

1º - Sabendo que a instalação abaixo pode operar por gravidade, ou com auxílio de uma bomba, pede-se determinar:

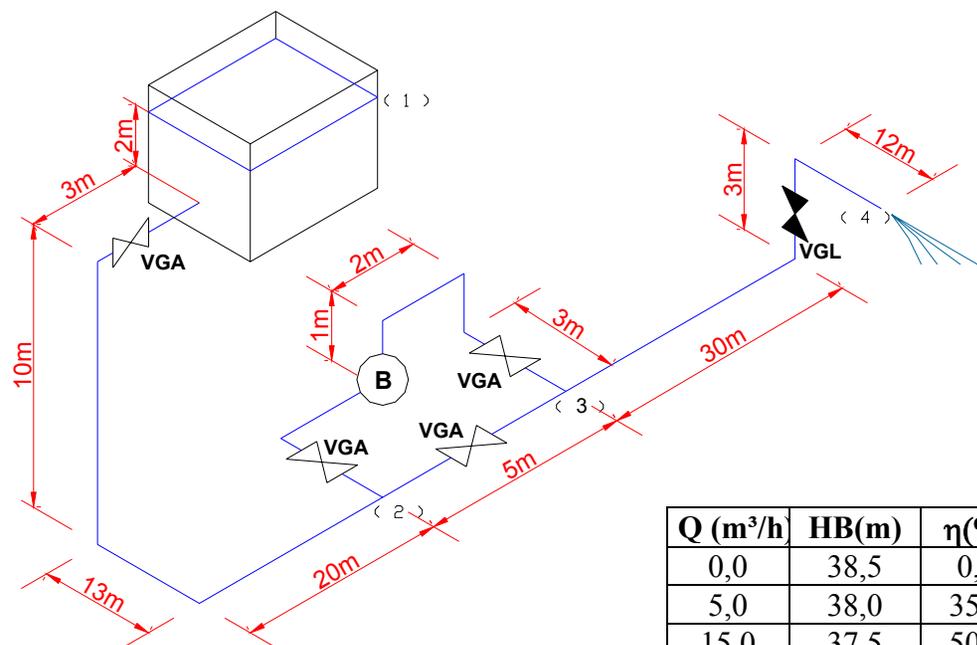
- a) a vazão sem bomba pelos método gráfico e numérico;
- b) a vazão máxima que será fornecida pela bomba Hero-Linha 2000 – H-40-A, com bocas 65x40, diâmetro de rotor igual a 139 mm, 3500 rpm, quando operar na instalação dada;
- c) o consumo de energia em $\frac{\text{KWh}}{\text{dia}}$ sabendo que a instalação opera em dois turnos de 8 horas cada e que a rede é de 220 V;
- d) o comprimento equivalente da válvula globo, quando a vazão máxima com bomba for reduzida a 60%;
- e) Sabendo que a instalação é uma instalação industrial comete, afirmando se é adequado ou não e justificando adequadamente, em relação ao diâmetro especificado para cada um dos casos (queda livre e operando com bomba).

Dados: tubulação de ferro galvanizado com diâmetro nominal 2 ½” (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura 40; água a 18°C, portanto:

$$\gamma_{H_2O} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow \nu_{H_2O} = 1,3 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} ; \text{ instalação onde o}$$

preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é mais significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV

Observação: VGL = válvula globo aberta e VGA = válvula gaveta aberta



Q (m ³ /h)	HB(m)	η (%)
0,0	38,5	0,0
5,0	38,0	35,0
15,0	37,5	50,0
20,0	37,0	60,0
25,0	36,5	70,0
30,0	36,0	60,0
35,0	34,0	50,0
40,0	32,0	40,0
45,0	28,5	35,0

Características da bomba
Hero-Linha 2000 – H-40-A

2º - Sabendo que a instalação abaixo pode operar por gravidade, ou com auxílio de uma bomba, pede-se determinar:

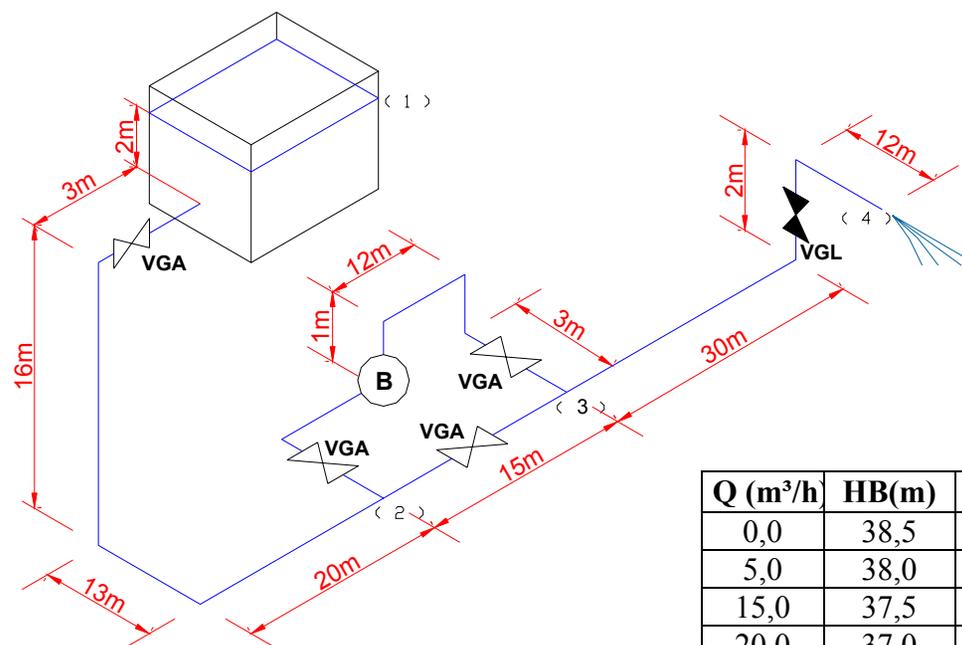
- a) a vazão sem bomba pelos método gráfico e numérico;
- b) a vazão máxima que será fornecida pela bomba Hero-Linha 2000 – H-40-A, com bocas 65x40, diâmetro de rotor igual a 139 mm, 3500 rpm, quando operar na instalação dada;
- c) o consumo de energia em $\frac{\text{KWh}}{\text{dia}}$ sabendo que a instalação opera em três turnos de 8 horas cada e que a rede é de 220 V;
- d) o comprimento equivalente da válvula globo, quando a vazão máxima com bomba for reduzida a 50%;
- e) Sabendo que a instalação é uma instalação industrial comete, afirmando se é adequado ou não e justificando adequadamente, em relação ao diâmetro especificado para cada um dos casos (queda livre e operando com bomba).

Dados: tubulação de aço 40 com diâmetro nominal 3” (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19);

$$\text{água a } 10^{\circ}\text{C, portanto: } \gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow \nu_{\text{H}_2\text{O}} = 1,4 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

- instalação onde o preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é menos significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV

Observação: VGL = válvula globo aberta e VGA = válvula gaveta aberta



Q (m ³ /h)	HB(m)	η(%)
0,0	38,5	0,0
5,0	38,0	35,0
15,0	37,5	50,0
20,0	37,0	60,0
25,0	36,5	70,0
30,0	36,0	60,0
35,0	34,0	50,0
40,0	32,0	40,0
45,0	28,5	35,0

Características da bomba
Hero-Linha 2000 – H-40-A

3º - Sabendo que a instalação abaixo pode operar por gravidade, ou com auxílio de uma bomba, pede-se determinar:

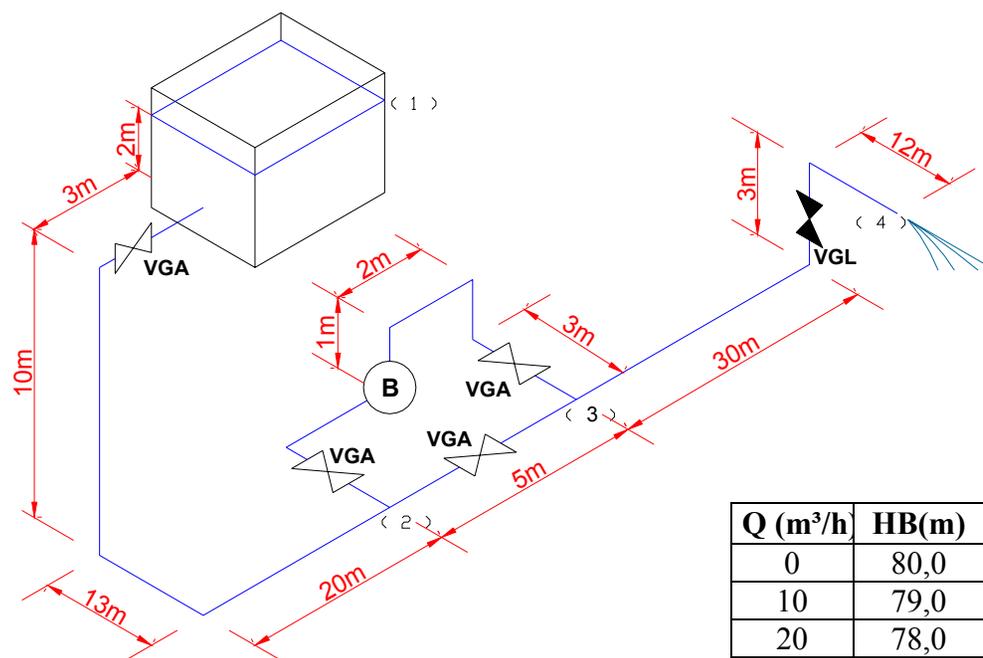
- a) a vazão sem bomba pelos método gráfico e numérico;
- b) a vazão máxima que será fornecida pela bomba 32-200 da KSB, com bocas 50x32, diâmetro de rotor igual a 202 mm, 3500 rpm, quando operar na instalação dada;
- c) o consumo de energia em $\frac{\text{KWh}}{\text{dia}}$ sabendo que a instalação opera em um turno de 8 horas e que a rede é de 220 V;
- d) o comprimento equivalente da válvula globo, quando a vazão máxima com bomba for reduzida a 70%;
- e) Sabendo que a instalação é uma instalação industrial comete, afirmando se é adequado ou não e justificando adequadamente, em relação ao diâmetro especificado para cada um dos casos (queda livre e operando com bomba).

Dados: tubulação de ferro galvanizado com diâmetro nominal 2" (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura 40; água a 18°C, portanto:

$$\gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow \nu_{\text{H}_2\text{O}} = 1,3 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} ; \text{ instalação onde o}$$

preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é menos significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV

Observação: VGL = válvula globo aberta e VGA = válvula gaveta aberta



Q (m ³ /h)	HB(m)	η (%)
0	80,0	15,0
10	79,0	29,0
20	78,0	47,5
25	75,0	52,5
30	71,5	54,5
35	66,0	54,0
40	57,5	51,0
45	45,0	42,5
50	30,0	33,0

4º - A instalação hidráulica a seguir opera com a bomba 32-200 da KSB, com bocas 50x32, diâmetro de rotor igual a 202 mm, 3500 rpm. Nesta situação, pergunta-se:

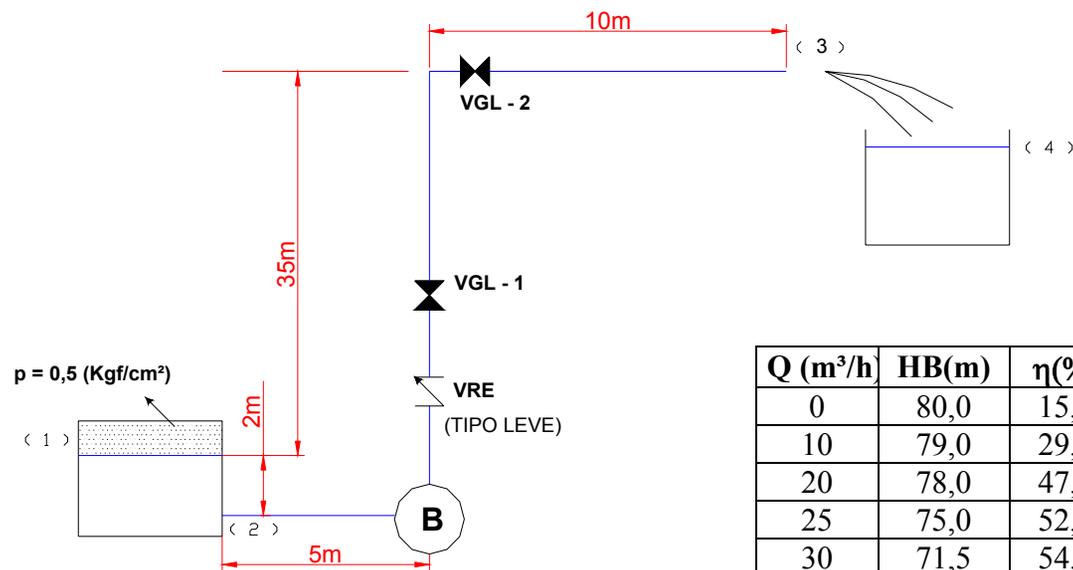
- a) Qual a vazão máxima que será recalçada pela bomba?
- b) Qual a potência consumida pelo conjunto motobomba, sabendo-se que a instalação opera 8 horas/dia, 26 dias/mês e que a rede é de 220 V?
- c) Devido a uma alteração na industria houve a necessidade de um aumento da vazão do item “(a)” em 15%, como não se podia alterar a bomba selecionada, nem a pressão de pressurização, nem as dimensões de sucção e nem a posição do reservatório quatro (4), optou-se em retirar a válvula globo (2) e substituir a tubulação de recalque de 2” para 2 ½” do mesmo material, isto resolve o problema? Justifique adequadamente, ou seja, determinando o novo ponto de trabalho.

Dados: tubulações de ferro galvanizado com diâmetro nominal de 3” na sucção e de 2” no recalque (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura

$$40; \text{ água a } 40^{\circ}\text{C} - \gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow \nu_{\text{H}_2\text{O}} = 0,75 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} ;$$

instalação onde o preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é menos significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV

Observação: VGL = válvula globo aberta



Q (m ³ /h)	HB(m)	η (%)
0	80,0	15,0
10	79,0	29,0
20	78,0	47,5
25	75,0	52,5
30	71,5	54,5
35	66,0	54,0
40	57,5	51,0
45	45,0	42,5
50	30,0	33,0

Características da bomba
32-200 da KSB

5º - A instalação hidráulica a seguir opera com a bomba 32-200 da KSB, com bocas 50x32, diâmetro de rotor igual a 202 mm, 3500 rpm. Nesta situação, pergunta-se:

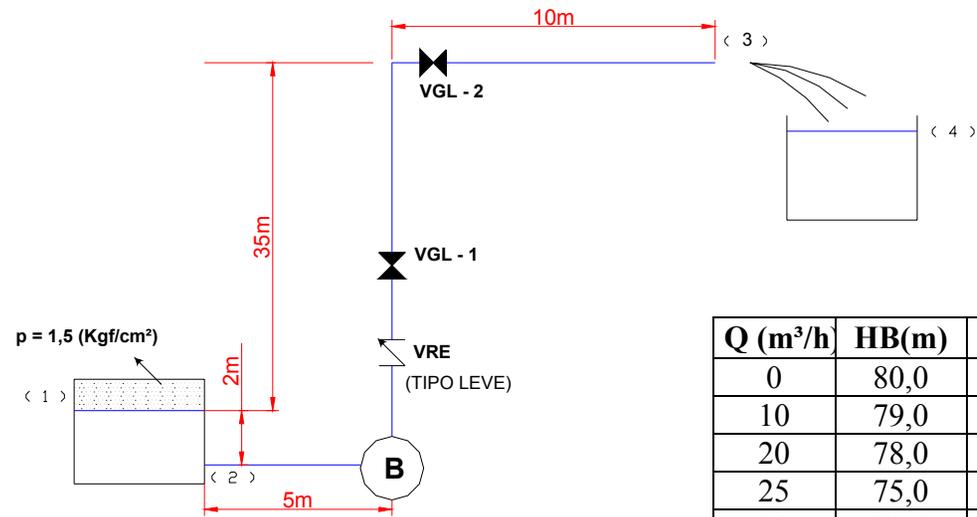
- Qual a vazão máxima que será recalçada pela bomba?
- Qual a potência consumida pelo conjunto motobomba, sabendo-se que a instalação opera 16 horas/dia, 20 dias/mês e que a rede é de 220 V?
- Devido a uma alteração na industria houve a necessidade de um aumento da vazão do item “(a)” em 18%, como não se podia alterar a bomba selecionada, nem a pressão de pressurização, nem as dimensões de sucção e nem a posição do reservatório quatro (4), optou-se em retirar a válvula globo (2) e substituir a tubulação de recalque de 2” para 3” do mesmo material, isto resolve o problema? Justifique adequadamente, ou seja, determinando o novo ponto de trabalho.

Dados: tubulações de ferro galvanizado com diâmetro nominal de 3” na sucção e de 2” no recalque (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura

$$80; \text{ água a } 22^{\circ}\text{C} - \gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow v_{\text{H}_2\text{O}} = 1,0 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} ;$$

instalação onde o preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é mais significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV

Observação: VGL = válvula globo aberta



Q (m ³ /h)	HB(m)	η (%)
0	80,0	15,0
10	79,0	29,0
20	78,0	47,5
25	75,0	52,5
30	71,5	54,5
35	66,0	54,0
40	57,5	51,0
45	45,0	42,5
50	30,0	33,0

Característica da bomba
32-200 da KSB

6º - A instalação hidráulica a seguir opera com uma de características conhecidas. Nesta situação, pergunta-se:

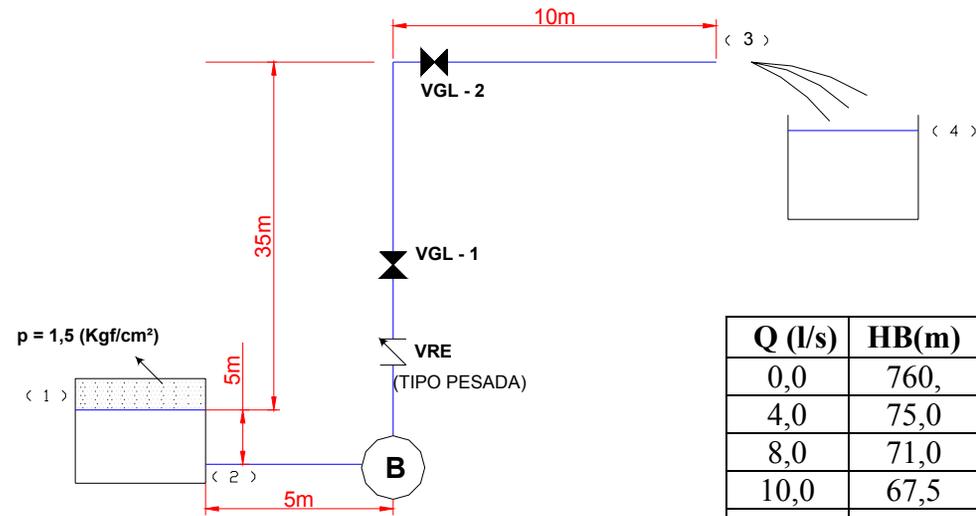
- a) Qual a vazão máxima que será recalçada pela bomba?
- b) Qual a potência consumida pelo conjunto motobomba, sabendo-se que a instalação opera 8 horas/dia, 26 dias/mês e que a rede é de 220 V?
- c) Devido a uma alteração na indústria houve a necessidade de um aumento da vazão do item “(a)” em 15%, como não se podia alterar a bomba selecionada, nem a pressão de pressurização, nem as dimensões de sucção e nem a posição do reservatório quatro (4), optou-se em retirar a válvula globo (2) e substituir a tubulação de recalque de 2” para 2 ½” do mesmo material, isto resolve o problema? Justifique adequadamente, ou seja, determinando o novo ponto de trabalho.

Dados: tubulações de ferro galvanizado com diâmetro nominal de 3” na sucção e de 2” no recalque (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura

$$40; \text{ água a } 40^{\circ}\text{C} - \gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow v_{\text{H}_2\text{O}} = 0,75 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} ;$$

instalação onde o preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é mais significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV

Observação: VGL = válvula globo aberta e VRE = válvula de retenção do tipo ...



Q (l/s)	HB(m)	η (%)
0,0	760,	0,0
4,0	75,0	35,0
8,0	71,0	62,5
10,0	67,5	72,5
12,0	62,5	76,0
14,0	57,5	76,0
16,0	51,0	72,5
18,0	42,5	62,5
20,0	34,0	47,5
22,0	22,5	32,5
24,0	10,0	12,5

7º - Dada as características da bomba B1 e a instalação hidráulica a seguir, pergunta-se:

- Qual a vazão máxima recalçada pela bomba B1?
- Qual a potência máxima que será exigida do motor elétrico?
- Qual o consumo de energia mensal sabendo que a instalação opera 6 horas/dia e 30 dias/mês e que a rede é 220V?
- Sabendo-se que no trecho entre as seções (1) e (2), foi colocado um trocador de calor, com 5 metros de comprimento, que após a sua instalação a vazão diminuiu 30%, qual o comprimento equivalente do trocador de calor.

Dados: tubulações de ferro galvanizado com diâmetro nominal de 2" na sucção e no recalque (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura 40;

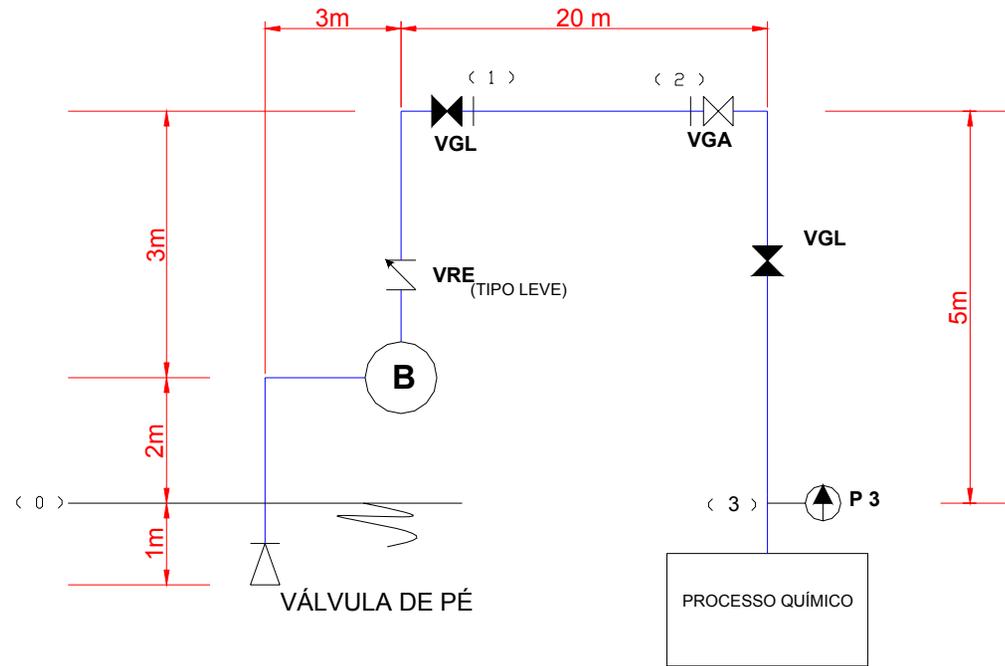
água a 22°C - $\gamma_{H_2O} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow \nu_{H_2O} = 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$; instalação

onde o preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é mais significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½;

10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV e $p_3 = 1,5 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$

Singularidade	Válvula de pé com crivo	Cotovelo médio de 90º	Válvula globo aberta	Válvula gaveta aberta	Válvula de retenção tipo leve
Leq (m)	35	3	15	1	5

Observação: VGL = válvula globo aberta; VGA = válvula gaveta aberta e VRE = válvula de retenção.



Q (m ³ /h)	HB(m)	η(%)
0,00	39,0	35,0
5,00	36,0	45,0
7,50	35,0	60,0
10,0	32,5	70,0
12,5	29,5	77,5
15,0	26,0	79,0
17,5	21,0	71,0
20,0	15,5	56,0
22,5	9,00	44,5
25,0	2,00	37,0

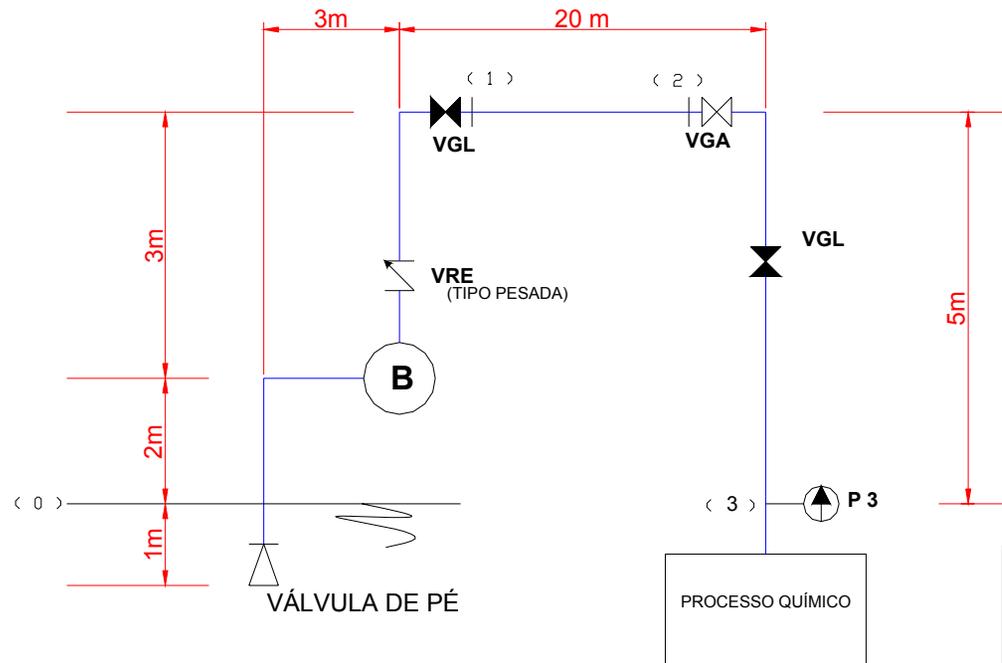
8° - Dada as características da bomba B1 e a instalação hidráulica a seguir, pergunta-se:

- Qual a vazão máxima recalçada pela bomba B1?
- Qual a potência máxima que será exigida do motor elétrico?
- Qual o consumo de energia mensal sabendo que a instalação opera 12 horas/dia e 22 dias/mês e que a rede é 220V?
- Sabendo-se que no trecho entre as seções (1) e (2), foi colocado um trocador de calor, com 10 metros de comprimento, que após a sua instalação a vazão diminuiu 20%, qual o comprimento equivalente do trocador de calor.

Dados: tubulações de ferro galvanizado com diâmetro nominal de 2 ½ ” na sucção e no recalque (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura 80; água a 22°C - $\gamma_{H_2O} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow \nu_{H_2O} = 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$; instalação onde o preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é menos significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV e $p_3 = 1,0 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$

Singularidade	Válvula de pé com crivo	Cotovelo médio de 90°	Válvula globo aberta	Válvula gaveta aberta	Válvula de retenção tipo leve
Leq (m)	35	3	15	1	5

Observação: VGL = válvula globo aberta e VGA = válvula gaveta aberta e VRE = válvula de retenção.



Q (m ³ /h)	HB(m)	η(%)
0,00	39,0	35,0
5,00	36,0	45,0
7,50	35,0	60,0
10,0	32,5	70,0
12,5	29,5	77,5
15,0	26,0	79,0
17,5	21,0	71,0
20,0	15,5	56,0
22,5	9,00	44,5
25,0	2,00	37,0

9º - Dada as características da bomba Hero-Linha 2000- H-40, com bocas 65x40, diâmetro do rotor igual a 139 mm e 3500 rpm e a instalação hidráulica a seguir, pergunta-se:

- Qual a vazão máxima recalçada pela bomba B1?
- Qual a potência máxima que será exigida do motor elétrico?
- Qual o consumo de energia mensal sabendo que a instalação opera 18 horas/dia e 26 dias/mês e que a rede é 220V?
- Sabendo-se que no trecho entre as seções (1) e (2), foi colocado um trocador de calor, com 15 metros de comprimento, que após a sua instalação a vazão diminuiu 15%, qual o comprimento equivalente do trocador de calor.

Dados: tubulações de ferro galvanizado com diâmetro nominal de 2 ½ ” na sucção e no recalque (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura 40;

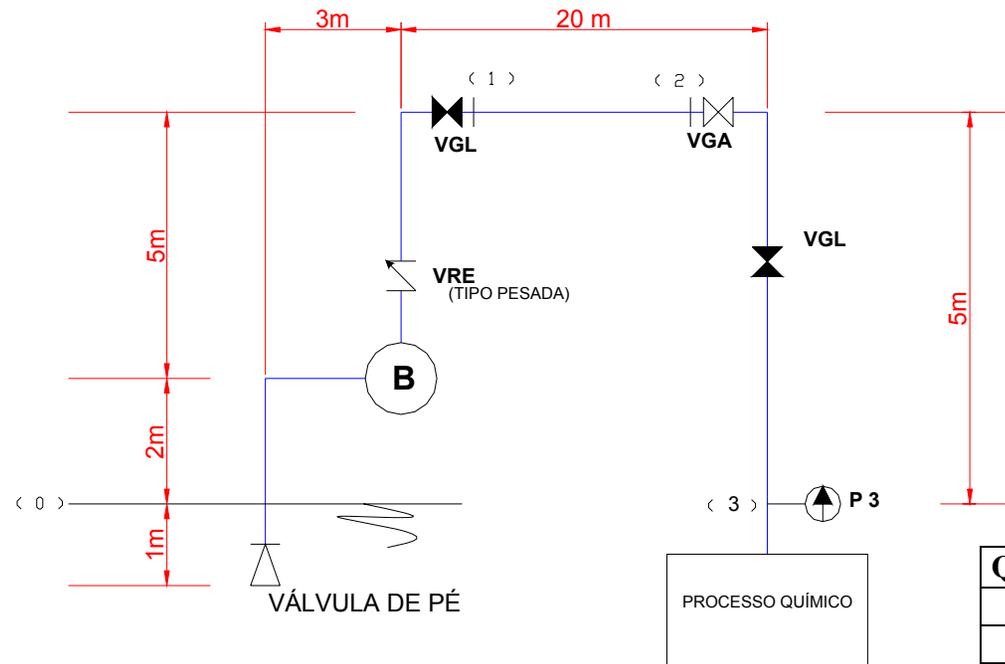
água a 22°C - $\gamma_{H_2O} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow \nu_{H_2O} = 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$; instalação

onde o preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é mais significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½;

10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV e $p_3 = 0,5 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$

Singularidade	Válvula de pé com crivo	Cotovelo médio de 90º	Válvula globo aberta	Válvula gaveta aberta	Válvula de retenção tipo leve
Leq (m)	35	3	15	1	5

Observação: VGL = válvula globo aberta; VGA = válvula gaveta aberta e VRE = válvula de retenção.



Q (m ³ /h)	HB(m)	η(%)
0,0	38,5	0,0
5,0	38,0	35,0
15,0	37,5	50,0
20,0	37,0	60,0
25,0	36,5	70,0
30,0	36,0	60,0
35,0	34,0	50,0
40,0	32,0	40,0
45,0	28,5	35,0

Característica da bomba
Hero-Linha 2000- H-40

10° - A instalação hidráulica a seguir pode operar por gravidade (válvula C aberta e válvula D fechada), quando o tanque superior está pressurizado, ou com auxílio de uma bomba (válvula C fechada e válvula D aberta), quando o tanque superior estiver sujeito à pressão atmosférica. Sabendo-se que o diâmetro da tubulação de recalque é de 2" e que o restante é de 3", pergunta-se:

- qual a máxima vazão que acontecerá por gravidade? Determine a vazão máxima graficamente e numericamente.
- qual a máxima vazão bombeada pela bomba?
- qual a potência mensal consumida, sabendo-se que a instalação opera 16 horas/dia por gravidade e 8 horas/dia com a bomba? Supor mês de 30 dias e que a rede é 220V.
- o coeficiente de perda de carga singular (K_s) da válvula globo (A) quando a mesma for fechada para propiciar a mesma vazão da instalação operando em queda livre.

Dados: tubulações de ferro galvanizado com diâmetro nominal de 3" e 2" (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura 40; água a 22°C -

$$\gamma_{H_2O} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow \nu_{H_2O} = 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} ; \text{ instalação onde o preço da}$$

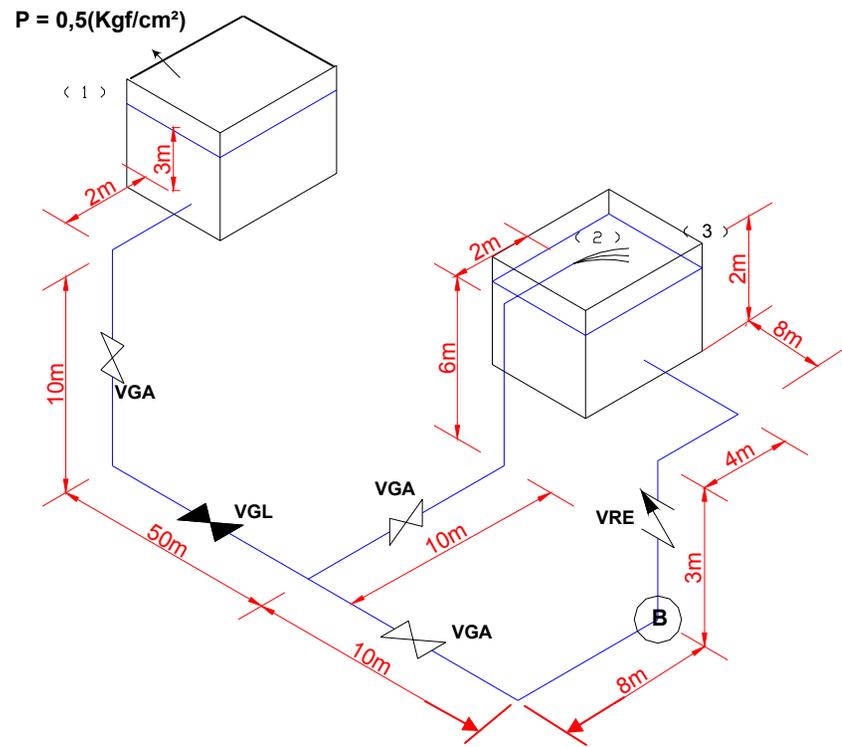
bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é menos significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV

Diâmetro nominal	Leq (m)							
	Cotovelo	Saída do tanque	Entrada do tanque	Válvula gaveta aberta	Válvula globo aberta	Válvula de retenção com portinhola	Tê com passagem para ramal	Tê passagem direta
2"	2	2	3	0,5	16	3,5	2	1
3"	3,5	3	4	0,8	25	4,5	3	1,8

Observação: VGL = válvula globo aberta e VGA = válvula gaveta aberta e VRE = válvula de retenção tipo leve.

Características da bomba:

Q (l/s)	HB(m)	η (%)
0,0	76,0	0,0
4,0	75,0	35,0
8,0	71,0	62,5
10,0	67,5	72,5
12,0	62,5	76,0
14,0	57,5	76,0
16,0	51,0	72,5
18,0	42,5	62,5
20,0	34,0	47,5
22,0	22,5	32,5
24,0	10,0	12,5



11º - A instalação hidráulica a seguir pode operar por gravidade (válvula C aberta e válvula D fechada), quando o tanque superior está pressurizado, ou com auxílio de uma bomba (válvula C fechada e válvula D aberta), quando o tanque superior estiver sujeito à pressão atmosférica. Sabendo-se que o diâmetro da tubulação de recalque é de 2 ½ ” e que o restante é de 3”, pergunta-se:

- qual a máxima vazão que acontecerá por gravidade? Determine a vazão máxima graficamente e numericamente.
- qual a máxima vazão bombeada pela bomba?
- qual a potência mensal consumida, sabendo-se que a instalação opera 12 horas/dia por gravidade e 12 horas/dia com a bomba? Supor mês de 26 dias e que a rede é 220V.
- o coeficiente de perda de carga singular (Ks) da válvula globo (A) quando a mesma for fechada para propiciar 85% da vazão máxima bombeada.

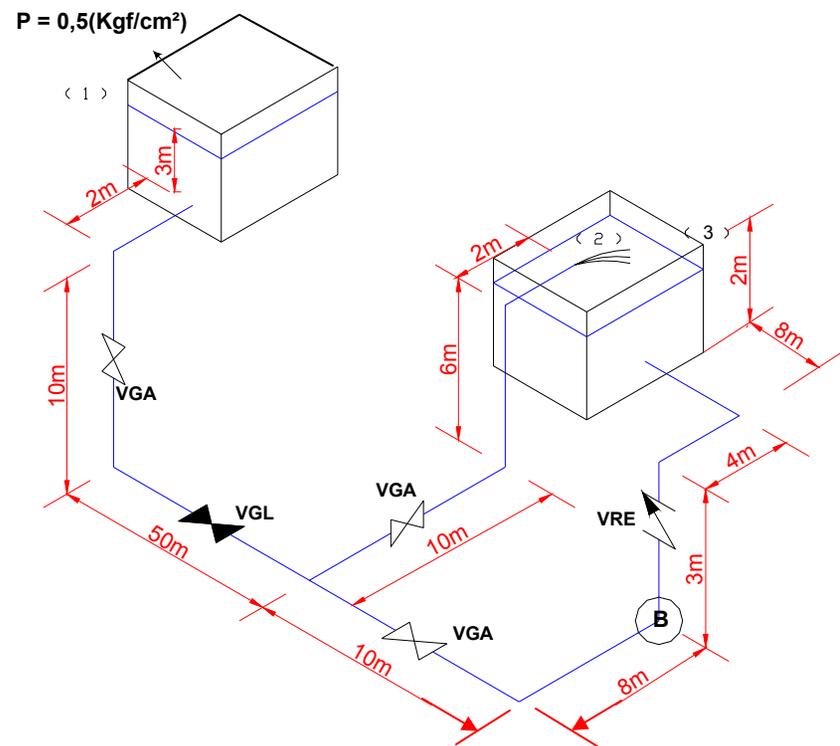
Dados: tubulações de ferro galvanizado com diâmetro nominal de 3” e 2 ½ ” (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura 80; água a 18°C - $\gamma_{H_2O} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow v_{H_2O} = 1,2 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow \mathbf{g = 9,81 \frac{m}{s^2}}$; instalação onde o preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é mais significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV

Diâmetro nominal	Leq (m)							
	Cotovelo	Saída do tanque	Entrada do tanque	Válvula gaveta aberta	Válvula globo aberta	Válvula de retenção com portinhola	Tê com passagem para ramal	Tê passagem direta
2 ½”	2,5	2,5	3,5	0,7	20	4,0	2,5	1,4
3”	3,5	3	4	0,8	25	4,5	3	1,8

Observação: VGL = válvula globo aberta; VGA = válvula gaveta aberta e VRE = válvula de retenção

Características da bomba:

Q (l/s)	HB(m)	η(%)
0,0	76,0	0,0
4,0	75,0	35,0
8,0	71,0	62,5
10,0	67,5	72,5
12,0	62,5	76,0
14,0	57,5	76,0
16,0	51,0	72,5
18,0	42,5	62,5
20,0	34,0	47,5
22,0	22,5	32,5
24,0	10,0	12,5



12° - A instalação hidráulica a seguir pode operar por gravidade (válvula C aberta e válvula D fechada), quando o tanque superior está pressurizado, ou com auxílio de uma bomba (válvula C fechada e válvula D aberta), quando o tanque superior estiver sujeito à pressão atmosférica. Sabendo-se que o diâmetro da tubulação de recalque é de 2" e que o restante é de 3", pergunta-se:

- qual a máxima vazão que acontecerá por gravidade? Determine a vazão máxima graficamente e numericamente.
- qual a máxima vazão bombeada pela bomba?
- qual a potência mensal consumida, sabendo-se que a instalação opera 16 horas/dia por gravidade e 8 horas/dia com a bomba? Supor mês de 22 dias e que a rede é 220V.
- o coeficiente de perda de carga singular (K_s) da válvula globo (A) quando a mesma for fechada para propiciar a mesma vazão da instalação operando em queda livre.

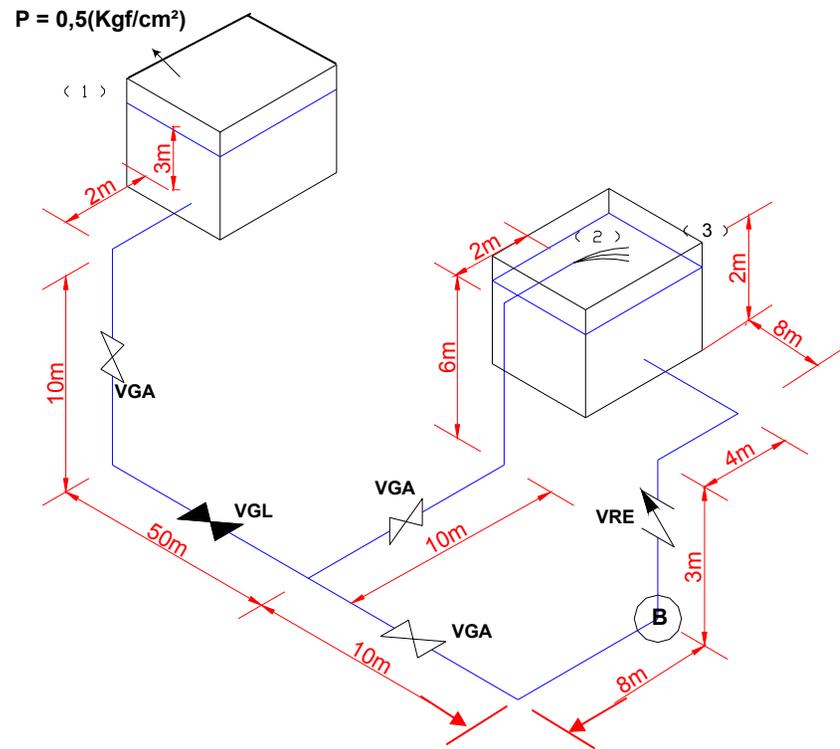
Dados: tubulações de ferro galvanizado com diâmetro nominal de 3" e 2" (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura 160; água a 22°C - $\gamma_{H_2O} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow \nu_{H_2O} = 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$; instalação onde o preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é mais significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV

Diâmetro nominal	Leq (m)							
	Cotovelo	Saída do tanque	Entrada do tanque	Válvula gaveta aberta	Válvula globo aberta	Válvula de retenção com portinhola	Tê com passagem para ramal	Tê passagem direta
2"	2	2	3	0,5	16	3,5	2	1
3"	3,5	3	4	0,8	25	4,5	3	1,8

Observação: VGL = válvula globo aberta; VGA = válvula gaveta aberta e VRE = válvula de retenção.

Características da bomba:

Q (m ³ /h)	HB(m)	η(%)
0	80,0	15,0
10	79,0	29,0
20	78,0	47,5
25	75,0	52,5
30	71,5	54,5
35	66,0	54,0
40	57,5	51,0
45	45,0	42,5
50	30,0	33,0



13° - Uma indústria constrói uma instalação hidráulica para o levantamento da queda de pressão, que ocorre na passagem por um determinado equipamento. Para tanto, utiliza a bomba ALFA – 50 – tipo 231 / CP -7-231 da ALBRIZZI – PENTRY, de características conhecidas e com diâmetro do rotor igual a 208 mm, denominada B1. Determinar:

- a) a máxima potência que será solicitada pela bomba, sem o equipamento, substituído por um trecho de tubo de mesmo diâmetro do restante da tubulação;
- b) colocando o equipamento na instalação, a vazão diminui 30% em relação à vazão máxima (sem equipamento), nesta situação determine o comprimento equivalente do equipamento;
- c) diminuindo o diâmetro do rotor para 160 mm, especifique o novo ponto de trabalho e nesta situação o consumo mensal de energia sabendo que a instalação opera 4 horas/dia e 22 dia/mês em uma rede de 220V;
- d) Sabendo que a instalação é uma instalação industrial comente, afirmando se é adequado ou não e justificando adequadamente, em relação ao diâmetro especificado.

Dados: tubulação de ferro galvanizado com diâmetro nominal 1 ½” (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura 40; água a 18°C, portanto:

$$\gamma_{H_2O} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow \nu_{H_2O} = 1,3 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} ; \text{ instalação onde o}$$

preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é mais significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores

elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV

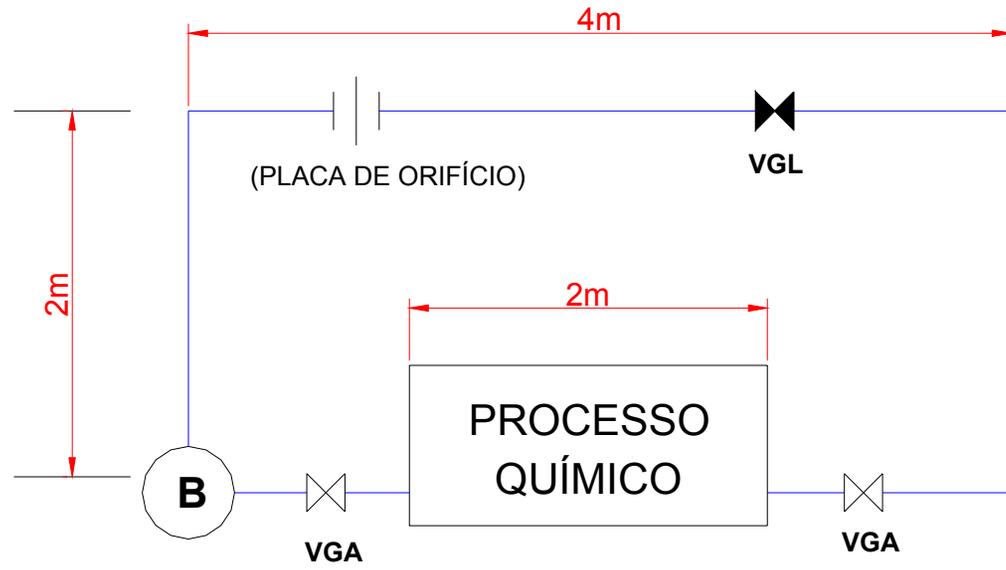
Observação: VGL = válvula globo aberta e VGA = válvula gaveta aberta

Singularidade	Válvula globo aberta	Válvula gaveta aberta	Cotovelo médio de 90°	Placa de orifício	Alargamento 1 ½ ”x 2 ½”	Estreitamento 2” x 1 ½ ”
Leq (m)	12	1	2	4	1	0,7

Importante: Entrada da bomba com diâmetro igual a 2 ½ ” e saída com 2”

Características da bomba - ALFA – 50 – tipo 231 / CP -7-231 da ALBRIZZI – PETRY

(m³/h)	HB(m) (D=160mm)	η(% (D=160m m)	HB(m) (D=208mm)	η(% (D=208m m)
8,0	12,5	42,0	23,0	0,0
12,0	12,0	52,5	22,0	50,5
14,0	11,8	57,0	21,5	55,5
16,0	11,2	60,0	21,0	59,0
18,0	10,5	62,5	20,5	62,0
20,0	10,0	62,5	20,2	65,0
22,0	9,5	60,0	20,0	65,8
24,0	8,5	57,0	19,2	66,4
26,0	7,5	53,0	18,5	66,4
28,0	6,2		17,8	65,8



14° - Uma indústria constrói uma instalação hidráulica para o levantamento da queda de pressão, que ocorre na passagem por um determinado equipamento. Para tanto, utiliza a bomba DLP da Mark-Peerless, de características conhecidas e com diâmetro do rotor igual a 118 mm, denominada B1. Determinar:

- a) a máxima potência que será solicitada pela bomba, sem o equipamento, substituído por um trecho de tubo de mesmo diâmetro do restante da tubulação;
- b) colocando o equipamento na instalação, a vazão diminui 20% em relação à vazão máxima (sem equipamento), nesta situação determine o comprimento equivalente do equipamento;
- c) diminuindo o diâmetro do rotor para 103 mm, especifique o novo ponto de trabalho e nesta situação o consumo mensal de energia sabendo que a instalação opera 4 horas/dia e 26 dia/mês em uma rede de 220V;
- d) Sabendo que a instalação é uma instalação industrial comente, afirmando se é adequado ou não e justificando adequadamente, em relação ao diâmetro especificado.

Dados: tubulação de ferro galvanizado com diâmetro nominal 1 ½ ” (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura 40; água a 40°C, portanto:

$$\gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow v_{\text{H}_2\text{O}} = 0,75 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow \mathbf{g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$
 ; instalação onde o

preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é menos significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV

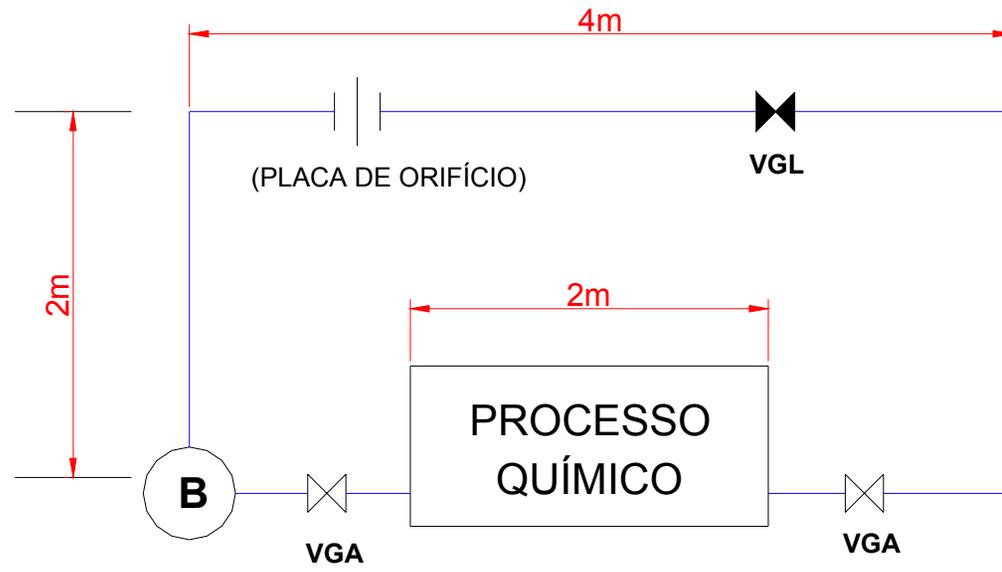
Observação: VGL = válvula globo aberta e VGA = válvula gaveta aberta

Singularidade	Válvula globo aberta	Válvula gaveta aberta	Cotovelo médio de 90°	Placa de orifício	Alargamento 1 ½" x 2 ½"	Estreitamento 2" x 1 ½"
Leq (m)	12	1	2	4	1	0,7

Importante: Entrada da bomba com diâmetro igual a 2 ½" e saída com 2"

Q (m³/h)	HB(m) (D=103mm)	η(%) (D=103m m)	HB(m) (D=118mm)	η(%) (D=118m m)
0,0	16,5		22,0	
6,0	16,4		21,5	
10,0	16,2		21,0	
16,0	15,8	54,0	20,5	52,0
20,0	15,3	58,5	20,0	56,5
26,0	14,8	64,0	19,2	61,5
30,0	13,3	69,0	18,4	65,0
36,0	11,3	67,0	16,8	70,0
40,0	9,5	64,0	15,5	69,0
46,0			12,5	64,0

Características da bomba bomba DLP da Mark-Peerless



15° - A instalação configurada abaixo pode operar com uma bomba (B1 ou B2), ou com as duas bombas associadas. Pede-se:

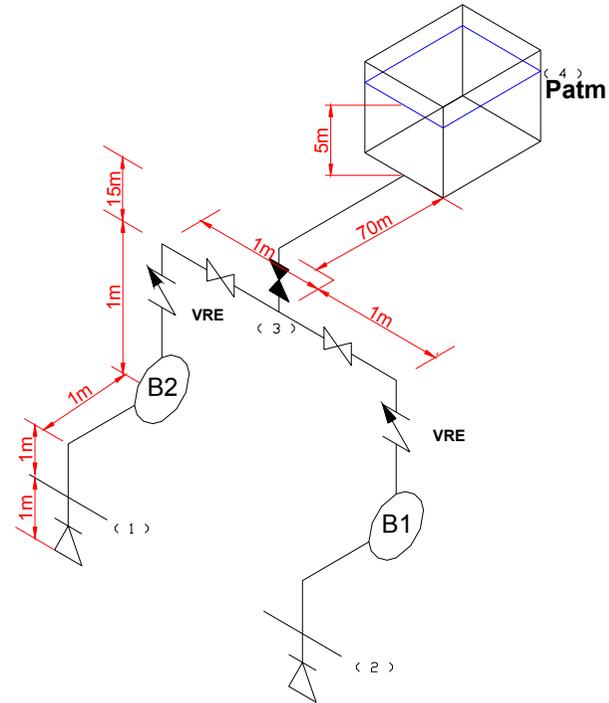
- Fechando-se a válvula VGA -2, determinar a máxima potência que será solicitada pela bomba B1, ao motor elétrico;
- A potência nominal do motor elétrico que deve ser acoplado a cada bomba, sabendo-se que eles trabalham numa rede de 220V;
- Sabendo que a instalação é uma instalação industrial comente, afirmando se é adequado ou não e justificando adequadamente, em relação aos diâmetros especificados. Sabe-se que na prática se dimensiona o diâmetro de recalque e adota-se o diâmetro de sucção que deve ser um diâmetro comercial imediatamente maior que o especificado para o recalque;
- O comprimento equivalente da válvula globo (VGL) quando a mesma é fechada para se reduzir 20% da vazão máxima obtida no item (a).

Dados: tubulações de ferro galvanizado com diâmetro nominal de 3" na sucção e de 2" no recalque (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura 40; água a 40°C -

$$\gamma_{H_2O} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow \nu_{H_2O} = 0,75 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} ; \text{ instalação onde}$$

o preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é menos significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV.

Importante: VPE = válvula de retenção com portinhola; VRE = válvula de retenção tipo leve; VGA = válvula gaveta aberta; VGL = válvula globo aberta; (3) = tê; entrada normal no reservatório.



Q (m³/h)	HB(m)	η(%)
0,0	79,0	0,0
5,0	77,5	35,0
10,0	75,0	48,0
15,0	72,0	61,0
20,0	67,5	71,5
25,0	62,0	77,0
30,0	53,0	69,0
35,0	42,5	55,0
40,0	32,0	35,0

16° - A instalação configurada abaixo pode operar com uma bomba (B1 ou B2), ou com as duas bombas associadas. Pede-se:

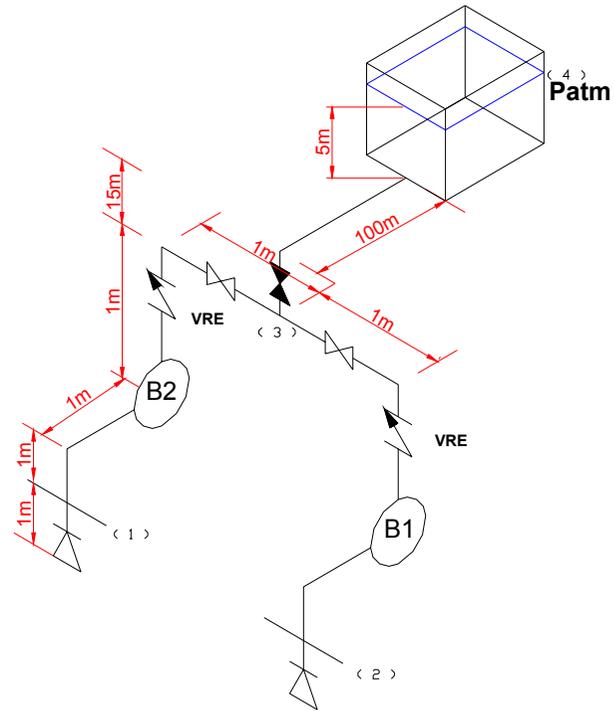
- a) Fechando-se a válvula VGA -2, determinar a máxima potência que será solicitada pela bomba B1, ao motor elétrico;
- b) A potência nominal do motor elétrico que deve ser acoplado a cada bomba, sabendo-se que eles trabalham numa rede de 220V;
- c) Sabendo que a instalação é uma instalação industrial comente, afirmando se é adequado ou não e justificando adequadamente, em relação aos diâmetros especificados. Sabe-se que na prática se dimensiona o diâmetro de recalque e adota-se o diâmetro de sucção que deve ser um diâmetro comercial imediatamente maior que o especificado para o recalque;
- d) O comprimento equivalente da válvula globo (VGL) quando a mesma é fechada para se reduzir 30% da vazão máxima obtida no item (a).

Dados: tubulações de aço com diâmetro nominal de 3” na sucção e de 2 1/2” no recalque (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura 80;

$$\text{água a } 22^{\circ}\text{C} - \gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow v_{\text{H}_2\text{O}} = 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow \mathbf{g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} ;$$

instalação onde o preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é menos significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: 1/2; 3/4; 1; 1 1/2; 2; 3; 5; 7 1/2; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV.

Importante: VPE = válvula de retenção com portinhola; VRE = válvula de retenção tipo pesado; VGA = válvula gaveta aberta; VGL = válvula globo aberta; (3) = tê; entrada normal no reservatório.



Q (m ³ /h)	HB(m)	η (%)
0,0	79,0	0,0
5,0	77,5	35,0
10,0	75,0	48,0
15,0	72,0	61,0
20,0	67,5	71,5
25,0	62,0	77,0
30,0	53,0	69,0
35,0	42,5	55,0
40,0	32,0	35,0

17º - A instalação configurada abaixo pode operar com uma bomba (B1 ou B2), ou com as duas bombas associadas. Pede-se:

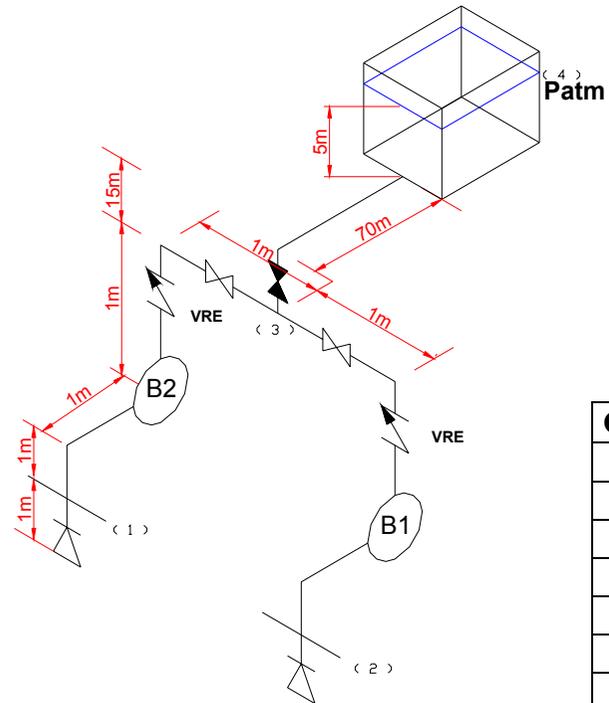
- a) Fechando-se a válvula VGA -2, determinar a máxima potência que será solicitada pela bomba B1, ao motor elétrico;
- b) A potência nominal do motor elétrico que deve ser acoplado a cada bomba, sabendo-se que eles trabalham numa rede de 220V;
- c) Sabendo que a instalação é uma instalação industrial comente, afirmando se é adequado ou não e justificando adequadamente, em relação aos diâmetros especificados. Sabe-se que na prática se dimensiona o diâmetro de recalque e adota-se o diâmetro de sucção que deve ser um diâmetro comercial imediatamente maior que o especificado para o recalque;
- d) O comprimento equivalente da válvula globo (VGL) quando a mesma é fechada para se reduzir 40% da vazão máxima obtida no item (a).

Dados: tubulações de ferro galvanizado com diâmetro nominal de 3" na sucção e de 2" no recalque (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura 160; água a 22°C -

$$\gamma_{H_2O} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow v_{H_2O} = 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow \mathbf{g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$
 ; instalação onde o

preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é mais significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV.

Importante: VPE = válvula de retenção com portinhola; VRE = válvula de retenção tipo leve; VGA = válvula gaveta aberta; VGL = válvula globo aberta; (3) = tê; entrada normal no reservatório.



Q (m ³ /h)	HB(m)	η (%)
0	80,0	15,0
10	79,0	29,0
20	78,0	47,5
25	75,0	52,5
30	71,5	54,5
35	66,0	54,0
40	57,5	51,0
45	45,0	42,5
50	30,0	33,0

A instalação hidráulica esquematizada a seguir pode operar somente com a bomba B1 quando o tanque superior (2) está aberto à atmosfera e com a bomba B1 associada a bomba B2 se o tanque for pressurizado com uma pressão igual a 2 Kgf/cm².

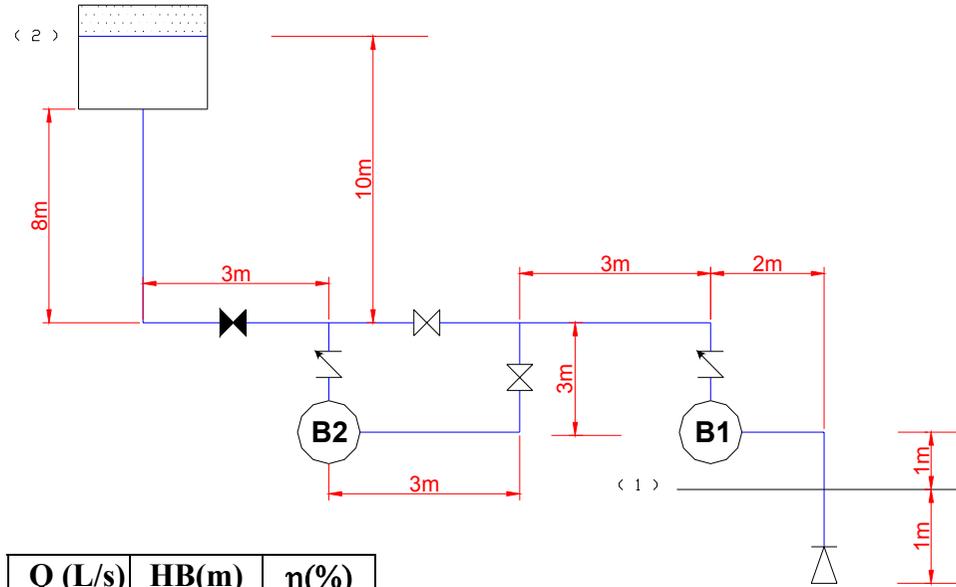
Pede-se:

- o ponto de trabalho quando a bomba B1 opera sozinha;
- a potência nominal do motor elétrico, que será instalado numa rede de 220V;
- o comprimento equivalente da válvula globo quando a mesma é fechada e se trabalha com 85% da vazão máxima obtida no item (a);
- o coeficiente de perda de carga singular (Ks) da válvula globo na situação do item (c).

Dados: tubulações de ferro fundido com diâmetro com diâmetro interno igual a

$$63\text{mm}; \text{ água a } 22^{\circ}\text{C} - \gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow v_{\text{H}_2\text{O}} = 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} -$$

instalação onde o preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é mais significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV.



Q (L/s)	HB(m)	η (%)
0,0	51,0	0,0
1,0	50,0	27,5
2,0	48,0	38,0
3,0	46,0	47,5
4,0	43,0	58,0
5,0	37,5	49,0
6,0	33,0	41,5
7,0	22,5	26,0
8,0	14,0	20,0

19º - A instalação hidráulica esquematizada a seguir pode operar somente com a bomba B1 quando o tanque superior (2) está aberto à atmosfera e com a bomba B1 associada a bomba B2 se o tanque for pressurizado com uma pressão igual a 3 Kgf/cm².

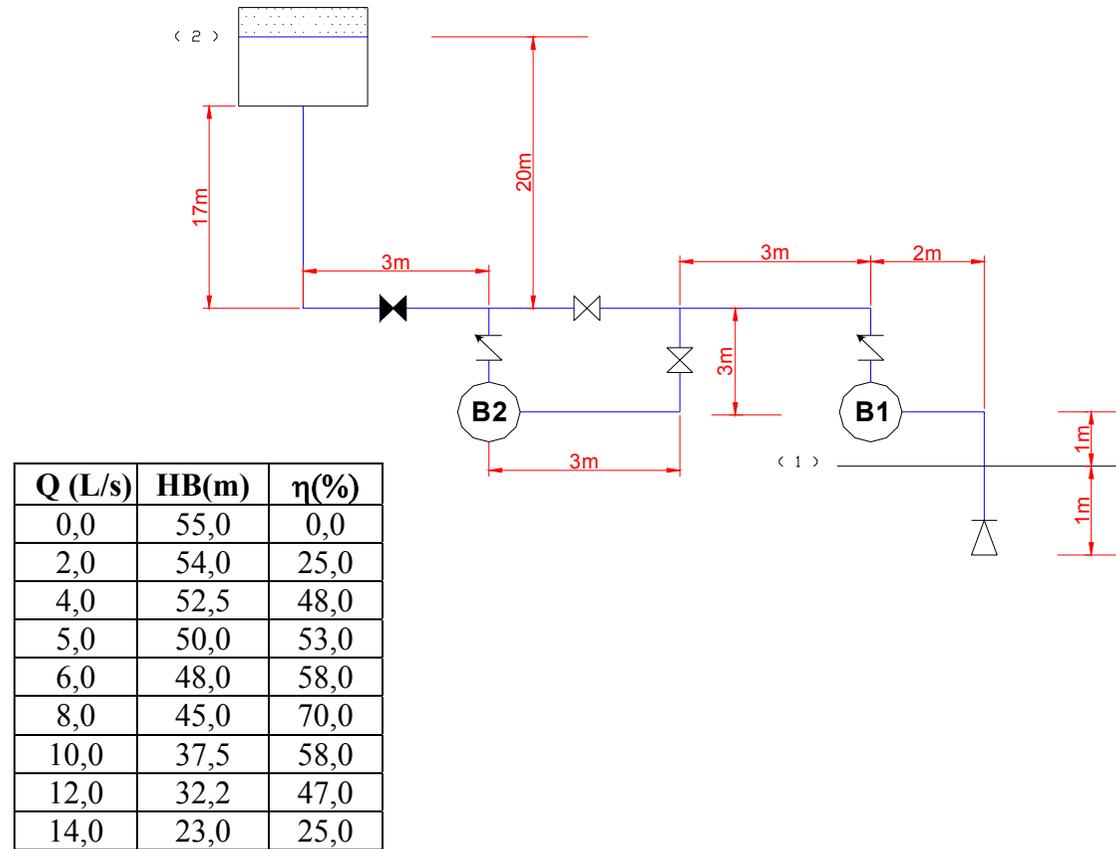
Pede-se:

- o ponto de trabalho quando a bomba B1 opera sozinha;
- a potência nominal do motor elétrico, que será instalado numa rede de 220V;
- o comprimento equivalente da válvula globo quando a mesma é fechada e se trabalha com 80% da vazão máxima obtida no item (a);
- o coeficiente de perda de carga singular (Ks) da válvula globo na situação do item (c).

Dados: tubulações de ferro fundido com diâmetro com diâmetro interno igual a 50mm; água a 18°C -

$$\gamma_{H_2O} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow v_{H_2O} = 1,2 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - \text{instalação onde}$$

o preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é mais significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV.



20° - Na instalação hidráulica esquematizada a seguir, optou-se pela bomba H-50-A da Hero, bocas: 65x50, 3500 rpm e diâmetro do rotor igual a 139 mm. Nessas condições pede-se:

- o ponto de trabalho da bomba;
- a potência consumida sabendo-se que a bomba opera 8 horas/dia e 22 dias/mês e que é instalada em uma rede de 220V;
- o coeficiente de perda de carga localizada da válvula globo, quando a vazão for reduzida a 80% da vazão máxima do item (a);
- Sabendo que a instalação é uma instalação industrial comente, afirmando se é adequado ou não e justificando adequadamente, em relação ao diâmetro especificado.

Dados: tubulação de aço com diâmetro nominal 2" (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura 40; água a 18°C, portanto:

$$\gamma_{H_2O} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow \nu_{H_2O} = 1,3 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} ; \text{ instalação onde o}$$

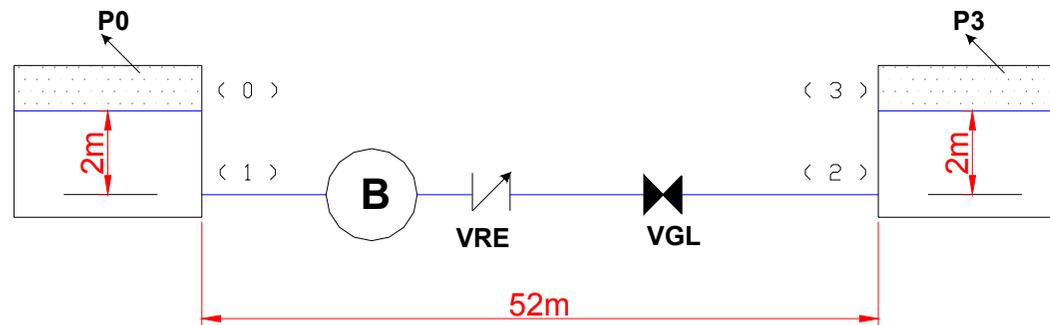
preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é menos significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV;

$$p_0 = -0,1 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} \rightarrow p_3 = 0,3 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$$

Observação: o comprimento equivalente da entrada normal (2) é considerado igual ao da saída normal (1).

Q (m ³ /h)	HB(m)	η (%)
0,0	39,0	0,0
20,0	38,5	37,5
30,0	38,2	51,0
40,0	38,0	64,0
50,0	37,0	70,0
60,0	36,0	74,5
70,0	34,5	76,0
80,0	32,2	74,5
90,0	29,3	70,0

Características da bomba



21° - Na instalação hidráulica esquematizada a seguir, optou-se pela bomba H-50-A da Hero, bocas: 65x50, 3500 rpm e diâmetro do rotor igual a 139 mm. Nessas condições pede-se:

- e) o ponto de trabalho da bomba;
- f) a potência consumida sabendo-se que a bomba opera 12 horas/dia e 26 dias/mês e que é instalada em uma rede de 220V;
- g) o coeficiente de perda de carga localizada da válvula globo, quando a vazão for reduzida a 70% da vazão máxima do item (a);
- h) Sabendo que a instalação é uma instalação industrial comente, afirmando se é adequado ou não e justificando adequadamente, em relação ao diâmetro especificado.

Dados: tubulação de ferro galvanizado com diâmetro nominal 2 ½ ” (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura 40; água a 40°C,

$$\text{portanto: } \gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow v_{\text{H}_2\text{O}} = 0,75 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow \mathbf{g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \quad ;$$

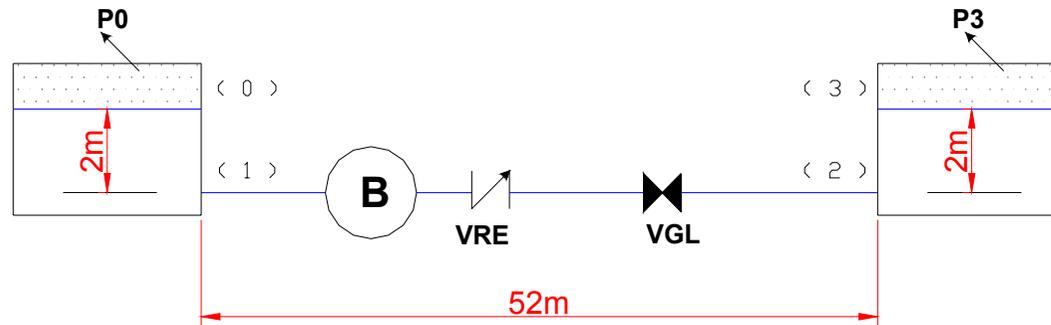
instalação onde o preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é menos significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e

$$200 \text{ CV; } p_0 = -0,2 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} \rightarrow p_3 = 0,6 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$$

Observação: o comprimento equivalente da entrada normal (2) é considerado igual a 0,7 do valor do comprimento equivalente da saída normal (1).

Q (m ³ /h)	HB(m)	η (%)
0,0	39,0	0,0
20,0	38,5	37,5
30,0	38,2	51,0
40,0	38,0	64,0
50,0	37,0	70,0
60,0	36,0	74,5
70,0	34,5	76,0
80,0	32,2	74,5
90,0	29,3	70,0

Característica da bomba
H-50-A da Hero



22° - Na instalação hidráulica esquematizada a seguir, optou-se pela bomba B1. Nessas condições pede-se:

- i) o ponto de trabalho da bomba;
- j) a potência consumida sabendo-se que a bomba opera 16 horas/dia e 22 dias/mês e que é instalada em uma rede de 220V;
- k) o coeficiente de perda de carga localizada da válvula globo, quando a vazão for reduzida a 60% da vazão máxima do item (a);
- l) Sabendo que a instalação é uma instalação industrial comente, afirmando se é adequado ou não e justificando adequadamente, em relação ao diâmetro especificado.

Dados: tubulação de aço com diâmetro nominal 2 ½ ” (obter as características da tubulação na tabela normalizada para tubos de aço ANSI B.36.10 e B.36.19) com a designação da espessura 40; água a 18°C, portanto:

$$\gamma_{H_2O} = 1000 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow \nu_{H_2O} = 1,3 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; \text{ instalação onde o}$$

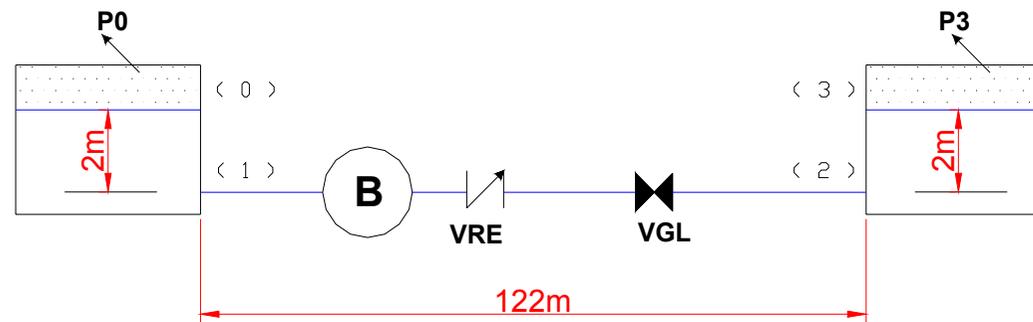
preço da bomba + motor elétrico + consumo de energia elétrica é menos significativo do que o preço da tubulação e seus acessórios e motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV;

$$p_0 = -0,1 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} \rightarrow p_3 = 0,3 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$$

Observação: o comprimento equivalente da entrada normal (2) é considerado igual ao da saída normal (1).

Q (m ³ /h)	HB(m)	η (%)
0,00	39,0	35,0
5,00	36,0	45,0
7,50	35,0	60,0
10,0	32,5	70,0
12,5	29,5	77,5
15,0	26,0	79,0
17,5	21,0	71,0
20,0	15,5	56,0
22,5	9,00	44,5
25,0	2,00	37,0

Características da bomba



23° - A instalação hidráulica esquematizada a seguir foi projetada tanto para trabalhar com bomba, como para trabalhar sem bomba. No caso de operar com bomba, optou-se pela bomba da KSB MEGANORMA 25 – 4 pólos (1750 rpm) e cujo diâmetro do rotor é igual a 247 mm, o que resulta na tabela a seguir para indicar os pontos da CCB:

Q ($\frac{m^3}{h}$)	0	20	40	60	80	100	120	140
H _B (m)	30,0	29,6	29,2	28,8	27,9	26,7	25	22,5
η_B (%)	-	-	50	61	67,5	71	69,5	66

Sabendo-se que a tubulação é de ferro fundido ($K = 0,000259$ m), considerada nova, ou seja: $D_{\text{interno}} = 50$ mm , pede-se:

- a vazão em queda livre;
- a vazão com a bomba especificada;
- o consumo de energia mensal sabendo-se que a bomba opera 8 horas/dia e 22 dias/mês e que é instalada em uma rede de 220V;
- o coeficiente de perda de carga singular (Ks) quando a válvula é fechada para se ter uma vazão igual a 80% da vazão obtida no item (b).

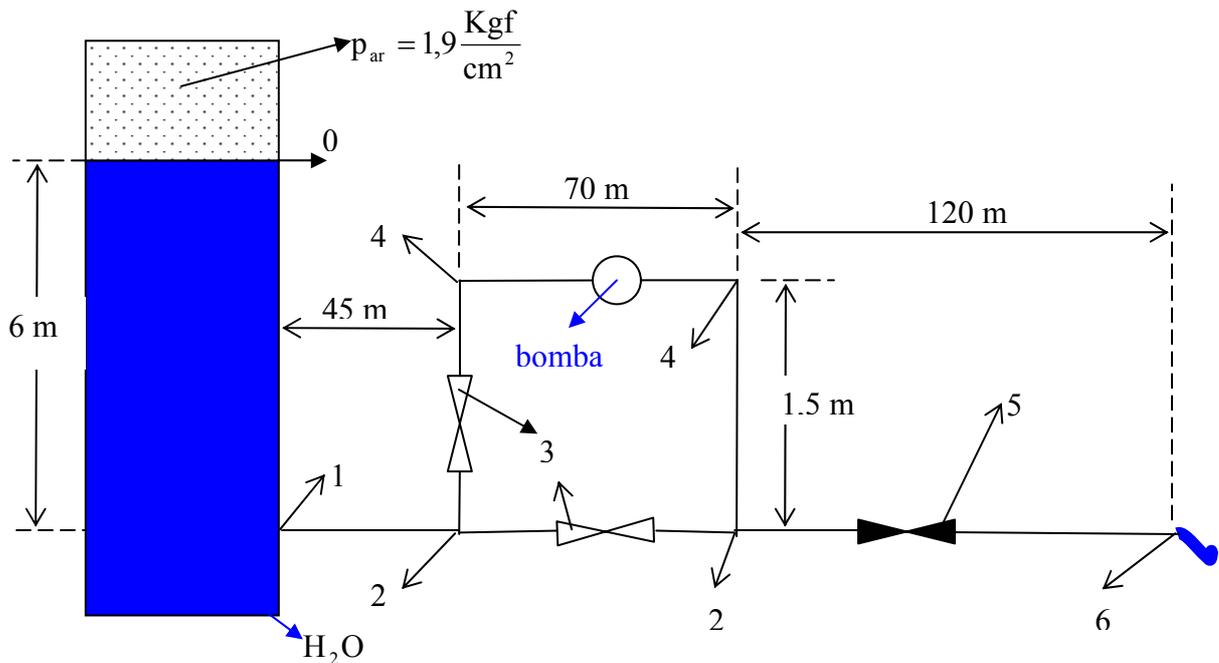
Observação:

Considere

$$g = 9,8 \frac{m}{s^2} \rightarrow \gamma_{H_2O} = 10^3 \frac{Kgf}{m^3} \rightarrow \nu_{H_2O} = 10^{-6} \frac{m^2}{s} \rightarrow f \neq \text{constante e}$$

motores elétricos normalizados em CV para rede de 220V: ½; ¾; 1; 1½; 2; 3; 5; 7½; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200 CV.

Importante: Para a instalação hidráulica esquematizada a seguir, você deve estabelecer as condições dos registros para a instalação operar em queda livre e com bomba, além disso, é importante notar que o esquema não está em escala.



- (0) – nível do reservatório de captação
- (1) – saída normal, que para efeito de determinação do comprimento equivalente é igual à entrada normal.
- (2) – Tê
- (3) – registro de gaveta aberto
- (4) - cotovelo de 90° de raio médio
- (5) - registro de globo aberto
- (6) - seção final da instalação.

24° - A instalação hidráulica esquematizada a seguir foi projetada tanto para trabalhar com bomba, como para trabalhar sem bomba. No caso de operar com bomba, optou-se pela bomba da KSB MEGANORMA 25 – 4 pólos (1750 rpm) e cujo diâmetro do rotor é igual a 266 mm, o que resulta na tabela a seguir para indicar os pontos da CCB:

Q ($\frac{m^3}{h}$)	0	20	40	60	80	100	120	140
H _B (m)	34,2	34,2	33,8	33,2	32,5	31,3	28,4	26,7
η_B (%)	-	-	46	59	67	71	71,5	69

Sabendo-se que a tubulação é de PVC (lisa - K = 0,000000), considerada padrão e nova, ou seja: D_{interno} = 60 mm, pede-se:

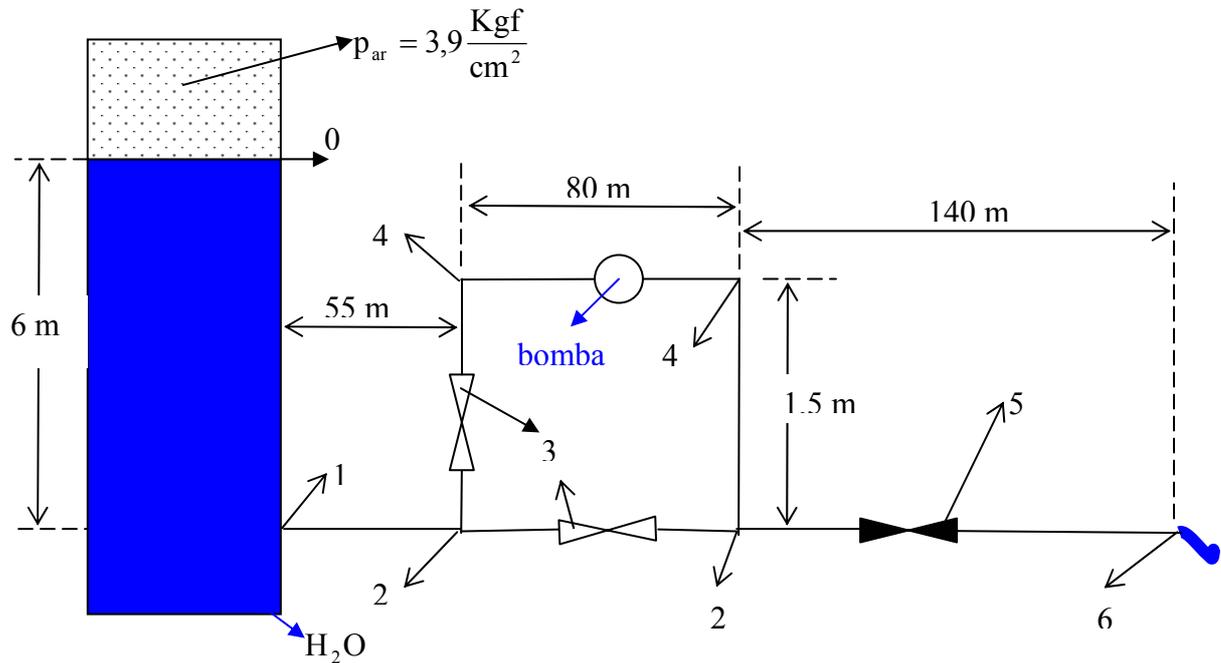
- e) a vazão em queda livre;
- f) a vazão com a bomba especificada;

Observação:

Considere

$$g = 9,8 \frac{m}{s^2} \rightarrow \gamma_{H_2O} = 10^3 \frac{Kgf}{m^3} \rightarrow \nu_{H_2O} = 10^{-6} \frac{m^2}{s} \rightarrow f \neq \text{constante}$$

Importante: Para a instalação hidráulica esquematizada a seguir, você deve estabelecer as condições dos registros para a instalação operar em queda livre e com bomba, além disso, é importante notar que o esquema não está em escala.



- (0) – nível do reservatório de captação
- (1) – saída normal, que para efeito de determinação do comprimento equivalente é igual à entrada normal.
- (2) – Tê
- (3) – registro de gaveta aberto
- (4) - cotovelo de 90° de raio médio
- (5) - registro de globo aberto
- (6) - seção final da instalação.

Importante: refaça a questão trabalhando com o coeficiente de perda de carga distribuída constante e igual a 0,02. **Compare e comente o porque da diferença entre eles.**

25° - A instalação hidráulica esquematizada a seguir foi projetada tanto para trabalhar com bomba, como para trabalhar sem bomba. No caso de operar com bomba, optou-se pela bomba da KSB MEGANORMA 25 – 4 pólos (1750 rpm) e cujo diâmetro do rotor é igual a 234 mm, o que resulta na tabela a seguir para indicar os pontos da CCB:

Q ($\frac{m^3}{h}$)	0	20	40	60	80	100	120	140
H _B (m)	26,7	26,3	25,8	25,4	23,8	22,5	20,6	18,4
η_B (%)	-	-	51	61	67,5	71	67,5	-

Sabendo-se que a tubulação é de ferro galvanizado ($K = 0,000152 \text{ m}$), considerada padrão e nova, ou seja: $D_{\text{interno}} = 62,7 \text{ mm} \rightarrow A = 30,9 \text{ cm}^2$, pede-se:

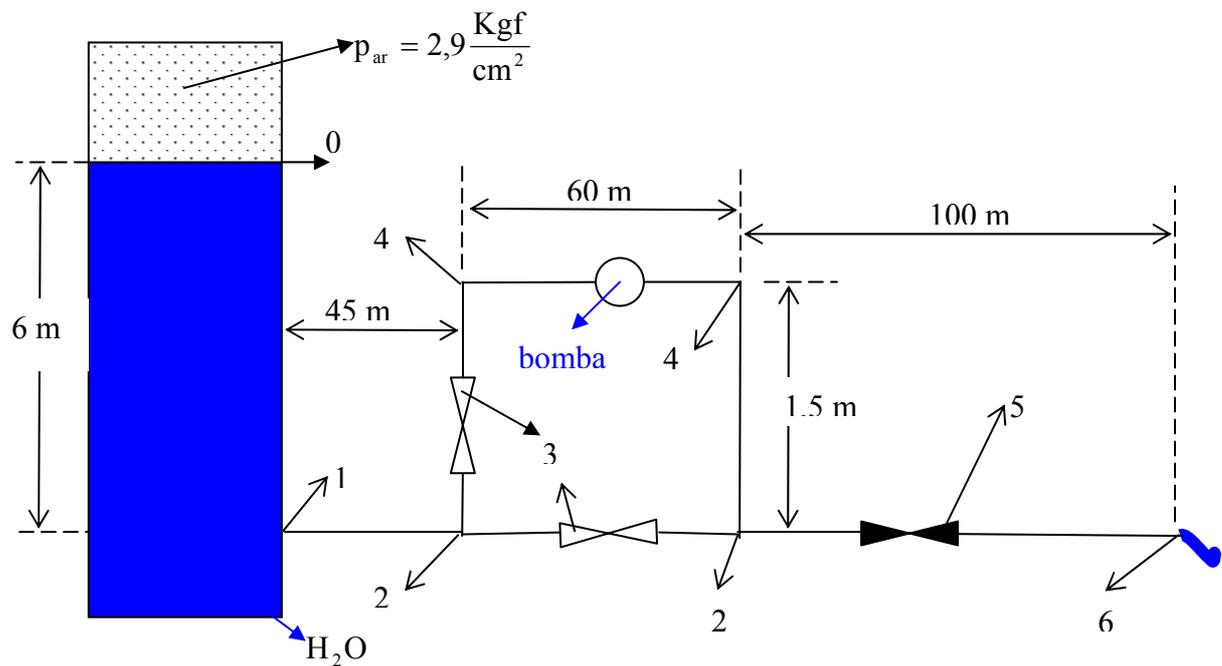
- g) a vazão em queda livre;
- h) a vazão com a bomba especificada;

Observação:

Considere

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \rightarrow \gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 10^3 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow \nu_{\text{H}_2\text{O}} = 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \rightarrow f \neq \text{constante}$$

Importante: Para a instalação hidráulica esquematizada a seguir, você deve estabelecer as condições dos registros para a instalação operar em queda livre e com bomba, além disso, é importante notar que o esquema não está em escala.



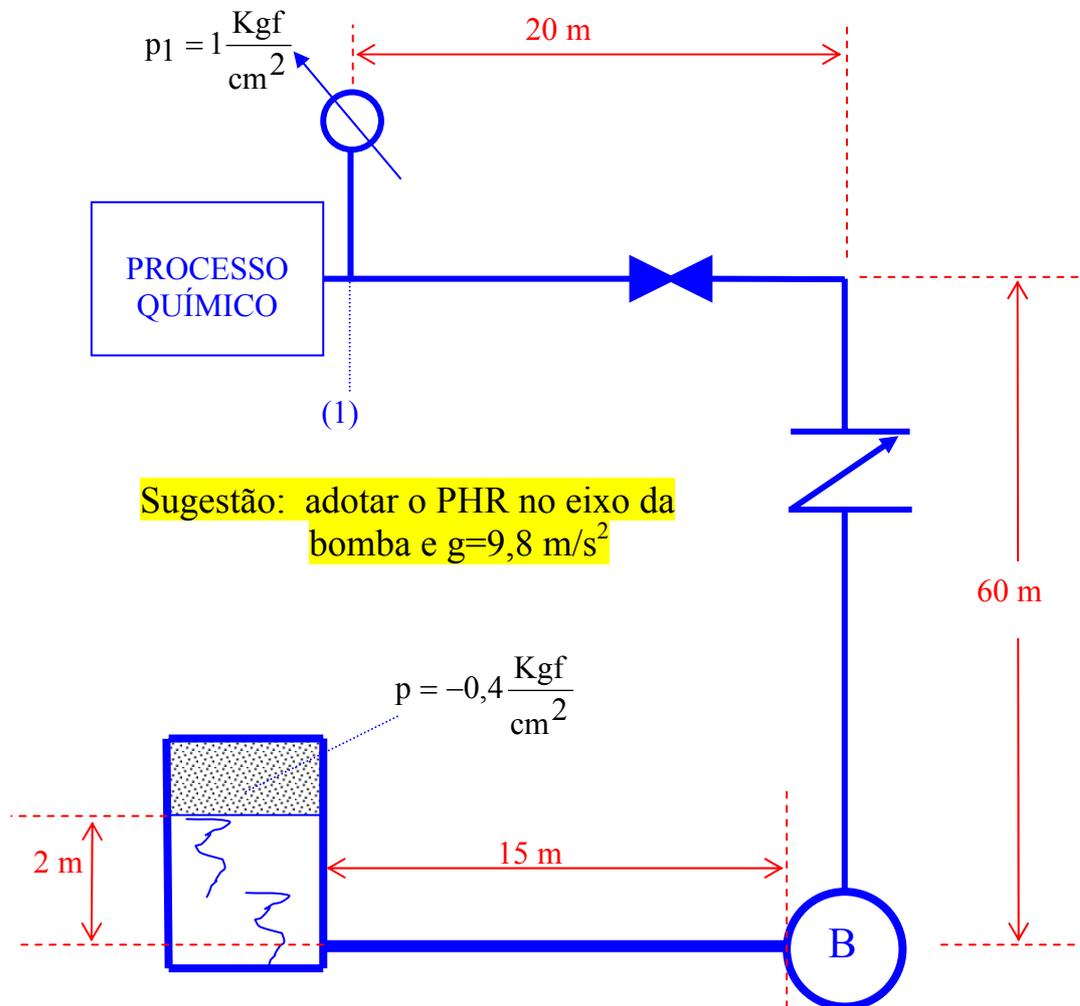
- (0) – nível do reservatório de captação
- (1) – saída normal, que para efeito de determinação do comprimento equivalente é igual à entrada normal.
- (2) – Tê
- (3) – registro de gaveta aberto
- (4) - cotovelo de 90° de raio médio
- (5) - registro de globo aberto
- (6) - seção final da instalação.

Importante: refaça a questão trabalhando com o coeficiente de perda de carga distribuída constante e igual a 0,02. **Compare e comente o porque da diferença entre eles.**

26° - Um óleo OC-4 será bombeado à razão de 3150 litros/h através de uma tubulação de aço, diâmetro nominal de 1 polegada, série 80, ligando a dois tanques abertos, com um comprimento de tubulação total igual a 130 metros, onde utiliza-se-- 9 cotovelos de 90°, 2 tês de passagem direta, 3 válvulas gavetas, uma válvula globo, uma válvula de retenção tipo leve e um filtro de linha ($L_{eq} = 8,0\text{m}$). Calcule a perda de carga e faça uma estimativa da potência da bomba ($\eta_B = 70\%$) a ser utilizada. Dados: densidade do óleo nas condições de escoamento, $879 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$, viscosidade $4,4 \times 10^{-3} \text{Pa.s}$, desnível entre os tanques 15 m e aceleração da gravidade igual a $9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

27° - Deseja-se projetar uma instalação de bombeamento, onde iremos transportar hidróxido de sódio com solução de 30 a 50% a uma vazão de 9000 litros/h. Sabendo-se que: a instalação é considerada pequena (preço do conjunto motobomba + preço da energia é mais significativo que o preço da tubulação mais acessórios hidráulicos) e que a pressão da linha nos permite trabalhar com tubulação padrão, especifique a tubulação antes e depois da bomba. Nesta questão, especifique o diâmetro nominal, o diâmetro interno e a área da seção livre.

28° - Para a instalação esquematizada abaixo, pede-se obter o ponto de trabalho para a bomba Mark Peerless 50-32 com diâmetro de rotor igual a 330 mm.



Dados:

$$p_{\text{atm}} = 720 \text{ mmHg} \rightarrow f = 0,02 \rightarrow p_{\text{vapor}} = 0,05 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} (\text{abs})$$

$$\text{sucção} \rightarrow 3'' \rightarrow D_{\text{int}} = 77,9 \text{ mm}$$

$$\text{recalque} \rightarrow 2'' \rightarrow D_{\text{int}} = 52,5 \text{ mm}$$

$$\gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 10^3 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow \text{é o fluido transportado}$$

$$\sum L_{\text{sucção}} = 2,2 \text{ m} \rightarrow \sum L_{\text{recalque}} = 23,48 \text{ m}$$

IMPORTANTE: Após resolver o exercício, quais seriam seus comentários em relação à escolha da bomba Mark Peerless 50-32.

3500 rpm

