

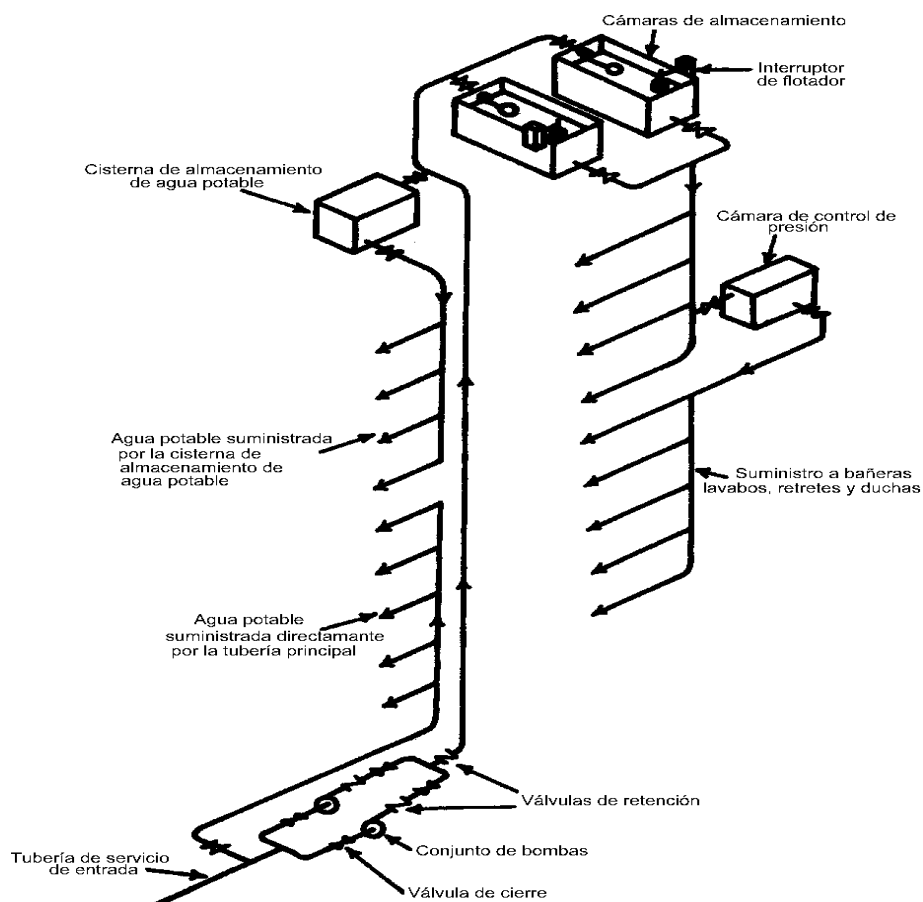


## Instalaciones de Agua con Equipo de Bombeo

Cuando las edificaciones necesitan presiones hidráulicas mayores a las que proporciona la red de distribución, es necesario instalar un equipo de bombeo, generalmente este problema se presenta en edificios de varios niveles o en inmuebles construidos en terrenos elevados.

### 5.1 Sistema de bombeo directo a cisternas

Cuando lo permiten los reglamentos de las autoridades sanitarias, es posible conectar bombas directamente a la tubería principal, de manera que la presión hidráulica de la bomba incremente la de la tubería principal. La bomba se controla por medio de un interruptor de flotador o sondas de electrodos en la cisterna de almacenamiento situada en el nivel de la azotea y en la cisterna colectora de agua potable. En la **figura 5.1** se muestra un detalle de esta última.



Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

**Figura 5.1** Sistema de bombeo directo a cisternas de agua potable y de almacenamiento.

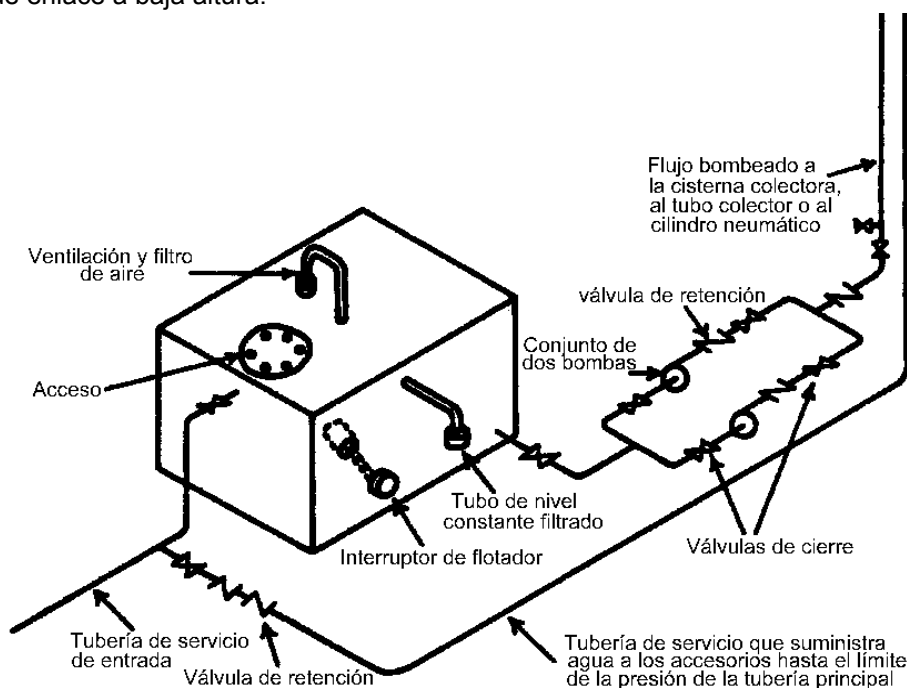
## 5.2 Bombeo indirecto desde una cisterna de enlace a baja altura

Muchas veces se requiere que entre la tubería principal y la unidad de bombeo se instale una cisterna de enlace. Esta funciona como un depósito de bombeo y evita que disminuya la presión de la tubería principal. Debido a que en la cisterna la presión de la tubería principal es nula, la bomba debe ser capaz de superar la presión estática total del agua mas la resistencia por fricción en la tubería.

El tamaño de la cisterna de enlace debe considerarse cuidadosamente para evitar el estancamiento del agua, que podría ocurrir si la cisterna es de mayor tamaño que el necesario.

Cuando todo el agua se ha de almacenar en una cisterna de esta clase, es necesario consultar a la autoridad local.

La cisterna de enlace debe contar con interruptores de flotador o de sondas de electrodos a fin de apagar las bombas cuando el nivel del agua desciende hasta aproximadamente 250 mm por arriba de la entrada de succión de la bomba. Esta precaución es necesaria para evitar que las bombas funcionen en seco durante una interrupción del suministro. En la **figura 5.2** se muestran detalles de la cisterna de enlace a baja altura.



Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

**Figura 5.2** Cisterna de enlace a baja altura.

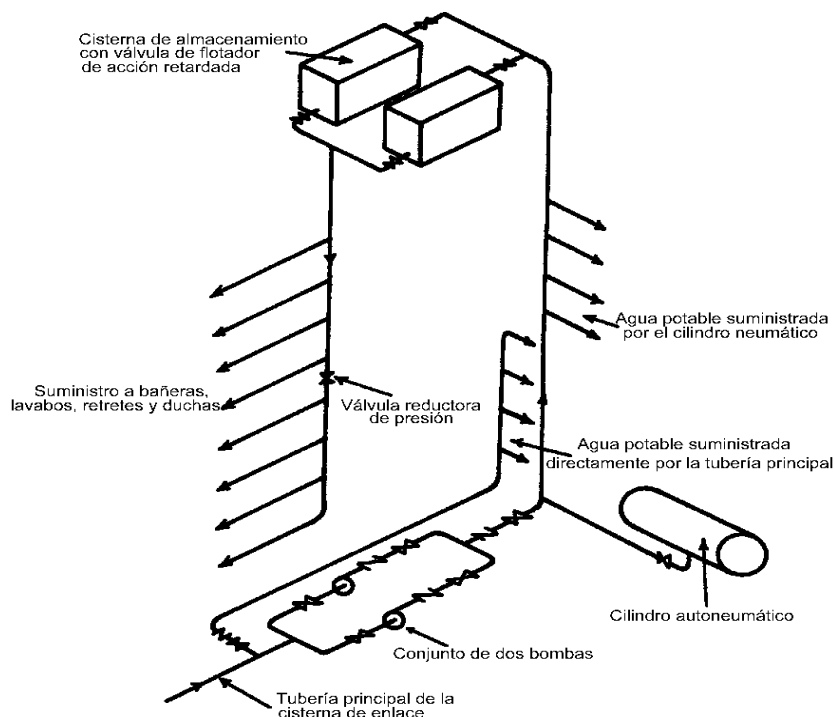
## 5.3 Sistema autoneumático

En un sistema indirecto de abastecimiento de agua fría es posible usar un cilindro de acero como alternativa a una cisterna o tubo colector de agua potable. El cilindro contiene aire comprimido en la parte superior, que es presurizado por el agua bombeada en la parte inferior. Este colchón de aire sirve para hacer que el agua suba hasta los puntos de salida de agua potable que se encuentran en los niveles superiores, así como a la cisterna de almacenamiento.

Cuando el agua potable sale por las instalaciones o aparatos de los pisos superiores, el nivel del agua en el cilindro desciende. A un nivel bajo predeterminado, un interruptor de presión enciende

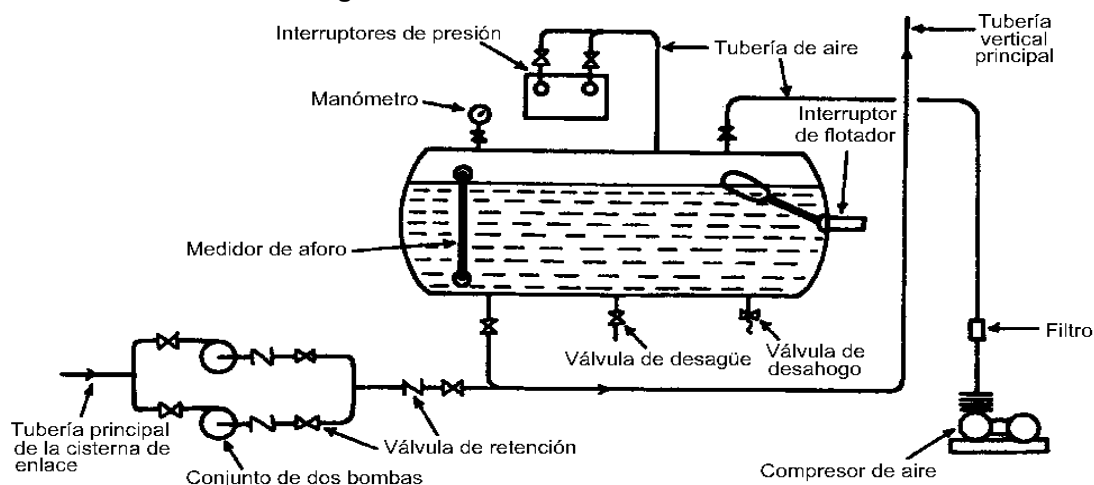
la bomba y el cilindro se rellena hasta un nivel predeterminado, en donde otro interruptor de presión apaga la bomba como se muestra en la **figura 5.3**.

**FUNCIÓN DEL COMPRESOR DE AIRE.** Con el tiempo, una parte del aire en el interior del cilindro es absorbido por el agua, por lo que generalmente se instala un medidor para tener una indicación visual del nivel del agua. A medida que el aire es absorbido, se dispone de una cantidad menor del mismo para contar con la presión necesaria y la frecuencia del bombeo aumenta. Para superar esto; se conecta un interruptor de flotador al recipiente de manera que active un compresor de aire cuando el agua alcance un nivel demasiado alto. El compresor opera hasta que se alcanza el volumen de aire requerido en el interior del cilindro. En la **figura 5.4** se muestra un detalle del cilindro autoneumático.



Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

**Figura 5.3** Sistema autoneumático.

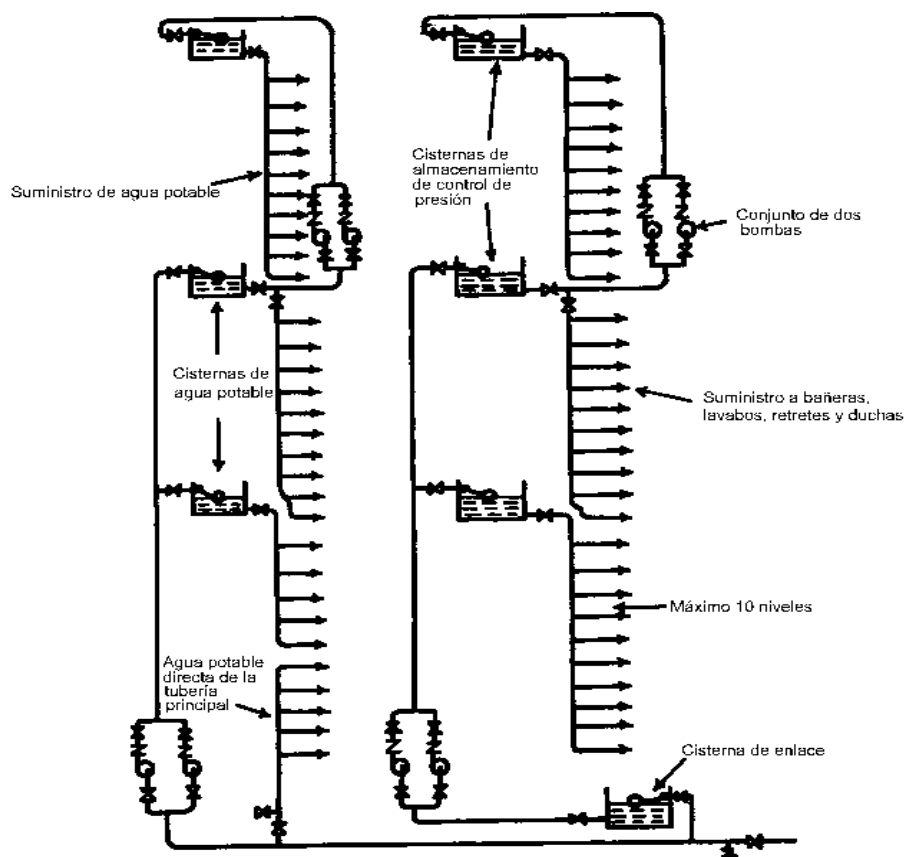


Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

**Figura 5.4** Cilindro neumático autoneumático.

## 5.4 Suministro a edificios de mas de 20 niveles

En los edificios de más de 20 niveles, la fricción disminuye en gran medida la presión hidráulica, por lo que generalmente cuentan con equipo de bombeo adicional en el vigésimo piso. En la **figura 5.5** se muestra un sistema para 30 niveles.



Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

**Figura 5.5** Sistema de suministro de agua para 30 niveles.

## 5.5 Distribución de cisternas de almacenamiento

A fin de evitar presiones excesivas en la tubería, la presión hidráulica máxima en el sistema debe limitarse a 30 m. Por consiguiente, los pisos en un edificio de varios niveles deben ser divididos en zonas mediante una cisterna de control de presión o una válvula reductora de presión. En las **figuras 5.1, y 5.5** se muestra el método de división por zonas por medio de cisternas de control de presión y en la **figura 5.3** se muestra la división por medio del empleo de una válvula reductora de presión.

## 5.6 Bombeo

En el cálculo proyecto y diseño de instalaciones domiciliarias, sean éstas viviendas y especialmente en edificios, en muchos casos se hace necesario el empleo de bombas, tanto para aguas potables como para aguas negras.

Cuando se trata de instalaciones de abastecimiento de agua potable, el uso de bomba se impone cuando no existe la presión necesaria para alimentar los pisos superiores del edificio y/o también

cuando la presión de la red pública es muy variable. En sistemas de desagüe de alcantarillado sanitario domiciliario, también se deben usar bombas, cuando los compartimentos sanitarios: cuartos de baño, toilettes, etc. se encuentran por debajo del nivel de escurrimiento del colector de la vía pública.

Entre los varios tipos de bombas, las que normalmente se usan en edificios, para suministro de agua potable, están las bombas centrífugas de eje horizontal, ó eje vertical, con rodete cerrado y para descarga de aguas negras, el mismo tipo pero con rodete abierto.

Las ventajas que presenta este tipo de bombas son su costo relativamente barato de instalación y mantenimiento, su poco peso, pueden ser acopladas directamente a motores eléctricos, ocupan poco espacio, no presentan averías por error de maniobra, etc.

### 5.6.1 Cálculo de una bomba

#### ALTURA MANOMÉTRICA:

Si llamamos:

Hg: altura geométrica o diferencia total de nivel.

Hs: altura de succión o altura del eje de la bomba sobre el nivel superior de aspiración.

Hi: altura de impulsión o diferencia entre el eje de la bomba y el nivel superior de descarga.

$$H_g = H_s + H_i$$

pero:  $H_m = H_g + H_p$

donde:

Hm: altura manométrica de la bomba

Hp: pérdidas de carga

Entonces:  $H_m = H_s + H_i + H_p$

#### CAUDAL DE BOMBEO:

Q: es el caudal de agua que debe elevar o impulsar la bomba.

#### POTENCIA DEL MOTOR:

Si llamamos:

P: potencia necesaria en HP

$\gamma$ : peso específico del líquido = 1000 [kg/m<sup>3</sup>]

Q: caudal de descarga [m<sup>3</sup>/s]

Hm: altura manométrica [m]

n: rendimiento del conjunto elevatorio

n: n motor x n bomba

$$P = \frac{\gamma \times Q \times H_m}{75 \times n}$$

Si admitimos un rendimiento global de 67% se puede llegar a la formula simplificada:

$$P = \frac{Q[l/s] \times H_m[m]}{50}$$

el rendimiento del motor varía entre 64% y 90%

el rendimiento de las bombas centrífugas varía entre 52% a 88%

### 5.6.2 Bombas para suministro de agua potable

La presión de servicio de una matriz de la red pública de una ciudad, normalmente varía entre 15 a 30 mca (metros de columna de agua) razón por la cual en los edificios de varias plantas no es posible alimentar los pisos superiores directamente. Para hacerlo es necesario hacer uso de bombas cuyo conjunto esquemático se indica en la **figura 5.1**

Son tres los elementos a considerar en un sistema de bombeo de un edificio; el tanque de succión, los grupos motor - bomba y el tanque de distribución.

### 5.6.3 Tanque cisterna

Es un tanque de acumulación de agua, situado en un punto tal del edificio, que el líquido descargue en él, desde la red pública, por gravedad. Las condiciones necesarias para el funcionamiento ideal de un tanque de succión, son las siguientes:

- Debe ser impermeable y herméticamente cerrado.
- Su profundidad máxima, debe ser tal que la altura teórica de succión, incluyendo pérdidas de carga no sea mayor a 4.60 m.
- Debe estar dividido si es posible en dos compartimientos, con entrada independiente para facilitar la limpieza periódica. Cada compartimiento con su respectiva bomba.
- El fondo del tanque debe tener la necesaria pendiente (mínimo 2 %) rematando en un canal o caja de acumulación de lodos, de profundidad adecuada.
- En el punto de más bajo del tanque, se coloca un dispositivo de limpieza de fondo, que será un tubo con una válvula de accionamiento manual, el mismo que servirá para evacuar la tubería de descarga. Si esta tubería queda más baja que el tubo de alcantarillado público, la limpieza deberá hacerse mensualmente, o con bomba especial para este objeto.
- Cada compartimiento del tanque debe tener una entrada independiente de agua potable con su respectiva válvula de compuerta de accionamiento manual desde el exterior, y otra válvula de regulación de entrada con flotador, (interior) de accionamiento automático.
- Debe tener también un tubo de excedencia o rebalse, con un diámetro mayor que el tubo de entrada, conectado convenientemente al tubo de desagüe de aguas servidas, con un dispositivo aislante (sifón). En caso de que este tubo tuviera una descarga directa, conviene colocar un sistema de alarma.
- Sobre la cubierta del tanque debe ubicarse, en la posición más conveniente una tapa de inspección de cierre hermético, pero que sea fácil remover, para inspección limpieza y reparación.
- Debe complementar este conjunto un tubo de ventilación de diseño adecuado de modo que permita la entrada y salida de aire sin menor dificultad, pero que impida la entrada de insectos, polvo, roedores, etc.
- Los materiales con los que puede construirse un tanque de succión son:

- Hormigón Armado
- Mampostería de piedra
- Mampostería de ladrillo
- Metálicos

Eventualmente pueden usarse tanques de PVC o fibrocemento si estos cumplen con los requerimientos de volumen y altura y suficiente resistencia estructural.

- En los tanques de hormigón, mampostería de piedra y mampostería de ladrillo la cubierta debe ser hormigón armado. El revoque y enlucido debe ser cuidadosamente ejecutado para controlar cualquier posibilidad de filtraciones. Es recomendable el empleo de aditivos e impermeabilizantes, en la mezcla. En los tanques metálicos se deben proteger las paredes, con una pintura antioxidante.
- La capacidad del tanque deberá determinarse de acuerdo a las necesidades del edificio y a la reglamentación que rija al respecto.
- El tanque de succión, debe situarse en lo posible, a una altura que permita recibir el agua de la red pública directamente o por gravedad. Esto significa localizarlo en la planta baja o el primer sótano, sin embargo puede ubicarse en el segundo o tercer sótano, esto es a mayor profundidad siempre que no se presenten problemas de orden tectónico.

#### 5.6.4 Grupos motor - bomba

Son aparatos destinados a la elevación mecánica del agua, desde el tanque de succión hasta el tanque de distribución. Como se dijo anteriormente, en los edificios se usan bombas centrífugas, de rodete cerrado normalmente accionada por un motor eléctrico y a veces por un motor a gasolina. En estas bombas la presión se desarrolla principalmente por la acción de la fuerza centrífuga, esto es que el líquido entra al impulsor por el centro y escurre radicalmente hacia la periferie. En una bomba centrífuga para impulsión de agua potable deben considerarse las siguientes partes, comenzando de la parte inferior:

- Colador o criba con válvula de pie. La parte inferior del colador debe colocarse 15 cm, como mínimo, sobre el fondo del tanque de succión, con el objeto de evitar que absorba las impurezas que normalmente decantan en el tanque. El colador debe ser de malla fina y resistente para evitar la entrada de impurezas y forme un conjunto con la válvula de pie que no es otra cosa que una válvula de retención de doble bisagra. El objeto de ésta, es evitar la descarga total del tubo de succión, para mantener el cebado de la bomba.
- Tubo de succión, es el tubo situado entre la válvula de pie y el reductor, se aconseja calcular su diámetro con velocidades de agua del orden de 0.50 a 1.00 m/s, aunque se toma como norma que este diámetro sea siempre mayor que el de impulsión o por lo menos igual. En este tubo las pérdidas de carga deben ser las menores posibles, lo cual se consigue reduciendo su longitud y aumentando el diámetro.
- Cuando la bomba se encuentra situada por debajo del nivel de agua, o sea, el tubo de succión es ahogado, entre ambos se coloca una válvula de compuerta cuyo objeto es evitar una inundación de la sala de máquinas y eventualmente, aislar el tanque de la bomba en cualquier momento.
- Cuando la bomba se encuentra situada por encima del nivel de agua, o sea, que es un tubo de aspiración libre, se coloca a continuación del conducto de succión una curva de 90°, que a su vez se acopla a un reductor excéntrico. Este reductor excéntrico tiene por objeto evitar el turbillonamiento del agua que origina la cavitación.

- La boca de aspiración de la bomba va acoplada mediante una pieza intermedia con el reductor excéntrico. Comercialmente, siempre el diámetro de la boca de succión es mayor que el de la boca de descarga, especialmente en bombas grandes aunque en bombas de pequeña capacidad pueden llegar a ser iguales.
- La posición de la boca de succión de la bomba es variable con respecto a la boca de descarga, esta a su vez puede estar a 0°, 90°, 180° o en posiciones intermedias, con respecto al eje horizontal, sin que por ello se modifique el principio de funcionamiento.
- La boca de descarga de una bomba para edificios debe situarse de modo que la conexión de los tubos de impulsión de las dos bombas que normalmente se usan, se haga sin el uso de piezas especiales y procurando usar el mínimo de conexiones para reducir las pérdidas de carga.
- Después de la boca de descarga, debe colocarse un reductor concéntrico, para llegar al diámetro del tubo de impulsión, mas conveniente.
- El diámetro más conveniente, que en general será el más económico para el tubo de descarga, es posible obtener mediante la fórmula de Bresse:

$$D = 1.3X^{1/4} Q^{1/2}$$

$$X = \frac{\text{Nº de horas de bombeo}}{24}$$

donde:

Q: caudal [m³/s]

D: diámetro [m]

El número de horas de bombeo es un valor variable, que debe ser adoptado por el proyectista. Se aconseja:

- 1.5 a 2.0 horas, tres veces cada 24 horas, para edificio de departamentos, hoteles y hospitales.
- 1.25 a 2.0 horas, dos veces cada 24 horas para edificios de oficinas.

De modo general no conviene que la capacidad horaria de la bomba sea menor que el 20 % de la demanda total de agua. Sin embargo, conviene que para cada caso se haga un estudio especial para determinar el número de horas de bombeo.

- A continuación del reductor concéntrico, debe colocarse una válvula de retención, que es una válvula destinada a evitar, que el agua del tubo de impulsión se vacíe a través de la bomba y también para disminuir efectos del golpe de ariete sobre la bomba.
- Luego de la válvula de retención se coloca una válvula de compuerta, la misma que debe estar situada de modo que en cualquier momento sea posible maniobrarla manualmente y cuyo objetivo es poder aislar la tubería de descarga, sea para limpiar la válvula de retención o reparar la bomba.
- Finalmente tenemos la tubería de impulsión o tubo de descarga, cuyo diámetro definido conforme se indicó anteriormente, en su prolongación hasta el tanque elevado, no debe tener ninguna derivación, por razones de un mejor servicio del edificio. Para tuberías de pequeño diámetro se puede usar como tubo de impulsión las cañerías de hierro galvanizado, para tubos de mayor diámetro debe usarse de hierro fundido dúctil con juntas de bridas.



- De acuerdo con la magnitud, importancia y altura del edificio puede ser necesario colocar una válvula rompedora cuyo objeto es disminuir el efecto del golpe de ariete.
- Como se dijo anteriormente, el motor de acople a la bomba, puede ser eléctrico, diesel o a gasolina. Debe ser motor asíncrono (que no gira en sincronismo con el campo magnético producido por la corriente alterna) de alta rotación: 1430 a 2850 r.p.m. para 50 ciclos ó 1720 a 3450 para 60 ciclos y dos polos. Motores de baja rotación se pueden también usar, pero tienen el inconveniente de su mayor costo, deben ser a prueba de goteo y a prueba de polvo.

La instalación de un grupo motor - bomba debe ser motivo de un cuidado especial para ello la estructura o base de apoyo debe estar perfectamente nivelada, de modo que al colocar el motor y la bomba sus ejes queden perfectamente alineados eliminando cualquier excentricidad.

El cebado de las bombas es un aspecto que debe ser resuelto con cierto criterio. Cuando la bomba está situada por debajo del nivel libre del agua, el problema está resuelto, pero cuando se sitúa por encima, se deben buscar soluciones apropiadas. Si el funcionamiento fuera manual, también el cebado podrá hacerse en esta misma forma, por el operador, pero si el funcionamiento es automático, una solución consiste en colocar un bypass que comunica el tubo de descarga con el tubo de succión. Si las válvulas de pie y la válvula de retención funcionan perfectamente el cebado de la bomba no presenta problemas. Otra solución aconsejable, es adquirir dispositivos especiales de cebado de bombas que venden algunas fábricas especializadas, especialmente cuando se trata de funcionamiento automático.

El funcionamiento automático de las bombas en los edificios, se impone como medio de obtener abastecimiento continuo de agua, para ello se hace una conexión del flotador del tanque elevado con el interruptor de corriente de la bomba, de tal modo que cuando el nivel baja demasiado la bomba comience a funcionar y cuando sube, deje de hacerlo. También es posible hacer esto mismo aprovechando la presión del agua en el fondo del tanque elevado o por dispositivos neumáticos mencionados anteriormente.

El pedido de una bomba, suele ser motivo de estudio de una serie de requisitos y condiciones que se envían al proveedor o fabricante. Pero de un modo general para comprar una bomba solo se deben enviar los siguientes datos:

- Caudal máximo y caudal mínimo de funcionamiento de la bomba
- Altura manométrica máxima y mínima requerida
- Líquido que se desea bombear
- Voltaje existente en el lugar de funcionamiento de la bomba
- Frecuencia de la corriente eléctrica del lugar (50 a 60 ciclos)

Con estos datos el fabricante está en condiciones de suministrar una bomba sin embargo, para el ingeniero proyectista conviene conocer las curvas, carga - rendimiento - potencia, que son características para cada bomba y que permiten fijar el punto de máximo rendimiento para la carga máxima que da un mínimo de requerimiento de potencia en HP.

### 5.6.5 Tanque elevado de distribución

El tanque elevado que en realidad es el tanque de distribución del inmueble, normalmente se ubica sobre la terraza, cuando su altura no excede de 36 m que corresponde aproximadamente a 12 pisos de altura. Si la altura del edificio es mayor conviene efectuar un estudio económico para ver la posibilidad de colocar un tanque de distribución en un piso intermedio, lo que supone un doble sistema de bombeo, que se justifica especialmente cuando los costos de corriente eléctrica no son muy altos.

El tanque elevado no debe ir asentado sobre el nivel de la terraza sino por lo menos 0.60 m. sobre ella, por un lado para facilitar la entrada y salida de tubos y la maniobra de las válvulas y por otro para aumentar la altura de carga o presión de servicio en el último piso.

Todo tanque elevado debe reunir ciertos requisitos técnicos para su localización y conformación, podemos enunciar algunos de ellos:

- Debe tener un tubo de descarga situado sobre el nivel máximo de agua cuya entrada debe ser controlada por una válvula con flotador. Este mismo flotador debe ser el que controle automáticamente el funcionamiento de las bombas. Una válvula de compuerta, de accionamiento manual, desde fuera del tanque completa el conjunto.
- Para cualquier caso en que se produzca una falla de funcionamiento del dispositivo anteriormente descrito, debe colocarse a un nivel inferior al del tubo de entrada, otro de excedencia o rebalse cuyo diámetro debe ser mayor que aquel. En instalaciones de cierta importancia puede adosarse al rebalse un dispositivo de alarma. La descarga de este tubo debe salir hacia el conducto de desagües del edificio.
- El tubo de limpieza, es imprescindible, para la eliminación periódica de los lodos acumulados en el fondo. Su descarga se controla mediante una válvula de accionamiento manual, que se conecta en el tubo de excedencia. Es recomendable que las pendientes del fondo del tanque converjan en una caja de acumulación.
- El tubo de alimentación o distribución de agua potable, debe salir del tanque unos 10 a 25 cm por encima del fondo de la cámara. Para control de salida de agua debe tener una llave de accionamiento manual. Cuando se quiere tener un caudal de reserva permanente para incendio, se eleva esta altura de salida de acuerdo con los requerimientos probables reglamentados para estos casos.
- Cada compartimiento de un tanque debe tener una tapa de inspección de cierre hermético, situada sobre la cubierta de la cámara.
- Un dispositivo importante en un tanque elevado es la ventilación, que debe ser diseñada de tal modo que permita la entrada y salida libre del aire pero no de insectos, polvo y otras impurezas. Con este objeto puede ponerse también una válvula de absorción y expulsión de aire.
- Se aconseja la división del tanque en dos compartimientos con entrada independiente. Algunas veces la división de estos compartimientos se realiza con un compartimiento intermedio destinado a la reserva de agua para incendio.
- Las dimensiones del tanque se calculan en función de su capacidad, no existiendo restricciones al respecto. En general la estructura del edificio define el largo y ancho, quedando así fijada la altura de acuerdo al volumen.
- El Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias en su Cap. IV, da las siguientes especificaciones:
  - Los tanques de agua deberán ser diseñados y contruidos en forma tal que garanticen la potabilidad del agua almacenada.
  - Toda edificación ubicada en sectores donde el abastecimiento de agua pública no sea continuo o carezca de presión suficiente deberá estar provisto de uno o varios tanques de almacenamiento, que permitan el suministro de agua en forma adecuada a todos los artefactos sanitarios o instalaciones previstas.

- Tales tanques podrán instalarse en la parte baja (cisterna) en pisos intermedios o sobre el edificio (elevados), siempre que cumplan con lo estipulado anteriormente.
- Cuando solo exista cisterna, su capacidad será cuando menos igual al consumo diario, con un mínimo absoluto de 1.000 litros.
- Cuando fuere necesario emplear una combinación de cisterna, bombas de elevación y tanque elevado, la capacidad de la primera no será menor de las 3/4 partes del consumo diario y la del segundo no menor de 1/3 de dicho consumo, cada uno de ellos con un mínimo absoluto de 1.000 litros.
- La distancia vertical entre el paramento inferior de la cubierta y el eje del tubo de entrada de agua, no podrá ser menor a 20 cm.
- La distancia vertical entre el eje del tubo de rebose y el eje del tubo de entrada de agua, será igual al doble del diámetro del primero y en ningún caso menor de 15 cm.
- En lo posible deberán alejarse de muros perimetrales colindantes con propiedades vecinas. Ninguna cisterna podrá instalarse en sitio sujeto a inundación o filtración de aguas de lluvia o servidas, aún cuando tal hecho pudiera ocurrir solo eventualmente.
- Si por circunstancias especiales, la cisterna tuviera que ser construida en sitios susceptibles de filtración, o por debajo del nivel freático se deberá prever un sistema adecuado de drenaje, a fin de evacuar convenientemente las aguas provenientes de tales filtraciones.
- El agua proveniente del rebose de los tanques, deberá descargarse al sistema de desagüe del edificio en forma directa, mediante brecha o interruptor de aire de 5 cm de altura sobre el piso, techo y otro sitio de descarga.
- El diámetro del tubo de rebose instalado, deberá ser diseñado para evacuar por lo menos un caudal igual al triple del caudal de ingreso. La salida del rebosadero deberá estar provista de una malla metálica inoxidable N° 100.
- La tubería de aducción desde el abastecimiento público hasta la cisterna o tanque elevado en caso de conexión directa, deberá calcularse para suministrar el consumo total diario en un tiempo no mayor de 4 horas. Esta tubería deberá estar provista de su correspondiente válvula con flotador, u otro dispositivo equivalente.
- El control de los niveles de agua en los tanques, se hará por medio de interruptores automáticos que permitan:
  - a) Arrancar la bomba cuando el nivel de agua en el tanque elevado descienda hasta la cuarta parte de su nivel útil.
  - b) Detener la bomba cuando el nivel del agua en el tanque elevado ascienda hasta el nivel máximo previsto.
  - c) Detener la bomba cuando el nivel de agua en la cisterna descienda hasta 5 cm por encima de la criba de succión.
- Todo paso de tubería a través de las paredes o fondo de un tanque, deberá fijarse previamente al vaciado de los mismos, mediante tuberías apropiadas (manguitos), a la instalación, con extremos roscados que sobresalgan 10 cm y que lleven soldada en la mitad de su largo, con soldadura corrida, una lámina metálica de no menos de 1/8" de espesor y cuya dimensión mínima sea 10 cm mayor que el diámetro del tubo.

### 5.6.6 Acumulador de presión o autoclave

En edificios de menor importancia el bombeo resulta una solución antieconómica, razón por la cual se recurre al acumulador de presión o autoclave, que se usa cuando la presión de agua en la red pública es insuficiente o cuando no hay presión de servicio, lo que quiere decir que es un dispositivo que mantiene la presión uniforme en las tuberías de distribución domiciliaria.

El conjunto está formado por:

- Un tanque de succión, si es que hay suministro público o un pozo de succión si es este el tipo de suministro del agua, que son las fuentes de alimentación de la bomba.
- Una ó dos bombas centrifugas de gran altura manométrica y relativamente reducido caudal. La altura manométrica es del orden de los 30 a 60 m.c.a. y el caudal de acuerdo a la magnitud del edificio.
- El autoclave propiamente dicho, formado por un cilindro metálico cerrado en sus extremos por dos casquetes del mismo material y un presostato (manostato automático que mantiene constante la presión de un fluido para accionamiento automático de las bombas).
- Funcionamiento: Las bombas introducen agua en el autoclave a gran presión, lo cual obliga al aire que se encuentra en el interior a comprimirse, reduciendo el espacio de ocupación hasta cierto limite, a partir del cual la bomba deja de funcionar. Por la tubería de alimentación sale el agua con una determinada presión que va disminuyendo hasta un limite mínimo a partir del cual el presostato acciona la bomba y se repite el funcionamiento.
- Una tubería de conexión entre las bombas y el autoclave y una tubería de salida o alimentación del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Cálculo: Un autoclave se calcula conociendo previamente los siguientes datos:

$Q_0$ : Caudal de la bomba en litros por minuto, corresponde al consumo máximo absoluto de agua de la vivienda.

N: Numero de disparos por hora (variable entre 6 a 10)

P1: Presión máxima de trabajo del agua en atmósferas

P2: Presión mínima de trabajo del agua en atmósferas

Con estos datos es posible determinar:

V1: Volumen de la cámara de aire comprimido al iniciarse el periodo [lts]

V<sub>f</sub>: Volumen de la cámara de aire comprimido al finalizar el periodo [lts].

V: Volumen real del autoclave [lts].

$$Q = 25 \frac{Q_0}{N}$$

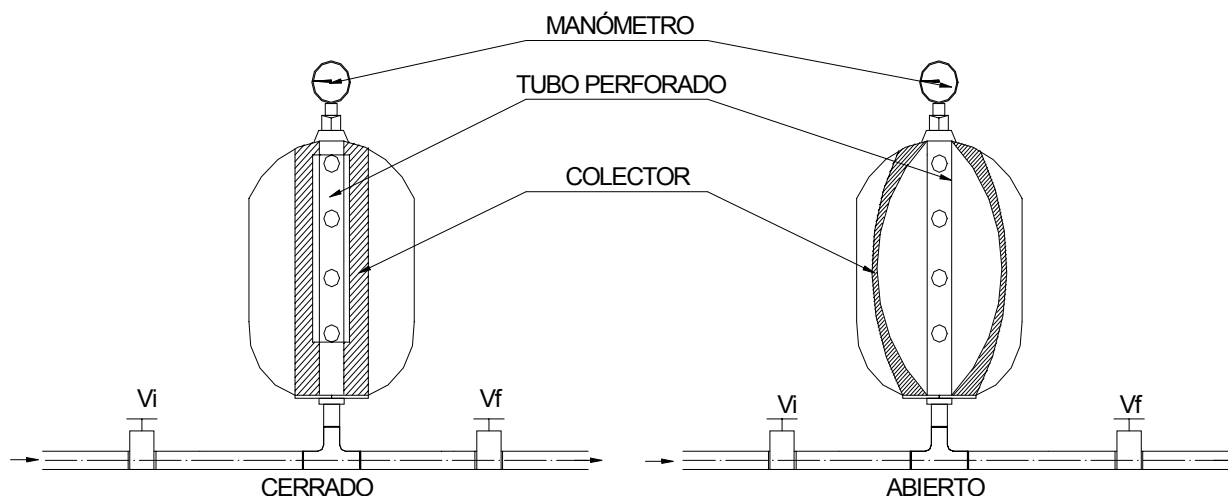
$$V = Q \frac{P_1 + 1}{P_1 - P_2}$$

$$V_i = 0.83V$$

$$V_f = V_i \frac{P_2 + 1}{P_1 + 1}$$

### 5.7.7 Sistemas automáticos de presión (tanques de hidropresión)

- Los tanques de hidropresión llamados hidróceles constituyen una alternativa para eliminar el tanque elevado. Aunque en casi todos los países latinoamericanos como en los países industrializados su empleo se ha popularizado, en Bolivia no resulta aconsejable incluirlo en un sistema de abastecimiento de agua de edificios, debido a la falta de asistencia técnica garantizada ya la resistencia de los copropietarios de edificios para pagar gastos adicionales, para su conservación y mantenimiento. Sin embargo para casos especiales su empleo se justifica y los resultados pueden ser positivos, si se superan las desventajas anteriormente indicadas.
- **DEFINICIÓN:** Un tanque de hidropresión es un acumulador de presión, puesto que su función es acumular presión de agua.  
En esencia está compuesto por:
  - Un tubo perforado
  - Un elemento fabricado de un material elástico que es un acumulador o envoltura interior.
  - Una cubierta exterior.
  - Dos tapas.
- **FUNCIONAMIENTO:** Si tomamos la tubería (**figura 5.6**) a una presión de  $3,50 \text{ kg/cm}^2$  (50 psi) y si abrimos la válvula  $V_i$  manteniendo  $V_f$  cerrada, el agua fluirá hacia el hidrocél por las perforaciones, ensanchando la envoltura interior hasta que esta equilibre la presión de  $3,50 \text{ kg/cm}^2$  que es marcada por el manómetro. Si cerramos la válvula  $V_i$  la presión interior del agua dentro de esta envoltura se mantendrá debido a su elasticidad pero con tendencia a volver a su posición original.  
Si abrimos la válvula  $V_f$ , tendremos en un tramo, (inmediatamente después de la válvula), una presión inicial de  $3,50 \text{ kg/cm}^2$  que luego disminuye paulatinamente hasta cero, cuando la envoltura vuelve a su posición original.



Fuente: MANUAL PARA CÁLCULO DISEÑO Y PROYECTO DE INST. SANITARIAS DOMICILIARIAS "J. Díaz - W. Peñaranda", 1986

**Fig. 5.6** Esquema de funcionamiento de una cámara de hidropresión.

- **BOMBAS:** El equipo complementario a los tanques de hidropresión es la bomba, para cuya selección debe asegurarse que los caudales y presiones estén adecuados a los requerimientos de este sistema. Es aconsejable usar bombas de multietapa, por su característica de alta presión y se debe seleccionar unidades que no sean ruidosas para no incomodar a los usuarios. Como en todos los sistemas de suministro de agua potable debe siempre considerarse una unidad de reserva, para evitar cualquier interrupción del servicio. El

funcionamiento de estas bombas debe ser siempre automático.

- **CÁLCULO:** El calculo de las bombas para los tanques de hidropresión se hace previa determinación de los siguientes valores:

- Caudal:  $Q$  [ $m^3/s$ ]
- Altura dinámica total:  $H_d$  [m]

- El caudal se calcula por cualquiera de los métodos conocidos que dan los coeficientes de simultaneidad aunque también se puede utilizar la siguiente formula:

$$Q_o = N_o \times K_o$$

Donde:

$Q_o$ : caudal [ $l/h$ ]

$N_o$ : número total de artefactos sanitarios

$K_o$ : coeficiente cuyo valor es el siguiente:

Hoteles	$K_o = 94.6$
Edificios de Departamentos	$K_o = 64.3$
Hospitales	$K_o = 94.6$
Edificios de oficinas	$K_o = 64.3$

- La altura manométrica esta determinada por los requerimientos de los tanques de hidropresión que varían entre  $1.41 \text{ kg/cm}^2$  (20 psi) y  $3.50 \text{ kg/cm}^2$  (50 psi), de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes, valores a los que se debe agregar las pérdidas de carga en las tuberías.

$$H_m = H_h + H_f$$

- **ELECCIÓN DE LOS TANQUES DE HIDROPRESIÓN:** Con los valores de caudal calculados anteriormente es posible obtener el número de unidades de hidropresión. Para ello, dicho caudal se divide entre la capacidad de cada tanque, especificada en la **tabla 5.1** Conviene por razones de continuidad de servicio agregar por lo menos una unidad al valor obtenido.

**Tabla 5.1 ELECCIÓN DEL TANQUE DE HIDROPRESIÓN**

PRESIÓN MEDIA DE OPERACIÓN [mca]	PRESIÓN DE CONEXIÓN [mca]	PRESIÓN DE DESCONEXIÓN [mca]	CAPACIDAD DEL TANQUE DE HIDROPRESIÓN [l/s]				
			YJ 18		YJ 36		
			1	2	1	2	3
21	14	28	1500	3000	3000	6000	9000
28	21	35	1250	2500	2500	5000	7500
35	26	42	1100	2200	2200	4400	6600

Fuente: MANUAL PARA CÁLCULO DISEÑO Y PROYECTO DE INST.SANIT. DOMICILIARIAS "J. Díaz - W. Peñaranda", 1986

- **LOCALIZACIÓN DE LOS TANQUES DE HIDROPRESIÓN.-** Es regla importante, colocar las unidades de hidropresión lo mas alejadas posible de las bombas, de ahí que ubicar estos en el sótano y los tanques en la terraza es la mejor solución, aunque también puede situarse cerca si se utilizan unidades especiales.

Como los tanques de hidropresión ocupan superficies reducidas, cuando la altura del edificio es muy grande se puede ubicar en pisos intermedios.

El tanque cisterna, debe situarse siguiendo las mismas reglas que rigen para la colocación del tanque elevado.