



## **CUERPO DE BOMBEROS DE PANAMÁ**



**Academia Superior Internacional de Bomberos  
“Mayor Alfonso A. Lavergne”**

## **MANUAL DE OPERADORES DE CARROS DE EXTINCIÓN**

### **FUNDAMENTOS HIDRÁLICOS**



**Por: Cap. Ing. Rubén Madrid - Instructor**

**Septiembre 2005**

**PANAMÁ**

Cap Ing. Rubén Madrid

# INDICE

## INTRODUCCION

### 1. GENERALIDADES DEL PRINCIPAL ELEMENTO DE EXTINCION

#### A. DEFINICION DE AGUA

#### B. EL AGUA COMO ELEMENTO DE EXTINCION DE INCENDIO

### 2. FUNDAMENTOS DE HIDRAULICA

#### A. PRESION

##### A-1 PRESION ATMOSFERICA

##### A-2 PRESION ESTATICA

##### A-3 PRESION DINAMICA

##### A-4 PRESION RESIDUAL

#### B. VELOCIDAD

#### C. CAUDAL

#### D. POTENCIA

### 3. LAS FUENTES DE AGUA

#### A. FUENTES DE AGUA NATURALES

#### B. FUENTE DE AGUA ARTIFICIAL

#### C. REDES DE ALIMENTACION DE AGUA

### 4. LAS BOMBAS DE USO CONTRA INCENDIO

#### A. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS

#### B. TIPOS DE BOMBAS

##### B-1 BOMBA DE PISTON

##### B-2 BOMBAS CENTRIFUGAS

###### A. ALTURA DE ASPIRACION

###### B. CEBADO DE LA BOMBA

###### B-1 CEBADO MANUAL

###### C. ALIMENTACION DE BOMBA

###### C-1 ALIMENTACION DESDE UN CISTERNA

###### C-2 ALIMENTACION DESDE UNA RED BAJO PRESION

###### C-3 ALIMENTACION DESDE UNA NAPA DE AGUA

###### C-4 CEBADOR O PRIMER

###### D. CAVITACION

###### D-1 ASPECTOS TEORICOS

###### E. ALTURA DE SUCCION

###### E-1 ALTURA PRACTICA DE SUCCION

###### E-2 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA

###### E-3 INFLUENCIA DE LA ALTITUD

**5. OPERACIÓN DE MAQUINA**

- A. FUERZA DE RETROCESO**
- B. UTILIZACION DE ALTO CAUDAL**
- C. RELEVO DE BOMBA**
- D. ESPUMA Y PREMEZCLADOS**
- E. PRUEBAS DE BOMBA**
- F. PRUEBAS DE MANGUERAS**

**6. CONSIDERACIONES GENERALES**

**7. LOS CAMIONES CISTERNAS**

- A. PUNTO DE ABASTECIMIENTO PRIMARIO**
- B. ABASTECIMIENTO DE LOS CARROS CISTERNAS**
- C. PUNTO DE ABASTECIMIENTO SECUNDARIO**
- D. EQUIPO PARA SUCCIONAR DESDE LAS TINAS PLEGABLES**
- E. CONCLUSION SOBRE LOS COSTERNAS**

**8. OBSERVACIONES FINALES**



## INTRODUCCIÓN

Los equipos modernos utilizados en los Cuerpos de Bomberos, tienen su origen en la era Cristiana, cuando ya en Roma se conocía la Bomba de Pistón y en Grecia la de doble acción operada manualmente.

No fue hasta 1908 en que entro en servicio la bomba rotativa con éxito, siendo esta la principal utilizada y luego en 1930 aparecieron las bombas centrifugas que han perdurado hasta nuestros días.

Podemos considerar que la parte fundamental de todo equipo rodante contra incendio es la BOMBA, por eso es obligación de todo operador conocer su funcionamiento, sus partes y capacidades.

Ya que gracias a ella, se puede atacar el fuego con suficiente fuerza y cantidad de agua como para absorber la parte del calor del incendio que mantiene la combustión.

Los Carros de Extinción de Incendio desempeñan una de las funciones mas importante en los Cuerpos de Bomberos, ya que además de realizar la función de absorber, recibir y desplazar agua u otro elemento por medio de su sistema de bombeo, también permiten transportar personal y equipo para combatir los incendios.

En tal sentido, la función del Operador de la bomba, es fundamental en las operaciones de extinción de incendios y por lo cual debe realizar un trabajo eficiente y efectivo. Para lo anterior, se debe conocer la forma correcta y adecuada a cada situación de operar una bomba de incendios.

## **1. GENERALIDADES DEL PRINCIPAL ELEMENTO DE EXTINCIÓN**

### **A. DEFINICIÓN DEL AGUA**

El Agua es el nombre común que se aplica al estado líquido del compuesto de Hidrógeno y oxígeno H<sub>2</sub>O. En sus propiedades el agua es un líquido inodoro e insípido. Tiene un matiz azul, que solo puede detectarse en capas de gran profundidad, el punto de congelación del agua es de 0 °C y su punto de ebullición es de 100 °C. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4 °C y se expande al congelarse. El agua es la única sustancia que existe a temperaturas ordinarias en los tres estados de la materia, o sea, sólido, líquido y gaseoso.

### **B. EL AGUA COMO ELEMENTO DE EXTINCIÓN DE INCENDIO**

Las razones que convierten el agua en un arma principal para la extinción de incendio podemos mencionar las siguientes:

- Gran capacidad para absorber calor
- Relativa abundancia en el medio ambiente
- Bajo costo en obtenerla y utilizarla
- Fácilmente en transportarla
- Manejo muy fácil

Los equipos utilizados, como las bombas de agua, en el control de incendio utilizan el agua para extinguir el fuego bajo los siguientes efectos:

- a. Por impacto de la masa líquida sobre las llamas que puede cortar o separar el combustible, esto es con chorros directos.
- b. Por enfriamiento, ya que absorbe calor de la combustión
- c. Por sofocación, cuando el agua se evapora que dificulta el contacto de los vapores combustibles con el oxígeno del aire.

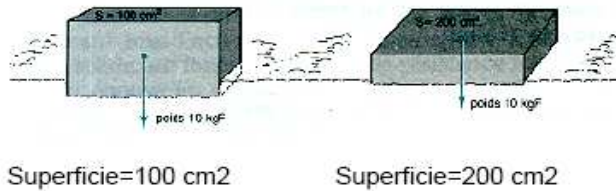
Con los equipos de bombeo también podemos mezclar el agua con productos químicos, formando lo que se conoce como Espuma. Esto produce un efecto de sofocación sobre los materiales, ya que se crea una masa de burbujas unidas entre sí por un estabilizador mezclado con agua que cubre la superficie del combustible que se encuentra en llamas, aislándolo del contacto del oxígeno del aire y apagando el incendio por asfixia.

## 2. FUNDAMENTO DE HIDRÁULICA

### A - PRESION

Presión se define como la relación entre una fuerza actuante sobre una superficie

$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza actuante}}{\text{Superficie de apoyo}}$$



$$\text{Presión} = \frac{\text{Peso } 10 \text{ kgf}}{\text{Superf. } 100 \text{ cm}^2} = 0,1 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{Presión} = \frac{\text{Peso } 10 \text{ kgf}}{\text{Superf. } 200 \text{ cm}^2} = 0,05 \text{ kgf/cm}^2$$

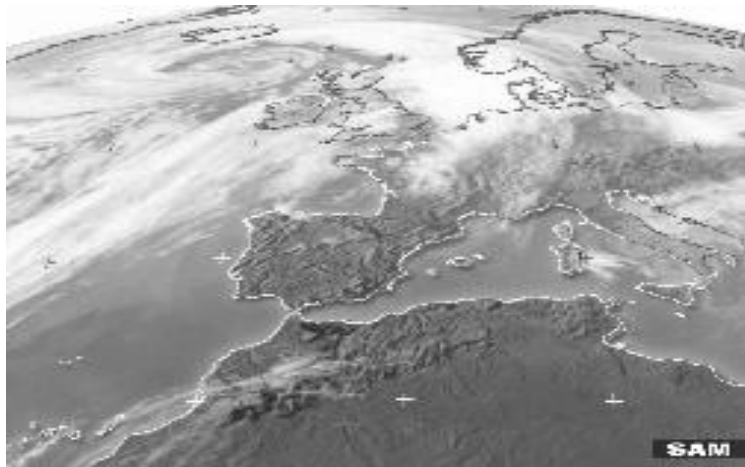
Para un mismo peso que se distribuye sobre diferentes superficies, la presión es menor cuando esta fuerza actúa sobre la superficie mayor.

### A-1 PRESION ATMOSFERICA

Sobre la superficie terrestre, existe una capa de aire de muchos kilómetros de altura llamada atmósfera, que produce una presión derivada del peso de ella, esto se conoce como Presión Atmosférica.

Esta presión es variable y fluctúa en función de la altitud y condiciones climatológicas.

Como dato aproximado, la presión baja 0.1 mts cada 100 m de altura respecto al nivel del mar a medida que subimos una loma, cerro, avión, etc. La presión atmosférica a nivel del mar es de 10.33 mts columna de agua.



## A-2 PRESION ESTATICA

Se refiere a estar en reposo o sin movimiento. La presión sobre el agua puede ser producida, por una fuente levada, por la presión atmosférica o por una bomba de agua.

En resumen, cuando el agua dentro de un conducto a presión se encuentra sin movimiento o en reposo, se llama presión estática.

Dentro de un Sistema de Distribución Urbano existen necesidades industriales y domésticas, por lo que es muy difícil tener presión estática dentro del sistema. En tal sentido, con respecto al flujo de agua dentro de un sistema de distribución, la Presión Estática sería la Energía Potencial almacenada dentro de ella que le daría movimiento cuando se le permite desplazarse.

## A-3 PRESIÓN DINÁMICA

Se conoce como dinámica cuando el agua está en movimiento. Es cuando el agua fluye por un sistema de distribución urbana o rural para proveer a los consumidores, la cual puede variar dependiendo de la hora y lugar donde sea medida.

En definitiva, la Presión dinámica es la que puede ser medida en cualquier punto de la red de distribución urbana cuando el agua está en movimiento

## A-4 PRESIÓN RESIDUAL

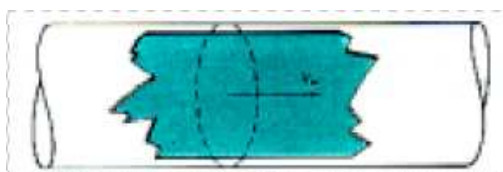
Conocemos la palabra residual como a lo que queda de algo, al residuo. La presión residual en un sistema de distribución de agua es la presión que queda del total existente cuando se tiene un flujo dentro del conducto. Si conectamos un hidrante a un carro de extinción y permitimos que fluya el agua hasta la bomba de dicho carro con las válvulas de salida cerradas, el manómetro marcará la presión del sistema de distribución en ese punto. Si abrimos una válvula y permitimos que fluya el agua, la presión inicial que se registró en el manómetro tiende a bajar, la diferencia entre la presión inicial y la nueva registrada se conoce como Presión Residual.

En otras palabras, La Presión Residual es una fracción de la presión total registrada inicialmente, que queda sin que sea utilizada para compensar la fricción o diferencias de alturas cuando pasa el agua por un conducto o accesorio.

## B. Velocidad

Cuando el agua circula por un conducto, podemos hablar de que tan rápido se desplaza.

La velocidad del agua en una manguera es el tiempo que demora en recorrerla. La velocidad se mide generalmente en metros por segundo, el símbolo es V.



El conductor estará a la expectativa a pie de bomba para dar agua.

La velocidad del agua y el caudal dentro de una manguera es obviamente relativa. Si el agua se mueve despacio el caudal de agua a través de la manguera es bajo y la descarga en el extremo será baja.

La misma cantidad de agua (caudal) moviéndose en conductos de distinto diámetro será distinta. A mayor velocidad del agua mayor es la pérdida por fricción

La figura muestra una sección transversal circular que es el área de esa sección (A), para calcular la velocidad se utiliza la siguiente fórmula:

$$V \text{ (m/s)} = \frac{Q \text{ (m}^3/\text{s)}}{A \text{ (m}^2)}$$

Donde: V = velocidad en metros por segundo  
Q = metros cúbicos por segundo  
A = área de la sección transversal del conducto en metros cuadrados

Esta formula nos indica que a todo cambio de área de la sección de un conducto le corresponde una nueva velocidad cuando se mantiene un mismo caudal, esto es:



### C. CAUDAL

El caudal que circula por un sistema, es la cantidad de fluido o volumen que atraviesa una sección o área en una unidad de tiempo y se expresa con la letra Q.

Contrariamente a lo que sucede con la presión, el caudal que entra en un sistema es el mismo que sale. Es decir todo el caudal que entra debe salir.



## D. POTENCIA

En la mayoría de los procesos de intercambio energético y/o realización de trabajo un factor importante es el tiempo empleado en el proceso.

Si nos fijamos en aquellos aparatos que como una nevera, un secador, una bombilla que consumen energía eléctrica y la transforman para enfriar, calentar, iluminar..., la magnitud física que relaciona la energía eléctrica consumida en una unidad de tiempo se llama potencia.

La potencia se aplica a cualquier proceso de transferencia energética. Así por ejemplo también podemos hablar de la potencia de una grúa para elevar una carga, como el trabajo desarrollado por el montacargas en la unidad de tiempo.

La potencia de los automóviles se indica a menudo en caballos de vapor (CV o HP) en lugar de en kilovatios (kW). La palabra "caballo de vapor" puede proporcionarle una idea intuitiva de que la potencia define que cantidad de "músculo" tiene un motor o un generador, mientras que la energía le indica cuanto "trabajo" produce un generador o un motor durante un cierto periodo de tiempo.

El **Caballo de vapor**, símbolo **CV**, es una unidad de potencia. Se la define como la potencia necesaria para elevar verticalmente una masa de 75 kg a la velocidad de 1 m/s.

En países anglosajones suele utilizarse el **Horse Power** o *Caballo de potencia*, el cual frecuentemente se denomina "Caballo de fuerza" introduciendo un error de concepto. Su magnitud es similar al CV, pero no exactamente equivalente.

El **Horse Power**, símbolo **HP**, se define como la potencia necesaria para elevar verticalmente a la velocidad de 1 pie/minuto una masa de 33.000 libras.

La relación entre ambas unidades y las respectivas relaciones con el Vatio (W), unidad de potencia del Sistema Internacional de Unidades, son las que se indican:

$$1 \text{ CV} = 735,49875 \text{ W. (En Francia se adopta } 735,5 \text{ W)}$$

$$1 \text{ HP} = 745,6987158227022 \text{ W}$$

$$1 \text{ HP} = 1,0138 \text{ CV}$$

$$1 \text{ CV} = 0,9863 \text{ HP}$$

Aunque el Caballo de vapor no es una unidad del Sistema Internacional, todavía se usa más que el Vatio, especialmente en vehículos terrestres, y motores eléctricos; sin embargo, en aquellos países en los que legalmente es obligatorio el uso del SI, en los catálogos de vehículos aparece siempre la potencia también en kW.

### Unidades de potencia

$$1 \text{ kW} = 1.359 \text{ CV (HP)}$$



### 3. LAS FUENTES DE AGUA

Las fuentes de aguas son la base para el combate de incendio, ya que determina las maniobras a seguir y las estrategias de extinción, así mismo los equipos a utilizar para tal fin.

Analizaremos tres fuentes de agua principales que son utilizadas para el combate de incendio:

#### A - FUENTES DE AGUA NATURALES

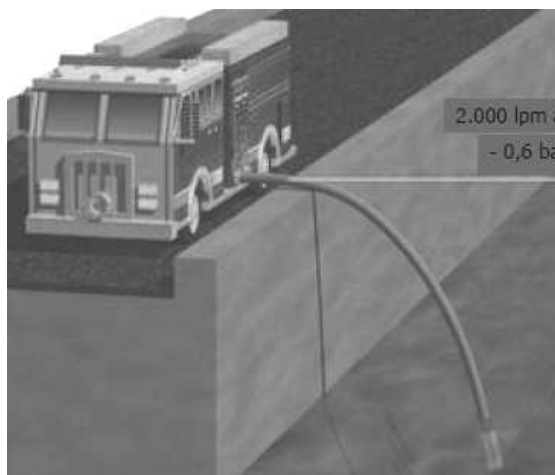
Se consideran fuentes naturales de agua para uso de bomberos, los ríos, estanques, lagos, canales entre otros. Estas fuentes no son siempre directamente utilizables, por lo que para asegurar su disponibilidad en zonas de riesgo, se deberá tener o construir un acceso que nos permita utilizar dicha fuente en cualquier tiempo, estudiando las modificaciones de niveles del terreno y lugares para la toma de agua entre otros aspectos.

La utilización de estas fuentes solo será posible con una buena succión de la bomba, tuberías de succión con filtros y/o flotadores para asegurar una toma de agua segura o con equipo diseñado para tal función.

#### B - FUENTES DE AGUA ARTIFICIALES

Consideraremos como fuentes artificiales a aquellas obras realizadas por el hombre que pueden ser utilizadas para la lucha contra incendio, a excepción de las redes de distribución. Como por ejemplo mencionaremos piscinas, tanques aéreos o subterráneos y los pozos de agua profundas.

Para que estos pozos sean aptos para los bomberos, deberá conocerse el rendimiento y las variaciones del nivel útil, que son consecuencia de la velocidad de reposición del agua, lo que define el caudal de trabajo.

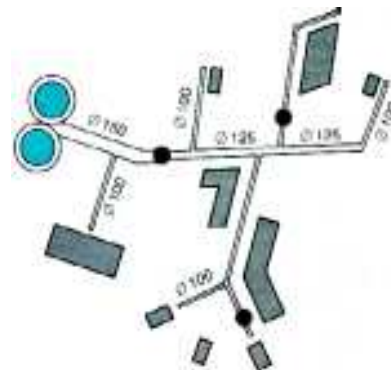
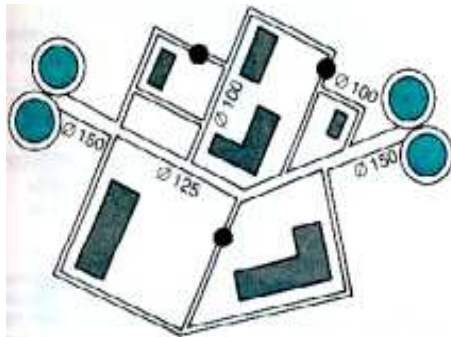


### C.- REDES DE ALIMENTACION DE AGUA

La red de alimentación de agua de una ciudad puede tener conjunto de bombas, tuberías, tanques de almacenamiento y accesorios que permite la distribución de agua domestica e industrial y para los casos excepcionales como el combate de incendio.

Una red se compone globalmente de:

- una estación de bombeo conectada a una fuente (río, pozo, etc.)
- uno o varios depósitos aéreos o subterráneos que sirven como reserva de agua y/o para la regulación.
- un conjunto de tuberías que interconectan los equipos arriba mencionados y las tuberías de distribución hacia los usuarios.



Las redes pueden tener diferentes conceptos de construcción, según las necesidades y los costos, mencionaremos los clásicos:

- Red de anillo, como lo muestra la figura
- Red tipo antena o telescópico: Los ramales parten de un conducto principal
- Red tipo malla: En este esquema los ramales se comunican entre ellos lo que permite una alimentación más eficiente y tiene doble alimentación desde depósitos no alineados.

## 4. LAS BOMBAS DE USO CONTRA INCENDIOS

### A – PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS

La utilización de las bombas esta muy generalizada, permiten el movimiento de fluidos, tanto gaseosos, líquidos o mixtos y en algunos casos sólidos.

Una bomba es una maquina que desplaza un fluido de un lugar a otro. Una bomba de incendio es una maquina hidráulica que modifica principalmente el parámetro de presión, generalmente aumentándola, a un fluido que la atraviesa, para nuestro caso el agua.

Estudiaremos principalmente la bomba tipo centrífuga que es la más utilizada por los servicios contra incendios. Sin embargo, analizaremos la bomba tipo pistón que es y fue una de las primeras utilizadas por los Bomberos.

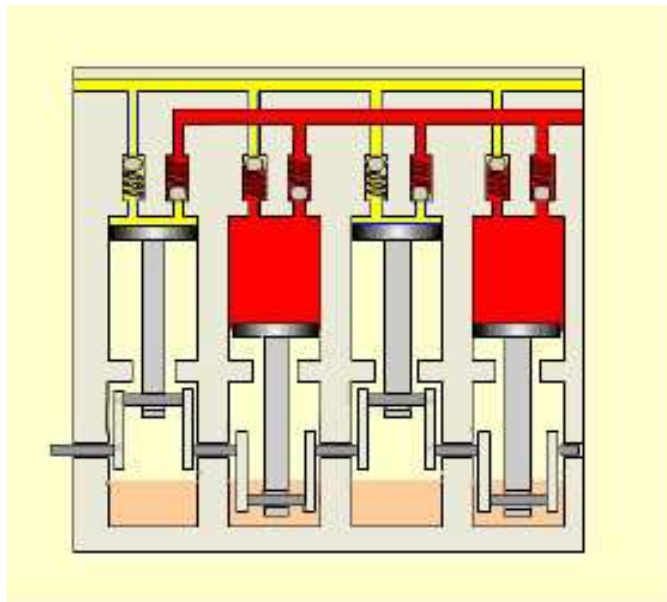
### B TIPOS DE BOMBAS

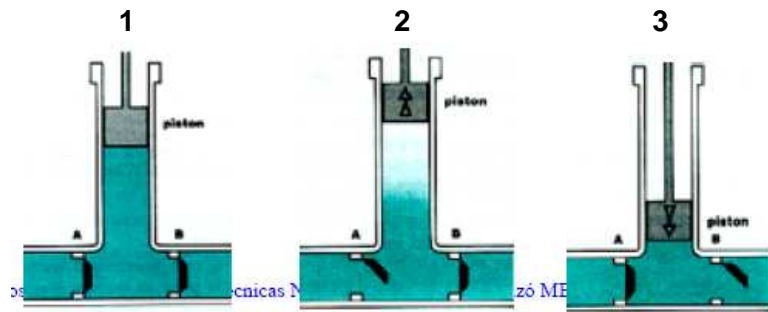
#### B. 1 - LA BOMBA A PISTON

Este tipo de bomba una de las primeras utilizadas por los bomberos, en la actualidad solo se usa para casos particulares. Al estudiarlas, a parte de hacer historia, me permite comprender algunos principios de los flujos.

Recordemos que un líquido fluye siempre de una zona de alta presión hacia una de menor Presión, y recordemos también que en todo punto en contacto con la atmósfera reina la presión atmosférica.

Las figuras ilustran el funcionamiento de la bomba a pistón. Se observa el pistón que tiene movimiento alternativo y las válvulas A y B que se abren y cierran según la presión del líquido dentro de la bomba.





### Posición 1 - EN REPOSO:

el pistón está inmóvil y las válvulas sobre sus sellos, esto es cerradas, el sistema está en equilibrio: no fluye agua.

### Posición 2 - AL TIRAR DEL PISTÓN HACIA ARRIBA:

aumenta el volumen dentro del cuerpo de la bomba y la presión se hace menor que la de la tubería, lo que provoca la apertura de la válvula de admisión "A" y el agua fluye hacia el cuerpo de la bomba hasta igualar las presiones.

### Posición 3 - AL EMPUJAR EL PISTÓN HACIA ABAJO:

aumenta la presión dentro de la bomba por la disminución de volumen y provoca la apertura de la válvula de expulsión "B" dejando pasar el agua hacia la tubería de circulación.

NOTA: Este mismo funcionamiento es válido para gases en lugar de agua. Ejemplo: inflador de bicicleta.

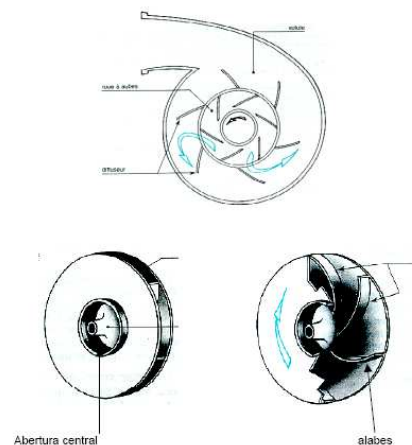
El caudal de la bomba a pistón depende del volumen del cuerpo de la bomba y de la velocidad del pistón. Como inconvenientes de la bomba a pistón aparece la fluctuación de la presión con cada movimiento y el peligro de roturas al trabajar con caudal cero por tener cerrado el conducto de expulsión.

## B.2 - LA BOMBA CENTRIFUGA

La mayoría de las instalaciones contra incendio se equipan con bombas centrífugas. Estas actúan sobre los líquidos por medio de la fuerza centrífuga para aumentar su velocidad, son bombas cinéticas.

Donde la energía cinética es una forma de energía debida al movimiento de los cuerpos. Equivale al trabajo que es necesario realizar para que el cuerpo pase del estado de reposo ( $v = 0$ ) al estado de desplazamiento con una velocidad  $v$ .

Estas bombas constan básicamente de un impulsor (rueda con alabes o impeler) y de una carcasa (cuerpo de la bomba), así como también de un difusor (rueda fija con alabes) entre la carcasa y el impulsor.



El impulsor gira sobre su eje a gran velocidad. El agua que penetra por la abertura central es arrojada hacia la periferia pasando por los alabes, por acción de la fuerza centrífuga. La eyección del agua crea una ligera depresión en la boca de entrada que permite que el agua del exterior penetre a la bomba.

La carcasa tiene tres objetivos:

- canalizar el agua hacia la salida de la bomba
- reducir las turbulencias
- reducir la velocidad del agua, fenómeno que se produce al aumentar la sección de la vena líquida hacia la salida

El difusor, cuando existe, tiene un rol complementario a la carcasa, reduce la turbulencia y también la velocidad del agua.

Nos podemos preguntar cuál es el interés de aumentar considerablemente la velocidad del flujo de agua en el impulsor para luego volver a reducirla en el difusor de la carcasa, o sea modificando la energía cinética. Es porque el impulsor transmite una energía al agua haciéndole perder energía cinética. Esta energía cinética perdida se transforma obligadamente en otra forma de energía, en este caso, es la energía potencial y esta se materializa en un aumento de la presión.

**RESUMIENDO:** una bomba centrífuga es una máquina hidráulica que hace aumentar la Presión de una vena líquida que la atraviesa.

Las bombas centrífugas son una forma artificial de lograr presión por altura, esto lo consiguen, tal como su nombre lo indica, por centrifugación del agua en su interior, más precisamente en el interior de los impulsores o los rodetes, los que al girar provocan que el agua tienda a escapar hacia el perímetro de estos, donde es dirigida por la carcasa de la bomba hacia la correspondiente salida.



Oído o entrada del rodete  
Con aire, imposible succionar

Rodete e impulsores de la bomba  
centrífuga succionando y expulsando

Como ya tenemos una idea general del funcionamiento de estas bombas, veremos a Continuación los factores que influyen en su rendimiento; los principales son: altura de Aspiración, presión y caudal.

## A. ALTURA DE ASPIRACIÓN

Corresponde a la diferencia de nivel entre la superficie del agua y el eje del o los impulsores de la bomba.

La condición esencial para que el funcionamiento de una bomba sea posible es que se produzca la transmisión de la energía cinética. Para ello es necesario que se realice el contacto entre el agua y el impulsor. Esta fase que asegura el contacto entre el líquido y el impulsor es la fase de cebado (succión).

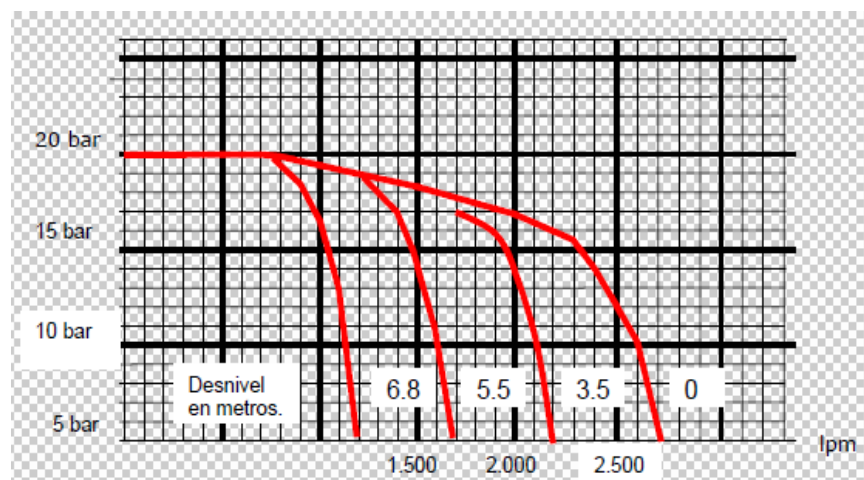
Para poder aspirar agua desde un punto inferior, como por ejemplo 3,5 mts, una bomba necesita crear en su interior un vacío equivalente, pero conocemos que la altura de aspiración máxima teórica es de 10,33 mts de agua al nivel del mar.

Esa equivale a la presión del aire que tenemos sobre nosotros, presión que no nos afecta, no porque estemos acostumbrados sino por que como la recibimos por todos lados de las células de nuestro cuerpo la suma total es cero, ese es el motivo por el cual un globo no se infla al estar abierto, tiene una atmósfera de presión por fuera, y la misma presión por dentro.

Volviendo al ejemplo planteado, de 3,5 mts de desnivel entre el eje de bomba y el nivel de agua, necesitamos que nuestra bomba desarrolle un vacío equivalente, es decir una depresión de  $-0,35$  bar. Pero como la densidad del aire al nivel del mar es 738 veces menor que la del agua, la bomba centrífuga tendría que girar a unas 15.000 RPM para poder expulsar el aire del interior de su sistema de aspiración.

Como lo anterior, por una serie de obvias consideraciones, es poco práctico, en los carros de extinción se adjunta a la bomba de incendio o centrífuga en este caso, una bomba pequeña, especializada en la extracción de aire, bombas que normalmente pueden crear un vacío de  $-0,8$  bar, es decir podría elevar agua hasta unos 8 metros, conocida como el Primer.

### Curva de rendimiento de una bomba con 10 metros de tubo de succión de 4"



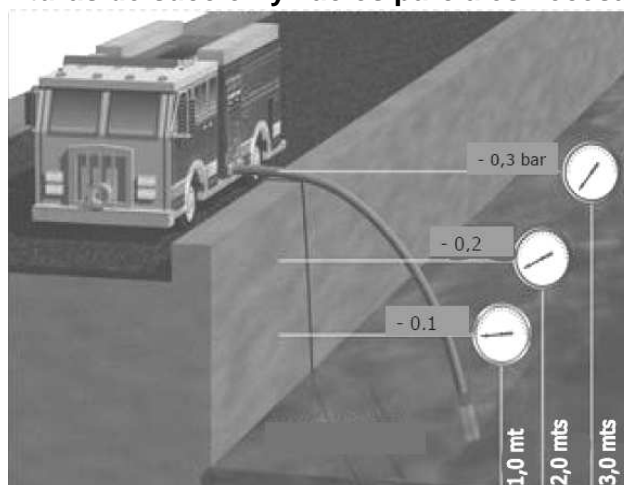
Como podemos apreciar en la curva de rendimiento, a mayor altura de succión menor caudal podrá aspirar y desalojar la bomba. Por otro lado, también si se desea una mayor presión, se pierde capacidad de caudal.

Por lo anterior es que las bombas tienen una capacidad *nominal*, es decir se ha escogido una serie de factores entrelazados, que influyen en su rendimiento para decir que capacidad tiene una cierta bomba.

La norma europea indica que la capacidad de la bomba debe ser expresada de acuerdo a los litros por minuto que puede desalojar con una altura de aspiración de 3,5 mts, con 10 metros de tubo de succión y a 10 bar de presión de salida (145 psi). Con menos tubo de succión los lpm o gpm aumentan.

La norma americana (NFPA 1901) en tanto, es algo similar a la anterior, indicando que los gpm deben ser con relación a una altura de aspiración de 10 pies, 20 pies de tubería de succión y 150 libras por pulgada cuadrada de presión de salida. Esto queda en: gpm = 3,78 lpm, 10 pies = 3 mts y 10,33 bar o 10 atmósferas de presión.

#### **Alturas de succión y vacíos parciales necesarios.**



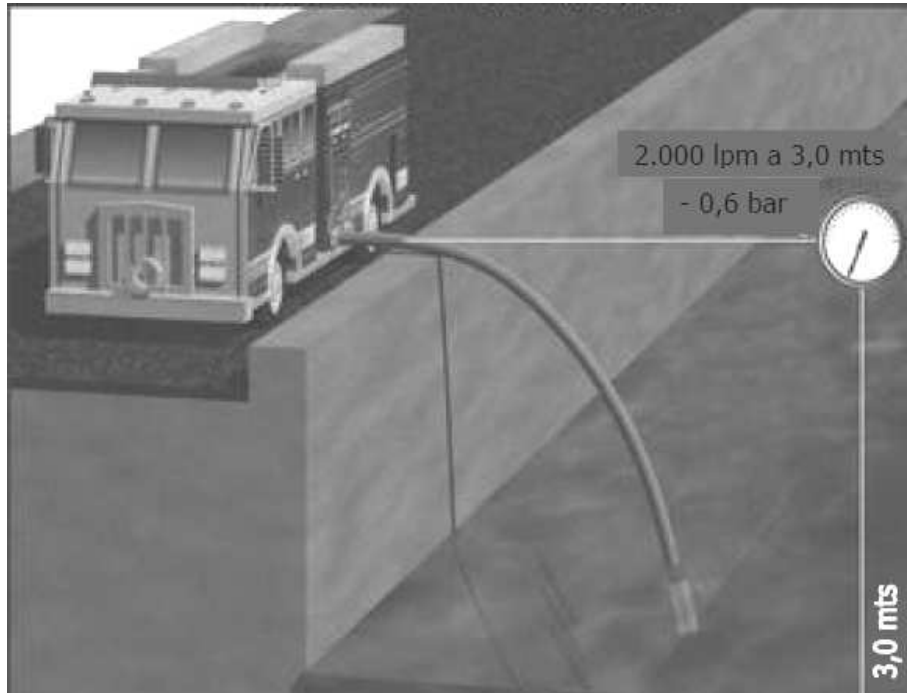
#### **Alturas de aspiración y vacíos necesarios.**

En la figura, se representa el vacío que debe desarrollar una bomba de cebado para que el agua suba hasta una altura determinada, el manómetro indicará la altura en que está el agua, pero esos niveles de vacío son estáticos, es decir sin agua fluyendo, una vez que esta circula, la bomba centrífuga es capaz de desarrollar mayores niveles de vacío ya que el agua actúa como un pistón, sellando el sistema.

Esos mayores niveles de vacío están influidos por la pérdida por roce o fricción que sufre el agua al circular por el filtro / válvula de retención o pazcon y al circular por el interior de las mangueras de aspiración o succión, mientras mayor sea el caudal que se desaloje, mayor será esa pérdida de presión por roce y por tanto mayor el vacío que se creará.

Si se debe succionar de aguas muy bajas, se debe aprovechar el flotador para sellar el remolino de aire que se pudiese formar, especialmente en altos caudales.

### **Vacío dinámico, bomba entregando caudal.**



### **Vacío adicional desarrollado al succionar caudales altos.**

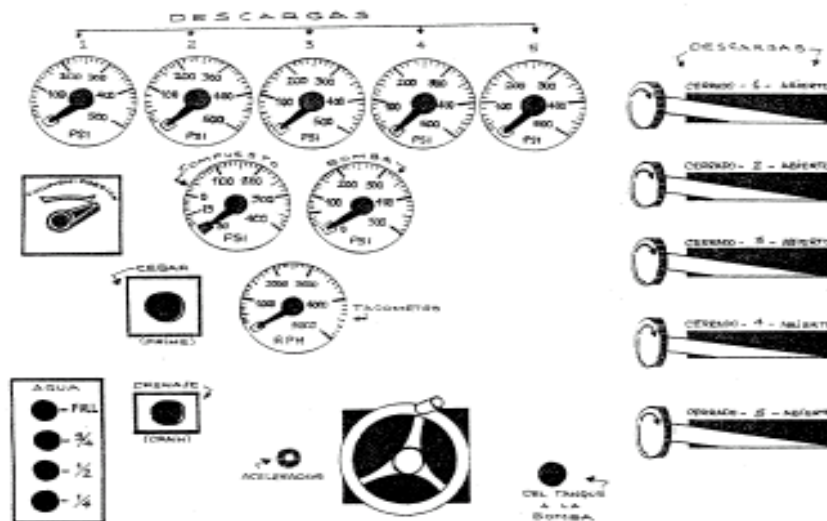
Como se ve en la figura, una bomba succionando 2.000 litros por minuto (530 gpm) a una altura de 3,0 metros con 8 metros (26 pies) de manguera de succión, puede llegar a desarrollar un vacío del doble del necesario para elevar el agua a esa altura, ese vacío adicional estará afectado principalmente por la longitud total de la línea de aspiración y el caudal.

### **B. CEBADO DE LA BOMBA**

Esto consiste en llenar todo el sistema de bombeo, es decir tubería de succión y bomba propiamente tal, con agua para que de esta manera pueda succionar el agua desde la fuente correspondiente.

Para lograr lo anterior, deben estar cerradas todas las llaves de entrada y salida de la bomba, con excepción de la llave de la conexión de los tubos de succión con aquella.

Una vez verificado lo anterior, se acelera la bomba a las RPM indicadas por el fabricante, poniendo atención al manómetro compuesto y al manómetro de presión, este nos indicará que se ha logrado llenar de agua la bomba cuando marque presión de salida.



**El tablero: manómetro de presión, manómetro compuesto, cuenta RPM, nivel de tanque, válvulas, etc.**

El manómetro compuesto nos indicará, cuando esta succionando, que a mayor caudal de bombeo mayor es el índice de vacío, la aguja se aleja mas del cero. Así mismo, nos indica la presión estática o “residual” que se tiene un sistema de abastecimiento cuando es conectada la bomba e ella.

### **B.1 CEBADO MANUAL**

Si eventualmente la bomba de cebado presenta problemas, puede realizarse el cebado manual de la bomba.

Este consiste en rellenar la bomba y los tubos de succión, con agua del tanque u otra fuente, hasta que salga agua por una de las salidas más altas de la bomba. En ese momento se ha vaciado el aire del sistema y se puede enganchar la bomba, abasteciendo las salidas de manera normal.

### **C. ALIMENTACIÓN DE BOMBA**

En la práctica corriente encontramos tres casos de succión relacionados con la alimentación de la bomba.-

#### **C.1. - ALIMENTACION DE LA BOMBA DESDE UNA CISTERNA**

El nivel de agua de un almacenamiento se encuentra por encima del eje de la bomba por lo que el agua se escurrirá naturalmente hacia la bomba por la abertura de entrada y por el principio de los vasos comunicantes se produce el contacto del agua con las paletas, por consiguiente, la fase de cebado se ha realizado.

El funcionamiento de la bomba se realizara sin problema siempre que el caudal de entrada sea igual al de salida. Si el conducto de succión esta correctamente dimensionado el Operador tendrá que cuidar solamente que las válvulas en el ramal de succión estén bien abiertas para asegurar una correcta provisión de salida.

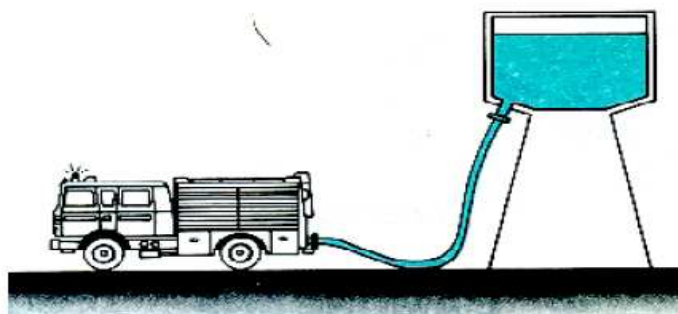
En general la fase inicial de cebado (alimentación) se realiza sin problema, pero para que el funcionamiento permanente sea correcto, es necesario que el caudal de salida sea igual al que ingresar a la bomba, para ello recordemos:

- a.- un hidrante tiene un caudal límite, el caudal máximo se obtiene con presión de salida "cero"
- b.- la presión de un hidrante disminuye cuando el caudal demandado aumenta.
- c.- cuanto mayor sea la distancia entre el hidrante y la bomba, tanto mayor serán las pérdidas de carga en la línea de alimentación. Estas pérdidas pueden llegar a ser limitantes en el caso de la demanda de grandes caudales.-

En el caso que la demanda sea mayor que la posibilidad de alimentación, se produce en la bomba un vacío que se transforma en un fenómeno alternativo de cebado y descebado lo que es perjudicial para la bomba y la calidad de del bombeo.

Este fenómeno se llama **“CAVITACION”**.

Es posible evitar parcialmente este inconveniente con la ampliación de las posibilidades de alimentación, reduciendo la presión de salida o reduciendo el caudal de descarga.

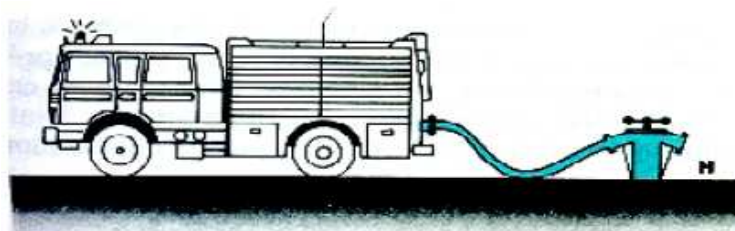


## C.2 ALIMENTACION DESDE UNA RED BAJO PRESION

En el caso de una alimentación desde una red (red urbana, red industrial), la presión del hidrante es mayor que la presión de entrada de la bomba, por lo que el agua inundara el cuerpo de la bomba, por consiguiente, el cebado esta realizado.

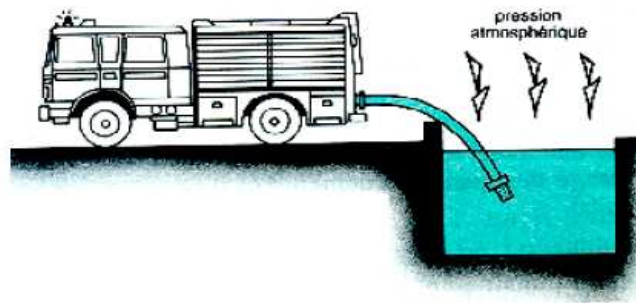
Asimismo llamamos la atención que algunas líneas industriales o urbanas tiene una gran presión en los hidrantes, lo que puede ser perjudicial para la bomba y sus componentes.

Es importante cuidar que la presión de entrada a la bomba sea inferior a 5 o 6 bar (70 – 80 psi).- Tengamos en cuenta que esta presión de alimentación se suma a la presión que genera la bomba, obteniéndose de esta forma presiones elevadas.



### C.3 ALIMENTACION DESDE UNA NAPA DE AGUA

Una bomba alimentada desde una napa de agua cuyo nivel es inferior al del eje de la bomba, se encuentra: en aspiración.



La presión dentro de la bomba es la atmosférica, lo mismo que en la superficie del nivel de agua. Por lo que no hay un movimiento natural del agua hacia la entrada de la bomba.

Para crear un escurrimiento de succión se deberá crear una zona de depresión en la bomba, de esta forma se producirá la succión de cebado, (formación de zona de vacío –depresión - dentro de la bomba)

Para obtener la depresión se evacua el aire dentro de la bomba y la línea de alimentación, de esta manera el agua de la fuente ocupara el volumen del aire desalojado y se produce el contacto del agua con la paleta del impulsor. La obtención del vacío para la succión se realiza por medio de un elemento accesorio exterior a la bomba; lo denominamos "cebador" o primer.

### C.4 CEBADOR O PRIMER

Un cebador es un accesorio de bomba centrífuga cuya finalidad es crear un vacío dentro del cuerpo de la bomba y de la línea de aspiración a fin de permitir que el agua de la fuente de alimentación empujada por la presión atmosférica se escurra hasta el impulsor.

Una vez que el contacto agua-paleta impulsor se produce, se puede prescindir del cebador pues su función se ha terminado.

La calidad de un cebador se evalúa con relación al tiempo que es necesario para obtener el "cebado" de la bomba. Las exigencias de las distintas normas fijan los tiempos máximos en segundos del cebado con relación al caudal de las bombas.

### D. CAVITACION

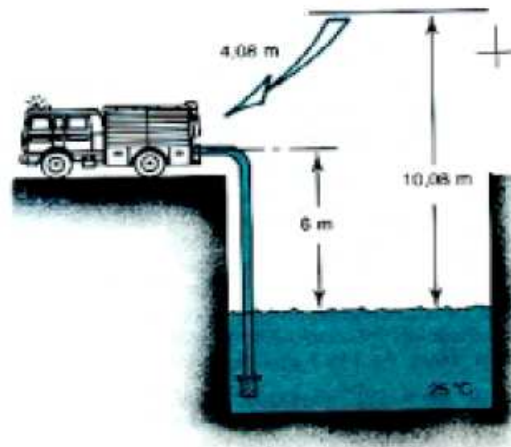
La cavitación se produce cuando se trata de desalojar un caudal mayor que el que está entrando. Esto produce una brusca baja de presión en el agua del interior del rodete por lo que esta hierve a temperatura ambiente y las burbujas producidas chocan como arena contra los impulsores, erosionándolos.

Un indicador de cavitación, es cuando al elevar las RPM de la bomba la presión no sube y la aguja del manómetro empieza a moverse erráticamente.

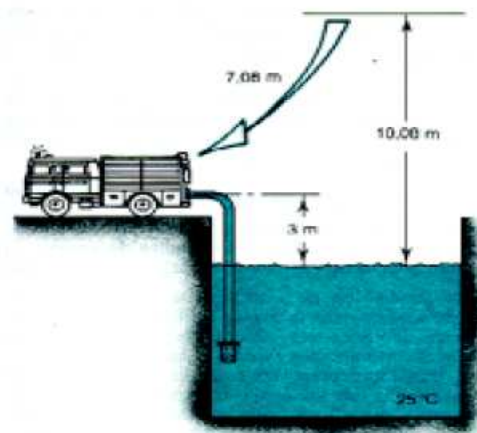
Para evitar que eso ocurra, la presión de entrada debe ser siempre superior a 0,5 bar (7 psi), si de todos modos ocurriera, se deben bajar la RPM hasta que se establezca la presión de salida y el manómetro compuesto vuelva a marcar presión sobre 0, o mejor aún al menos 0,5 bar de entrada.

La llave de retorno debe abrirse únicamente para rellenar el estanque cuando sobra agua, y nunca como una forma de control de presiones, cavitación o golpes de ariete. Es técnicamente incorrecto utilizarla así, para esos casos lo correcto es estar atento a los manómetros, saber interpretar lo que nos indican y actuar de acuerdo a ello.

### D.1 ASPECTOS TEORICOS



Teniendo el agua una temperatura de 25 oC, una columna atmosférica de 10.8 mts y un desnivel de 6 mts entre la fuente de agua y la bomba, la presión teórica máxima de entrada a la bomba es de 4.08 mts.



Teniendo el agua una temperatura de 25 oC, una columna atmosférica de 10.8 mts y un desnivel de 3 mts entre la fuente de agua y la bomba, la presión teórica máxima de entrada a la bomba es de 7.08 mts.

En régimen estático ideal, la presión de entrada a la bomba es igual a la altura de la columna de agua proveniente de la presión atmosférica corregida por los factores de temperatura y altitud.

En régimen dinámico, cuando la bomba entrega caudal, este valor de la presión de entrada es menor debido a:

- a. la puesta en movimiento del agua necesita una cierta energía cinética que provendrá de una transformación de energía de presión;
- b. la pérdida de carga en la línea de aspiración aumenta con el caudal y con la longitud de la línea de aspiración
- c. la pérdida de carga a la entrada de la bomba para que el agua llegue a contactar a las palas del impulsor. Esta pérdida de carga aumenta considerablemente con el aumento del caudal.

Si se tienen en cuenta estos factores, puede ocurrir que la presión de entrada al impulsor sea muy débil e inferior a la tensión de vapor del agua a la temperatura considerada. Veamos que ocurre entonces.

1. El agua se vaporiza y aparecen burbujas de vapor en la vena líquida. Luego de pasar por el impulsor la presión aumenta y vuelve a ser superior a la de la tensión de vapor - por lo tanto las burbujas se reabsorben produciendo cavidades.

2. Esta producción de cavidades en las descargas generan choques muy violentos (ruidosos) y corrosiones mecánicas que pueden averiar considerablemente los órganos de la bomba.

El fenómeno se denomina "cavitación" y en la práctica aparece cuando se trabaja con grandes alturas de aspiración y grandes caudales de salida. O bien si existen obstrucciones en la válvula de alimentación o de succión. Como es poco probable que se pueda accionar sobre la altura de aspiración, se debe reducir el caudal de expulsión a fin de evitar la cavitación. En algunos casos se puede mejorar el caudal de entrada aumentando el diámetro de los conductos de succión.

El problema de la cavitación es a veces descuidado por los bomberos, pero sin embargo es muy importante pues la bomba no puede trabajar a plena capacidad si está en zona de cavitación. Además de los daños que pueden producir en la bomba.

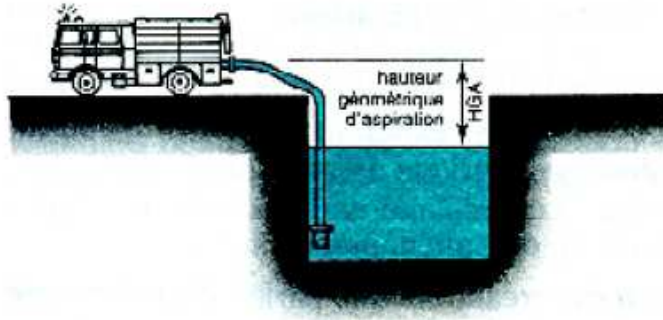
Es decir, las situaciones de cavitación pueden presentarse Si pretendemos descargar mas agua de la que es capaz de succionar la bomba. A las condiciones de succionar le afectan:

- ✓ Diseño de la bomba centrífuga
- ✓ Demasiada altura de succión,
- ✓ Mayor caudal de descarga en las boquillas que el caudal de la bomba
- ✓ La temperatura del agua,
- ✓ La presión barométrica y altitud con respecto al nivel del mar.
- ✓ Insuficiente diámetro del conducto de succión
- ✓ Excesiva longitud de manguerotes de succión y con rugosidades internas
- ✓ Válvula de retención con filtro de menor sección útil y/o que tenga obstrucciones

## E. ALTURA DE SUCCION

¿Podemos tener límites con la altura de succión? Tanto las experiencias prácticas como el análisis teórico nos muestran los límites de la altura de aspiración.

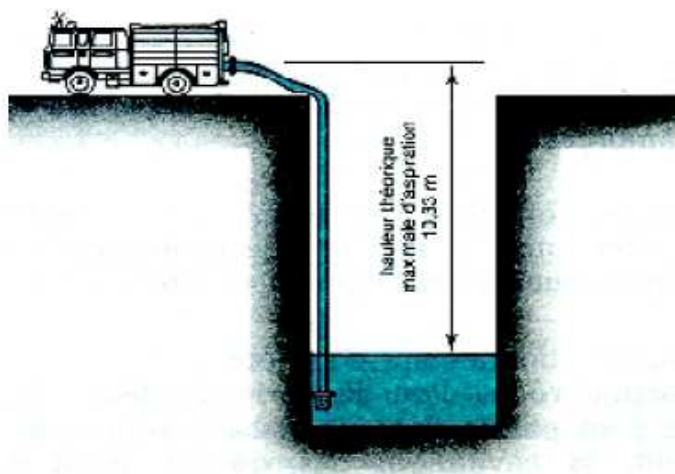
La altura que separa la superficie libre de la fuente de agua y el eje de la bomba se denomina "**altura de aspiración**". Más exactamente, altura geométrica de aspiración **H.G.A.**



Esta altura tiene valores límites teóricos y la succión depende de factores óptimos que intervienen en el proceso de cebado, a saber:

- ✓ Presión atmosférica normal de 1013 mbar
- ✓ Un cebador capaz de crear un vacío de 0 bar
- ✓ Agua a temperatura de 4° C
- ✓ Ubicación con respecto al nivel del mar
- ✓ Líneas de aspiración y válvulas perfectamente herméticas

En estas condiciones la altura máxima de aspiración (succión y/o cebado) es de 10,33 m, esto coincide con las experiencias de Toricelli que determinó este valor para la presión atmosférica.



**Altura teórica máxima de succión 10,33 metros**

## E.1 ALTURA PRACTICA DE SUCCION

La altura máxima ideal no se consigue en la práctica debido a diversas causas:

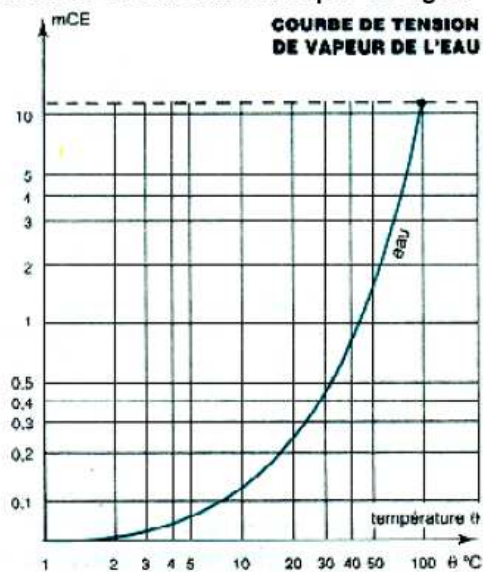
1. El cebador no puede crear el vacío ideal de 0 bar
2. El razonamiento teórico considera que el agua esta inmóvil pero en realidad esta fluyendo durante el proceso de cebado lo que implica una perdida de energía por frotamiento,
3. La temperatura de la bomba no esta generalmente a 4° C sino a mayor, frecuentemente a 15 °C. Esto produce una evaporación en la línea de aspiración y crea una presión contraria al vacío.
4. 4.- La presión atmosférica no es siempre 1013 mbar, puede ser menor y varia también con la altitud
5. - la línea de succión, el cuerpo de la bomba y los diferentes accesorios pueden no ser perfectamente herméticos, lo que disminuye el vacío generado por el cebador.

Las condiciones mencionadas hacen que en la práctica se puede obtener una altura geométrica de aspiración no mayor de 7,5 m. El buen funcionamiento de la bomba no se resume a tener un buen cebado sino que se debe asegurar que la expulsión no sea mayor que la alimentación. De esta forma se evita la cavitación que en general aparece con los grandes caudales y gran altura de aspiración.

## E.2 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA

Sabemos que a la presión atmosférica, el agua hierve a 100 °C. ¿Pero que ocurre cuando la presión decrece? Las experiencias muestran que la temperatura de ebullición decrece con la disminución de la presión. Con el vacío el agua tiene tendencia a evaporarse y esta vaporización será más importante con el aumento de la temperatura.-

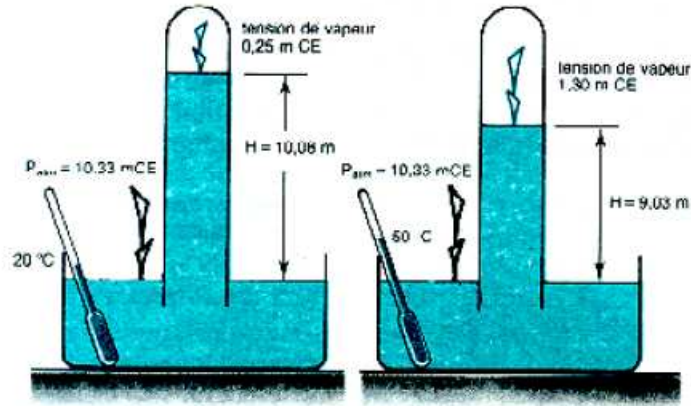
Curva de la tensión del vapor de agua



A 20°C, la tensión de vapor es de 0,25 mCA

A 50°C, la tensión de vapor es de 1,30 mCA

Este fenómeno es importante en hidráulica pues influye en la altura de aspiración: es una ventaja para el cebado. Recordemos que en una línea cerrada la vaporización produce una presión que contrarresta la acción de la presión atmosférica. Si observamos los resultados de la experiencia de Toricelli con agua a diferentes temperaturas, vemos que:



### Influencia de la tensión de vapor en la altura de una columna de agua

A 20 °C la altura geométrica máxima de aspiración es de 10,08 m

A 50 °C la altura es de 9,03m

Los bomberos en general trabajan con agua entre 0 y 30° C, por lo cual la variación de altura llega a un máximo de 0,45 m

### E.3 INFLUENCIA DE LA ALTITUD

Contrariamente a la tensión de vapor que afecta a la presión interior de la línea de aspiración, la altitud tiene un efecto sobre la parte exterior:

**"la presión atmosférica disminuye cuando la altura sobre el nivel de mar aumenta".**

Por lo tanto la presión atmosférica ya no será de 10,33 m de columna de agua, sino será menor en **aprox. 1,25 m cada 1000 m de diferencia de altitud con referencia al mar.**

Esta influencia puede ser más importante que la de la evaporación por diferencia de temperatura, especialmente en zonas de montaña.

Podemos utilizar una fórmula empírica que nos da una aproximación de la diferencia de altitud

$$H \text{ altitud} = 1,25 Z$$

Donde  $H$  altitud en mca (metros de columna de agua)  
 $Z$  km (kilómetros)

Ejemplo:

¿Cual es la altura geométrica máxima de aspiración a 1500 metros de altitud?

La presión atmosférica a nivel del mar es de 1013 mbares

H.G.A. max 1500 m = H:g:A. Max. 0 m – H altitud;

Donde: H.G.A. (altura geométrica de succión)

H.G.A. max 1500 m = 10,33 m – (1,25 x 1,5) m;

H.G.A. max 1500 m = 8,43 m

Si este análisis lo hacemos a una altura de 4000 mts. aprox. sobre el nivel del mar (ejemplo La Paz, Bolivia), vemos que la máxima altura de aspiración teórica es de 5,33 metros. La influencia de la altitud sobre la altura geométrica máxima de aspiración es más significativa que la influencia de la temperatura en las aplicaciones de los bomberos.

Esta es una constante que afectará según dicha posición geográfica y es muy importante que los Operadores tengan en cuenta esta corrección.-

El efecto de la temperatura del agua y la altitud se acumularán y serán factores que afectarán la altura de aspiración.

Todos estos factores afectarán al rendimiento de la bomba y puede someterla a condiciones de cavitación, que pueden llegar a dañarla.-

## 5. OPERACIÓN DE MAQUINA

### A. FUERZA DE RETROCESO

Cuando el pitón arroja agua con un cierto caudal y presión se produce una reacción, es decir una fuerza equivalente pero en sentido contrario. En el caso de un pitón neblinero a 7 bar. (100 PSI), esa reacción es equivalente en kgs. al 6% de los gpm que se descargan.

Como los incendios se apagan en función del caudal que se les arroja, no se puede disminuir la reacción a un nivel que acomode al o los bomberos que operan un pitón, éstos también deben tener el suficiente entrenamiento como para poder manejar sin problemas un pitón con alta



reacción por ej, un pitón neblinero a 250 gpm tiene una reacción de 60 kgs por lo que se debe actuar con las consideraciones del caso.

Si como Operador pensamos que tal o cual bombero estará complicado con un alto caudal, se le debe recordar que lo más seguro es que se sienta sobre la tira inmediatamente atrás del pitón. Lo normal es que los caudales altos sólo sean necesarios por un corto lapso de tiempo.



## B. UTILIZACIÓN DE ALTO CAUDAL

Si al llegar a un incendio el volumen de fuego es muy alto, lo que corresponde es atacarlo con un caudal alto, muchas veces ese alto caudal puede ser obtenido solamente mediante el uso del monitor.



**Que boquilla se debe utilizar en este caso**

Por definición, chorro monitor es aquel que tiene un caudal de al menos 400 gpm, equipos con pitones de caudal inferior son en realidad pitones fijos y no monitores. Un pitón muy práctico es el de chorro sólido de 1-1/4", 300 gpm a (50 psi) y 400 gpm a (80 psi).

Si el monitor tiene un pitón neblinero, requiere 109 psi, los 9 psi corresponde al necesario para compensar la pérdida por fricción en la base o cuerpo del monitor.

Para una armada fija de 150 pies, basta una sola línea de 2 1/2", idealmente preconnectada, lo cual permite que con dos bomberos y un maquinista se despliegue y lance agua en menos de un minuto.

Con este ataque, el agua del tanque durará sólo 1 minuto y 30 segundos (300 gpm con tanque de 500 g), pero si el chorro fue bien dirigido, habrá eliminado el núcleo principal del incendio. En estos ataques el chorro más efectivo es el directo ya que penetra a través del fuego para así mojar lo que está ardiendo.

Además, para el momento en que el tanque se vacíe, ya habrán llegado otros carros para ampliar el ataque y extinguir lo que queda del incendio o se habra alimentado.

En estos casos, lo más lógico es que sea el primer carro en vaciar su tanque el que parta a buscar abastecimiento y no que los carros que llagan con su tanque lleno anden paseando el agua mientras buscan un grifo u otra fuente.

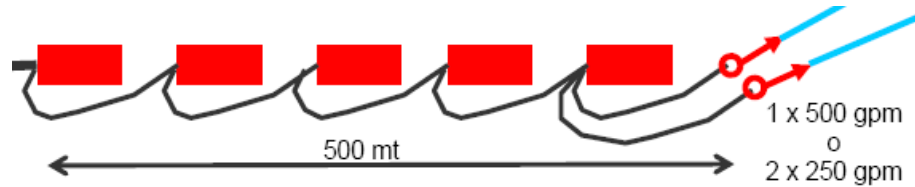


**LINEA DE 2 1/2" ALIMENTANDO PITON FIJO**

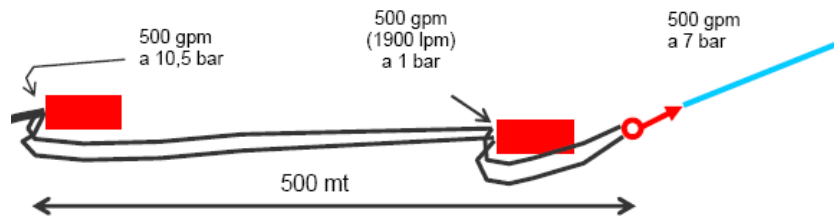
### C. RELEVO DE BOMBA

Este tipo de armadas permite enviar continuamente caudales medianos desde 500 GPM o mayores, dependiendo de la capacidad de la bomba, a grandes distancias. El nombre común de esta operación es en **RELEVO**.

Si se necesita enviar un caudal de 500 gpm a 1,000 pies usando una sola línea de 2 1/2", se necesita un carro cada 200 pies aproximadamente bombeando a 150 psi (pf 35 psi/50 pies). En cambio si se envía ese mismo caudal por línea en paralelo doble, la distancia entre carro y carro puede ser 4 veces la anterior (pf 10 psi/50 pies), lo que permite aprovechar mejor los recursos.



Todas las mangueras cercanas a la salida de las bombas están sometidas a una alta presión constante.

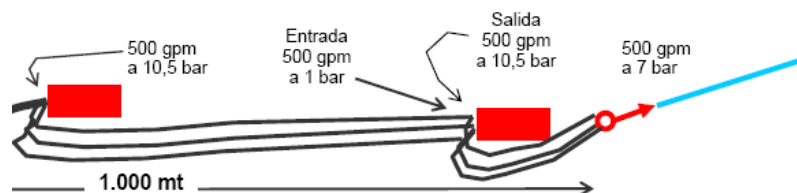


En este caso, también los carros trabajan a 1150 psi, pero debido a la pérdida por fricción, la mayoría de las mangueras estarán con baja presión, por lo que habrá un trabajo más seguro, se consumirá menos petróleo, habrá carros disponibles para trabajar desde otras posiciones, etc.

Otro caso que se puede utilizar para enviar caudales a grandes distancias, utilizando pocos carros para ello es con una armada en paralelo triple.

Si bien estas armadas requieren muchas mangueras, resulta bastante más barato que comprar carros.

Esta es una alternativa muy conveniente para Cuerpos que tienen pocas compañías y/o carros, las mangueras pueden estar en reserva en cuartel y ser transportadas al incendio cuando se las necesite.



## **D. ESPUMA Y PREMEZCLADORES**

La espuma es una forma de hacer que el agua flote sobre líquidos más livianos. Para sacar el mejor rendimiento y no desperdiciar concentrado ni agua, el premezclador o inductor debe ser alimentado a la presión adecuada, normalmente 14 bar (200 psi), esta presión es bastante fácil de obtener ya que los premezcladores son de bajo caudal, normalmente 200 lpm (50 gpm), aunque hay algunos de 400 lpm (100 gpm).

En todo caso, basta con leer la placa de operación de cada premezclador para ver los valores precisos. Al entregar presiones más bajas, el premezclador igual entregará una solución de agua y concentrado, pero con demasiado concentrado, produciendo una espuma demasiado seca y dura con poca adherencia en superficies verticales. A simple vista se verá una espuma amarillenta.

Es importante que el % indicado en el envase de espuma sea el mismo que se seleccione en el premezclador.

## **E. PRUEBAS DE BOMBA**

¿Qué ocurre cuando una bomba está en un incendio y falla?, ¿Qué pasa con los bomberos que están en posiciones riesgosas?

Para evitar esos problemas es que las bombas deben ser probadas periódicamente. La prueba se realiza idealmente aspirando desde aguas abiertas y la bomba debe realizar un trabajo a 150 psi a 500 o 1.000 gpm según el tamaño nominal.

Si la bomba va a aspirar desde una altura de 3,5 m y desaloja 500 gpm, deberá indicar en el manómetro de salida una presión de 150 psi durante 20 minutos, anotando las presiones cada 5 minutos.

Se debe realizar la misma prueba, a un 70% del caudal nominal, pero a 200 psi de salida durante 10 minutos.

También se debe bombear un 50% del caudal nominal con 250 psi, también durante 10 minutos y anotando las presiones cada 5 minutos.

En todos los casos, la presión indicada como promedio en cada prueba, es la que nos dirá si el carro tiene o no la bomba en buen estado.

Debe tomarse las respectivas precauciones para evitar accidentes con mangueras que se revienten, los monitores deben estar anclados y los bomberos con casco, etc.

La prueba debe repetirse todos los años con la misma armada y quedar documentada.

Una operación sencilla, que influye en la conservación de la bomba es mantener la rutina de bombear las graseras de la misma, esta operación debe realizarse durante cada hora de funcionamiento, incluso mientras bombea.

## **F. PRUEBAS DE MANGUERAS**

Las mismas precauciones se deben tener con las mangueras en cuanto a su rendimiento operacional, por lo tanto también deben ser sometidas a pruebas anuales (NFPA 1962). Estas consisten en que deben soportar una presión de 300 psi por 3 minutos.

Como esas presiones se necesitan con un caudal cero, es relativamente fácil para la bomba obtener esa presión, La precaución principal es ver con las descargas cerradas, a cuantas RPM del motor se logra esa presión.

Una vez comprobado lo anterior, se acoplan las tiras en cada salida, se deja correr el agua por su interior, una vez que se ha botado el aire de la línea, se cierra la llave instalado en la salida. Hecho lo anterior, se debe cerrar en un 90% la o las salidas abiertas, todos los presentes deben alejarse a unos 10 mt de las mangueras y el Operador acelerar el motor desde la cabina hasta lograr las RPM necesarias.

Como esas RPM ya se sabe que coinciden con los 300 psi, se cierra completamente la llave de salida, se desengancha la bomba y se espera los 3 minutos.

Como precaución adicional, las mangueras cercanas a la salida deben ser amarradas con cerdas a la parte inferior del carro para evitar que salten en caso que revienten o se *descogollen*, es decir se desmonta los acoples desde la manguera.

Normalmente la falla será por descogotamiento, es recomendable utilizar abrazaderas delgadas de alta presión, atornillables, permiten soportar mayores presiones que el embarrilado de alambre.

Opcionalmente se puede realizar la prueba con presiones más bajas como 250 psi, pero el factor de confiabilidad final será también menor.

## **6. CONSIDERACIONES GENERALES**

Para obtener el mejor rendimiento de un hidrante, siempre debiera haber un carro acoplado a este con una manguera corta de 4" de 3 mts, si se trabaja con mangueras de succión nunca se debe aspirar de los grifos, es decir la presión de entrada siempre sobre 0 psi.

El carro alimentado por el carro base, no debe colocarse en el punto más cercano al incendio, debe estar en el punto en que su bomba realice una cantidad de trabajo similar a la bomba que está de base, de esa manera se obtendrá los máximos gpm de ambos.

Es un error alimentar los pitones sólo con la presión de hidrante, esto no permite obtener el rendimiento de diseño de aquellos. Además se debe considerar que las bombas están diseñadas para...bombear, es decir no sufrirán daño alguno por realizar la labor para la cual fueron diseñadas y fabricadas.

La entrega de una línea a la Compañía que hace de base, muchas veces puede ser contraproducente ya que se bajaría innecesariamente el caudal disponible para cada pitón, si se acostumbra a trabajar con pitones de bajos caudales, lo normal es que no haya problemas, pero en altos caudales, es otro cuento.

El momento delicado ocurre en los incendios grandes, en los cuales es crítico mantener pocos chorros de gran caudal, si se trata de alimentar demasiados pitones se tendrá chorros de poco caudal en cada uno de ellos, ese bajo caudal impide tener buen alcance y penetración a través del fuego.

## 7. LOS CAMIONES CISTERNAS

Los camiones cisterna son una forma de disponer de un volumen de agua móvil para transportarlo a lugares que no cuentan con este elemento, o que lo disponen en baja cantidad.

La verdadera utilidad de un camión cisterna es transportar el agua hacia el incendio y luego volviendo al punto abastecimiento primario, es una opción muy poco inteligente quedarse en el lugar del incendio, esperando a que su tanque en algún momento se vacíe



Camión cisterna retrocediendo para descargar el agua en el Punto de Abastecimiento Secundario, al fondo se puede apreciar a otro dirigiéndose hacia el Punto de Abastecimiento Primario. La rotación debe ser continua para mantener el abastecimiento constante.

Un camión cisterna que no está en movimiento entre el Punto de Abastecimiento Primario y el Punto de Abastecimiento Secundario es un vehículo subutilizado.

La mejor forma de sacarle provecho a un camión cisterna es tener una tina plegable, de tal forma que se forme un punto donde se pueda recibir el agua de los camiones cisterna que vayan llegando, que permita descargar el cisterna con rapidez y que pueda volver prontamente al Punto de Abastecimiento Primario para reiniciar el ciclo de abastecimiento de agua.



Tina Plegable

### A. PUNTO DE ABASTECIMIENTO PRIMARIO

Se define como Punto de Abastecimiento Primario al lugar desde donde se obtendrá el agua para transportarla o bombearla hacia el incendio, puede ser un río, un canal un lago, una piscina, etc.



Punto de Abastecimiento Primario, nótese las líneas de abastecimiento acopladas con i.e. para permitir una rápida re-carga de los camiones cisternas (2,700 galones en dos minutos o menos).  
Vea las tinas plegables montado a un costado del cisterna.

En este lugar de abastecimiento se deben ubicar el o los carros cisternas y/o las motobombas que permitan obtener una capacidad de bombeo tal que, en un tiempo no superior al minuto y medio o dos minutos se logre rellenar un camión cisterna de 2,000 ó 2,500 galones.

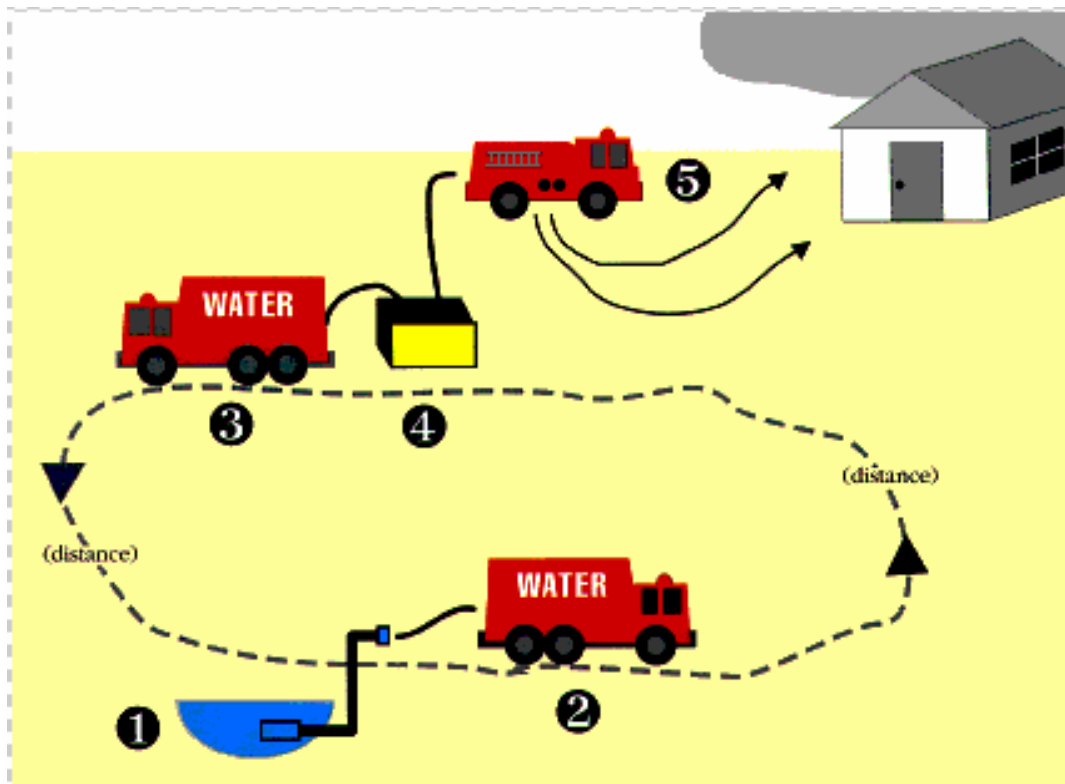
Si bien, aparentemente los cisternas que están en este punto se pierden para el combate del incendio, en realidad permiten que este sea combatido de manera mucho más rápida y efectiva al permitir disponer de un flujo elevado y constante de agua en el lugar del incendio.

Esto no es difícil de lograr cuando se está en un punto de abastecimiento abierto, pero supone un desafío cuando el agua se obtiene desde los hidrantes. En este caso, con un poco de ingenio se pueden obtener resultados bastante aceptables.

Por ejemplo, si como punto de abastecimiento primario se tiene un hidrante que entrega 250 gpm, se debe aprovechar los tiempos muertos, en que los camiones cisterna están en viaje, para así llenar las tinas plegables, de manera de tener a disposición un volumen suficiente de agua para bombear rápidamente a los cisternas cuando vuelvan a recargar.

Para obtener el mejor rendimiento de los camiones cisterna, se debe escoger los hidrantes que están instalados en las tuberías de mayor diámetro, sin embargo se debe conocer bien el sistema de abastecimiento urbano en base a la información suministrada por el I.D.A.A.N.

Normalmente y especialmente cuando se necesita altos volúmenes de agua, la opción más conveniente será optar de inmediato por abastecimiento primario desde aguas abiertas, sea una laguna, acequia, etc. y dejar los hidrantes como una fuente de abastecimiento complementaria.



### ABASTECIMIENTO CONTINUO

Múltiples camiones cisterna (2 y 3), realizando transporte y descarga de agua desde el punto de abastecimiento Primario (1) hacia el punto de abastecimiento Secundario (4), desde donde se alimenta el o los carros extinción.

Un abastecimiento permanente, permite un control rápido y seguro del incendio. Para lograrlo, se debe practicar adecuadamente.

Con cuatro camiones cisterna de 2,500 galones de capacidad y un punto de abastecimiento Primario ubicado a 7 minutos del incendio esto es aproximadamente a 5,600 metros, se puede mantener un caudal superior a los 1,050 gpm de manera constante.

Cómo se puede concluir fácilmente, con una pequeña inversión, al operar cuatro camiones cisterna con este sistema, equivale prácticamente a una flota de ocho camiones operados de manera tradicional, o sea esperar en el lugar a que el hidrante sea ocupado por algún carro extinción que necesite agua.

## B. ABASTECIMIENTO DE LOS CARROS CISTERNAS

Cómo hemos visto, para que el abastecimiento de agua a los carros cisternas se logre con el mejor rendimiento, todos sus componentes deben funcionar cómo un sistema, es decir los distintos componentes deben funcionar en conjunto para lograr el fin común, extinguir el incendio.

Para lo anterior, cada componente del sistema debe estar optimizado; los camiones cisterna deben poder vaciar sus tanques en el menor tiempo posible, aproximadamente 1 minuto 30 seg. El Punto de Abastecimiento Primario debe tener una combinación de carros y/o motobombas que permitan al menos un caudal de 1,750 gpm, con ese caudal los cisternas pueden ser rellenados también en un tiempo máximo aproximado de 1 minuto 30 segundos.

Adicionalmente en el Punto de Abastecimiento Secundario, deben haber al menos dos tinas plegables o portátiles de aproximadamente 3,000 galones de capacidad volumétrica y los carros de extinción que se alimenten desde estas tinas deben poder succionar con un bajo nivel de agua.

Y finalmente, lo más importante, bomberos con el entrenamiento adecuado, que les permita aprovechar al máximo las potencialidades de cada equipo. Nos debemos asegurar que los ejercicios de práctica se realicen periódicamente para mantener al personal entrenado para estas labores.



Por otro lado, una teoría en el combate de incendio contraria a la práctica común en que los carros que llegan primero al incendio y que son los que primeramente se quedan sin agua deban ser alimentados por el segundo carro en llegar, consiste en que este primer carro debería ser el que se dirija al punto de abastecimiento primario a realizar las maniobras para quedar aspirando y rellenando a los otros.

En muchos Cuerpos de bomberos existe la discutible práctica que los carros deben primero asegurarse un abastecimiento antes de lanzar un chorro al incendio teniendo el tanque lleno de agua

### **C. PUNTO DE ABASTECIMIENTO SECUNDARIO**

Este punto debe ser un lugar amplio para que los camiones cisterna puedan realizar sus operaciones con rapidez, sin obstáculos que dificulten su accionar.



El lugar que se escoja como Punto de Abastecimiento Secundario debe ser de la suficiente amplitud como para permitir un movimiento fluido de los distintos vehículos involucrados en las maniobras.

En este punto es donde los carros de extinción succionarán el agua para alimentar la línea de mangueras.



En el centro, un Camión Cisterna descargando su contenido en una tina plegable, nótese al fondo a otro cisterna llegando al lugar, a la izquierda, en primer plano, un carro de extinción aspirando y bombeando hacia las líneas de mangueras que van al incendio. Las operaciones de abastecimiento de agua deben ser fluidas, el abastecimiento no debe interrumpirse, todo esto se logra solo con entrenamiento adecuado.

#### **D. EQUIPOS PARA SUCCIONAR DESDE LAS TINAS PLEGABLES**

Al descender el nivel de agua en la tina plegable, el pazcon o filtro ubicado en el extremo de la manguera de succión no permite aprovechar todo el contenido de agua de la tina ya que necesita tener una buena cantidad de agua sobre su cuerpo para que no aspire aire, y pueda perder el cebado.



Filtro con flotador incorporado



Filtro para succión desde el fondo

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente lo más conveniente es usar equipos diseñados para esa función como los que se muestran en las fotografías superiores, el de la izquierda es un filtro que tiene un perímetro de succión mayor al de los pazcones por lo que no se forman remolinos que permiten el ingreso de aire a las mangueras de succión y la consiguiente pérdida de columna, también es útil en aguas abiertas bajas.

Algo parecido ocurre con el de la derecha, pero este se instala directamente al fondo de la tina, por su amplia base inferior, el agua ingresa a baja velocidad, por lo que no aspira lodos. Tiene la ventaja de incluir venturi, pudiendo alimentar a un carro a 90 o 100 mts, por su baja altura, puede succionar un mayor porcentaje de agua de un estanque comparado con el tradicional.

## **C. CONCLUSIÓN SOBRE LOS CISTERNAS**

Como cualquier operación que se desea aplicar, el aprovechar de manera adecuada los camiones cisterna implica entender la parte técnica y practicar periódicamente la manera de llevarla a cabo, lo crítico es tener claro que el uso de esos vehículos debe ser visto como un sistema, es decir varias partes independientes trabajando por un fin común, de esta manera se obtendrá los mejores resultados al enfrentar un incendio, con menos pérdida de vidas, bienes, costo económico, etc.

## **8. OBSERVACIONES FINALES**

Ser quién tira del acelerador de una bomba para lanzar agua no es complicado, lo importante es ser un OPERADOR competente y confiable, que sepa sacar el mejor rendimiento de su carro. Para eso no hay otra forma que conocer la parte técnica que incide en la operación de la bomba.

Existe una infinidad de factores que el OPERADOR debe conjugar para realizar un buen trabajo con la bomba y así los bomberos puedan operar de manera eficiente y segura sus pitones para poner el incendio bajo control, si bien aquí no están todos aquellos factores, si están los más importantes y ha sido de nuestro interés fortalecer sus conocimientos en este complicado trabajo de OPERADOR DE CARRO DE EXTINCIÓN.