

CAPÍTULO 9. ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUA CRUDA Y TRATADA

ÍNDICE

1. ESTACIONES DE BOMBEO PARA BOMBAS CENTRIFUGAS.....	1
1.1. GENERALIDADES.....	1
1.2. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CÁMARAS DE ASPIRACIÓN CUANDO LAS BOMBAS ARRANCAN Y PARAN DE ACUERDO AL NIVEL LÍQUIDO DENTRO DE LAS MISMAS.....	1
1.2.1. <i>Cuando el Caudal con el que se Pueda Abastecer a la Cámara de Aspiración Sea Superior a la Máxima Capacidad de Bombeo y las Bombas Funcionen con Velocidades Rotacionales Constantes.....</i>	<i>2</i>
1.2.2. <i>Cuando el Caudal que Ingresa a la Cámara de Aspiración Es Inferior que la Capacidad de las Bombas, pero Algunas de Éstas o Todas Trabajan con Velocidad Rotacional Variable.....</i>	<i>2</i>
1.2.3. <i>Cuando el Caudal que Ingresa a la Cámara de Aspiración Es Menor que la Capacidad de las Bombas y las Mismas Trabajan con Velocidades Rotacionales Constantes.....</i>	<i>2</i>
1.2.3.1. <i>Caso I: Una Sola Bomba en Operación.....</i>	<i>3</i>
1.2.3.2. <i>Caso II: Dos Bombas en Paralelo en Operación.....</i>	<i>4</i>
1.2.3.3. <i>Caso III: Tres bombas en Paralelo en Operación.....</i>	<i>6</i>
1.2.4. <i>Volumen del Fondo.....</i>	<i>8</i>
1.2.5. <i>Volumen Total de la Cámara de Aspiración.....</i>	<i>8</i>
1.3. VOLUMEN MÍNIMO DEL RESERVORIO DE DISTRIBUCIÓN CUANDO LAS BOMBAS ARRANCAN Y PARAN DE ACUERDO AL NIVEL LÍQUIDO DENTRO DEL MISMO Y ASPIRAN DESDE OTRO ESTANQUE O POZO....	9
1.3.1. <i>Cuando Algunas o Todas las Bombas Trabajan con Velocidad Rotacional Variable</i>	<i>9</i>
1.3.2. <i>Cuando las Bombas Trabajan con Velocidades Rotacionales Constantes.....</i>	<i>9</i>
1.3.3. <i>Volumen del Fondo del Reservoirio de Distribución.....</i>	<i>10</i>
1.3.4. <i>Volumen Mínimo Total del Reservoirio de Distribución.....</i>	<i>11</i>
1.4. BOMBAS DE RESERVA.....	11
1.5. CAÑERÍA DE IMPULSIÓN.....	11
1.5.1. <i>Definición.....</i>	<i>11</i>
1.5.2. <i>Caudal de Bombeo, Altura Manométrica de Elevación, y Potencia de las Electrobombas.....</i>	<i>11</i>
1.5.3. <i>Determinación del Diámetro Más Económico.....</i>	<i>13</i>

1.5.3.1. Generalidades.....	13
1.5.3.2. Diámetro Más Económico.....	13
1.5.4. Golpe de Ariete	14
1.5.5. Instalaciones Complementarias.....	14
1.5.5.1. Válvulas de Cierre	14
1.5.5.2. Válvulas de Retención	15
1.5.5.3. Válvulas de Aire.....	15
1.5.5.4. Dispositivos Antiarriete.....	15
1.5.5.5. Juntas de Desarme	15
1.5.5.6. Recomendaciones Complementarias de la Cañería de Impulsión	15
1.6. CAÑERÍAS DE ASPIRACIÓN	16
1.6.1. Generalidades	16
1.6.2. Bombas por Debajo del Nivel Líquido de Aspiración	16
1.6.3. Bombas por Encima del Nivel Líquido de Aspiración	17
1.6.4. Altura Neta Positiva de Aspiración Disponible ($ANPA_d$) y Altura Neta Positiva de Aspiración Requerida ($ANPA_r$).....	17
1.6.4.1. Si se Dispone de la Curva del $ANPA_r$ Brindada por el Fabricante de Bombas	17
1.6.4.2. Si No se Dispone de la Curva $ANPA_d$ Brindada por el Fabricante	18
1.6.5. Recomendaciones Generales para la Cañería de Aspiración.....	18
1.7. ESTACIONES DE REBOMBEO O REFUERZO (EN IDIOMA INGLÉS “ BOOSTING”)	20
2. ESTACIONES DE BOMBEO CON BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO	21
2.1. GENERALIDADES	21
2.2. APLICABILIDAD	21
2.3. CAUDAL DE BOMBEO, ALTURA MANOMÉTRICA DE ELEVACIÓN Y POTENCIA ELECTROBOMBAS	21
2.4. RECOMENDACIONES COMPLEMENTARIAS	22
3. BOMBAS ARQUIMÉDICAS A TORNILLO.....	23
4. OTRO TIPO DE BOMBAS	24
5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS INSTALACIONES.....	25

LISTA DE ILUSTRACIONES

TABLAS

Tabla 1. Bombas de reserva cuando impulsan bombas iguales	11
Tabla 2. Sumergencia requerida para prevenir vórtices	16

FIGURAS

Figura 1. Esquema del pozo de bombeo para una bomba en operación.....	3
Figura 2. Diagrama de arranque y detención en el caso de dos bombas	5
Figura 3. Determinación del volumen optimo de la cámara de aspiración para dos bombas en operación	5
Figura 4. Diagrama de arranque y detención de bombas en el caso de tres bombas.....	7
Figura 5. Determinación del volumen optimo de la cámara de aspiración para tres bombas en operación	8
Figura 6. Niveles de arranque y parada en caso de una bomba en operación.....	9
Figura 7. Secuencia y niveles de arranque y parada de las bombas, dos bombas en operación	10
Figura 8. Secuencia de arranque y parada de las bombas con tres bombas en operación	10

1. ESTACIONES DE BOMBEO PARA BOMBAS CENTRIFUGAS

1.1. GENERALIDADES

Se denominan estaciones de bombeo a todas las unidades destinadas a la elevación de agua cruda o tratada de cualquier parte de un sistema de abastecimiento, hacia otro sitio en donde sea necesario suministrar o incrementar el caudal o la presión.

De acuerdo a esta definición a las estaciones de bombeo se las puede clasificar como:

- Primarias, cuando captan el agua de un depósito de almacenamiento (cámara de aspiración) y la elevan a otro (cámara de distribución).
- Secundarias, cuando mejoran las condiciones de bombeo de una estación primaria, elevando la presión o aumentando el caudal hacia un sector.

Las estaciones de bombeo secundarias pueden ser a su vez de dos tipos:

- Convencionales, cuando captan el agua de otro sistema de bombeo y lo almacenan en una cámara de aspiración para luego ser impulsado, al igual que las estaciones primarias.
- Estaciones de Rebombeo o Refuerzo (En inglés, Boosting) que captan el agua directamente de una cañería del sistema de distribución, incrementando el caudal y la presión de acuerdo a las condiciones de servicio que se deseen alcanzar.

Existen cuatro casos posibles de estaciones de bombeo con bombas centrífugas cuando succionan de una cámara de aspiración, de acuerdo a la ubicación de las bombas: compartimentos secos adosados al pozo de aspiración con motores y bombas no sumergidos, compartimentos húmedos con bombas sumergidas y motores no sumergidos, compartimentos húmedos con bombas y motores sumergidos, y compartimentos secos sobre el nivel del líquido con bombas y motores no sumergidos.

Las estaciones de rebombeo o refuerzo pueden ser de distintos tipos, de acuerdo a la función que deban cumplir y al tipo de bomba a utilizar. Pueden elevar el caudal y la presión para la totalidad del agua que conduce un acueducto o derivar parcialmente parte del caudal total. Se pueden utilizar distintos tipos de bombas de acuerdo al proyecto de captación diseñado.

En todos los casos, el proyectista debe demostrar en una memoria descriptiva y/o técnica la conveniencia de utilizar uno de los sistemas mencionados.

1.2. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CÁMARAS DE ASPIRACIÓN CUANDO LAS BOMBAS ARRANCAN Y PARAN DE ACUERDO AL NIVEL LÍQUIDO DENTRO DE LAS MISMAS

Las características hidráulicas de las cámaras de aspiración deben ser dimensionadas de acuerdo a los lineamientos generales de la última edición del Manual "Hidraulic Institute".

(Ref. Centrifugal pumps applications, 1975 by Hydraulic Institute. Printed in the United States of America, Library of Congress Card N° A 56-4036).

Para determinar el tamaño mínimo de la cámara de aspiración y las características generales de los pozos de bombeo, el proyectista debe considerar los tres casos siguientes:

1.2.1. Cuando el Caudal con el que se Pueda Abastecer a la Cámara de Aspiración Sea Superior a la Máxima Capacidad de Bombeo y las Bombas Funcionen con Velocidades Rotacionales Constantes

Es el caso de una cisterna de almacenamiento en donde el caudal ingresante puede ser regulado mediante un dispositivo de control que impida el desborde de la misma. Otro ejemplo lo constituye la aspiración de bombas que succionan desde una fuente de provisión de agua inagotable cuya extracción garantiza el funcionamiento permanente de las electrobombas, sin arranques y paradas frecuentes incompatibles con los máximos establecidos para sus motores.

En estos casos para el dimensionamiento, el proyectista debe respetar sólo los lineamientos generales de la presente norma, sin que sea necesario determinar el volumen mínimo necesario de la cámara de aspiración.

1.2.2. Cuando el Caudal que Ingresa a la Cámara de Aspiración Es Inferior que la Capacidad de las Bombas, pero Algunas de Estas o Todas Trabajan con Velocidad Rotacional Variable

Cuando se tengan bombas funcionando con velocidades constantes y otras que lo hagan con caudales de bombeo variables para amortiguar los picos de demanda, el proyectista debe dimensionar la cámara de aspiración de acuerdo a lo establecido en el numeral 1.2.3 para las bombas de base que trabajen con velocidades constantes. En este caso, no se debe considerar un volumen adicional para las bombas de velocidad variable. Además, para el dimensionamiento, el proyectista debe respetar los lineamientos generales de la presente norma.

1.2.3. Cuando el Caudal que Ingresa a la Cámara de Aspiración Es Menor que la Capacidad de las Bombas y las Mismas Trabajan con Velocidades Rotacionales Constantes

El proyectista debe respetar la secuencia de arranques y paradas establecidas en la **Figura 1, Figura 2 y Figura 4** para poder determinar el volumen mínimo de la cámara de aspiración de acuerdo a la metodología de la presente norma. En caso de que adopte otro tipo de secuencia eléctrica de arranques y paradas, el proyectista debe demostrar en la memoria de cálculo del proyecto, que el volumen de la cámara de aspiración es suficiente para que las bombas trabajen adecuadamente.

En este caso, la cámara debe tener dimensiones mayores a las establecidas con el criterio de máximas frecuencias de arranques consecutivos de las bombas descriptos a continuación:

1.2.3.1. Caso I: Una Sola Bomba en Operación

La **Figura 1** presenta el esquema de un pozo de bombeo con los niveles de arranque y parada de la bomba.

$$V_1 = c_1 \cdot Q_{b1} \cdot t_{cmín1} / 4 = c_1 \cdot Q_{b1} / (4 \cdot f_{cmáx1}) = \text{volumen mínimo útil de la cámara de aspiración}$$

c_1 = coeficiente de seguridad

Q_{b1} = caudal de bombeo de la bomba = $m \cdot Q_{En}$

Q_{En} = caudal máximo horario en el período considerado

m = coeficiente de bombeo

$t_{cmín1} = 1 / f_{cmáx1}$ = tiempo de arranque mínimo consecutivo de la electrobomba recomendada por el fabricante del equipamiento

$f_{cmáx1} = 1 / t_{cmín1}$ = frecuencia de arranque consecutiva máxima de la electrobomba recomendada por el fabricante del equipamiento

El proyectista debe adoptar siempre un coeficiente de seguridad $c_1 = 1,15$ para todas las instalaciones. En caso de adoptar un coeficiente mayor debe justificarlo.

Cuando se establezca un bombeo continuo de 24 (veinticuatro) horas diarias, el proyectista debe adoptar un coeficiente "m" que puede variar entre $m = 1,00$ para grandes instalaciones a $m = 1,25$ para pequeñas. Cuando el número de horas de bombeo diarias máximas establecidas para las bombas sea inferior a 20 (veinte) horas, el proyectista debe considerar siempre un coeficiente $m = 1,00$.

Cuando el proyectista no disponga de los datos del fabricante de electrobombas, se debe adoptar un $t_{cmín1} = 600$ sg, equivalente a una $f_{cmáx1} = 10$ arranques/hora.

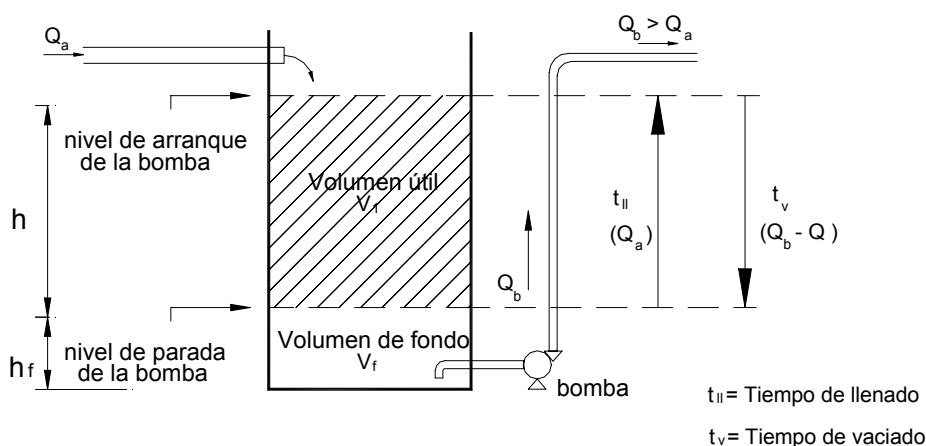


Figura 1. Esquema del pozo de bombeo para una bomba en operación

1.2.3.2. Caso II: Dos Bombas en Paralelo en Operación

Este numeral es válido, si el proyectista utiliza el esquema de arranques y paradas establecido en la **Figura 2**. Si no debe desarrollar lo solicitado en el primer párrafo del numeral 1.2.3.

Para el dimensionamiento mínimo de la cámara de aspiración, el proyectista debe considerar los siguientes caudales de bombeo:

a) Caudales a considerar en el cálculo del volumen mínimo de aspiración para cañerías de impulsión independientes y dos bombas en paralelo:

$Q_b = m \cdot Q_{E20}$ = caudal de bombeo total de las dos bombas cuando bombean en forma simultánea sobre cañerías de impulsión independientes para cada bomba

$$(Q_{b1} + Q_{b2}) / 2 = Q' = Q_b / 2$$

Q_{b1} = caudal de bombeo individual de la bomba B₁

Q_{b2} = caudal de bombeo individual de la bomba B₂

$Q_b = Q_{b1} + Q_{b2}$ = caudal total de bombeo

Q' = caudal de bombeo de cada bomba cuando funcionan ambos equipos en forma simultánea

b) Caudales a considerar en el cálculo del volumen mínimo de aspiración para una única cañería de impulsión y dos bombas en paralelo:

$Q_b = m \cdot Q_{E20}$ = caudal de bombeo total de las dos bombas impulsando en forma simultánea sobre una única cañería de impulsión

$$(Q_{b1} + Q_{b2}) / 2 > Q' = Q_b / 2$$

$$Q_b < (Q_{b1} + Q_{b2})$$

$Q' = f_{s1} \cdot Q_{b1}$ = caudal de bombeo de cada bomba cuando funcionan ambos equipos en forma simultánea

f_{s1} = factor de simultaneidad de las electrobombas

Si se dispone de la curva de la bomba brindada por el fabricante de la misma, el proyectista debe determinar los caudales " Q_{b1} " y " Q_{b2} " cuando funcionan las bombas "B₁" y "B₂" individualmente y establecer el " Q' " cuando trabajen en conjunto.

Si no dispone de las curvas de las bombas brindadas por el fabricante, debe establecer el factor " f_s " como la relación que surja de bombas comerciales similares a las que se utilizan. Para bombas en paralelo iguales el valor de " f_s " pueden determinarse dentro del siguiente rango: $0,60 < f_s < 0,70$.

Dimensionamiento de los volúmenes

Para la determinación del volumen mínimo se deben aplicar las siguientes relaciones:

$V_1 = c_1 \cdot Q_{b1} \cdot t_{cmín1} / 4 = c_1 \cdot Q_{b1} / (4 \cdot f_{cmáx1})$ = volumen mínimo de la cámara de aspiración para la primera bomba. Se establece de la misma forma que en el numeral 2.3.1

V_2 = volumen mínimo de la cámara de aspiración para la segunda bomba. Se establece en función del gráfico de la **Figura 3**. Se debe ingresar con la relación $\mu = Q_{b1}/Q_{b2}$ y establecer $V' = V_2 / V_1$ para obtener " V_2 "

El volumen mínimo útil total del pozo de aspiración debe ser determinado de acuerdo a la siguiente relación:

$V_{umín} = V_1 + V_2$ = volumen útil mínimo del pozo de aspiración

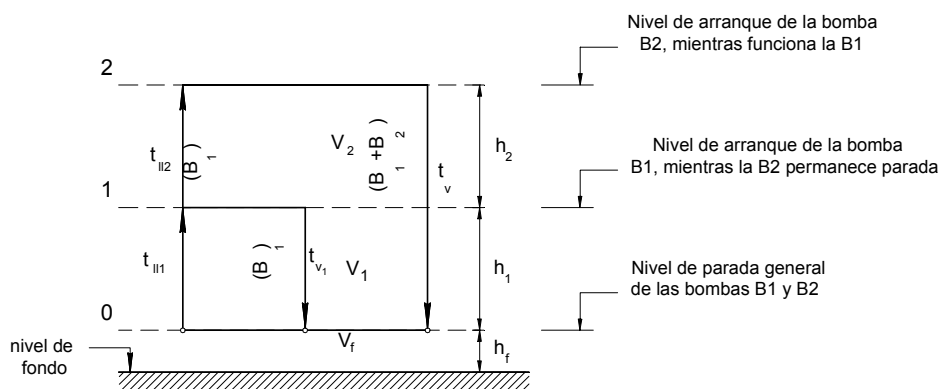


Figura 2. Diagrama de arranque y detención en el caso de dos bombas

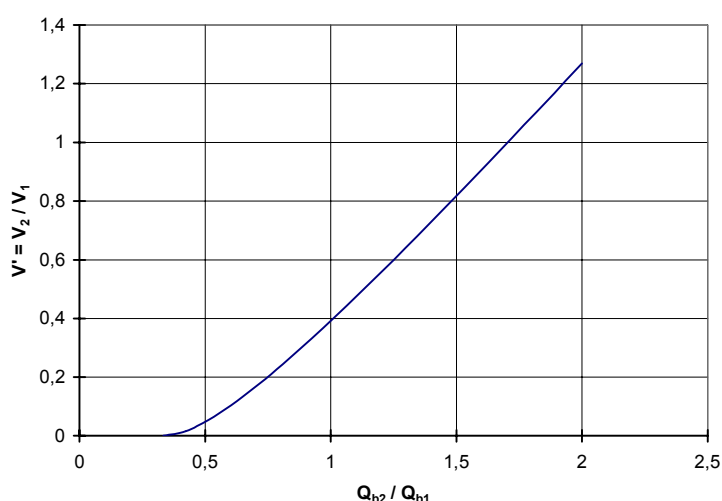


Figura 3. Determinación del volumen óptimo de la cámara de aspiración para dos bombas en operación

1.2.3.3. Caso III: Tres bombas en Paralelo en Operación

Este numeral es válido, si el proyectista utiliza el esquema de arranque y paradas establecido en la **Figura 4**. Sino deben desarrollar lo solicitado en el numeral 1.2.3.

Para el dimensionamiento mínimo de la cámara de aspiración, el proyectista debe considerar los siguientes caudales de bombeo:

a) Caudales a considerar en el cálculo del volumen mínimo de aspiración para cañerías de impulsión independientes y tres bombas en paralelo:

$Q_b = m \cdot Q_{E20}$ = caudal de bombeo total de las tres bombas cuando bombean en forma simultánea sobre cañerías de impulsión independientes para cada bomba

$$(Q_{b1} + Q_{b2} + Q_{b3}) / 3 = Q' = Q_b/3$$

Q_{b1} = caudal de bombeo individual de la bomba B_1

Q_{b2} = caudal de bombeo individual de la bomba B_2

Q_{b3} = caudal de bombeo individual de la bomba B_3

$Q_b = Q_{b1} + Q_{b2} + Q_{b3}$ = caudal total de bombeo

Q' = caudal de bombeo de cada bomba cuando funcionan los tres equipos en forma simultánea

b) Caudales a considerar en el cálculo del volumen mínimo de aspiración para una única cañería de impulsión y tres bombas en paralelo

$Q_b = m \cdot Q_{E20}$ = caudal de bombeo total de las dos bombas impulsando en forma simultánea sobre una única cañería de impulsión

$$(Q_{b1} + Q_{b2} + Q_{b3}) / 3 > Q' = Q_b/3$$

Q_{b1} = caudal de bombeo individual de la bomba B_1

Q_{b2} = caudal de bombeo individual de la bomba B_2

Q_{b3} = caudal de bombeo individual de la bomba B_3

$Q_b < Q_{b1} + Q_{b2} + Q_{b3}$

$Q' = f_{s2} \cdot Q_{b1}$ = caudal de bombeo de cada bomba cuando funcionan los tres equipos en forma simultánea

f_{s2} = factor de simultaneidad de las electrobombas

Si se dispone de la curva de la bomba brindada por el fabricante de la misma, el proyectista debe determinar los caudales " Q_{b1} ", " Q_{b2} " y " Q_{b3} " cuando funcionan las bombas " B_1 ", " B_2 " y " B_3 " individualmente y debe establecer el " Q' " cuando trabajen en conjunto.

Si no dispone de las curvas de las bombas brindadas por el fabricante, debe establecer el factor " f_{s2} " como la relación que surja de bombas comerciales similares a las que se utilizan. Para bombas iguales, el valor de " f_{s2} " puede determinarse dentro del siguiente rango: $0,40 < f_s < 0,50$.

Para la determinación del volumen mínimo se deben aplicar las siguientes relaciones:

$V_1 = c_1 \cdot Q_{b1} \cdot t_{cmín1} / 4 = c_1 \cdot Q_{b1} / (4 \cdot f_{cmáx1})$ = volumen mínimo de la cámara de aspiración para la primera bomba. Establecido al igual que en el numeral 1.2.3.1

V_2 = volumen mínimo de la cámara de aspiración para la segunda bomba. Se establece en función del gráfico de la **Figura 2**. Se debe ingresar con la relación $\mu = Q_{b1}/Q_{b2}$ y establecer $V' = V_2 / V_1$ para obtener " V_2 "

V_3 = volumen mínimo de aspiración para la tercera bomba surgido del gráfico de la **Figura 5**. Con la relación de caudales Q_{b3}/Q_{b1} y Q_{b2}/Q_{b1} , se establece la relación $V'' = V_3/V_1$, de donde se obtiene " V_3 "

El volumen mínimo útil total del pozo de aspiración debe ser igual a:

$V_{umín} = V_1 + V_2 + V_3$ = volumen útil mínimo del pozo de aspiración

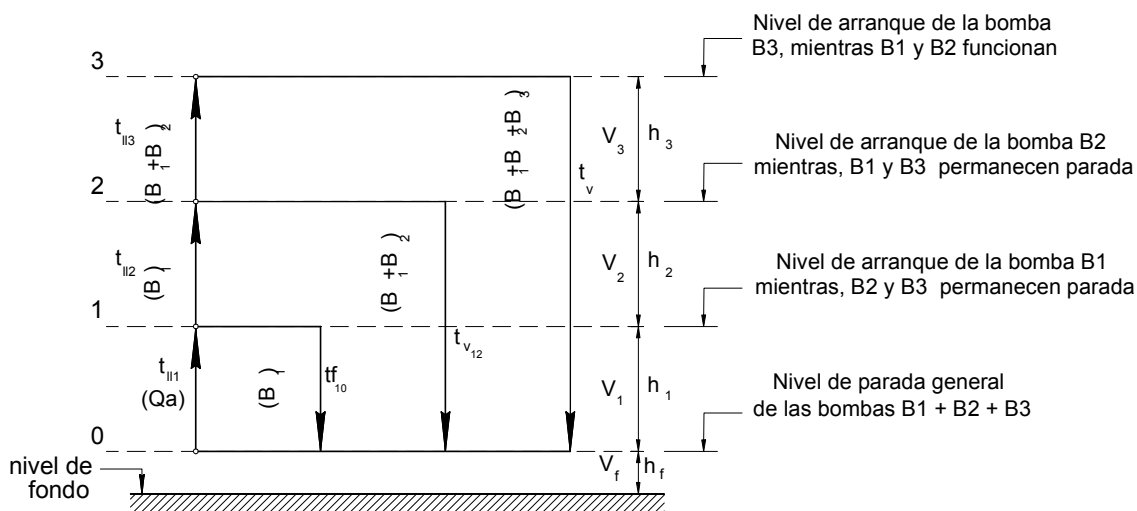


Figura 4. Diagrama de arranque y detención de bombas en el caso de tres bombas

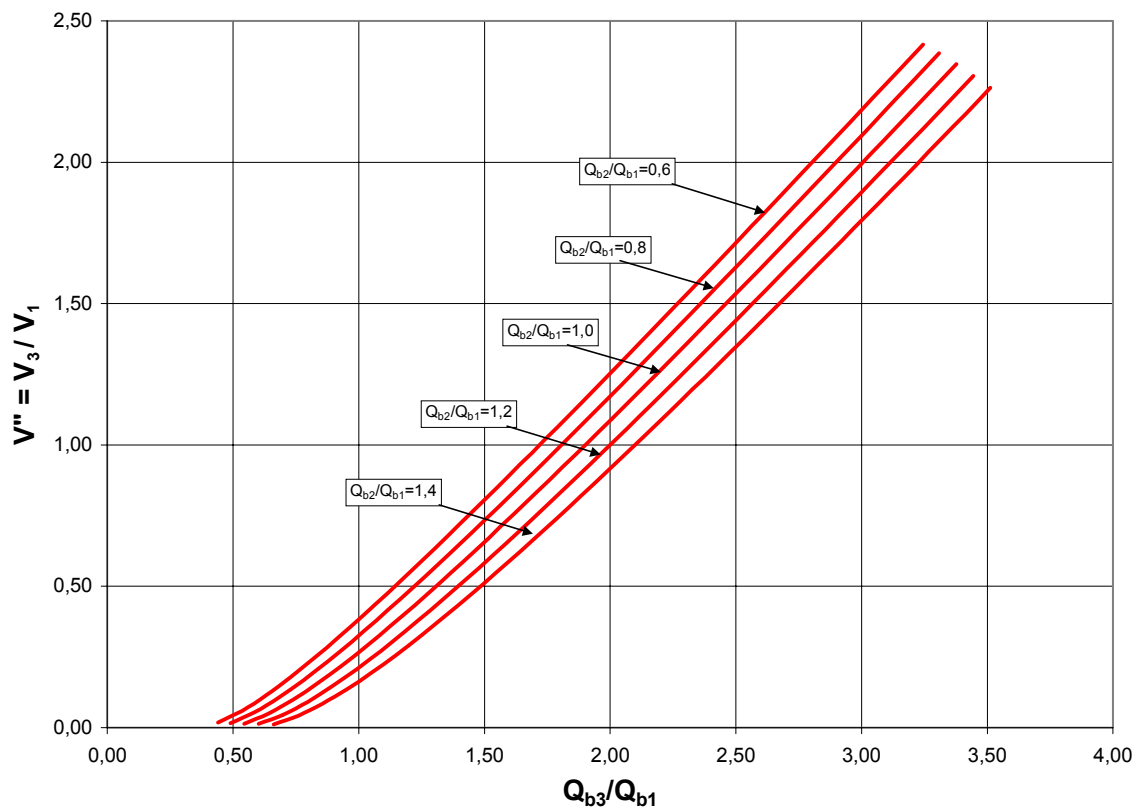


Figura 5. Determinación del volumen óptimo de la cámara de aspiración para tres bombas en operación

1.2.4. Volumen del Fondo

El volumen del fondo " V_f " debe ser tal que haga que la altura líquida por sobre la boca de succión de la cañería de aspiración cumpla con lo establecido en el numeral 1.6 para evitar la formación de vórtices.

1.2.5. Volumen Total de la Cámara de Aspiración

El volumen total de la cámara de aspiración debe ser determinado a través de la siguiente relación:

$$V_t = V_{umín} + V_f = \text{volumen mínimo total de la cámara de aspiración}$$

1.3. VOLUMEN MÍNIMO DEL RESERVORIO DE DISTRIBUCIÓN CUANDO LAS BOMBAS ARRANCAN Y PARAN DE ACUERDO AL NIVEL LÍQUIDO DENTRO DEL MISMO Y ASPIRAN DESDE OTRO ESTANQUE O POZO

Para determinar el mínimo tamaño que puede tener el reservorio de distribución para evitar arranques y paradas sucesivas nocivas para las bombas y las características generales de los pozos de bombeo, el proyectista debe considerar los dos casos siguientes:

1.3.1. Cuando Algunas o Todas las Bombas Trabajan con Velocidad Rotacional Variable

Cuando se tengan bombas de base funcionando con velocidades constantes y otras que lo hagan con caudales de bombeo variables para amortiguar los picos de demanda, el tamaño mínimo del reservorio de distribución debe contemplar lo establecido en el numeral 1.3.2 para las bombas de base que trabajen con velocidades constantes. El proyectista no debe considerar un volumen adicional para las bombas que trabajen con velocidades variables.

Cuando todas las bombas sean de velocidad variable no es necesario establecer el volumen mínimo que debe tener el reservorio de distribución.

1.3.2. Cuando las Bombas Trabajan con Velocidades Rotacionales Constantes

En este caso, el reservorio debe tener dimensiones mayores a las establecidas con el criterio de máximas frecuencias de arranques consecutivos de las bombas.

El proyectista debe determinar los volúmenes mínimos " V_1 ", " V_2 " y " V_3 " siguiendo los pasos establecidos el numeral 1.2.3., pero la secuencia de arranque y paradas y los volúmenes mínimos surgen de la **Figura 6** y **Figura 7**. Con estos volúmenes se debe calcular los volúmenes mínimos al igual que lo establecido en el numeral 1.2.3.

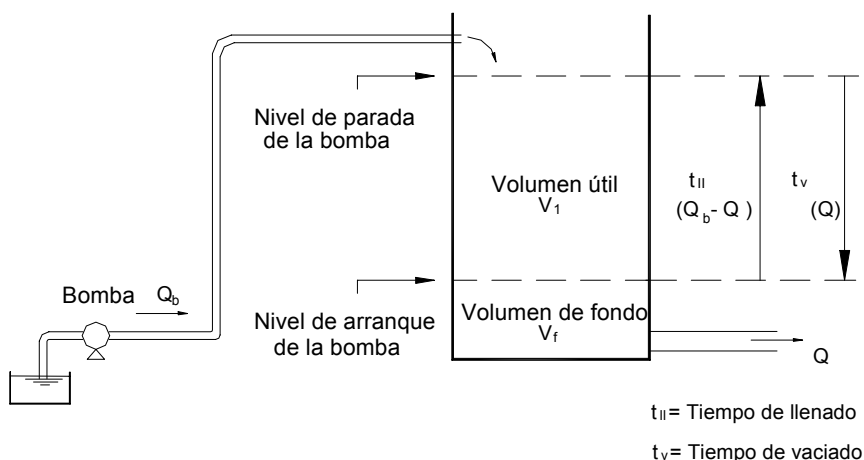


Figura 6. Niveles de arranque y parada en caso de una bomba en operación

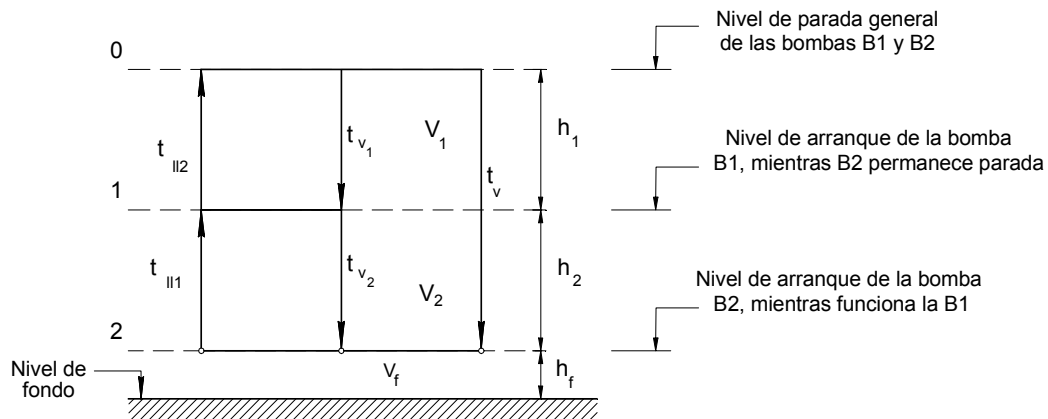


Figura 7. Secuencia y niveles de arranque y parada de las bombas, dos bombas en operación

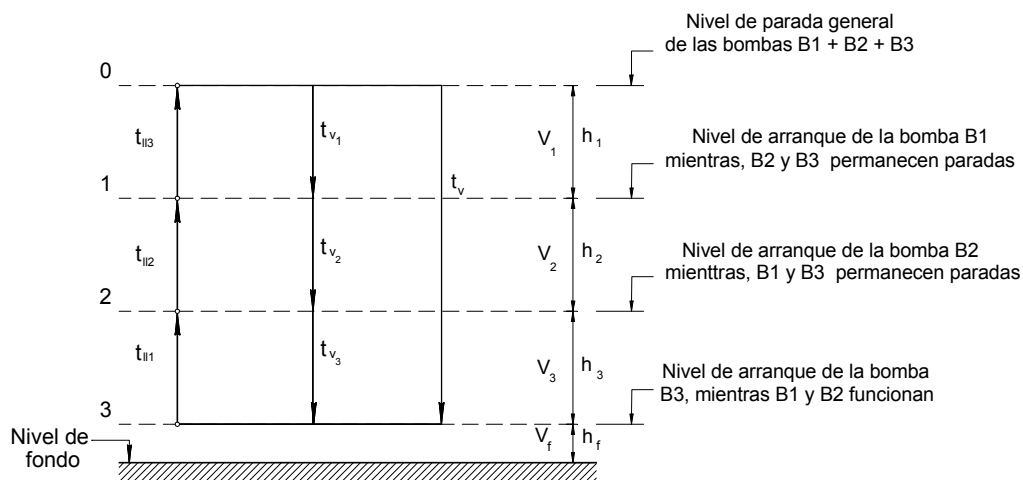


Figura 8. Secuencia de arranque y parada de las bombas con tres bombas en operación

1.3.3. Volumen del Fondo del Reservorio de Distribución

El volumen del fondo necesario para el reservorio de distribución puede ser cualquiera, aunque a los fines de esta Norma, se establece como altura mínima de agua dentro del mismo a 0,30 m.

1.3.4. Volumen Mínimo Total del Reservorio de Distribución

El volumen mínimo total del reservorio de distribución debe ser determinado a través de la siguiente relación:

$$V_t = V_{umín} + V_f = \text{volumen útil total mínimo del reservorio de distribución.}$$

1.4. BOMBAS DE RESERVA

El proyectista debe colocar un número de bombas de reserva capaces de bombear un 25 % de la capacidad total de bombeo. En la **Tabla 1** se establece el número mínimo de bombas de reserva que deben preverse en el caso de que las bombas que funcionan en paralelo sean iguales.

Bombas en funcionamiento	Bombas de reserva
1 bomba	1 bomba
2 bombas	1 bomba
3 bombas	1 bomba
4 bombas	1 bomba
5 bombas	2 bombas
6 bombas	2 bombas

Tabla 1. Bombas de reserva cuando impulsan bombas iguales

1.5. CAÑERÍA DE IMPULSIÓN

1.5.1. Definición

Se define a la cañería de impulsión como aquella que nace a la salida de las bombas y culmina en donde descargan las mismas. Cuando impulsan varias bombas sobre una única tubería, se debe construir un múltiple común de impulsión que recoja el caudal entregado por cada bomba y lo conduzca hacia el punto de descarga.

1.5.2. Caudal de Bombeo, Altura Manométrica de Elevación, y Potencia de las Electrobombas

Para determinar la altura manométrica de la cañería de impulsión, el proyectista debe utilizar la siguiente expresión:

$$H_{man} = H_{geom} + (P_2 - P_1) / \gamma + (u_2^2 - u_1^2) / (2 \cdot g) + \sum H_f = \text{altura manométrica} \quad (1)$$

H_{geom} = altura geométrica de elevación = diferencia entre los niveles líquidos de entrada de la cañería de aspiración y salida de la cañería de impulsión con respecto a un mismo plano de comparación topográfico

$(P_2 - P_1) / \gamma$ = término de presión normalmente nulo cuando se trata de un bombeo en donde la cámara de aspiración y el depósito de llegada se encuentran bajo la acción gravitatoria. El término adquiere valor cuando se trata por ejemplo de bombas colocadas para elevar presiones en impulsiones

$(v_2^2 - v_1^2) / 2g$ = término de velocidad normalmente nulo cuando la aspiración y llegada se realizan sobre depósitos. Cuando la aspiración es captada de una tubería en donde circula agua (caso de una bomba para elevar presión), la v_1 no es nula. La v_2 adquiere valor cuando el ingreso a un depósito se realiza a descarga libre. Estos términos pueden no ser considerados cuando sean muy pequeños

En la mayoría de los casos la altura manométrica se debe ser calculada mediante la siguiente relación:

$$H_{mán} = H_{geom} + \sum H_f \quad (2)$$

La pérdida de energía total ($\sum H_f$) está constituida por la pérdida de energía friccional y la pérdida de energía por singularidades.

Cuando la longitud $L \geq 500 D$, siendo "D" el diámetro de la cañería de impulsión, no es necesario considerar las pérdidas de energía localizadas.

Se presentan dos casos diferentes para determinar la altura manométrica:

a) Se poseen las curvas comerciales de las bombas a utilizar

En este caso, se debe trazar la denominada curva de la instalación fijando en la ecuación (2) valores arbitrarios de caudal desde el valor "0". En donde ésta corta a la curva de las bombas funcionando una sola o varias en serie o paralelo se debe establecer la altura manométrica del sistema y simultáneamente el caudal de bombeo del conjunto y de cada bomba cuando funcionan individualmente.

La potencia de la bomba debe surgir del dato del fabricante según la curva individual adoptada.

b) No se poseen las curvas comerciales de las bombas a utilizar

Se debe determinar el caudal de bombeo del conjunto de acuerdo a la siguiente relación:

$$Q_b = m \cdot Q_{En} \text{ caudal de bombeo total}$$

$$Q_{En} = \text{caudal máximo horario en el período considerado}$$

$$m = \text{coeficiente de bombeo, definido en el numeral 1.2.3}$$

Reemplazando este caudal en la expresión (1) o (2) se obtiene la altura manométrica para las condiciones de funcionamiento establecidas. Posteriormente en los Pliegos de

Especificaciones Técnicas se debe indicar el Caudal de bombeo " Q_b " y la altura manométrica " H_{man} " que deben tener las bombas comerciales a utilizar para cumplir con las condiciones establecidas en el proyecto.

Para el dimensionamiento de las electrobombas centrífugas debe determinarse la potencia de las mismas, de manera de asegurar un caudal de bombeo a una determinada altura manométrica de elevación cuando trabajen en forma individual. Esto permite aproximar un valor con respecto a la comercial más cercana. Los pasos a seguir en la determinación de los caudales de bombeo individuales y en conjunto, son similares a los establecidos en el numeral 1.2.3.

La potencia de las electrobombas es determinadas para cuando funcionen solas:

$$N = \gamma \cdot Q_{b1} \cdot H_{man} / (K \cdot \eta) = \text{Potencia total necesaria del motor de la electrobomba}$$

$$Q_{b1} = \text{caudal de una bomba funcionando sola (m}^3/\text{s)}$$

$$H_{man} = \text{altura manométrica (m)}$$

$$\gamma = \text{Peso específico del agua a la temperatura de trabajo y a una determinada altitud y longitud terrestre. Generalmente se adopta el valor de } 1000 \text{ Kg/m}^3 \text{ para temperaturas ambientes normales (Kg/m}^3\text{)}$$

$$K = 75 \text{ Kgm/s/CV} = 76,04 \text{ Kgm/s/HP} = \text{factor de transformación de unidades de potencia}$$

$$\eta = \text{rendimiento total de la bomba. Debe adoptarse un valor compatible con el tipo de bomba comercial a adoptar (adimensional)}$$

1.5.3. Determinación del Diámetro Más Económico

1.5.3.1. Generalidades

El diámetro de una impulsión puede ser teóricamente cualquiera. Para un determinado caudal a bombear, cañerías con diámetros pequeños tienen un menor costo de instalación pero pérdidas de energía más elevadas, lo que conduce a mayores costos energéticos. A la inversa, diámetros mayores conducen a cañerías más onerosas y menores costos de energía.

1.5.3.2. Diámetro Más Económico

La determinación del diámetro más económico debe ser realizada a través del método del Valor Presente neto de los costos totales.

Se deben considerar todos los costos de cada alternativa separados por períodos "n" (normalmente por año), como los iniciales de las cañerías, válvulas, bombas etc., y además contemplarse los de reposición de acuerdo a la vida útil de los elementos analizados. Se deben considerar además, los costos operativos y de mantenimiento de las distintas alternativas y los costos de energía eléctrica que insuman cada una de éstas en el período analizado. El costo del capital se encuentra influenciado por la tasa de interés que se adopte.

La expresión a utilizar para tener el valor presente VP de un valor futuro VF_n , es:

$$VP = VF_n / (1+i)^n = \text{Valor Presente}$$

VF_n = valor futuro en el período "n"

i = tasa de interés del capital en el período unitario considerado

n = número de períodos contados desde el de base

Y la expresión para tener el Valor Presente Neto es:

$$VPN = \sum VP = \text{valor presente neto} = \text{sumatoria de todos los valores presentes de cada uno de los componentes}$$

El diámetro más económico es aquel que haga mínimo al valor presente total. La tasa de interés a adoptar es brindada por el ENOHSA al momento de la ejecución del proyecto.

En caso de utilizarse otro procedimiento para la determinación del diámetro más económico debe ser justificado por el proyectista antes de su aplicación.

1.5.4. Golpe de Ariete

- 1). Debe calcularse el golpe de ariete en las impulsiones para determinar si es necesario colocar un equipamiento complementario que lo reduzca a valores compatibles con las instalaciones a proteger.
- 2). Las cañerías pueden soportar hasta 1,5 veces la presión máxima para las que fueron dimensionadas en fábrica, considerando que se trata de esfuerzos transitorios.
- 3). Para alturas manométricas superiores a 50,00 m se deben utilizar siempre estos dispositivos antiariete para disminuir las sobrepresiones en las válvulas de retención y evitar la excesiva vibración de los elementos constitutivos de las cañerías de impulsión.
- 4). Se debe justificar el elemento de protección antiariete utilizado de manera que satisfaga las condiciones de funcionamiento óptimo de las instalaciones.

1.5.5. Instalaciones Complementarias

1.5.5.1. Válvulas de Cierre

- 1). Éstas deben permitir el aislamiento total de la bomba ante una reparación o mantenimiento sin necesidad de parar las demás electrobombas cuando bombean sobre una única cañería de impulsión e impedir el retroceso del líquido contenido en la cañería.
- 2). No se admiten proyectos que contemplen válvulas utilizadas para regular caudales de bombeo disipando energía innecesariamente, salvo casos debidamente justificados por el proyectista.

- 3). Puede no utilizarse en instalaciones que requieran bombear a pequeñas alturas con impulsiones individuales, y que cuando paren las bombas, no produzcan problemas eléctricos y/o mecánicos por retroceso del fluido.

1.5.5.2. Válvulas de Retención

- 1). Las mismas deben ser colocadas siempre aguas abajo que las de cierre, para permitir que el agua no retroceda cuando se necesite repararlas o mantenerlas.
- 2). Se pueden eliminar en impulsiones cortas que eleven a pequeñas alturas con cañerías individuales. En este caso es necesario consultar la experiencia de un fabricante de bombas similares a las utilizadas en el proyecto.

1.5.5.3. Válvulas de Aire

- 1). Se deben colocar válvulas de aire en los siguientes casos:
 - En todos los puntos altos de la cañería de impulsión.
 - En puntos intermedios de tramos horizontales, ascendentes, descendentes muy largos, con intervalos regulares de 500,00 m.
 - En puntos lo más cercano posible a las salidas de las bombas.
 - Cuando existan cambios bruscos de pendientes aunque se mantenga la pendiente general de la cañería (entrada y salida de sifones, etc.).
- 2). Se debe justificar el tamaño y tipo de válvula a utilizar no solamente para purgar el aire, sino también, para permitir su ingreso en caso de sistemas que puedan quedar expuestos a depresiones.

1.5.5.4. Dispositivos Antiariete

- 1). Se debe justificar el tipo de dispositivo antiariete a utilizar para proteger a las cañerías contra la acción de los esfuerzos transitorios.
- 2). En todos los casos es necesario presentar el dimensionamiento de los mismos garantizando la protección de las instalaciones.

1.5.5.5. Juntas de Desarme

Deben colocarse juntas de desarme para facilitar el montaje y desmontaje de los motores, bombas y cañerías bridadas. Estas deben ser ubicadas sobre la cañería de impulsión individual de cada bomba y permitir absorber adicionalmente los movimientos de las cañerías provocadas por la variación de temperatura y/o vibraciones.

1.5.5.6. Recomendaciones Complementarias de la Cañería de Impulsión

- 1). Las ampliaciones en la cañería deben ser concéntricas y la conexión a los múltiples de impulsión realizarse con transiciones suaves evitando uniones perpendiculares entre las tuberías.

- 2). En bombas verticales tipo sifón, se debe colocar una válvula de aire en la parte superior del mismo.
- 3). Nunca se debe utilizar cañerías de impulsión con diámetros menores al de la brida de salida de la bomba utilizada.
- 4). Se debe realizar los anclajes de las cañerías absorbiendo los esfuerzos generados en los cambios de dirección, reducciones, válvulas etc.

1.6. CAÑERÍAS DE ASPIRACIÓN

1.6.1. Generalidades

Se define como cañería de aspiración a la que succiona el líquido antes de ingresar a las bombas y que puede presentar dos situaciones diferentes de acuerdo a la ubicación de las mismas con respecto al nivel líquido en donde succionan:

- 1). Bombas por debajo del nivel líquido de aspiración.
- 2). Bombas por encima del nivel líquido de aspiración.

1.6.2. Bombas por Debajo del Nivel Líquido de Aspiración

- 1). La boca de succión debe estar ubicada por debajo del nivel líquido, a una distancia mínima que se puede establecer de acuerdo a lo recomendado por el fabricante de las bombas, o si no se dispone de ese valor, se debe adoptar un valor mínimo de “-0,50m” cuando la boca de ingreso se encuentre ubicada aspirando en la dirección de la base de la cámara de aspiración, o a “-1,00 m” cuando la boca de succión se encuentre aspirando de manera que las líneas de corriente sean paralelas al fondo de la cámara de aspiración.
- 2). Para velocidades en la cañería de aspiración superiores a “0,90 m/s” se deben adoptar sumergencias mínimas de acuerdo a lo establecido en la **Tabla 2**.

Velocidad en la cañería de aspiración (m/s)	Sumergencia (m)
0,90	0,50
1,00	0,60
1,50	1,00
1,80	1,40
2,10	1,70
2,40	2,15
2,70	2,60

Tabla 2. Sumergencia requerida para prevenir vórtices

- 3). Se debe prever que en el momento de iniciarse el bombeo, el nivel líquido en la aspiración se encuentre por encima del punto superior de la carcasa de la bomba

1.6.3. Bombas por Encima del Nivel Líquido de Aspiración

- 1). La boca de succión debe tener una sumergencia mínima que satisfaga la condición de funcionamiento hidráulica: " $h \geq v^2/(2 \cdot g) + 0,20 \text{ (m)}$ " para evitar el ingreso de aire. Se debe cumplir: " $h \geq 2,5 D + 0,10 \text{ (m)}$ ".
- 2). Si se coloca un filtro en la boca de succión, la sumergencia "h" debe ser determinada a partir del comienzo de la cañería de aspiración propiamente dicha, sin considerar la longitud adicional del filtro.
- 3). No se admiten velocidades en la cañería de aspiración superiores a "0,90 m/s".

1.6.4. Altura Neta Positiva de Aspiración Disponible (ANPA_d) y Altura Neta Positiva de Aspiración Requerida (ANPA_r)

El proyectista en el caso, del numeral 1.6.3, debe adicionalmente establecer el "ANPA_d" (altura neta positiva de aspiración disponible) de la cañería de aspiración para garantizar que la bomba no cavite.

Se presentan dos casos posibles de acuerdo a si se dispone o no de la curva del "ANPA_r" (altura neta positiva de aspiración requerida) brindada por el fabricante de las bombas:

1.6.4.1. Si se Dispone de la Curva del ANPA_r Brindada por el Fabricante de Bombas

En este caso, el proyectista debe determinar el ANPA_d con la siguiente relación:

$$ANPA_d = P_a/\gamma - P_v/\gamma - H_s - u^2/(2 \cdot g) + \Sigma \Delta h = \text{altura neta positiva de aspiración disponible} \quad (3)$$

P_a/γ = Presión atmosférica local

P_v/γ = presión de vapor del agua para una temperatura determinada

u = velocidad en la cañería de aspiración

$\Sigma \Delta h$ = sumatoria de las pérdidas de energía friccionales y por singularidades en la cañería de aspiración.

La temperatura que debe considerar el proyectista para la determinación de la presión de vapor del agua es: 40° C en climas cálidos, 35 °C en climas templados y 30° C en climas fríos. Estas altas temperaturas se deben adoptarse para asegurar el correcto funcionamiento de las bombas. En caso de utilizar líquidos con temperaturas superiores a las normales, no son válidas las temperaturas mencionadas para determinar la presión de vapor del agua.

Con la relación (3) y distintos caudales arbitrarios comenzando en "0", se debe obtener la curva de "ANPA_d" y superponiendo ésta con la brindada por el fabricante se obtiene un punto de intersección entre ambas, el cual indica el caudal máximo que es posible aspirar para que la bomba no cavite. Se debe cumplir con el requerimiento de que las bombas funcionen antes de este punto de intersección entre ambas curvas.

1.6.4.2. Si No se Dispone de la Curva ANPA_d Brindada por el Fabricante

En este caso con el caudal de bombeo calculado a partir de la relación (3) del numeral 1.6.4.1 se debe establecer el "ANPA_d" el que nunca debe ser superior a los 4,00 m.c.a.

1.6.5. Recomendaciones Generales para la Cañería de Aspiración

- 1). No se deben utilizar cañerías de aspiración de diámetros menores a los de la brida de entrada a la bomba.
- 2). La cañería de aspiración debe ser igual o mayor a la de impulsión, siendo preferible que tenga un rango de diámetro mayor.
- 3). Cuando es necesario colocar reducciones en las cañerías de aspiración, las mismas deben ser excéntricas para evitar la formación de burbujas de aire perjudiciales para las bombas. Las generatrices superiores de los tramos de cañería a unir (recta formada por los puntos de intradós de los tramos a unir y de la reducción excéntrica) deben estar contenidas en un mismo plano horizontal.
- 4). La cañería de aspiración debe ser dimensionada con la menor cantidad de codos y piezas especiales y construirse en forma horizontal o con pendiente uniforme evitando la formación de bolsas de aire en tramos elevados.
- 5). Siempre es conveniente que cada bomba tenga su cañería de aspiración individual. Cuando esto no es posible, la tubería debe presentar la menor cantidad de singularidades posibles, evitando los cambios bruscos de dirección utilizando piezas con transiciones suaves.
- 6). No debe colocarse en las cañerías de aspiración un codo en un plano horizontal directamente sobre la brida de succión de la bomba. Entre éste y la cañería de aspiración, se debe utilizar un tramo recto con una longitud de por lo menos 4 a 6 (cuatro a seis) veces el diámetro del tubo.
- 7). Se debe evitar el uso de válvulas esclusas en las cañerías de aspiración, y de utilizarse, deben colocarse con el vástago horizontal o hacia abajo. En el caso de tubos de succión con carga positiva de aspiración y cámara seca, deben utilizarse válvulas para poder desarmar las instalaciones.
- 8). Si el agua contiene materia suspendida, debe colocarse un cedazo en la boca de la succión, cuya área neta sea de por lo menos 4 (cuatro) veces el área del tubo de aspiración.
- 9). Cuando las bombas aspiren con cargas negativas de succión, es necesario implementar algún sistema de cebado que permita su correcto funcionamiento.
- 10). La separación mínima entre las distintas cañerías de aspiración ubicadas dentro del pozo de succión debe ser de por lo menos "2 D_a", siendo D_a = diámetro de la cañería de aspiración.
- 11). La distancia mínima entre la cañería de succión y las paredes laterales de la cámara de aspiración debe ser superior a "1,5 D_a" medido a partir del eje central de la tubería. Para separaciones menores se deben construir tabiques intermedios

equidistantes entre los centros de las cañerías. Estos deben estar separados de la pared de fondo de la cámara a una distancia " $D_c/3$ ".

- 12). La velocidad de aproximación del líquido dentro de la cámara de aspiración no debe ser superior a 0,30 m/s. En caso contrario, construir tabiques al igual que lo indicado en el numeral 11.
- 13). Cuando la cañería de aspiración tenga una campana de succión que esté ubicada con dirección hacia el fondo de la cámara de aspiración, la distancia entre ésta y el fondo debe estar comprendida entre " $D_c/4$ " y " $D_c/2$ ", siendo D_c = diámetro de la campana de aspiración. Cuando esta distancia sea superior a " $D_c/2$ " debe colocarse a una distancia mayor que " D_c " conformando adicionalmente una guía que permita conducir a la vena líquida hacia el ingreso de la campana de aspiración. En este caso el área neta de pasaje del agua debe ser, como mínimo, igual a la de la campana de aspiración.
- 14). La campana de aspiración puede construirse con cualquier forma tronco – cónica. Cuando la campana de aspiración tenga una transición suave, entre el área de la boca de aspiración y la cañería, el radio de curvatura exterior de la transición, debe ser mayor o igual a " $0,25 D_c$ ".
- 15). La distancia mínima entre la campana de aspiración y las paredes laterales del pozo de aspiración, deben ser mayores a " $D_c/2$ ".
- 16). En caso de utilizar bombas alineadas en la dirección del flujo de ingreso y velocidades menores a 0,60 m/s, el líquido debe ingresar por uno de los extremos y las cañerías de aspiración ubicarse en el otro de la cámara, la cual no puede tener una dimensión menor en la dirección perpendicular al flujo de " $8D_a$ ".
- 17). Cuando se succione de una cámara de aspiración con forma de canal en donde se dispone de una reja o tamiz al ingreso, las relaciones geométricas de la misma son:

W//P	1,00	1,50	2,00	4,00	10,00
L	$3D_a$	$6D_a$	$7D_a$	$10D_a$	$15D_a$
U_p	0,60 m/s	1,20 m/s	2,40 m/s	3,60 m/s	4,8 m/s

Siendo W = ancho de la cámara perpendicular al flujo; P = ancho cañería de ingreso; L = longitud de la cámara entre la reja y el eje central de la cañería de aspiración.

- 18). Para casos particulares se deben contemplar los datos brindados por el fabricante o utilizar algunas de las recomendaciones realizadas por organismos competentes en la materia.
- 19). Se puede alterar algunos de las disposiciones anteriores de acuerdo a los datos brindados por el fabricante u otros organismos competentes en la materia, justificando siempre el origen de los mismos.
- 20). Se deben seguir los lineamientos generales estipulados por el "Hydraulic Institute".

1.7. ESTACIONES DE REBOMBEO O REFUERZO (EN IDIOMA INGLÉS “ BOOSTING”)

Las estaciones de Rebombéo o Refuerzo captan el agua directamente de una cañería del sistema de distribución, incrementando el caudal y la presión de acuerdo a las condiciones de servicio que se deseen alcanzar.

- 1). Las instalaciones den ser dimensionadas de acuerdo a lo especificado en los numerales 1.2.3.1, 1.2.3.2 y 1.2.3.3, únicamente en lo referente a la determinación de los caudales de bombeo.
- 2). El número de bombas de reserva a colocar debe estar de acuerdo a lo indicado en el numeral 1.4.
- 3). La cañería de impulsión debe ser dimensionada según lo establecido en el numeral 1.5. En caso de cañerías existentes en donde se coloque este tipo de rebombéo, se debe verificar que las presiones positivas no produzcan roturas como consecuencia del incremento de presiones.
- 4). La presión en la cañería de aspiración debe ser tal que siempre sea positiva. No se admiten presiones negativas, salvo que el proyectista presente una justificación que haga viable esa alternativa.
- 5). La cañería de aspiración debe cumplir con lo especificado en el numeral 1.6.5, incisos 1), 2), 3), 4), 6), 18) y 19).
- 6). En las cañerías de impulsión y aspiración debe colocarse siempre válvulas de cierre que permitan desmontar las bombas sin necesidad de cortar el servicio.
- 7). Las características generales de las instalaciones deben contemplar lo mencionado en el numeral 5 de la presente norma.

2. ESTACIONES DE BOMBEO CON BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO

2.1. GENERALIDADES

La bomba de desplazamiento mayormente utilizada es la de pistón que impulsa el agua a través del movimiento alternativo que produce un émbolo dentro de una carcasa cilíndrica.

Pueden ser de simple efecto, que por cada embolada impulsa un caudal por un extremo y lo aspira por el otro y las de doble efecto que por cada recorrido del pistón impulsan y aspiran tanto en el ascenso como en el descenso.

2.2. APLICABILIDAD

- 1). Las bombas de desplazamiento se deben utilizar preferentemente en zonas rurales donde para extraer agua se carece de energía eléctrica, pudiendo ser accionadas con motores de combustión, animales, viento o por acción manual del hombre.
- 2). Para poder utilizar estos sistemas el proyectista debe presentar en la memoria del proyecto la justificación del tipo de sistema utilizado, demostrando la ventaja comparativa con respecto a otro tipo de bombas, especialmente las centrífugas que son las mayormente utilizadas en agua potable.

2.3. CAUDAL DE BOMBEO, ALTURA MANOMÉTRICA DE ELEVACIÓN Y POTENCIA ELECTROBOMBAS

Para determinar estas características se debe contemplar datos brindados por fabricantes, como caudal a impulsar, altura manométrica máxima para proteger a los elementos constitutivos de la misma y máxima velocidad del pistón para lograr buenos rendimientos.

El caudal de bombeo debe ser determinado mediante las siguientes relaciones:

$$V = \pi \cdot d^2/4 \cdot h = \text{Capacidad del cilindro}$$

h = recorrido del émbolo o pistón

d = diámetro del cilindro

$$v_p = n \cdot 2 \cdot h / 60 = n \cdot h / 30 = \text{velocidad del pistón}$$

$$n = v_p \cdot 30 / h = \text{número de ciclos por minuto}$$

$$h = v_p \cdot 30 / n = \text{recorrido del émbolo}$$

$q_t = S \cdot h \cdot n / 60 =$ caudal teórico bomba simple efecto

S = sección del cilindro

$q_e = R_h \cdot q_t =$ caudal efectivo bomba simple efecto

R_h = rendimiento hidráulico

El rendimiento hidráulico R_h que es la relación entre caudal efectivo y el caudal teórico, debe ser obtenido de fabricantes del equipamiento. Si no se dispone de ese valor y se hace trabajar al equipo con velocidades del pistón dentro del rango de las bombas comerciales, se puede adoptar un valor del rendimiento entre el 80 y 90 %.

Además del rendimiento hidráulico, el proyectista debe considerar el rendimiento del motor que mueve la bomba a pistón. El rendimiento total debe surgir del producto entre ambos términos.

La altura manométrica y la potencia de los motores pueden obtenerse de la misma manera que los establecidos en el numeral 1.5.

Para las bombas de doble efecto se pueden utilizar las relaciones anteriores duplicando el caudal por cada embolada, aunque deben adoptarse rendimientos hidráulicos menores que las bombas de simple efecto, entre el 75 al 85 %.

2.4. RECOMENDACIONES COMPLEMENTARIAS

- 1). La altura de succión máxima debe ser obtenida de fabricantes de la bomba para evitar la generación de burbujas indeseables. Si no se dispone de esa información, se debe considerar una altura máxima de aspiración de "- 5,00 m"; superada la misma es necesario utilizar bombas que estén dentro del pozo para producir un correcto funcionamiento.
- 2). El proyectista no debe considerar la colocación de dispositivos para el cebado de las bombas por ser autocebantes.
- 3). No se deben utilizar equipos acoplados en paralelo salvo que sean bombas dobles que funcionen con un mismo motor y mientras una aspira la otra impulsa y viceversa.
- 4). No es necesario la utilización de válvulas de retención y las de cierre se deben utilizar únicamente cuando se quiere aislar el equipamiento para reparaciones.
- 5). Se deben ubicar las válvulas de aire con el mismo criterio establecido en el numeral 1.5.5.3.

3. BOMBAS ARQUIMÉDICAS A TORNILLO

Estas bombas son indicadas únicamente para elevar el agua a alturas geométricas máximas de 6 (seis) metros. Se admiten únicamente cuando sea necesario elevar agua cruda en captaciones en donde las condiciones de funcionamiento las hagan más ventajosas frente a las centrífugas. El proyectista debe justificar en la memoria de cálculo la adopción de este tipo de bombas.

El diseño debe especificar como mínimo:

- Caudal máximo de funcionamiento.
- Diámetro del eje hueco.
- Diámetro exterior del tornillo.
- Altura de elevación.
- Angulo de inclinación, el mismo debe estar comprendido entre 28° y 35°.
- Requerimiento de las obras civiles.
- Potencia mínima de accionamiento.
- Máximo número de revoluciones por minuto del motor.
- Máximo número de revoluciones por minuto del tornillo.
- Número de entradas o helicoides.
- Tipo de reductor, en caso de ser necesario.
- Nivel del líquido mínimo en la cámara de captación y condiciones de descarga.

4. OTRO TIPO DE BOMBAS

La utilización de otro tipo de bombas debe ser justificada su adopción mediante una memoria descriptiva y técnica que evalúe la conveniencia con respecto a una bomba centrífuga que ofrezca la misma prestación de servicio.

Las bombas deben ser dimensionadas de acuerdo a lo establecido por los fabricantes y las características generales de las instalaciones deben estar acorde a lo establecido en El numeral 5 de la presente norma.

5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS INSTALACIONES

- 1). Las instalaciones de bombeo deben tener espacio suficiente para albergar a los motores, bombas, cañerías de impulsión y todos los elementos complementarios a la instalación (tableros eléctricos, dispositivos antiarriete, instalaciones para el cebado de bombas, etc.). Además permitir su fácil movilidad para los montajes y desmontajes de los distintos componentes del sistema.
- 2). En instalaciones importantes deben colocarse polipastos montados sobre rieles o puentes grúas que permitan mover las piezas por la sala de bombeo sin inconvenientes.
- 3). Cuando la estación de bombeo tenga pozos secos cuyo nivel de piso se encuentre por debajo del nivel topográfico del terreno natural, debe preverse un sistema de drenaje con bomba de achique por eventuales presencias de líquido dentro de los mismos.
- 4). En las estaciones de bombeo de agua potable, se debe minimizar el riesgo de contaminación evitando el ingreso de agua proveniente de lluvias desde el exterior al pozo de aspiración. Además se debe disponer de las medidas de seguridad que eviten el ingreso de objetos contaminantes provenientes del exterior. Por esa razón el nivel general de las instalaciones debe encontrarse a por lo menos "+ 0,30 m" con respecto al nivel del terreno natural o a mayores cotas en zonas inundables.
- 5). En grandes instalaciones es necesario considerar un sistema de drenaje para evitar la inundación de zonas aledañas a la estación de bombeo ante grandes fugas de agua por rotura.
- 6). El proyectista debe evaluar la necesidad de incluir un grupo electrógeno fijo o portátil considerando la frecuencia y duración histórica de los cortes de energía eléctrica de la localidad.
- 7). El proyecto de la estación elevadora debe prever el acceso en forma permanente a la misma asegurando la transitabilidad en días de lluvias o nieve.
- 8). Cuando la estación de bombeo tenga personal en forma permanente es necesario prever la infraestructura para el albergue de los mismos (baños, cocina, local de guardia etc.).
- 9). En lo relativo a la instalación de motores, equipos y elementos eléctricos, se debe seguir las disposiciones del Capítulo 12, Instalaciones Eléctricas y Automatización y Control de las presentes Normas.
- 10). El proyectista debe analizar la presencia de la napa freática en el lugar de emplazamiento de la estación elevadora con el objeto de incorporar esa información al diseño de las instalaciones.
- 11). La cota de las bases para apoyo de los motores no sumergidos y demás elementos electromecánicos deben encontrarse a por lo menos "+ 0,10 m" por sobre el nivel del piso general de la sala de bombeo.