agua está bajo presión. Una vez las mangueras de alimentación conectadas y purgadas, se abren lentamente las válvulas de entrada y las de salida. El agua será expulsada bajo presión y la bomba estará cebada automáticamente.

En este caso, no es necesario proceder a la transferencia de alimentación. Se abren las válvulas de salida, se establecen las presiones necesarias y se pone en funcionamiento el regulador de presión.

Una vez establecida la presión en la bomba,

- Abrir las válvulas de las salidas y ajustar las presiones necesarias.
- Poner en funcionamiento el mecanismo regulador de presión.

Una vez preparadas las mangueras que provienen del acueducto, proceder a la transferencia de alimentación como sigue:

- Conectar la o las mangueras que provienen del hidrante a la entrada de la bomba asegurándose que las válvulas de entrada se encuentren cerradas y que los purgadores estén abiertos.
- Abrir el hidrante o retirar el estrangulador dependiendo del caso y dejar los purgadores abiertos hasta que no haya más aire en las mangueras y el agua salga.
- Cerrar los purgadores y abrir lentamente la válvula de entrada.
- Cerrar simultáneamente la válvula de succión del tanque. El objetivo es pasar progresivamente la alimentación de la bomba, del tanque al hidrante.

Si se alimentan dos mangueras:

- Abrir lentamente la válvula de la segunda entrada.

Durante el proceso de transferencia:

- Ajustar de acuerdo a la necesidad la velocidad del motor para impedir las variaciones de presión en la descarga.
- Usar, de acuerdo a las necesidades, el enfriador auxiliar si el motor del vehículo tiende a calentarse.



NOTA
Si se ha tomado la precaución de poner el mecanismo regulador de presión en funcionamiento antes de hacer la transferencia, la presión de bombeo en la salida permanecerá constante. De esta manera, se protegen los bomberos contra las superpresiones.



- El fin de las operaciones de bombeo se efectúa exactamente como una operación de bombeo en una fuente de suministro de agua estática.

Cuando se realiza un bombeo a partir de una fuente dinámica, se debe conservar al menos 70 kPa (10 psi) de presión residual a la entrada de la bomba. A menos de 35 kPa (5 psi) se corre el riesgo de que la bomba entre en cavitación en todo momento.

BOMBEO A PARTIR DE UN CAMIÓN CISTERNA

Algunas situaciones que son posibles:

- Si el camión cisterna no cuenta con la bomba de descarga.

El proceso será el mismo que para el bombeo a partir del tanque de la autobomba.

- Si el camión cisterna cuenta con una bomba de descarga.

En este caso el bombeo debe ser igual al de una fuente dinámica. Sin embargo, si la bomba de descarga es pequeña, la capacidad de bombeo de la autobomba puede reducirse considerablemente.

¡IMPORTANTE!

Si el camión cisterna no cuenta con salidas de diámetro grande, se deben usar al menos dos mangueras de 65 mm (2 1/2 pulgadas) para alimentar una autobomba a partir de un camión cisterna, para no reducir considerablemente la capacidad de la autobomba.

Se debe usar el tanque de la autobomba como fuente temporal durante los cambios de un camión cisterna.

Si se necesita bombear mucha agua a partir de un camión cisterna, quizás la mejor forma es usar la manguera de aspiración o tubo de succión de 4 pulgadas o más, introducida en el pozo de llenado del camión cisterna. Sin embargo, de esta manera se deberá suspender las operaciones de bombeo y cebar nuevamente la bomba a cada cambio de camión cisterna.



Figura 4.8

Bombeo a partir de un
camión cisterna



BOMBEO DE RELEVO

El bombeo de relevo se realiza cuando la fuente de agua se encuentra a más de 150 m (500 pies) del lugar de la operación. Se trata de colocar una primera bomba cerca de la fuente de agua, la cual conducirá el agua hacia una segunda bomba colocada cerca del lugar del incendio.

En un bombeo de relevo es necesario observar los siguientes principios:

- Si se usan dos autobombas para el bombeo de relevo, la más potente se colocará cerca de la fuente de agua.

Esta autobomba absorberá la pérdida de carga asociada al largo de las mangueras de descarga y permitirá a la bomba de ataque alcanzar su rendimiento máximo.

- Si se usa una bomba portátil con una autobomba, es la bomba portátil la que se coloca cerca de la fuente de agua, ya que la mayoría de las bombas portátiles no pueden suministrar las presiones necesarias a los pitones y les falta flexibilidad en los controles.

Evidentemente la capacidad de bombeo de la autobomba no podrá sobrepasar la capacidad de la bomba portátil. Por eso se recomienda usar varias bombas portátiles cuando es necesario alimentar una autobomba para que bombee a su máxima capacidad.

- Si dos bombas portátiles son instaladas en paralelo para impulsar el agua hacia la tercera bomba, las dos bombas en paralelo deberán ser operadas a la misma presión de descarga (para evitar que el agua tienda a regresar hacia la bomba en que la presión es menor).

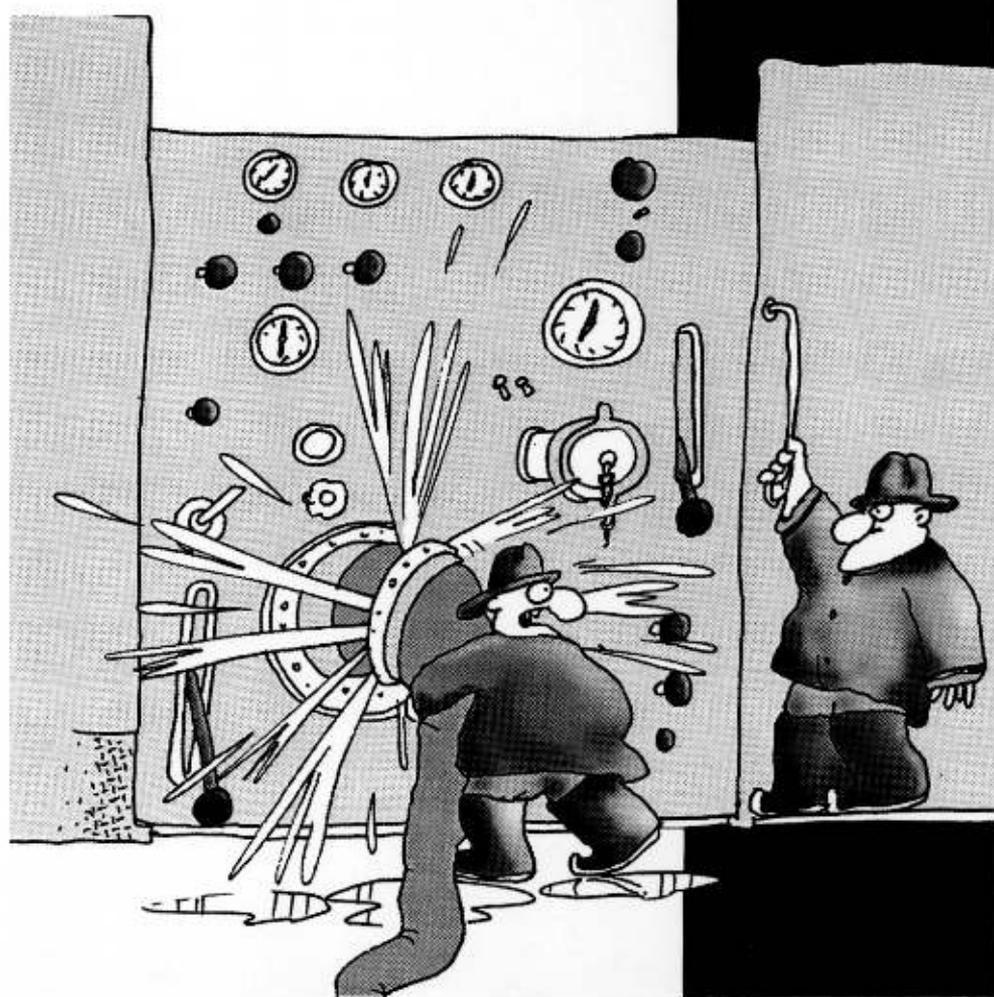


Figura 4.9

Curso de operación de bomba. El curso es importante para ser un buen operador de bomba



Mantenimiento de las bombas





OBJETIVO ESPECÍFICO

- Planificar el mantenimiento básico y preventivo de las bombas.

Las autobombas, como todo el material de emergencias y de incendios, se deben mantener en perfecto estado de funcionamiento para que puedan dar su mayor rendimiento en las operaciones.

Las bombas portátiles y las autobombas son máquinas robustas, creadas para trabajos duros, pero necesitan un mantenimiento minucioso para evitar las interrupciones u otros problemas, que desgraciadamente se presentan generalmente en los peores momentos de una operación.

5.1

MANTENIMIENTO

GENERALIDADES

Lo ideal es tener un programa de inspección regular, además de un calendario de mantenimiento preventivo. Esto permite descubrir la mayoría de los problemas debidos al deterioro normal o prematuro de los componentes del vehículo o de la bomba.



¡IMPORTANTE!

El estado de la bomba es responsabilidad del operador.

La frecuencia de las inspecciones de los vehículos o de las bombas portátiles depende naturalmente de las necesidades del cuartel de bomberos.

Normalmente, se realiza una inspección cada vez que cambia el equipo de trabajo. La mejor manera de hacer una inspección es usando una «ficha de inspección» en la que se encuentran inscritos los puntos a los que se les debe prestar una atención particular en la inspección.

Al final de este capítulo se encuentra un ejemplo de ficha de inspección que se puede modificar y adaptar a las necesidades particulares de cada cuartel de bomberos.

DURANTE UNA OPERACIÓN

En el momento de las maniobras de bombeo, un operador atento puede detectar anomalías menores antes que se vuelvan importantes. Un cebado más largo de lo habitual, un sonido extraño, la temperatura del motor más elevada, una válvula difícil de maniobrar, etc., pueden ser los indicios de un problema que comienza o de una avería inminente.



DESPUÉS DE UNA OPERACIÓN

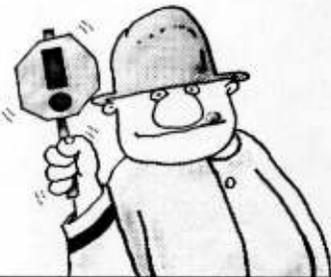
Al regresar al cuartel, el operador debe investigar la causa de los cambios de comportamiento de la máquina e intentar encontrar una explicación. En la mayoría de los casos se trata de ajustar una tuerca o reemplazar un empaque. Un operador con experiencia puede solucionar los problemas menores que puedan presentarse.

Si la reparación necesita un conocimiento especializado, el operador debe informar a su superior quien llamará a una persona calificada para realizar el trabajo.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El programa de mantenimiento preventivo debe basarse en la frecuencia de las operaciones y en las condiciones de trabajo de los vehículos. Permite limpiar, ajustar o reemplazar los diferentes componentes de los vehículos antes de que alcancen un estado de deterioro crítico. Además del cambio de aceite del motor, este programa debe incluir, según un calendario realista, el cambio de filtros, correas, plaquetas de frenos, etc. Debe incluir sobre todo las piezas que no se pueden ver en la inspección y reemplazarlas según las necesidades antes de que se dañen y causen problemas mayores.

En el caso de una bomba, además de los componentes del chasis del vehículo, se debe observar el filtro del sistema de válvulas de escape que se debe limpiar regularmente y el nivel del aceite del cebador que debe estar por lo menos en 3/4.



¡IMPORTANTE!

No olvidar que los manuales producidos por el fabricante del chasis, de la bomba, etc., son fuentes de preciosa información y deben ser consultados para establecer el programa de inspección y mantenimiento.

Figura 5.1

Mantenimiento e inspección. Un buen mantenimiento es el factor principal para asegurar además del buen funcionamiento del vehículo su duración

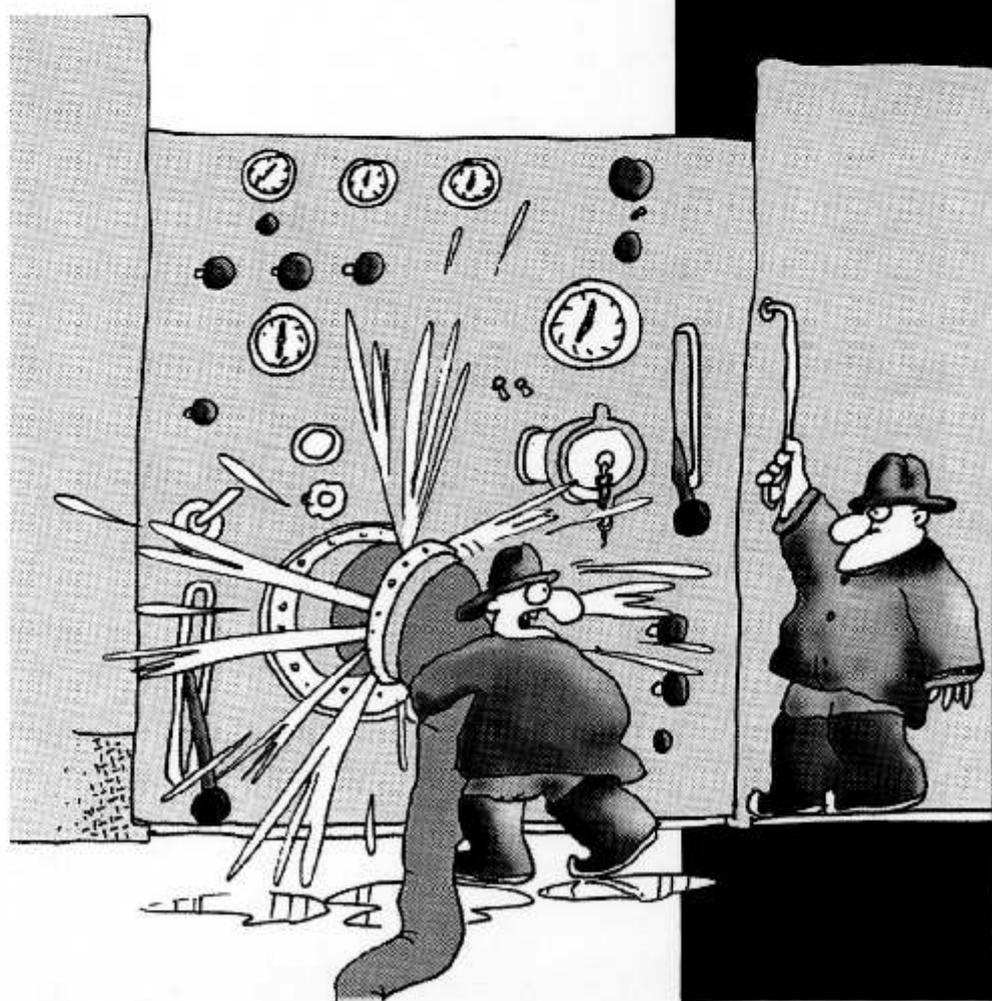


¡IMPORTANTE!

El mantenimiento debe ser minucioso y periódico porque de éste depende la duración del uso del vehículo.



Ficha de inspección para una autobomba



ANEXO

En este anexo se encuentra un modelo de ficha de inspección para el vehículo. El objetivo de la inspección es de detectar las anomalías antes que se agrave el problema.

La ficha permite hacer una verificación completa del vehículo sin olvidar ciertos componentes, transmitir por escrito al responsable las informaciones concernientes a un defecto real o anticipado para que se hagan los correctivos de lugar.

La ficha permite además:

- hacer un histórico del estado del vehículo
- cuantificar la frecuencia de ciertos tipos de problemas
- percibir el estado de la flota de vehículos, y
- planificar las sustituciones de dichos vehículos cuando sea necesario.



FICHA DE INSPECCIÓN DE LOS VEHÍCULOS

| | | | | | |
|--------------------------|--|----------------------------|--|---------------------|--|
| Simbología: Correcta (✓) | | Verificación necesaria (O) | | No se aplica (N.A.) | |
| EQUIPO: | | FABRICANTE: | | | |
| MARCA: | | | | | |
| Nº DEL VEHÍCULO: | | INSPECCIÓN REALIZADA POR: | | | |
| KILOMETRAJE: | | FECHA: | | | |

INSPECCIÓN VISUAL

1. COMPARTIMIENTO - MOTOR

| | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| NIVEL DEL ACEITE | | SISTEMA ELÉCTRICO | | VARIOS | |
| — motor | <input type="checkbox"/> | — cables | <input type="checkbox"/> | — soportes del motor | <input type="checkbox"/> |
| — frenos | <input type="checkbox"/> | — alternador | <input type="checkbox"/> | — tubo de escape | <input type="checkbox"/> |
| — servodirección | <input type="checkbox"/> | — acumulador | <input type="checkbox"/> | — limpiaparabrisas | <input type="checkbox"/> |
| ENFRIAMIENTO | | — motor de arranque | <input type="checkbox"/> | — líquido de parabrisas | <input type="checkbox"/> |
| — depósito de expansión del radiador | <input type="checkbox"/> | SISTEMA DE CARBURACIÓN | | — bocina o claxon | <input type="checkbox"/> |
| — nivel del líquido | <input type="checkbox"/> | — filtro | <input type="checkbox"/> | — tapas de los balancines | <input type="checkbox"/> |
| BANDAS | | — bomba | <input type="checkbox"/> | — compresor de aire | <input type="checkbox"/> |
| — ventilador | <input type="checkbox"/> | — mangueras de carburante | <input type="checkbox"/> | — iluminación del compartimiento | <input type="checkbox"/> |
| — alternador | <input type="checkbox"/> | — filtro de aire | <input type="checkbox"/> | OTROS | <input type="checkbox"/> |
| — servodirección | <input type="checkbox"/> | | | | |

2. TREN DELANTERO

| | |
|---|--------------------------|
| Fijación de los amortiguadores y resortes | <input type="checkbox"/> |
| Eje del guía | <input type="checkbox"/> |
| Tubos de los frenos | <input type="checkbox"/> |
| Frenos de servicio | <input type="checkbox"/> |
| Llantas, aros, tuercas | <input type="checkbox"/> |

3. CAJA DE VELOCIDADES Y EMBRAGUE

| | |
|-----------------|--------------------------|
| Fuga de aceite | <input type="checkbox"/> |
| Nivel de aceite | <input type="checkbox"/> |
| Otros | <input type="checkbox"/> |

4. CHASIS (VARIOS)

| | | | |
|-----------------------|--------------------------|--|--------------------------|
| Línea de carburante | <input type="checkbox"/> | Soportes de la carrocería y del tanque | <input type="checkbox"/> |
| Cableado y conexiones | <input type="checkbox"/> | Tanque | <input type="checkbox"/> |
| Sistema de escape | <input type="checkbox"/> | Árbol de propulsión | <input type="checkbox"/> |
| Bastidor del chasis | <input type="checkbox"/> | Freno de estacionamiento | <input type="checkbox"/> |

5. EJE TRASERO

| | | | |
|------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| Amortiguadores | <input type="checkbox"/> | Llantas, aros, tuercas | <input type="checkbox"/> |
| Línea de frenos y conexiones | <input type="checkbox"/> | Otros | <input type="checkbox"/> |
| Frenos de servicio | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |

FICHA DE INSPECCIÓN DE LOS VEHÍCULOS — CONTINUACIÓN

INSPECCIÓN VISUAL Y OPERACIONAL

6. TABLERO DE MANDOS

| | | | |
|---|--------------------------|--|--------------------------|
| Interruptores de los faros | <input type="checkbox"/> | Indicador de puerta abierta | <input type="checkbox"/> |
| Interruptores del limpiaparabrisas | <input type="checkbox"/> | Embrague de la bomba | <input type="checkbox"/> |
| Controles de la calefacción | <input type="checkbox"/> | Indicador del embrague de la bomba | <input type="checkbox"/> |
| Interruptores de las luces intermitentes, emergencia e indicador luminoso | <input type="checkbox"/> | Indicadores: combustible, amperímetro, voltímetro temperatura, presión de aire | <input type="checkbox"/> |
| Botones de la sirena | <input type="checkbox"/> | Indicador de la bocina o claxon | <input type="checkbox"/> |
| Interruptor de las luces giratorias y pilotos | <input type="checkbox"/> | Fusibles y caja de fusibles | <input type="checkbox"/> |
| Interruptor de las luces de los cofres | <input type="checkbox"/> | Radio micrófono y cables | <input type="checkbox"/> |
| Pedales del embrague, frenos y acelerador | <input type="checkbox"/> | Altavoz exterior | <input type="checkbox"/> |
| Interruptor principal e indicadores de luces | <input type="checkbox"/> | Presión de aire de los frenos | <input type="checkbox"/> |
| Luces del tablero | <input type="checkbox"/> | Frenos de estacionamiento (mando) | <input type="checkbox"/> |
| Luces de la cabina | <input type="checkbox"/> | | |

7. SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y ALARMAS

| | | | |
|--------------------------------|--------------------------|--|--------------------------|
| Faros delanteros — alta | <input type="checkbox"/> | Luces de emergencia traseras | <input type="checkbox"/> |
| Faros delanteros — Baja | <input type="checkbox"/> | Luces de emergencia delanteras | <input type="checkbox"/> |
| Luces de estacionamiento | <input type="checkbox"/> | Faros dirigidos — delanteros | <input type="checkbox"/> |
| Luces de reversa | <input type="checkbox"/> | Faros dirigidos — traseros | <input type="checkbox"/> |
| Luces de alto | <input type="checkbox"/> | Luces de despeje de los espejos | <input type="checkbox"/> |
| Luces de despeje | <input type="checkbox"/> | Luces rojas giratorias o alternativas — delanteras | <input type="checkbox"/> |
| Luces intermitentes delanteras | <input type="checkbox"/> | Luces rojas giratorias o alternativas — traseras | <input type="checkbox"/> |
| Luces intermitentes traseras | <input type="checkbox"/> | Luces del estribo trasero | <input type="checkbox"/> |
| Luces de la placa | <input type="checkbox"/> | Otros | <input type="checkbox"/> |

8. PUESTO DE CONTROL DE LA BOMBA

| | | | |
|--|--------------------------|--|--------------------------|
| Vidrios de los indicadores | <input type="checkbox"/> | Control del enfriador | <input type="checkbox"/> |
| Agujas de los indicadores | <input type="checkbox"/> | Indicador de presión de aceite | <input type="checkbox"/> |
| Control de las salidas | <input type="checkbox"/> | Indicador de temperatura | <input type="checkbox"/> |
| Control de las entradas | <input type="checkbox"/> | Acelerador | <input type="checkbox"/> |
| Control de los desagües | <input type="checkbox"/> | Regulador de presión | <input type="checkbox"/> |
| Control del regulador de presión | <input type="checkbox"/> | Cargador de batería | <input type="checkbox"/> |
| Control del cebador | <input type="checkbox"/> | Iluminación tablero de control | <input type="checkbox"/> |
| Indicador del embrague de la bomba | <input type="checkbox"/> | Iluminación del compartimiento de la bomba | <input type="checkbox"/> |
| Indicación de nivel del tanque de agua | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |

FICHA DE INSPECCIÓN DE LOS VEHÍCULOS — CONTINUACIÓN

9. CARROCERÍA

| | | | |
|-----------|--------------------------|--|--------------------------|
| Corrosión | <input type="checkbox"/> | Puertas (bisagras y juntas herméticas) | <input type="checkbox"/> |
| Arañazos | <input type="checkbox"/> | Soporte de los equipos | <input type="checkbox"/> |
| Otros | <input type="checkbox"/> | | |

10. TANQUE DE AGUA

COMENTARIOS:

11. VERIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Según la lista adjunta:

12. INSCRIPCIONES

COMENTARIOS:

13. PRUEBAS DE BOMBEO

| | | | |
|---|--------------------------|--|--------------------------|
| Acoplado de la bomba | <input type="checkbox"/> | Manómetros | |
| Prueba de vacío | <input type="checkbox"/> | — entrada | <input type="checkbox"/> |
| Acelerador | <input type="checkbox"/> | — salida principal | <input type="checkbox"/> |
| Cebado | <input type="checkbox"/> | — cada una de las salidas | <input type="checkbox"/> |
| Bombeo | <input type="checkbox"/> | Regulador de presión | <input type="checkbox"/> |
| Purgadores | <input type="checkbox"/> | Presión de aceite | <input type="checkbox"/> |
| Válvulas de entrada y de succión del tanque | <input type="checkbox"/> | Temperatura del motor | <input type="checkbox"/> |
| Válvulas de salidas y de llenado del tanque | <input type="checkbox"/> | Enfriador auxiliar | <input type="checkbox"/> |
| Desagüaderos | <input type="checkbox"/> | Acoplamiento de las mangueras y de los tapones | <input type="checkbox"/> |

14. PRUEBA EN RUTA

| | | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| Arranque | <input type="checkbox"/> | Poder de aceleración | <input type="checkbox"/> |
| Ajuste en marcha lenta | <input type="checkbox"/> | Transmisión | <input type="checkbox"/> |
| Freno de estacionamiento | <input type="checkbox"/> | Dirección | <input type="checkbox"/> |
| Frenos de servicio | <input type="checkbox"/> | Suspensión | <input type="checkbox"/> |
| Compresor de aire | <input type="checkbox"/> | Estabilidad | <input type="checkbox"/> |
| Aceleración | <input type="checkbox"/> | | |

FICHA DE INSPECCIÓN DE LOS VEHÍCULOS — CONTINUACIÓN

15. COMENTARIOS

1. COMPARTIMIENTO DEL MOTOR

2. TREN DELANTERO

3. CAJA DE VELOCIDADES Y EMBRAGUE

4. CHASIS (VARIOS)

5. EJE TRASERO

6. TABLERO DE MANDOS

7. SISTEMA DE LUCES

FICHA DE INSPECCIÓN DE LOS VEHÍCULOS — CONTINUACIÓN

15. COMENTARIOS

8. PUESTOS DE CONTROL DE LA BOMBA

9. CARROCERÍA

10. TANQUE

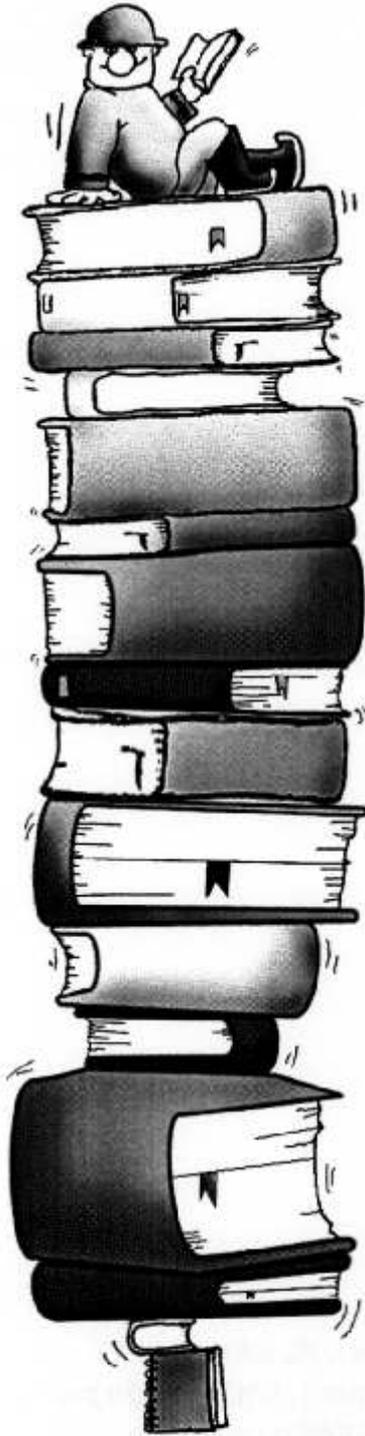
11. EQUIPOS

12. INSCRIPCIONES

13. PRUEBAS DE BOMBEO

14. PRUEBAS DE RUTA

BIBLIOGRAFÍA



IFSTA (International Fire Service Training Association), (1989), Fire Department *Pumping Apparatus*, 7ª edición, Fire protection publications, 374 p.

National Fire Protection Association, (1994), *Fire Apparatus, Pumper, 1901, Vol. 8*, Ediciones NFPA.

Réseau scolaire Chomedey de Laval, (1984), *Formation en sécurité incendie, Bloc D*, Gouvernement du Québec, Ministère de l'Éducation, 225 p.



Aún cuando se ha prestado el mayor rigor en la redacción de estos manuales. Pluralité Inc.-BG Checo Construction enr. Entreprise conjointe no será responsable, bajo ninguna consideración por todos los daños consecuenciales y/o indirectos que puedan derivarse de la interpretación y/o enseñanza del contenido de dichos manuales suministrados en el marco del proyecto.



CENTRO ESTATAL DE CALIFICACIÓN
CONTRA INCENDIOS

