



Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008

Módulo: Abastecimiento y Saneamiento Urbanos

eoi

BOMBAS

AUTOR: MANUEL VÁZQUEZ TERNERO



CURVAS DE CAUDAL-ALTURA DEL SISTEMA Y BOMBA. PUNTO DE FUNCIONAMIENTO

Tal como vemos en el *Diagrama esquemático de la altura de elevación de una bomba*, **para un caudal Q dado**, la altura total de elevación de la bomba H_t es igual a la **altura total de la conducción**, cuyo valor es la suma de la altura geométrica más las pérdidas de carga en aspiración e impulsión, despreciando los términos de velocidad por ser normalmente muy pequeños:

$$H_t = H_g + h_{la} + \Sigma h_{pa} + h_{li} + \Sigma h_{pi}$$

donde:

$$\begin{aligned} H_g &= H_{gi} - H_{ga} &&= \text{Alturas geométricas} \\ h &= \text{pérdidas de carga} && \begin{array}{l} l &= \text{Lineales} \\ p &= \text{Puntuales o Localizadas} \end{array} \\ a &= \text{Aspiración} \\ i &= \text{Impulsión} \end{aligned}$$

que habitualmente se expresa:

$$H_t = H_g + \Delta h_a + \Delta h_i = H_g + \Delta h$$

Los valores de H_g pueden variar si lo hacen los niveles de los depósitos o las presiones de aspiración o impulsión de la bomba. Las pérdidas de carga Δh pueden expresarse como una función del caudal tal como

$$\Delta h = k Q^2$$

Por lo tanto podemos considerar que para una conducción dada, su ecuación característica o **curva del sistema** es

$$H_t = H_g + k Q^2$$

La **altura de elevación de la bomba** se representa **gráficamente** mediante una curva Altura/Caudal (H/Q) que facilita el fabricante. Si sobre el mismo gráfico de la bomba representamos la curva del sistema, el punto de intersección será el de funcionamiento y a él corresponderán la altura H de elevación de la bomba y el caudal Q circulante.

Si pudiéramos representar mediante una **ecuación** la **curva de la bomba**, normalmente tendría la forma

$$H = a + b Q + c Q^2$$

Resolviendo este sistema de ecuaciones obtendríamos analíticamente H y Q .



GUIA PARA LA SELECCIÓN DE UN GRUPO MOTOBOMBA

1. Escoger el tipo de bomba más adecuado al líquido a trasvasar. Por ejemplo, agua limpia o ligeramente contaminada, sin presencia de cuerpos sólidos importantes.
2. Fijar el caudal a trasvasar. P.e. $Q = 100 \text{ m}^3/\text{h} = 27,8 \text{ l/s}$
3. Determinar la altura geométrica de elevación. Por ejemplo:

Cota depósito de impulsión: 82 m
 Cota depósito de aspiración: 62 m
 Altura geométrica de elevación: $H_g = 82 - 62 = 20 \text{ m}$

4. Determinar las pérdidas de carga de las conducciones de aspiración e impulsión. Por ejemplo $\Delta h = 5 \text{ m}$
5. Determinar la altura total de elevación:

$$H_t = H_g + \Delta h = 20 + 5 = 25 \text{ m}$$

6. En el diagrama para la elección del modelo, se preselecciona un modelo. Para este ejemplo se puede elegir entre 1450 rpm o 2900 rpm de velocidad de giro. Si todo el caudal se va a elevar mediante una sola bomba:

	<u>1450 rpm</u>	<u>2900 rpm</u>
Modelo	80-315	65-160
Rendimiento	70 %	76 %
Precio	2258 €	1493 €

El precio es para el grupo, con un motor de 15 CV = 11 kW.

7. A primera vista se puede decir que interesa el modelo a 2900 rpm tanto en rendimiento como en precio. Sin embargo la diferencia de rendimiento no es grande y la duración de la bomba es mucho mayor en 1450 que en 2900 rpm. Si el grupo funciona poco tiempo interesa la de 2900 rpm, pero si es un servicio intenso la de 1450 rpm con toda seguridad daría menos problemas y por lo tanto tendría un menor coste de mantenimiento.

8. Determinar la potencia absorbida por la bomba:

Se puede calcular mediante las expresiones:



$$P_{ab} (CV) = \frac{Q(l/s) \cdot H(m)}{75\eta}$$

$$P_{ab} (kW) = \frac{9,81Q(m^3/s) \cdot H(m)}{\eta}$$

Se pueden emplear de nuevo las curvas características de las bombas. Si consideramos, por ejemplo, que la más adecuada es la tipo IN-80/315 a 1450 rpm, interpolando se obtiene que el diámetro del rodete será de aproximadamente 283 mm. En la curva de Potencia (Q/P), para 100 m³/h y rodete 283 mm la potencia absorbida es de unos 13 CV = 9,6 kW.

Hay que tener en cuenta la potencia máxima que se prevé absorberá la bomba. En este caso, como la curva de potencia es creciente con el caudal, será para el caudal máximo, lo que equivale a la altura total mínima. Considerando que no hay maniobras de válvulas, será para el caso de la altura geométrica mínima.

También hay que tener en cuenta un margen de seguridad. Según recomendación de fabricantes, se tiene de forma orientativa:

<u>Potencia absorbida</u>	<u>Margen del motor</u>
Hasta 5,5 kW	25-20 %
Hasta 22 kW	16 %
Hasta 55 kW	13 %
Hasta 90 kW	10 %

En caso de potencias mayores, el margen será del 10 % o menos. Siempre será preferible dejar un margen más bien amplio que demasiado escaso. Tampoco demasiado porque aumenta el coste y baja el rendimiento.

Para el ejemplo, el motor de 15 CV (11 kW) es el justo, pudiendo ser conveniente, según las circunstancias, el inmediato superior.

9. Verificar el NPSH. El NPSH requerido (NPSH_r) debe ser menor que el NPSH disponible (NPSH_d).

El valor del NPSH_r depende de la bomba y el caudal. Para el ejemplo, con el rodete de 283 mm y 100 m³/h, según el gráfico Q/NPSH es de 2 m.

Si suponemos, por ejemplo, Cota eje de bomba 60 m, resulta

$$H_{ga} = 62 - 60 = 2 \text{ m}$$

Pérdidas de carga en la aspiración, por ejemplo, $\Delta h_a = 1 \text{ m}$.

Presión atmosférica 1 atm = 10,33 m

Temperatura del agua 10 °C. La presión de vapor es 0,0119 kg/cm² = 0,119



m

Resulta:

$$NPSH_d = 2 - 1 + 10,33 - 0,119 = 11,21 \text{ m}$$

No hay problema por ser 11,21 mayor que 2.

Otro ejemplo: Cota eje de bomba 70 m, resulta

$$H_{ga} = 62 - 70 = -8 \text{ m}$$

$$NPSH_d = -8 - 1 + 10,33 - 0,119 = 1,21 \text{ m}$$

No valdría esta bomba por ser 1,21 menor que 2. Probablemente habría que cambiar la solución pues este $NPSH_d$ es demasiado pequeño.

10. Especificación típica:

Grupo motobomba, será de una capacidad de $100 \text{ m}^3/\text{h}$ a una altura de 55 m, velocidad 1.450 rpm, con bomba centrífuga horizontal, rendimiento mínimo 70%, tipo IN-80/315 de ITUR, o similar, ejecución mixta (**eje acero AISI-316, impulsor bronce G Sn Bz 10**), y motor de 15 CV, aislamiento clase F, calentamiento clase B, protección IP 54, $I_a \geq 7 I_n$, alimentación a 380 V, incluso bancada, acoplamiento, guarda-acoplamiento, pruebas, transporte y puesta a punto.

I_a = Intensidad de arranque

I_n = Intensidad nominal