

Guía de problemas N°4

Impulsores para Fluidos Incompresibles.

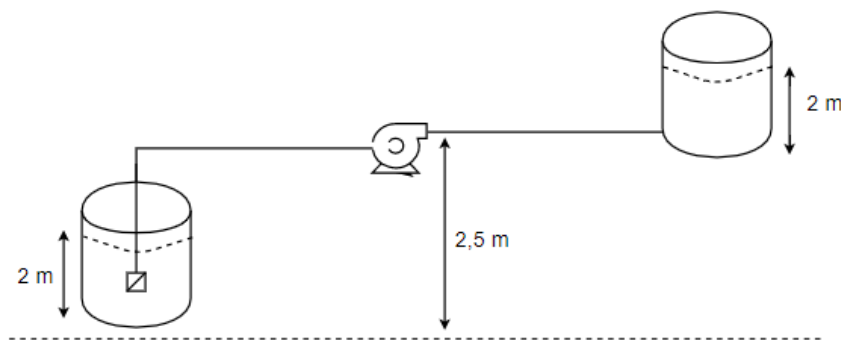
Recomendamos que antes de asistir a las clases prácticas, vea el ejercicio que se encuentra en la plataforma EVA junto con el video de su resolución, donde se detallan elementos fundamentales para la resolución de todos los ejercicios de esta guía. Además, se sugiere que realice los problemas de resolución previa.

Semana 1

Al finalizar los ejercicios de esta semana, podrá realizar las preguntas 1 y 2 del cuestionario de autoevaluación que se encuentra en la plataforma EVA.

Problemas de resolución previa

p1. En el circuito que se esquematiza en la figura se bombea agua ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ y $\mu = 1 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$) desde un depósito enterrado hasta un tanque. Tanto el tanque como el depósito poseen venteos a la atmósfera. La tubería es de acero comercial ($\epsilon = 5 \times 10^{-5} \text{ m}$) IPS Sch 40 de $\Phi_N = 1''$. El sistema tiene una longitud equivalente de 18 m y el nivel de líquido en ambos reservorios es de 2 m.



La bomba está 2,5 m por encima de la base del depósito enterrado y al mismo nivel del tanque. Puede considerar régimen completamente turbulento. La diferencia de nivel entre la entrada y la salida de la bomba es despreciable.

La siguiente tabla representa la curva H vs Q para la bomba.

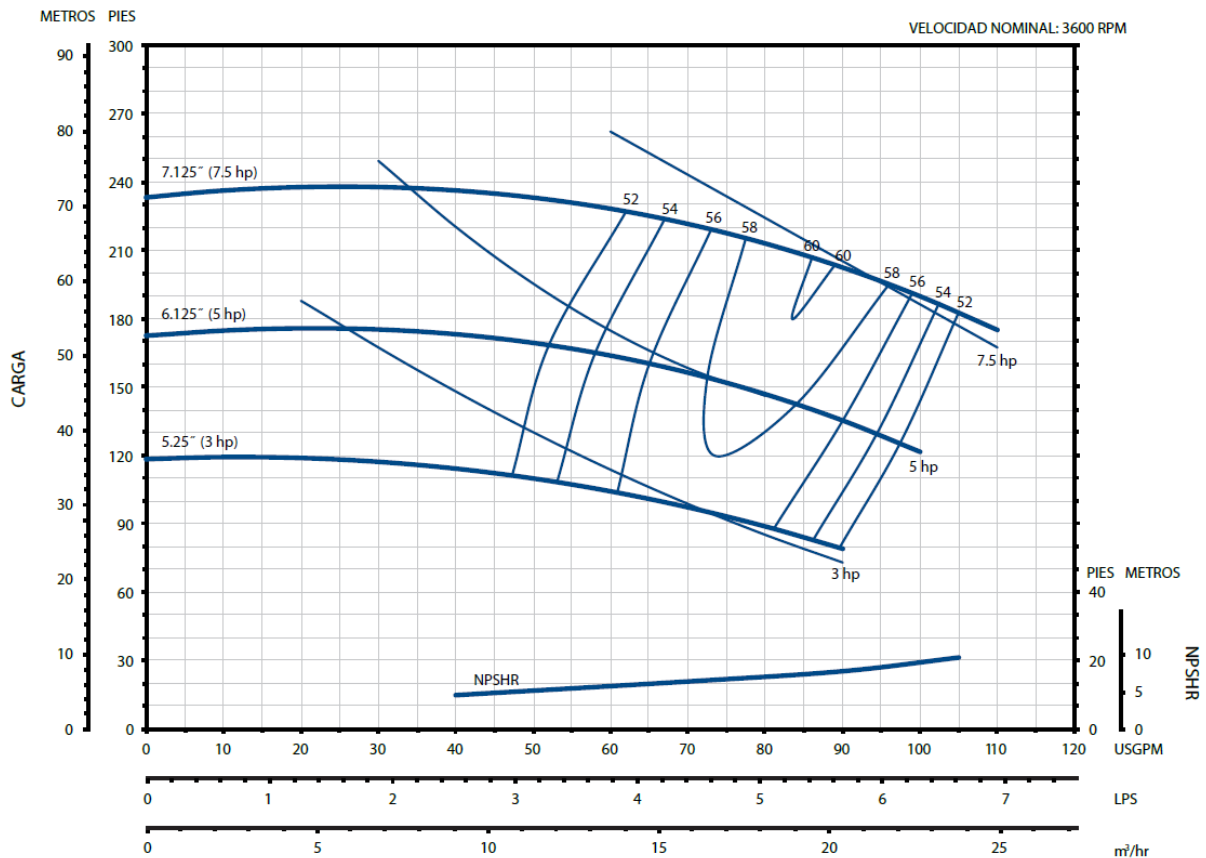
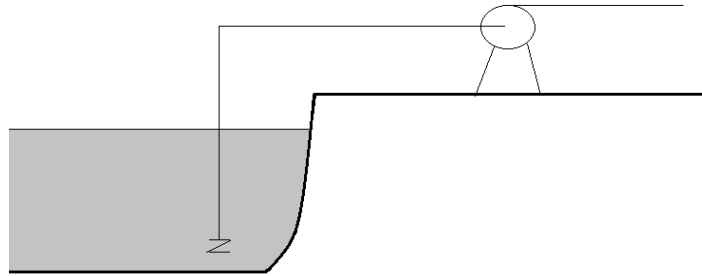
Caudal (m^3/h)	0	3	6	9	12	15	18	22
Altura (m)	11	10,8	10,5	10	9	7,5	6	3,2

Grafique en un mismo par de ejes la curva de la bomba y la curva del sistema. Calcule el punto de operación.

Respuesta: $Q = 6,3 \text{ m}^3/\text{h}$ y $H = 10,6 \text{ m}$

p2. Una pequeña industria se abastece con agua desde una fuente hídrica cercana a su localización. Para esto utiliza una bomba centrífuga, conectada a una tubería de acero comercial nuevo IPS Sch 40 $\Phi_N = 2''$. La longitud de la línea succión es de 9 m y el tendido cuenta con una válvula de pie con filtro de obturador oscilante, un codo STD 90° y una válvula esfera; la bomba se encuentra 2,5 m sobre el nivel de líquido de la fuente hídrica.

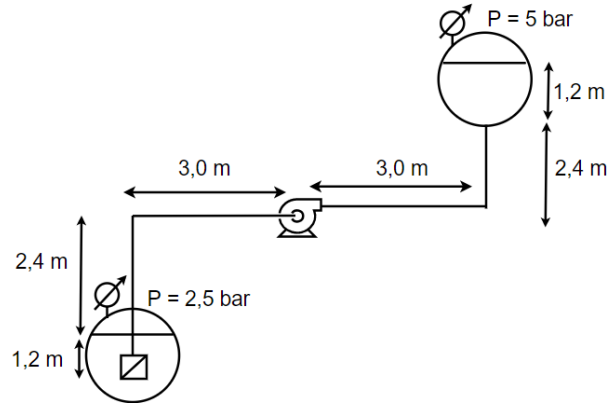
Si la temperatura del agua desde la cual la se abastece la industria es de 20 °C ($P_{\text{vap}} = 2300 \text{ Pa}$ a esa temperatura) y requiere un caudal de 12 m³/h. **Determine si existe riesgo de cavitación en la bomba**



Respuesta: $NPSH_d = 6,8 \text{ m}$ y $NPSH_r = 5 \text{ m}$

Problemas de resolución en clase

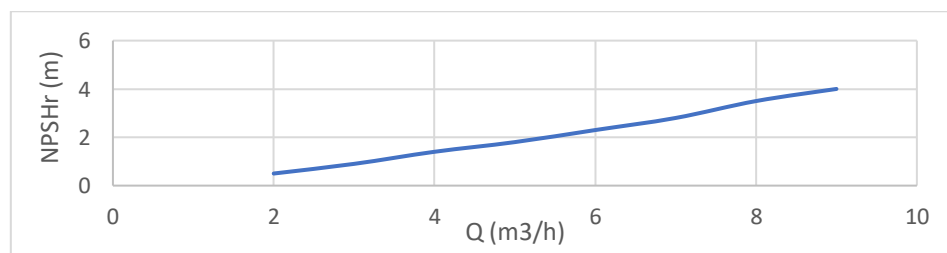
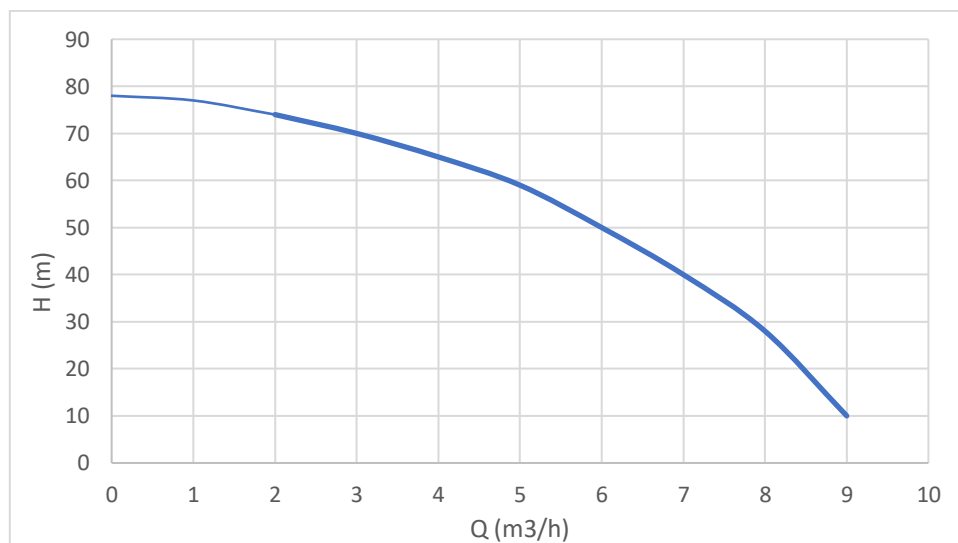
c1. En la figura se muestra un circuito con un tanque que contiene butano ($\rho = 560 \text{ kg/m}^3$ y $\mu = 0,007 \text{ mPa.s}$), la presión de vapor del butano es de 3,5 bara a la temperatura del sistema. La tubería es de acero comercial IPS Sch 40 $\Phi_N = 1''$, tiene dos codos de 90° STD y una válvula de pie con filtro de obturador ascendente.



a) Determine el punto de operación.

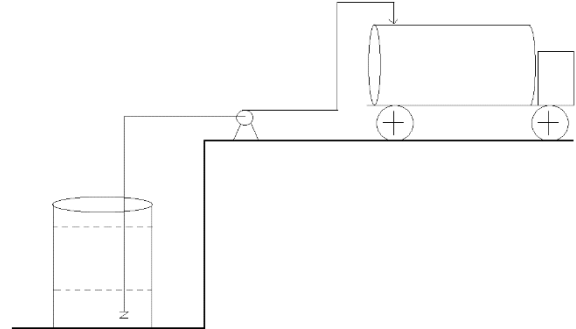
b) Evalúe si hay riesgo de cavitación. En el caso de que cavite, discuta alternativas para evitarlo.

El gráfico se ajusta a la expresión analítica: $H \text{ (m)} = -1,036 Q \text{ (m}^3/\text{h)}^2 + 2,56 Q \text{ (m}^3/\text{h)} + 72,19$

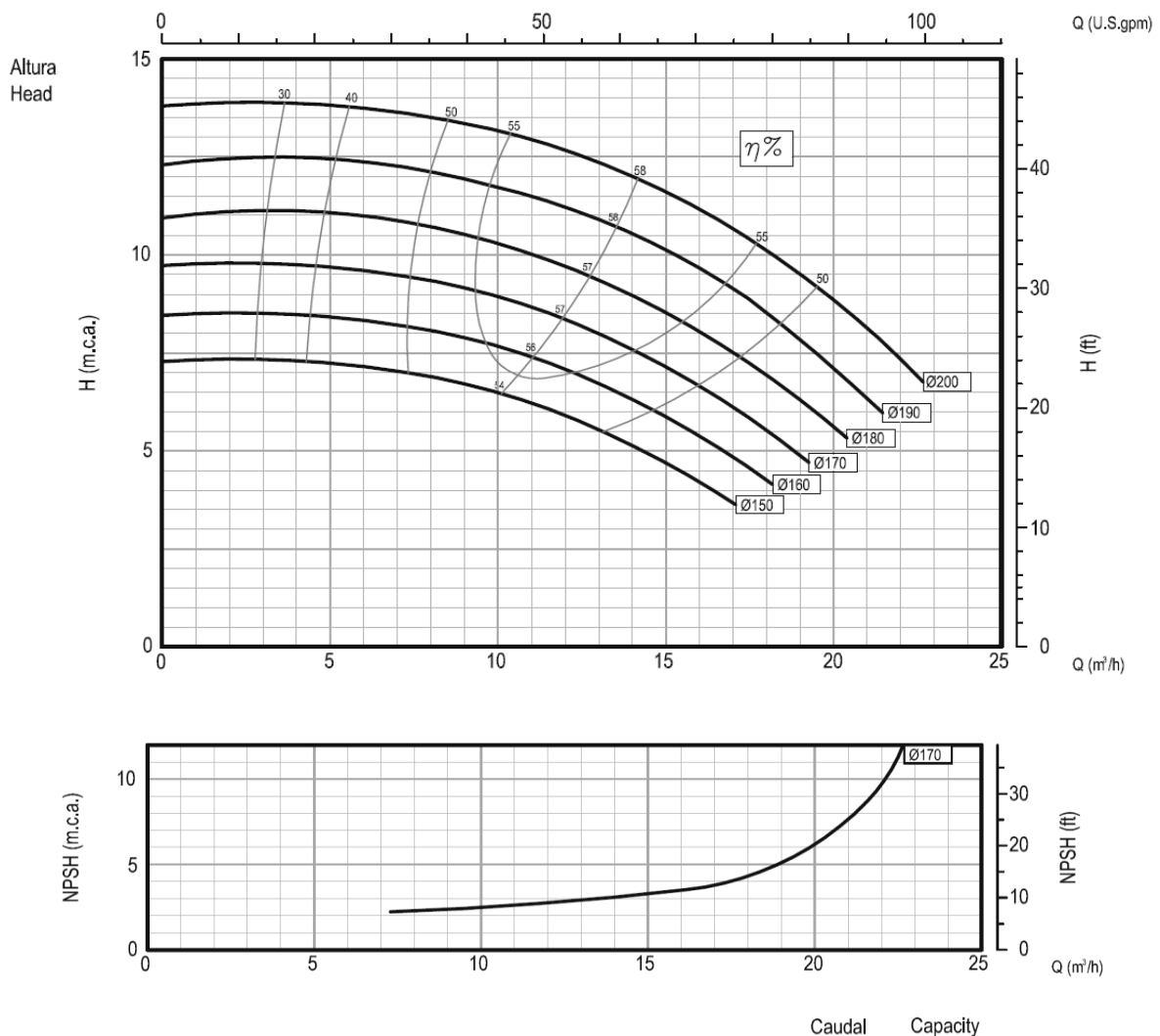


c2. Desde un depósito de hipoclorito de sodio comercial (6% m/m) se carga un camión cisterna de 15m^3 , para lo cual se utiliza una bomba centrífuga. El depósito tiene un diámetro de 2,5 m y opera entre un nivel mínimo de 1,0 m y un nivel máximo de 4,5 m medidos desde el fondo de este. La bomba esta 1 m sobre el nivel máximo del depósito y 2,5 m por debajo de la llave de carga del camión. La tubería es de acero comercial, IPS Sch 40 con $\Phi_N = 2''$, tiene una longitud equivalente de succión de 10 m y una longitud equivalente de descarga de 45 m. En las condiciones de llenado, la densidad del hipoclorito de sodio es de 1100 kg/m^3 , la viscosidad es de $1 \times 10^{-3}\text{ Pa.s}$, el peso molecular 74,6 g/mol y la presión de vapor es de 2300 Pa. El depósito y el tanque del camión están abiertos a la atmósfera. El caudal de llenado del camión debe ir entre 1 y 5 L/s.

Evalúe si la bomba Ø170 puede cumplir con el servicio.



El gráfico se ajusta a la expresión analítica: $H\text{ (m)} = -0,0179 Q\text{ (m}^3/\text{h)}^2 + 0,129 Q\text{ (m}^3/\text{h)} + 9,60$

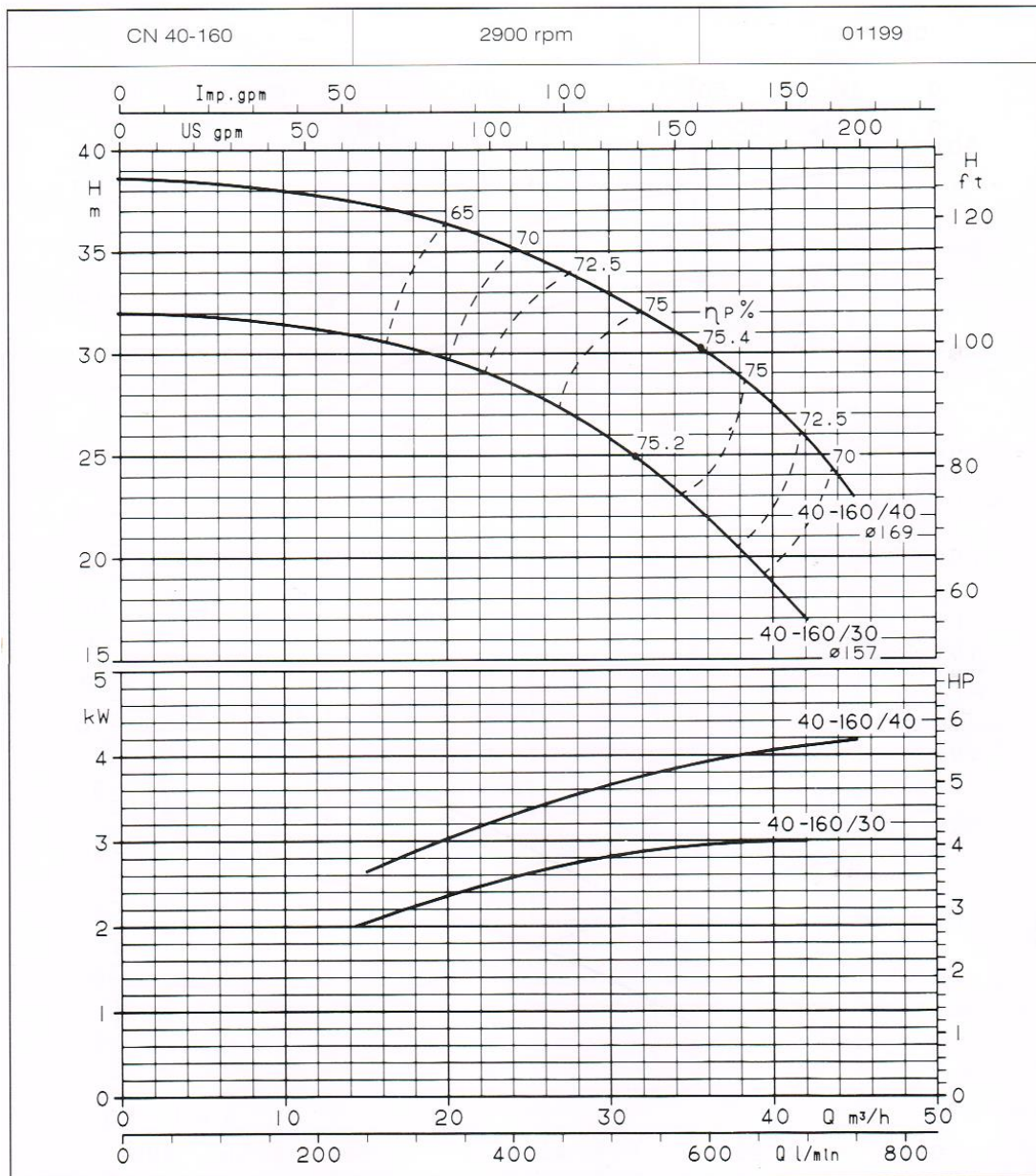


Semana 2**Problemas de resolución previa**

p3. Debe bombearse un aceite muy viscoso ($\mu=200\text{cP}$, $\rho=0,9\text{g/cm}^3$, $P_{\text{vap}}= 5\times 10^{-3}\text{ Pa}$), para lo cual se cuenta con la bomba centrífuga de diámetro de impulsor 157 mm cuyas curvas se presentan.

Obtenga una tabla $H(\text{m})$, $Q(\text{m}^3/\text{h})$, $\eta(\%)$ y $P_m (\text{kW})$ para este fluido.

HYDRAULIC PERFORMANCES CURVES OF CN-2CNF SERIES 50 Hz - 2 POLES (2900 rpm)



The NPSH values stated are laboratory values: we suggest, for practical purposes, that those should be increased by 0.5 m. Performances and powers stated are valid for a density $\rho = 1,0 \text{ Kg/dm}^3$ and a maximum kinematic viscosity of $\nu = 20 \text{ mm}^2/\text{sec}$.

Respuesta:

$Q(\text{m}^3/\text{h})$	$H(\text{m})$	$\eta (\%)$	$P_m (\text{w})$
15,9	27,1	29,5	3578
21,2	24,9	32,2	4009
26,5	21,2	32,6	4211
31,7	16,7	31,5	4146

c3. Debe bombearse el aceite del problema p3 con la bomba analizada, entre dos depósitos iguales y venteados a la atmósfera, ubicados a un mismo nivel y conectados por sus bases a través de una conducción de acero comercial (ϕ_N 2½", Sch40, $e=5 \times 10^{-5}$ m), de 55 m de longitud equivalente, incluyendo salida de tubería. Al inicio el primer tanque tiene su nivel en 5,0 m y el segundo en 0,0 m.

- Determinar si la bomba puede transferir todo el contenido del primer tanque al segundo sin que su caudal caiga por debajo de 20 m³/h.
- Estime la máxima potencia eléctrica consumida si la bomba tuviera un motor que operara con una eficiencia del 87%.
- ¿Cuál sería el menor valor de potencia nominal aceptable para dicho motor? Seleccione el motor más adecuado de la tabla.

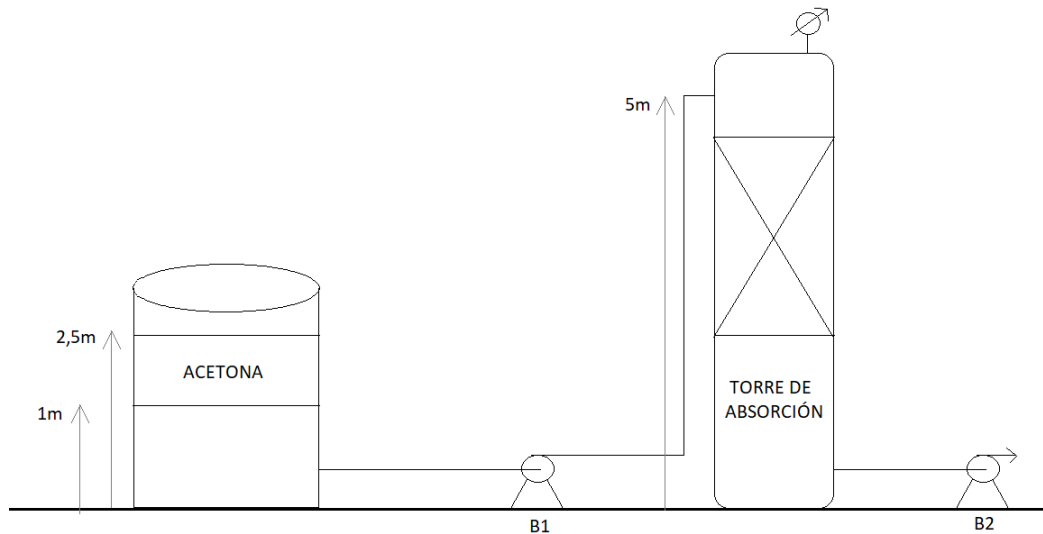
	POTENCIA		RPM	A	Eff %	Cosφ
	KW	CV				
MA802-2	1,1	1,5	2870	2,4	79,6	0,83
MA90S-2	1,5	2,0	2880	3,2	81,3	0,84
MA90L-2	2,2	3,0	2880	4,5	83,2	0,85
MA100L1-2	3	4,0	2880	5,9	84,6	0,87
MA112M-2	4	5,5	2900	7,6	85,8	0,88
MA132S1-2	5,5	7,5	2910	10,4	87,0	0,88
MA132S2-2	7,5	10	2910	13,8	88,1	0,89
MG160M1-2	11	15	2940	20,0	89,4	0,89

Semana 3

Al finalizar los ejercicios de esta semana, podrá realizar las preguntas 3 a 5 del cuestionario de autoevaluación que se encuentra en la plataforma EVA.

Problemas de resolución previa

p4. Se hace circular acetona (densidad relativa 0,784) desde un tanque cerrado pero venteado a la atmósfera hacia una torre de absorción que opera a 25 °C y 1,1 atm absoluta. Para esto se utiliza el sistema esquematizado en la figura. La tubería no es nueva, su diámetro interno es de 2,8 cm, su rugosidad absoluta 7×10^{-5} m y tiene una longitud equivalente de 37 m. Se puede considerar régimen completamente turbulento.

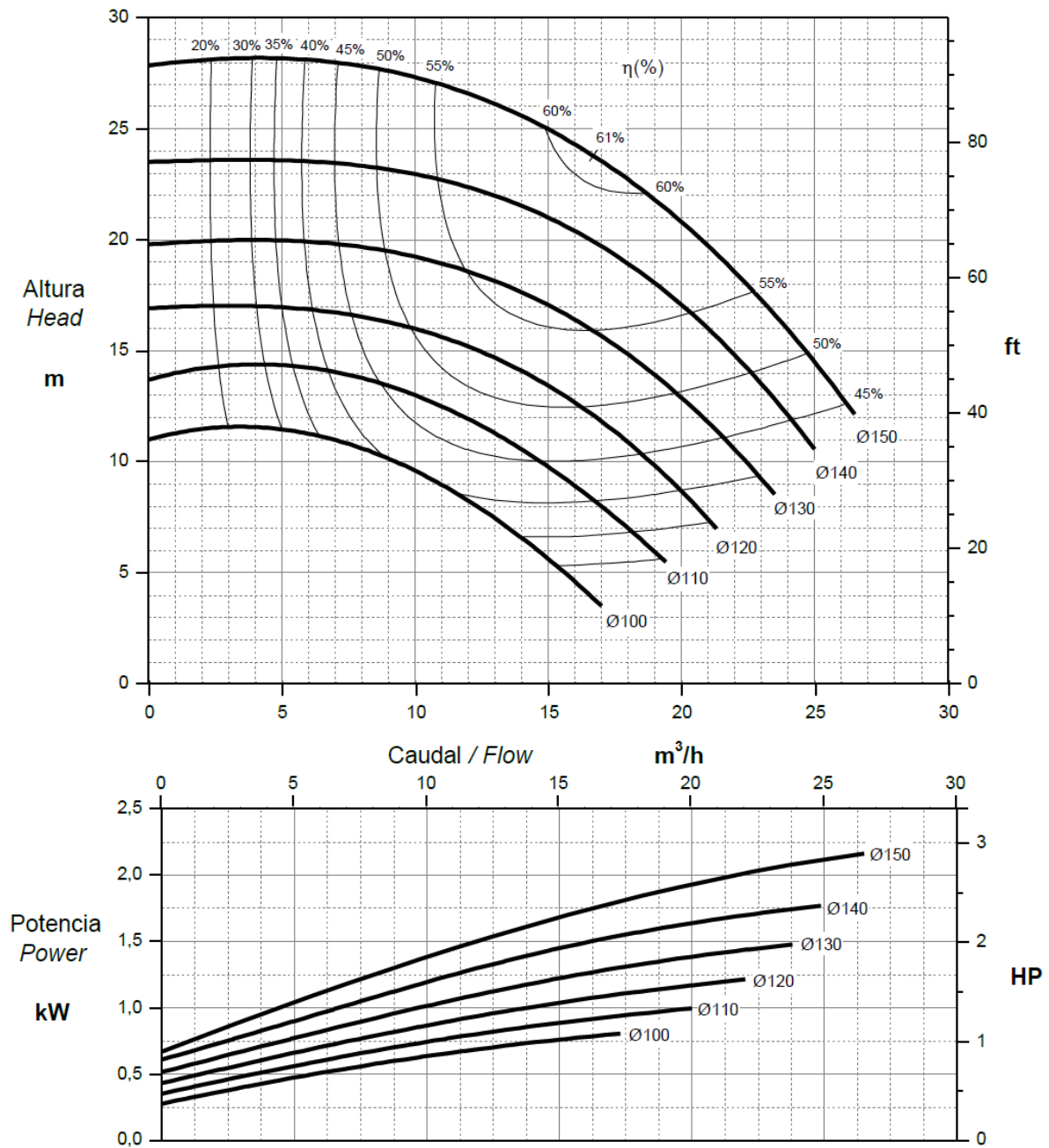


- a) **Determine el consumo de potencia eléctrica**, cuando el tanque se encuentra en su nivel máximo si la eficiencia del motor conectado a B1 ($\varnothing 130$) es 88 %. La potencia del gráfico corresponde a potencia mecánica.

Para evacuar la acetona de la torre se utiliza una segunda bomba B2, la cual se debe ser reemplazada. Para esto se adquirió una bomba de origen brasilero, la cual está diseñada para operar a 60Hz. La curva de la bomba se ajusta a la siguiente expresión analítica:

Ajuste analítico de la curva de la bomba B2 a 60 Hz: $H \text{ (m)} = -0,01 Q \text{ (m}^3/\text{h)}^2 - 0,576 Q \text{ (m}^3/\text{h)} + 20,2$

- b) **Determine la curva de la bomba B2 a 50Hz**, con el fin de ajustarla a la frecuencia eléctrica de la red uruguaya.

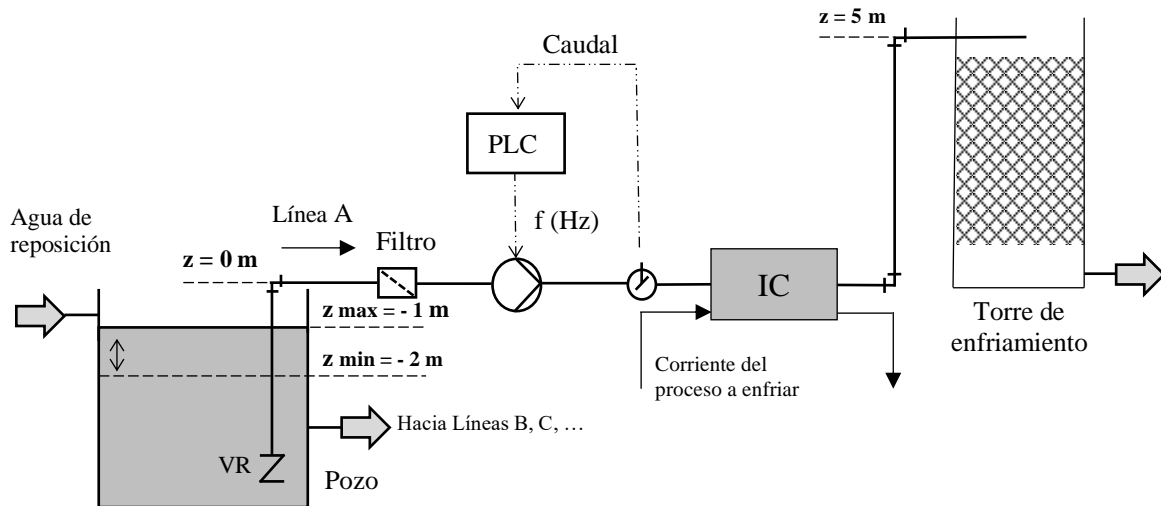


Respuesta: a) $P_e = 0,75 \text{ kW}$ b) $H (\text{m}) = -0,01 Q (\text{m}^3/\text{h})^2 - 0,48 Q (\text{m}^3/\text{h}) + 14,03$

Problemas de resolución en clase

c4. En una planta industrial un pozo de nivel variable alimenta agua a distintas líneas de proceso, entre ellas la línea A, en donde está instalado un intercambiador de calor (IC) que permite enfriar una corriente del proceso, como se presenta en la figura. El agua que sale del intercambiador se conduce a una torre de enfriamiento abierta a la atmósfera para ser luego reutilizada.

Con el fin de alimentar el IC con un caudal de agua constante de $30 \text{ m}^3/\text{h}$, se instala un “loop” de control que utiliza el caudal registrado por un caudalímetro en línea para regular la frecuencia de alimentación eléctrica a través de un variador acoplado a la electrobomba modelo CN 40-125/15.



- Hallar la frecuencia eléctrica máxima f (Hz) a la que debe operar la bomba.
- Hallar la potencia demandada a la red eléctrica si la bomba se halla operando en su velocidad máxima de giro.
- Determinar si existe riesgo de cavitación cuando la bomba está operando a velocidad máxima de giro.
- Discutir cualitativamente cómo se afectarían las variables del punto de operación: H , N , η_T , P_e y $NPSH_d$, si el filtro en línea se obstruyera significativamente cuando el pozo está en el nivel mínimo.

Datos adicionales:

Línea A: Tubería de acero comercial IPS Sch 40 de 3" de diámetro nominal, $\epsilon = 4,5 \times 10^{-5} \text{ m}$.

En la conducción de succión de la bomba: 10 m de tubería, VR: válvula de pie con filtro con obturador ascendente, 1 codo STD 90°, filtro en línea de malla con 250 mbar de pérdida de carga trabajando a $30 \text{ m}^3/\text{h}$.

En la conducción de descarga de la bomba: 20 m de tubería, caudalímetro con 50 mbar de pérdida de carga a $30 \text{ m}^3/\text{h}$, 3 codos STD 90°, IC con 500 mbar de pérdida de carga trabajando a $30 \text{ m}^3/\text{h}$. Asumir que son despreciables la pérdida de carga y la variación de energía cinética en el sistema de distribución al final de la tubería que descarga sobre la torre de enfriamiento.

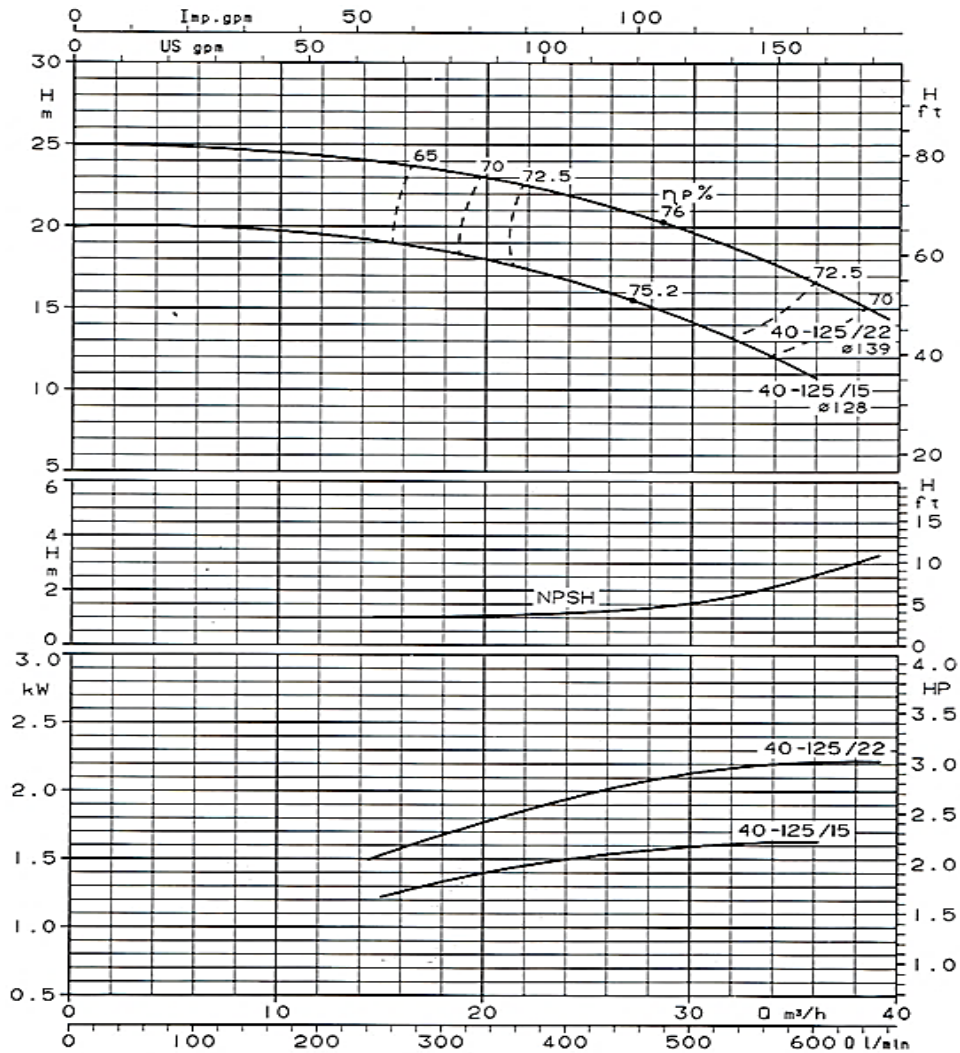
Agua: $\rho = 998 \text{ kg/m}^3$; $\mu = 1 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$; $P_{vap} = 2339 \text{ Pa}$ (asumirlas constantes pese al cambio de T)
 $P_{atm} = 1 \text{ bar}$

Bombeo: En la siguiente página se adjuntan los gráficos provistos por el fabricante para la electrobomba CN 40-125/15 operando a frecuencia nominal (50 Hz, 2900 rpm, eficiencia total η_T). Despreciar las variaciones en la eficiencia del motor eléctrico al varía la frecuencia de alimentación eléctrica del motor. Asumir que el variador de frecuencia consume el 3 % de la energía eléctrica entrante.

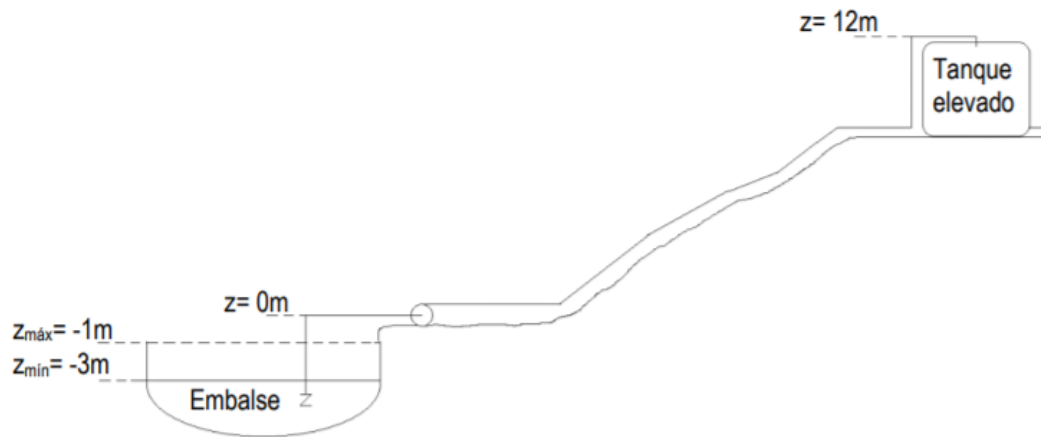
Ajuste de la curva de la bomba

CN 40-125/15 a 2900 rpm:

$$H \text{ (m)} = 20 + 0,085 \cdot Q \text{ (m}^3/\text{h)} - 0,0094 \cdot [Q \text{ (m}^3/\text{h)}]^2$$

Problemas de evaluación:

e1. En un establecimiento agroindustrial se desea bombear agua desde un embalse hasta un tanque elevado, desde donde se alimenta al resto del establecimiento en sus operaciones diarias, tal como se presenta en la figura. Registros históricos indican que el nivel del agua en el embalse varía a lo largo del año, alcanzando su nivel mínimo en verano y su nivel máximo en invierno, a -3 m y -1 m respecto del centro-eje de la bomba, respectivamente, como se muestra en la figura. También se registró una variación de la temperatura del agua en el embalse que iba de 10°C en invierno a 25°C en verano. Registros en el consumo de agua del establecimiento permiten concluir que es necesario bombear hacia el tanque elevado un caudal de al menos 50 m³/h para cumplir en verano con el abastecimiento a todo el establecimiento, mientras que alcanzaría con al menos 45 m³/h para cumplirlo en invierno.



Según el cálculo “grueso” del encargado del establecimiento, que no es ingeniero, “tendría que andar” alguno de los modelos de bomba del serial F50/160, cuyo catálogo se adjunta (50 Hz, 2900 rpm nominales).

a) Si Ud. estuviera en el rol de ingeniero asesor, ¿estaría de acuerdo en recomendar la operación con alguna de estas bombas individuales para cumplir el servicio? Respalde su respuesta numéricamente asumiendo que no hay problemas de cavitación.

Por otro lado, el dueño del establecimiento acaba de llegar de una charla técnica de un proveedor, convencido de la conveniencia del uso de variadores de velocidad en las bombas, y ya compró una bomba modelo F50/160A y un variador de velocidad para probarlos.

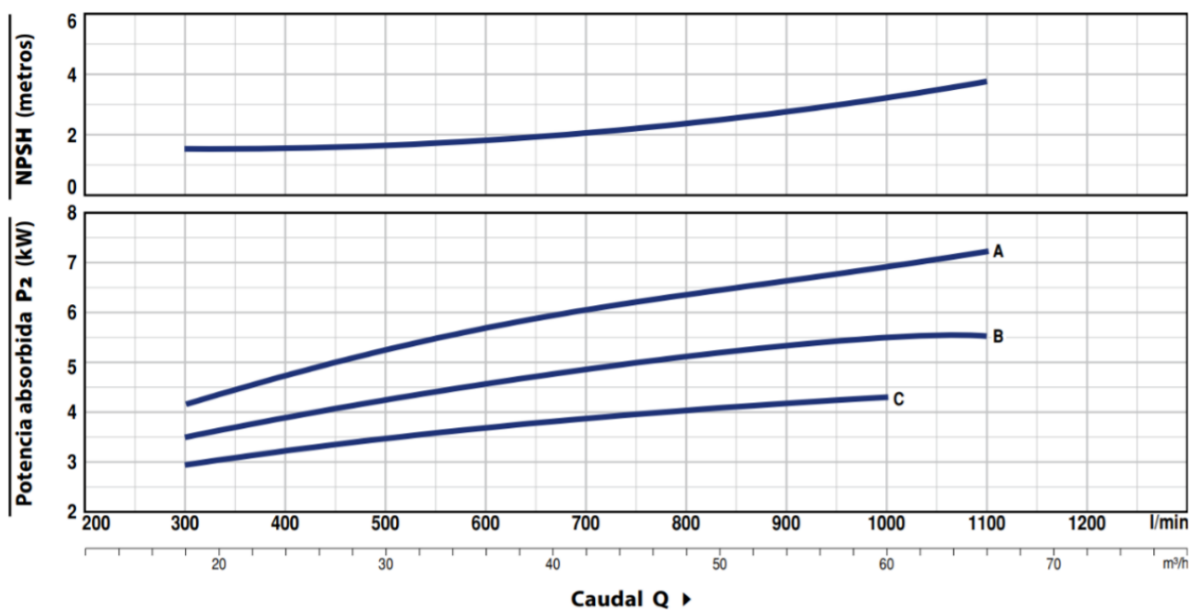
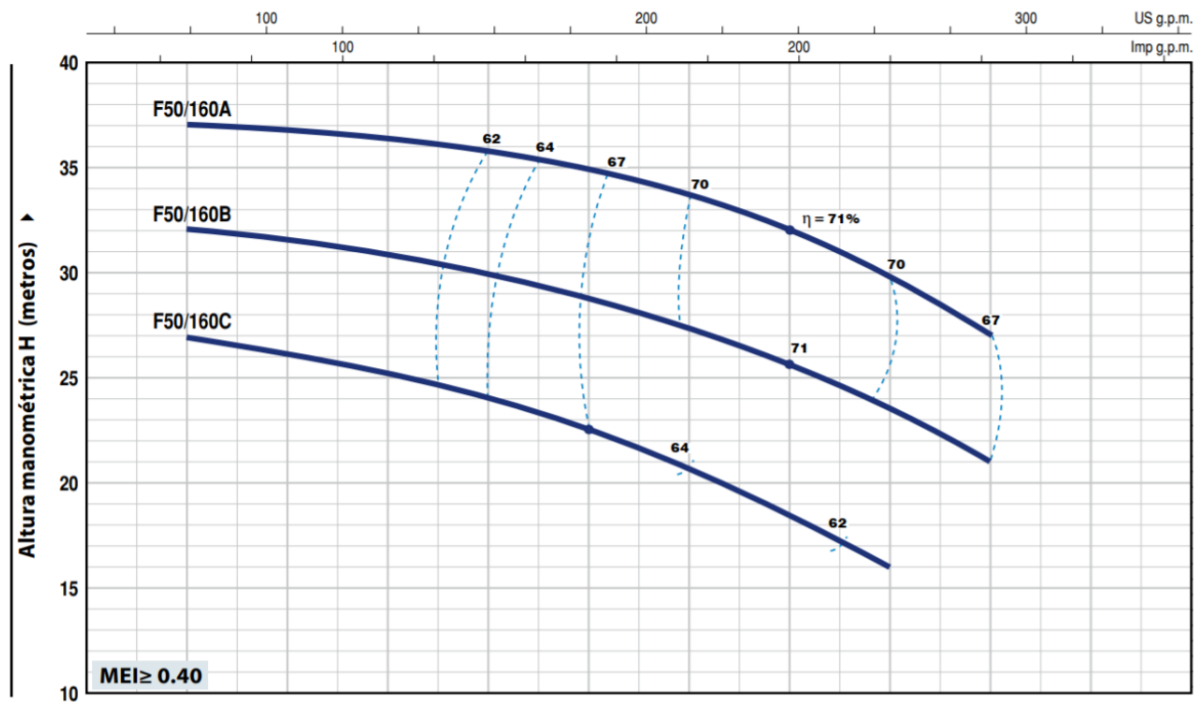
b) ¿A qué velocidad de giro en rpm debería ajustarse la bomba F50/160A para que el caudal bombeado al tanque elevado en verano sea igual a $50 \text{ m}^3/\text{h}$?

Sin embargo, a pedido del dueño, que no quiere que sus empleados “anden tocando” el variador de velocidad, se debe fijar la velocidad de giro de la bomba F50/160A en un valor fijo durante todo el año.

c) Si la velocidad de giro de la bomba F50/160A se ajustara en el valor obtenido en la parte b) para su operación durante todo el año, discuta como incidiría en el riesgo de cavitación cada una de las diferencias existentes entre invierno y verano, y determine si habría cavitación en verano.

Información adicional: Cañería de acero comercial IPS Sch 40 de 4” de diámetro nominal (rugosidad: $5 \times 10^{-5} \text{ m}$). Longitud equivalente de succión (desde el embalse hasta la bomba): 10 m Longitud equivalente de descarga (desde la bomba hasta el tanque elevado): 230 m Factor de fricción de Blasius: se puede asumir constante e igual a 0,019. No hay válvulas para regular el caudal. La tubería descarga por la parte superior del tanque elevado que está venteado a la atmósfera. A efectos de estos cálculos, se estima razonable usar los valores medios para la densidad y viscosidad del agua, debido a la baja variación que tienen estos parámetros en el rango de temperaturas considerado: Densidad media: 998 kg/m^3 ; Viscosidad media: $1,1 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$; Presión de vapor de agua a 25°C : 3160 Pa; Presión de vapor a 10°C : 1230 Pa; Presión atmosférica: 1,0 bar

50 Hz $n = 2900 \text{ min}^{-1}$



Respuesta: a) Se recomienda la Bomba F 50/160 b) $N=2458 \text{ rpm}$ c) Se determina que la bomba no cavita

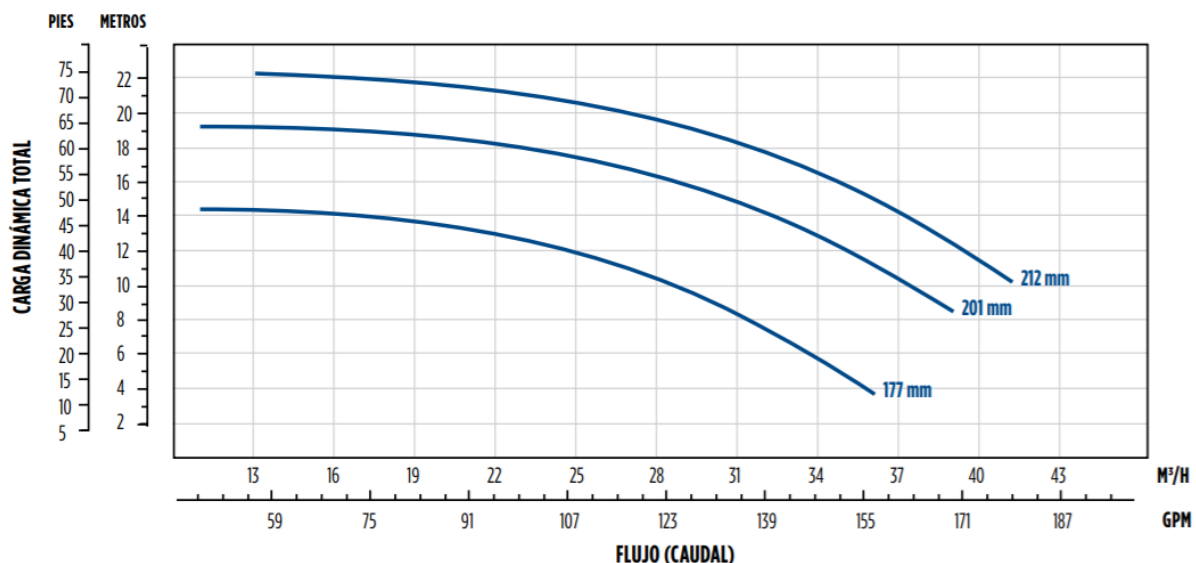
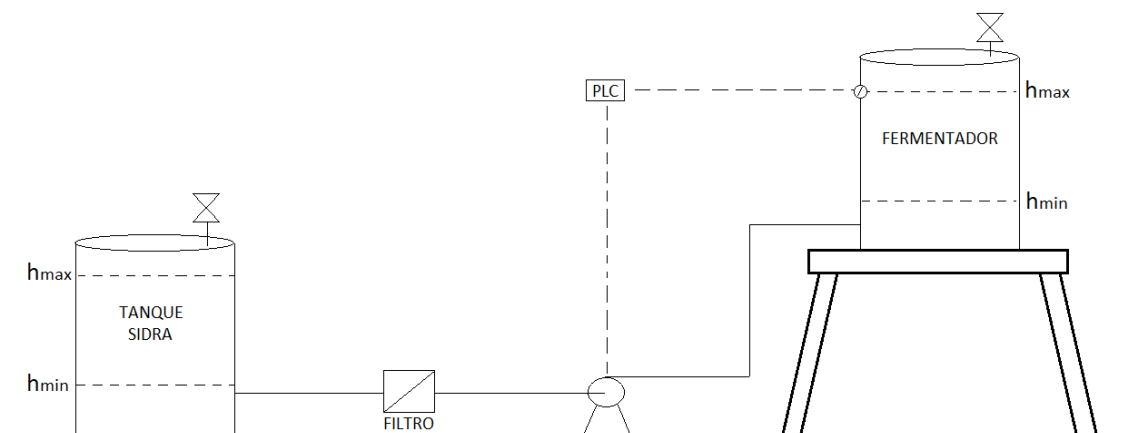
Semana 4

Al finalizar los ejercicios de esta semana, podrá realizar las preguntas 6 a 10 del cuestionario de autoevaluación que se encuentra en la plataforma EVA.

Problema de resolución previa

p5. La sidra es un producto intermedio de la producción de vinagre de manzana. A partir del tanque de sidra, se alimenta el reactor de fermentación de acetonas, en el cual se forma el vinagre ($\rho = 1050 \text{ kg/m}^3$ $\mu = 1 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$). Ambos recipientes están abiertos a la atmósfera y funcionan entre niveles mínimos de 1 m y máximos de 4,5 m, la base del reactor de fermentación se encuentra 2 m sobre la base del tanque. El fermentador tiene un diámetro de 3 m y funciona en batch, se carga desde el nivel mínimo y cuando alcanza el nivel máximo un medidor de nivel asociado a un PLC apaga la bomba para que comience la fermentación. La tubería es de acero comercial nuevo IPS Sch 40 $\Phi_N = 2 \frac{1}{2}"$, con longitud equivalente de 65 m. La línea cuenta con un filtro cuya pérdida de carga es de 30.000 Pa, la cual puede asumirse prácticamente constante en las condiciones de operación. En base a los tiempos de operación, el fermentador debe cargarse con un caudal de al menos $30 \text{ m}^3/\text{h}$.

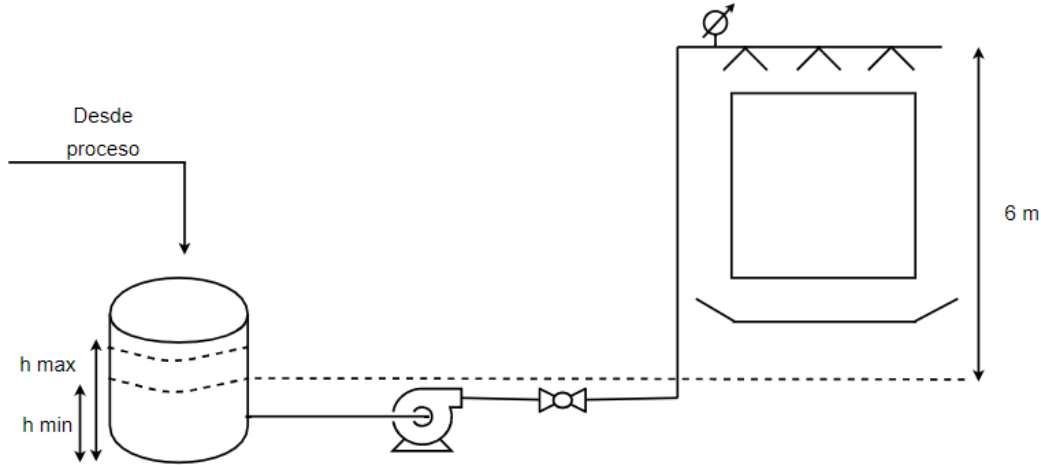
- Determine si la bomba 201 mm puede cumplir el servicio
- Determine si acoplando dos bombas 177 mm se puede cumplir el servicio



Respuesta: $Q = 30 \text{ m}^3/\text{h}$ $H_{\text{sist}} = 16,5 \text{ m}$. Solo se puede cumplir el servicio acoplando dos bombas 177 mm en serie.

Problemas de resolución en clase

c5. La torre de enfriamiento de agua de proceso funciona como se esquematiza en la figura. Cuando el nivel de líquido en el tanque intermedio es el mínimo, el caudal que alimenta la bomba B1 a la torre de enfriamiento es $Q = 8 \text{ m}^3/\text{h}$. Para estas condiciones la lectura del manómetro es 0,4 bar.



- ¿Cuál es el modelo que, con la información disponible, mejor aproxima la caída de presión en el sistema de aspersores?
- Si por razones del proceso el caudal mínimo de alimentación a la torre de enfriar debe aumentar en 50% ¿es posible asegurar el nuevo servicio con el sistema existente?

Propiedades del fluido: $\rho = 970 \text{ kg/m}^3$, $\mu = 3,6 \times 10^{-4} \text{ Pa}\cdot\text{s}$, $P_v = 2300 \text{ Pa}$

La curva de la bomba (B1) ajusta a los datos:

$Q(\text{m}^3/\text{h})$	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0
$H \text{ (m)}$	20,2	18,5	17,0	15,0	12,8	10,0	6,5	3,0
NPSHr (m)	1,9	2	2	2,3	2,7	3,1	4	5

- Si cuenta con otra bomba (B2) ¿Es posible cumplir el servicio utilizando ambas bombas?

La curva de la bomba (B2) ajusta a los datos:

$Q(\text{m}^3/\text{h})$	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0
$H \text{ (m)}$	37,0	33,7	30,0	26,1	21,2	13,3	4,0
NPSHr (m)	2	2,2	2,7	3,5	4,5	5,6	7

Datos adicionales:

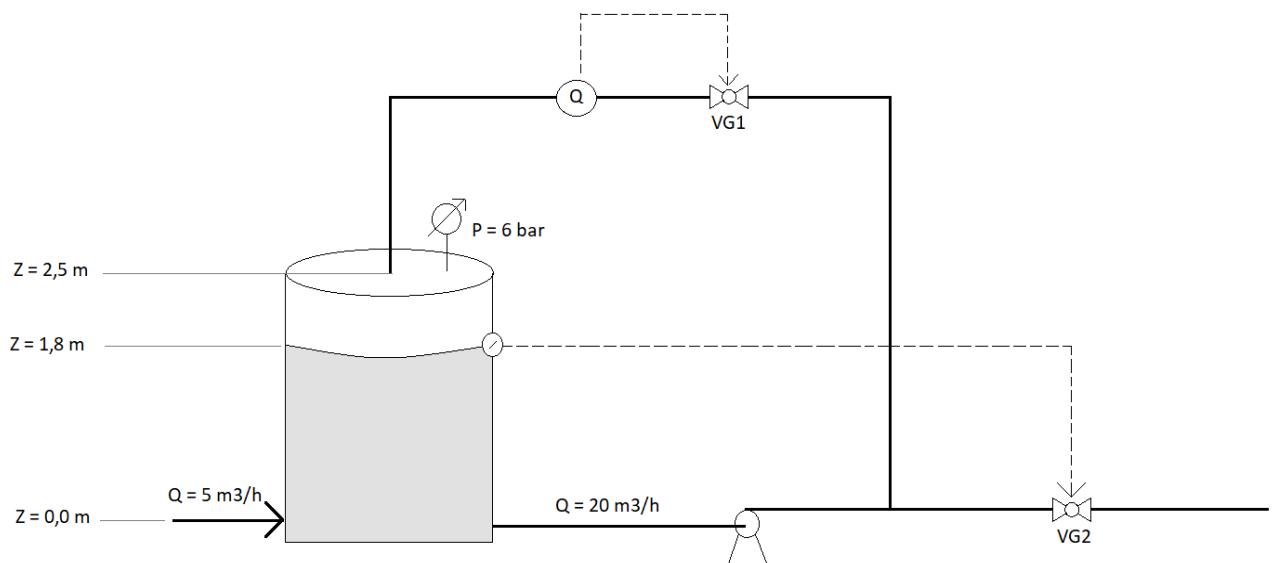
- Todas las tuberías son de acero comercial IPS Sch 40 $\Phi_N = 1 \frac{1}{2}''$.
- El tanque se encuentra abierto a la atmósfera y su nivel máximo es de 3 m por encima del nivel mínimo. El nivel mínimo está 1 m sobre el nivel de la bomba.
- Los aspersores de la torre descargan a presión atmosférica.
- La L_e de la succión es un 20% de la L_e total del sistema.
- La tubería de descarga cuenta con una válvula reguladora de caudal que se encuentra completamente abierta.

c6. La mezcla de un reactor se realiza simultáneamente con su carga y descarga, para lo cual se utiliza una bomba que recircule el fluido, según el sistema que se esquematiza en la figura.

Las propiedades del fluido mezclado son: $\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$ y $\mu = 1,2 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$

Los caudales de alimentación y salida del reactor son de $5 \text{ m}^3/\text{h}$ y $20 \text{ m}^3/\text{h}$ respectivamente. El reactor debe operar a 6 barg y con una cámara de gas de 70 cm. Las tuberías son de acero comercial, IPS Sch 40 con $\Phi_N = 1 \frac{1}{2}"$. La longitud equivalente desde el tanque hasta la T es de 2,5 m, y desde la T hasta la descarga de la recirculación es de 15 m, incluyendo entre los accesorios una válvula globo completamente abierta.

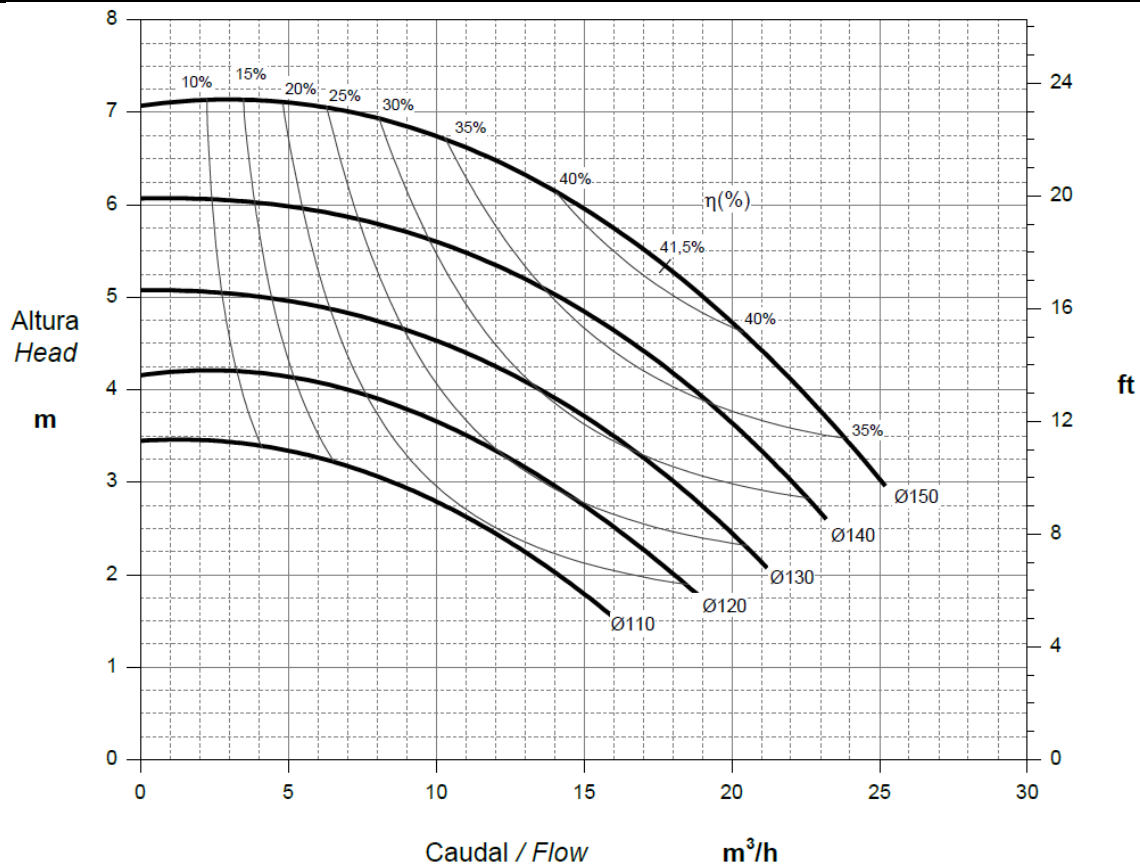
Para el sistema de control, un caudalímetro ultrasónico colocado en el circuito de recirculación controla mediante un PLC la apertura de la VG1. Mientras, un sensor de nivel colocado en el tanque asegura que su nivel sea constante, variando mediante un PLC la apertura de la VG2. Inicialmente VG2 se encuentran completamente abierta.



Se propone utilizar la bomba $\varnothing 150$, siendo la potencia máxima del motor conectado a la misma de 1 kW. **Verifique si esta bomba (sola o acoplada) permite cumplir el servicio.**

La curva de la bomba se ajusta a la expresión analítica:

$$H \text{ (m)} = -0,0092 Q \text{ (m}^3/\text{h)}^2 + 0,0707 Q \text{ (m}^3/\text{h)} + 7,02$$



Problemas de evaluación:

e2. Para el tratamiento fisicoquímico de agua bruta, esta se bombea desde un pozo y se le dosifica polielectrolito en línea, el cual se diluye uniformemente en el agua bruta mediante un mezclador estático. A continuación del mezclador el agua ingresa a un tanque que opera a nivel constante (denominado floculador) donde las impurezas se agrupan en flóculos que decantarán luego en un sedimentador.

El tanque con polielectrolito está venteado a la atmósfera y tiene un volumen útil de 3m^3 , los cuales se reponen cada vez que el nivel en el tanque alcanza su valor mínimo. Para dosificar el polielectrolito se emplea una pequeña bomba reciprocante de émbolo con las siguientes características: Simplex y de simple efecto. Diámetro del émbolo: 2 cm. Longitud de la Carrera: 8cm. Deslizamiento: puede asumirse constante e igual a 12 %. Velocidad de operación: 100 rpm.

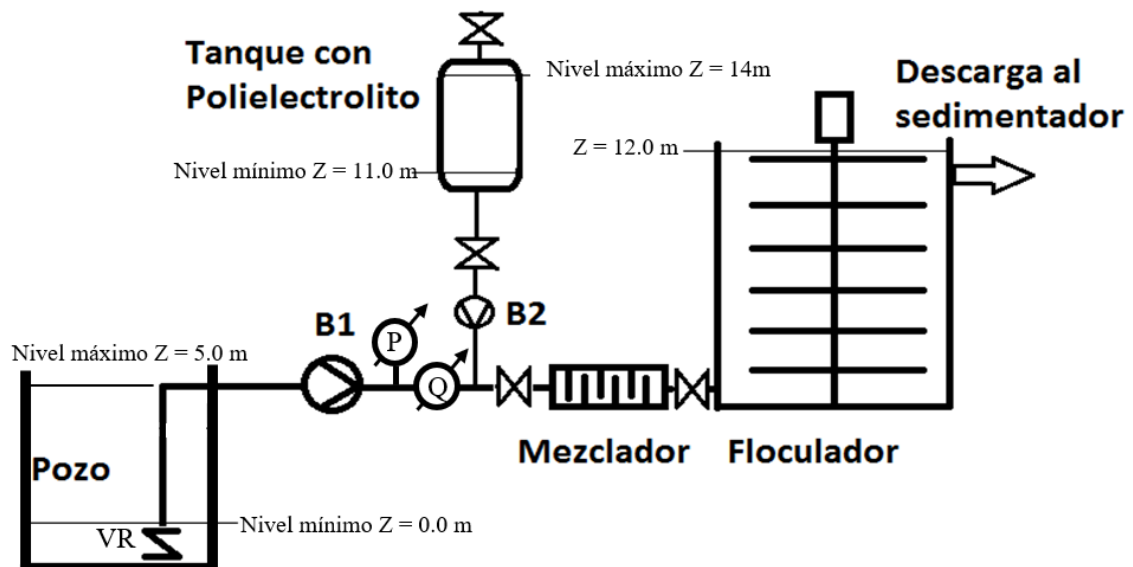
El caudal de polielectrolito es despreciable con relación al caudal de agua bruta y no afecta las propiedades físicas de la misma. La curva del sistema con las válvulas completamente abiertas se puede aproximar a $H(\text{m}) = \Delta z + 6 \times 10^{-3} (Q(\text{m}^3/\text{h}))^2$. El factor de fricción puede asumirse constante en el rango de caudales de operación.

- Se requiere que el caudal de agua bruta no supere los $60 \text{ m}^3/\text{h}$ ni sea inferior a los $50 \text{ m}^3/\text{h}$. Seleccione dos bombas iguales entre los modelos cuyas curvas se presentan, e indique como las acoplaría para lograr el servicio requerido operando a velocidad nominal (2900rpm).
- Se propone utilizar una sola bomba modelo CN 50-125/40 controlada por un variador de frecuencia. Este se controlaría mediante un PLC que recibiría una señal del caudalímetro y ajustaría la frecuencia para intentar mantener el caudal constante en $55 \text{ m}^3/\text{h}$. Evalúe la viabilidad de esta propuesta asumiendo que no hubiera cavitación. Los valores de eficiencia

corresponden a la bomba. Los valores de potencia corresponden a la potencia entregada por el motor, cuya potencia nominal (P_{nom}) es de 4kW ($P_{m\acute{a}x} = 110\% P_{nom}$).

Para CN 50-125/40 a 2900rpm: $H(m) = 27 + 5,9 \times 10^{-3} Q(m^3/h) - 2,6 \times 10^{-3} (Q(m^3/h))^2$

- c) Asumiendo que fuera factible la propuesta planteada en c), y que en ese caso conoce el rango de variación de N ($N_{m\acute{a}x}$ y $N_{m\acute{i}n}$) y la lectura del manómetro cuando el nivel en el pozo es máximo, describa en forma detallada y paso a paso, como haría para evaluar si hay riesgo de cavitación cuando el pozo está alcanzando su nivel mínimo. (No se piden cálculos, pero sí escribir las ecuaciones utilizadas y la ruta de cálculo)
- d) Si el sistema opera en forma continua: ¿Cada cuántas horas debería reponerse el polielectrolito?



Datos adicionales:

El pozo, el tanque de polielectrolito y el floculador están a presión atmosférica.

Propiedades del agua bruta: Viscosidad $= 1 \times 10^{-3}$ Pa.s ; Densidad = 1,0 kg/L ; $T = 15^\circ\text{C}$

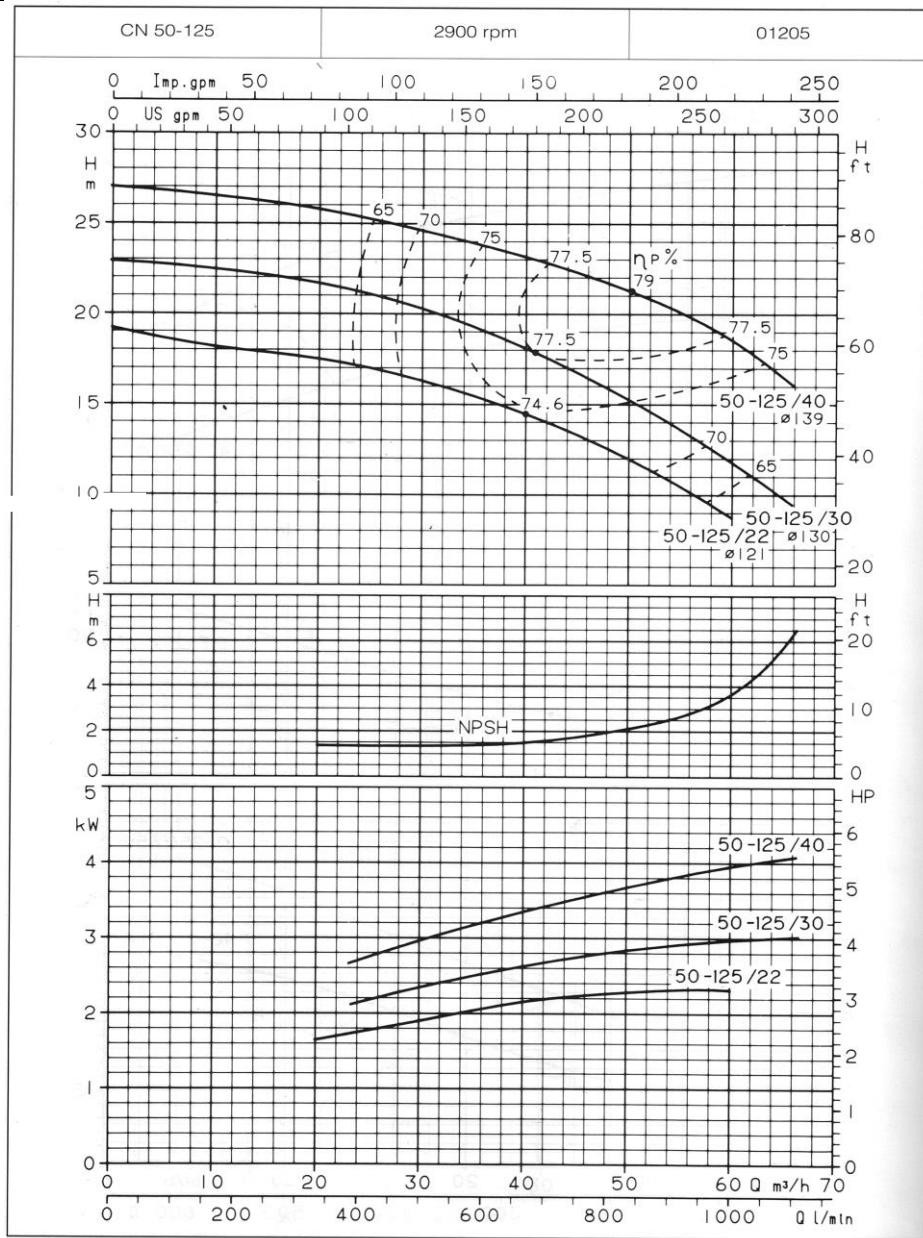
Presión atmosférica: 0,98 bar

Polielectrolito: Suspensión líquida con Densidad 1200 kg/m^3 y Viscosidad 15 cP.

Las tuberías son de acero comercial Sch40 de 3" de diámetro nominal

VR es una válvula de retención de pie con filtro. El resto de las válvulas son tipo esclusa.

El nivel máximo en el tanque coincide con el nivel del eje de la o las bombas centrífugas.



Respuesta: a) Bomba 50-125/30 en serie b) No es factible c) Teórico d) 22,7 hs

e3. En el diseño de una planta de producción de bioetanol, se prevé que éste llegue por gravedad a un tanque subterráneo (Tanque C), desde donde será bombeado a los tanques de almacenamiento de producto terminado (Tanques A y B). El caudal de bombeo nunca debe ser inferior a $12 \text{ m}^3/\text{h}$.

- ¿Recomendaría alguna de las bombas cuyas curvas se presentan a 2900 rpm para el servicio requerido operando a esta velocidad? Justifique.
- ¿Recomendaría acoplar dos bombas 32/160C a 2900 rpm para cumplir el servicio? Justifique.
- Se propone utilizar una bomba 32/160A con un variador de velocidad controlado por un PLC, que permite regular la velocidad de giro para mantener el caudal fijo en $12 \text{ m}^3/\text{h}$. Para la máxima velocidad de giro requerida, estime el consumo de potencia eléctrica del motor, asumiendo que opere con una eficiencia eléctrica del 90% (la eficiencia del gráfico es hidráulica).

- d) Como alternativa al uso de variador de velocidad o válvula reguladora, se propone utilizar la bomba 32/160A reduciendo el diámetro del rodete. ¿Cuántos milímetros se debería reducir para lograr un caudal mínimo de 12 m³/h?

El número a la derecha de cada curva el del diámetro del rodete.

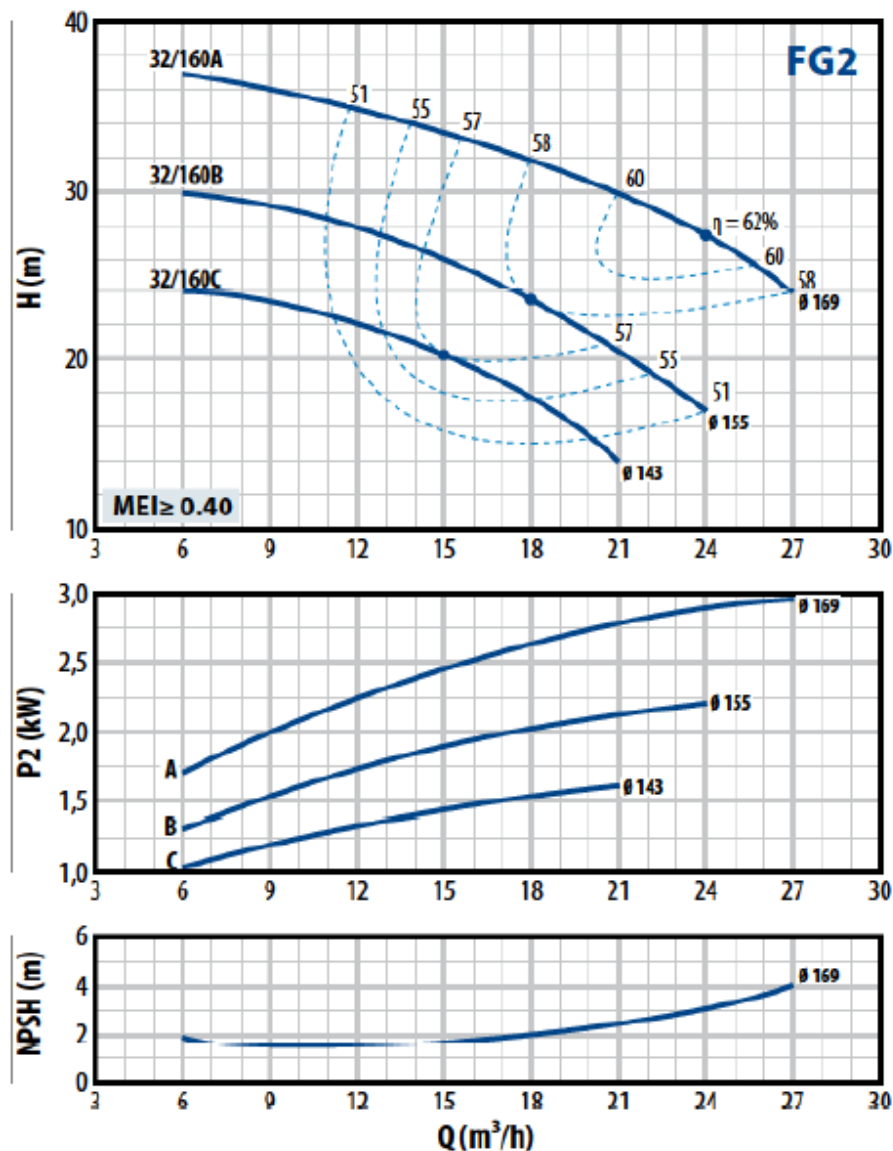
Las curvas de las bombas fueron determinadas con agua a 4 °C.

Las curvas de altura vs. caudal se pueden ajustar a las siguientes funciones:

$$32/160A \ H(m)=37,3+1,23 \times 10^{-2} Q(m^3/h)-1,86 \times 10^{-2} (Q(m^3/h))^2$$

$$32/160B \ H(m)=30,0+0,19 Q(m^3/h)-0,03 (Q(m^3/h))^2$$

$$32/160C \ H(m)=22,9+0,42 Q(m^3/h)-0,04 (Q(m^3/h))^2$$



Datos adicionales:

El bombeo a los dos tanques no es simultáneo, sino que se alternan, para lo cual se cuenta con válvulas “on-off” de accionamiento neumático.

Los tres tanques son en apariencia cerrados, pero tienen venteo a la atmósfera.

La longitud equivalente de la conducción hasta la bomba es de 20 m, y desde la bomba a los depósitos A y B es de 60 m y 40 m respectivamente (incluyendo salida de tubería).

Todo el tendido de cañería es de acero comercial de 2” de diámetro nominal Sch40.

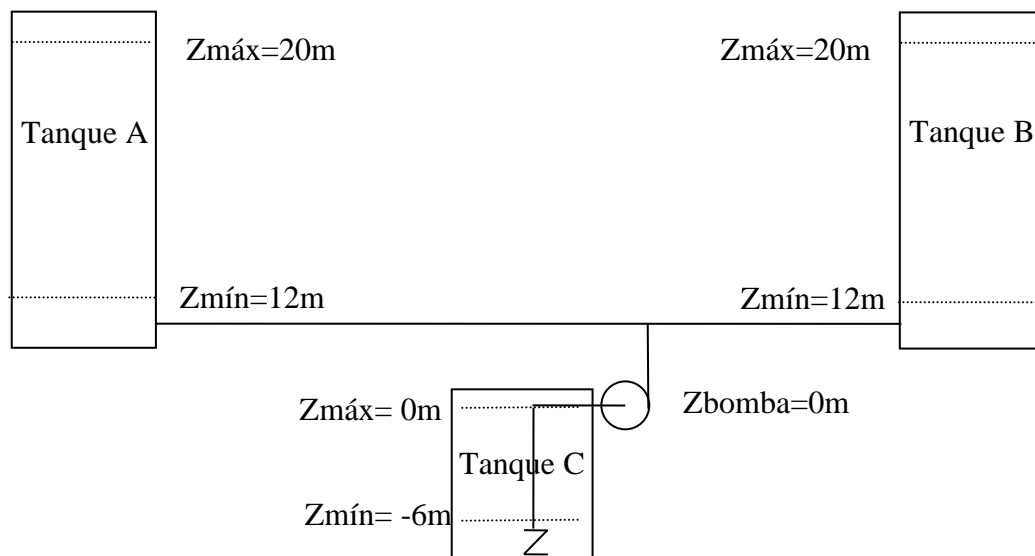
Propiedades del etanol a la temperatura de operación:

Densidad: $\rho = 870 \text{ kg/m}^3$. Viscosidad: $\mu = 1 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$.

Presión de vapor: $P_{\text{vap}} = 10,5 \text{ kPa}$. Presión atmosférica: $P_{\text{atm}} = 1,01 \text{ bar}$

Puede asumir régimen completamente turbulento.

En el siguiente esquema detallan los niveles extremos en los tanques



Respuesta: a) Bomba 32/160A b) No es recomendable c) $P_e = 1,76 \text{ kW}$ d) $D_2 = 160 \text{ mm}$