PUNTO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA BOMBA HIDRÁULICA

Procedimientos de construcción. Prof. Víctor Yepes

Una bomba se usa para elevar agua desde la toma de agua de un río a un depósito; a una altura de 22 m. La tubería de conexión tiene 2,5 km de longitud, 300 mm de diámetro y se asume que el factor de fricción de Darcy λ=0,033 (aunque λ no es constante, pues depende del número de Reynolds, y por tanto no es independiente del caudal, a efectos prácticos se suele ignorar su variación en el proyecto de bombas). La pérdida de carga en la tubería debida a la fricción se calcula mediante la ecuación empírica de Darcy-Weisbach:

$$h_f = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

La curva altura manométrica-caudal, así como la curva rendimiento-caudal de la bomba es la siguiente:

Caudal Q: m^3/s	0	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
Altura manométrica de la bomba H: m	55,0	53,0	49,0	44,0	36,0	27,0
Eficiencia η: %	0	47	73	77	62	29

a) Determinar el punto de funcionamiento de la bomba y la potencia necesaria.
b) Suponiendo que tenemos una bomba semejante cuya velocidad es un 20% superior a la anterior, determinar el nuevo punto de funcionamiento y la potencia de dicha bomba.

Solución:

a) Solucionemos primero el punto de funcionamiento con la primera bomba.

El área de la sección de la tubería es: $A = \pi \cdot 0{,}15^2 = 0{,}07069\ m^2$.

La velocidad es $v = Q/A$

La altura que ha de ser suministrada para se se distribuya un caudal Q prefijado se puede calcular sustituyendo los valores de la velocidad por los del caudal dividido por el área en:

$$H = 22 + \frac{v^2}{2 \cdot g} + \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

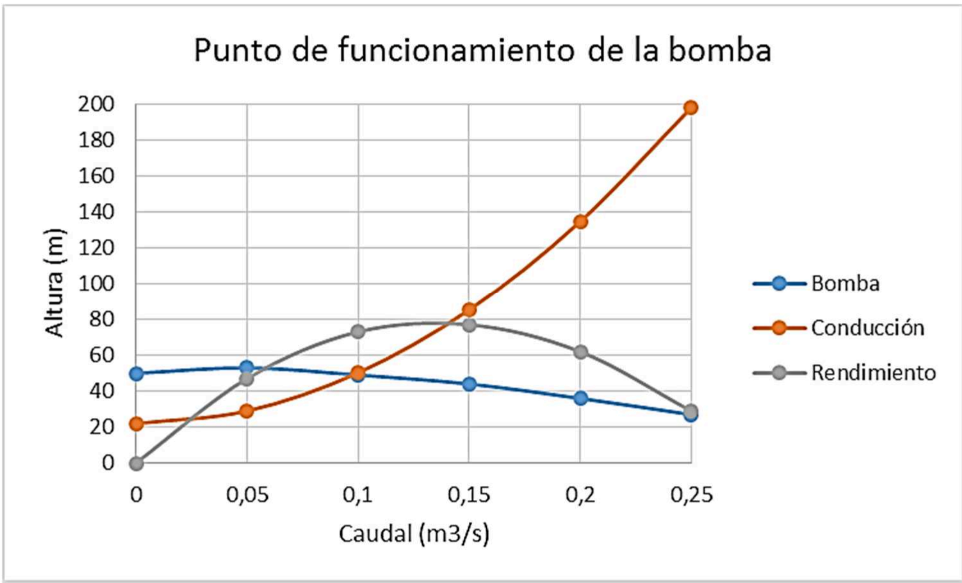
Sustituyendo los valores del caudal, obtenemos la curva característica de la conducción:

Caudal Q: m^3/s	0	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
Altura manométrica de la conducción H: m	22,0	29,0	50,2	85,3	134,6	198,0

Se ha representado en la gráfica el punto de funcionamiento de la bomba, que corresponde a una altura aproximada de 50 m y a un caudal de 0,10 m^3/s. En dicho punto, la eficiencia de la bomba es del 73%.

De esta forma se puede calcular la potencia necesaria:

$$P = \frac{H \cdot Q \cdot \gamma}{\eta} = \frac{50 \cdot 0{,}10 \cdot 9{,}81}{0{,}73} = 67\ kW$$



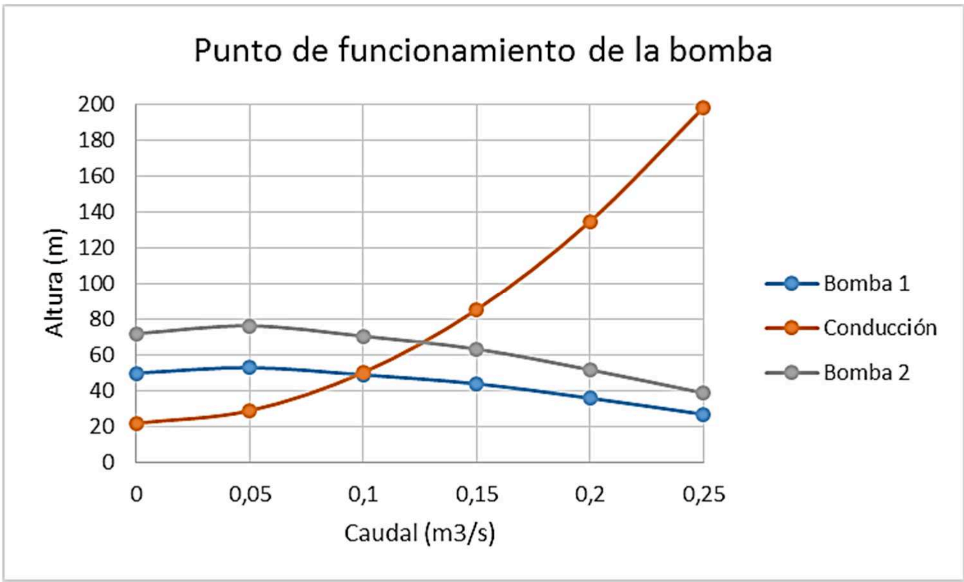
b) Para la nueva bomba, utilizaremos las leyes de semejanza de las bombas.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^3$$

Como $v_1 = 1{,}20 \cdot v_2$, entonces podemos dibujar la nueva curva para la bomba 2, puesto que las nuevas alturas serán $H_1 = 1{,}44\ H_2$.



El nuevo punto de funcionamiento tiene un caudal de 0,125 m^3/s y 68 m de altura.

La potencia de la nueva bomba será $P_2 = 1{,}728\ P_2 = 116$ kN

Se puede despejar de este modo el rendimiento de la fórmula que relaciona la potencia con el caudal, de forma que la eficiencia de esta nueva bomba es del 72%.