

ESCOLHA DA BOMBA DE RECALQUE DA ÁGUA

O recalque da água em edifícios ou outras instalações é normalmente feito por bombas centrífugas acionadas por motores elétricos. Para dimensionarmos a bomba, precisamos conhecer a *altura manométrica*, a vazão e o rendimento do conjunto motor-bombas que, para instalações prediais, é da ordem de 40%. Para bomba de grande potência o rendimento é muito aumentado, podendo atingir 80%, para o conjunto.

Já vimos que a altura manométrica é igual à altura estática mais a altura devida às perdas:

$$H_{\text{man}} = H_{\text{est}} + H_{\text{perdas}}$$

Para calcularmos a altura devida às perdas, precisamos conhecer o comprimento virtual da tubulação:

Comprimento equivalente = Comprimento da tubulação + Comprimento devido às perdas acidentais (localizadas).

Para calcularmos a altura devida às perdas, precisamos conhecer o comprimento virtual da tubulação:

Comprimento equivalente = Comprimento da tubulação + Comprimento devido às perdas acidentais (localizadas).

A Fig. 1.13a dá as perdas localizadas em metros:

$$L_v = L + L_{\text{perdas}}$$

Ø NOMINAL	COTOVÉLOS				CURVAS						TÊS					GRUETAS		TÊS DE CUEVA (TRIPLA)		LUVAS		UN-IÕES		
	90°	45°	45°	90°	90°	45°	45°	90°	45°	90°	90°	45°	45°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°		
10	1/4	0,23	0,22				0,16		0,10			0,04	0,34	0,42		0,06	0,34			0,01	0,08			
	3/8	0,35	0,33	0,16	0,61		0,24	0,26	0,15			0,06	0,51	0,52		0,08	0,50			0,01	0,08			
13	1/2	0,47	0,44	0,22	0,81	0,27	0,32	0,34	0,20	0,43	0,87	0,08	0,69	0,53	0,29	0,44	0,0	0,67	0,28	0,30	0,01	0,01		
16	3/4	0,70	0,67	0,32	1,22	0,41	0,48	0,50	0,30	0,66		0,12	1,03	1,25	0,13	0,68	0,5	1,01			0,01	0,0	0,01	
20	1	0,94	0,89	0,43	1,63	0,56	0,64	0,67	0,41	0,96		0,17	1,37	1,58	0,16	0,88	0,20	1,35			0,01	0,0		
25	1 1/4	1,17	1,11	0,54	2,05	0,68	0,79	0,84	0,51	1,08		0,21	1,71	2,00	0,22	1,10	0,25	1,68			0,01	0,0		
30	1 1/2	1,41	1,33	0,65	2,44	0,82	0,95	1,01	0,61	1,30		0,25	2,06	2,50	0,27	1,31	0,30	2,02			0,01	0,0		
40	2	1,88	1,78	0,86	3,23	1,04	1,27	1,35	0,81	1,73		0,35	2,74	3,53	0,36	1,75	0,41	2,69			0,01	0,0		
50	2 1/2	2,35		1,08		1,37	1,59	1,68	1,02			0,41	3,43	4,16	0,44	2,19					0,01	0,0		
75	3	2,82		1,30		1,64	1,81	2,02	1,22			0,50	4,11	4,89							0,01	0,0		
100	4	3,76		1,73		2,18	2,54	2,69				0,56	5,48	6,63							0,02	0,0		
125	5	4,70		2,16								0,63	6,86	8,32							0,02			
150	6	5,64		2,59				4,04				0,69	8,23	9,98							0,03			
TE DE PRODUÇÃO		3/8 x 1/8	1/2 x 3/8	3/4 x 1/2	1 x 3/4	1 1/2 x 1	1 3/4 x 1	2 x 1 1/2	2 1/4 x 1 1/2	2 1/2 x 1 1/2	3 x 2	3 1/2 x 2 1/2	4 x 3	4 1/2 x 3	5 x 4	6 x 4	8 x 6	10 x 8	12 x 10	15 x 12	20 x 15	25 x 20	30 x 25	40 x 30
		0,08	0,08	0,07	0,08	0,10	0,11	0,14	0,13	0,16	0,17	0,18	0,19	0,21	0,20	0,23	0,28	0,28	0,28	0,30	0,34	0,42	0,46	0,56

Fig. 1.13(a) Perdas de carga localizadas: comprimentos equivalentes em metros de canalização de aço galvanizado, conexões de ferro maleável classe 10. (Ref:NB-92/80 – tabela 4)

Ø Nominal	Saída de Canalização 	Entrada		Registro de			Válvula de pé e crivo 	Válvula de retenção	
		Normal 	de borda 	gaveta aberto 	globo aberto 	angulo aberto 		Tipo leve 	Tipo pesado 
pol									
1/2	0,4	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	3,6	1,1	1,6
3/4	0,5	0,2	0,5	0,1	6,7	3,6	5,6	1,6	2,4
1	0,7	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	7,3	2,1	3,2
1 1/4	0,9	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	10,0	2,7	4,0
1 1/2	1,0	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	11,6	3,2	4,8
2	1,5	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	14,0	4,2	6,4
2 1/2	1,9	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	17,0	5,2	8,1
3	2,2	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	20,0	6,3	9,7
4	3,2	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	23,0	8,4	12,9
5	4,0	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	30,0	10,4	16,1
6	5,0	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	39,0	12,5	19,3

Fig. 1.13(b) Comprimentos equivalentes em metros para bocais e válvulas. (Ref: NB-92/80 – Tabela 5)

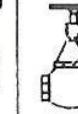
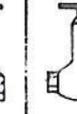
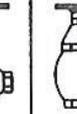
DIÂMETRO NOMINAL		JOELHO 90°	JOELHO 45°	CURVA 90°	CURVA 45°	TÊ 90° PASSAG. DIRETA	TÊ 90° SAÍDA DE LADO	TÊ 90° SAÍDA BILAT.	ENTRADA NORMAL	ENTRADA DE BORDA	SAÍDA DE CANALIZ.	VÁLVULA DE PÉ E CRIVO	VÁLV. RETENÇÃO		REGIS. GLOBO ABERTO	REGIS. GAVETA ABERTO	REGIS. ÂNGULO ABERTO
DN	(Ref)												TIPO LEVE	TIPO PESADO			
	(-)																
15	(1/2)	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	3,9
20	(3/4)	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
25	(1)	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
32	(1.1/4)	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,5	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
40	(1.1/2)	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	36,8	0,7	17,0
50	(2)	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
60	(2.1/2)	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
75	(3)	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,2	40,0	0,9	20,0
100	(4)	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1
125	(5)	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0	10,0	2,5	5,0	4,9	37,4	12,5	19,2	50,9	1,1	26,2
150	(6)	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

Fig. 1.13(d). Perdas de cargas localizadas – sua equivalência em metros de tubulação de PVC rígido ou cobre.

De início, precisamos conhecer o diâmetro das tubulações de sucção e de recalque, a fim de podermos calcular as perdas localizadas. Para tal, precisamos conhecer o consumo diário de água do prédio. As normas de instalações hidráulicas fixam que a capacidade horária mínima da bomba deverá ser de 15% a 20% do consumo diário. Fixando o número de horas de funcionamento diário da bomba e dividindo o consumo diário pela vazão, teremos as horas de funcionamento diário. Conhecendo a vazão em m^3/h e as horas de funcionamento diário, entramos no ábaco da Fig. 1.16 e encontraremos o diâmetro de recalque (ver Seç. 1.1.3.5).

1.1.3.5. Dimensionamento de Encanamentos de Recalque

Chama-se *recalque* o encanamento que vai da bomba ao reservatório superior.

Pela NB-92/80, NBR-5626, a capacidade horária mínima de bomba é de 15% do consumo diário. Como dado prático, podemos tomar 20%, o que obriga a bomba a funcionar durante 5 horas, para recalcar o consumo diário.

O dimensionamento do recalque baseia-se na fórmula de Forchheimer

$$D = 1,3 \sqrt{Q} \sqrt[4]{X}$$

D = diâmetro, em metros

Q = vazão, em m^3/s

$X = \frac{\text{horas de funcionamento}}{24 \text{ horas}}$.

Esta fórmula originou o ábaco da Fig. 1.16.

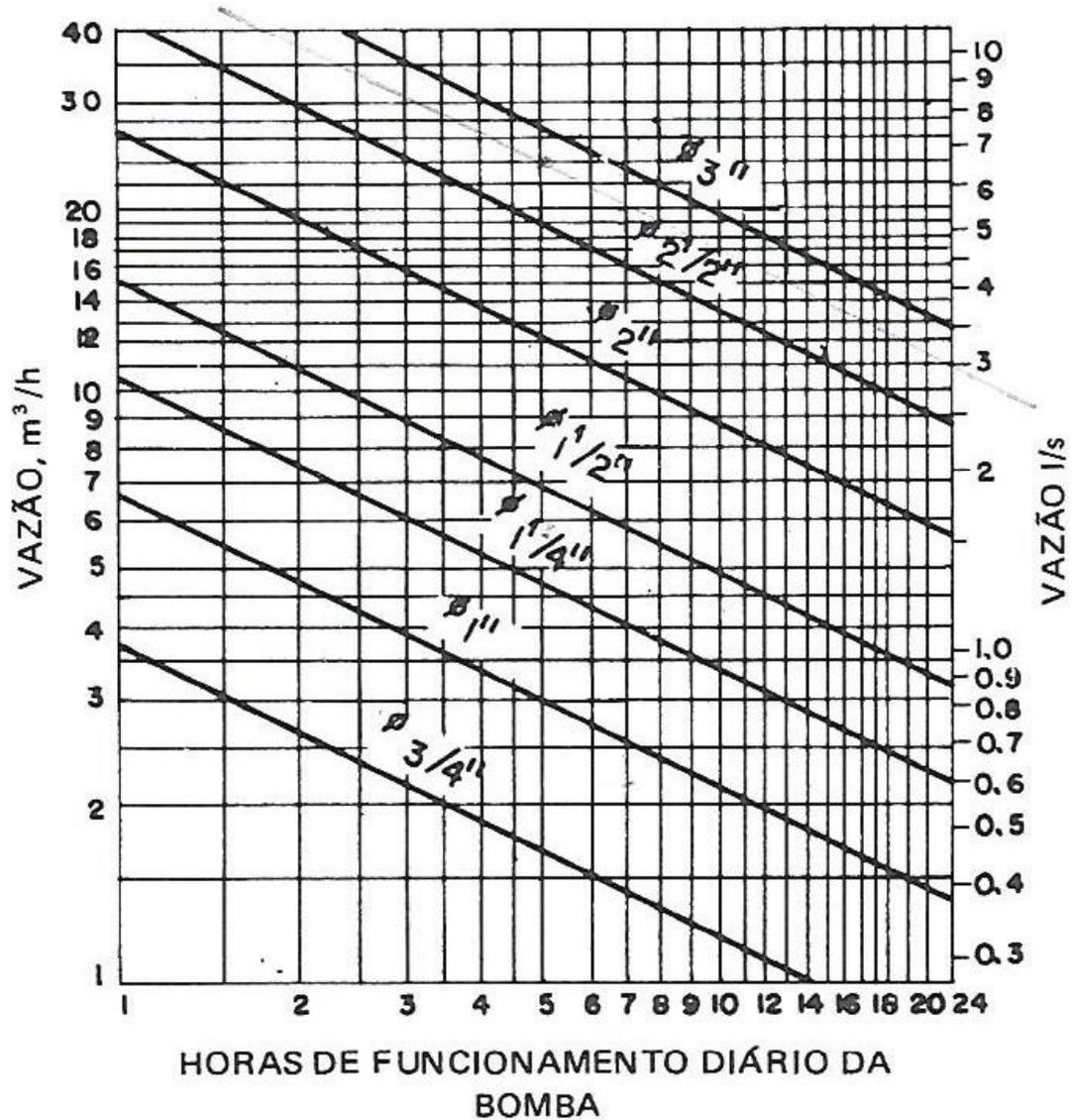


Fig. 1.16. Ábaco para a determinação do diâmetro econômico (Forchheimer).

$$D = 1,3 \sqrt{Q} \sqrt[4]{X}$$

EXEMPLO

Vamos supor que desejamos dimensionar o recalque para o reservatório estudado na Seç. 1.1.2.4, onde seria bombeado o consumo diário de 68 160 litros.

Vazão horária: 20% de 68 160 litros = 13,7 m³/h.

Horas de funcionamento diário: 5 horas.

Com estes dados, entrando no ábaco da Fig. 1.16, achamos o diâmetro de 2" por falta, o que significa que a vazão será pouco menor que a fixada.

Usando a fórmula de Forchheimer, temos:

$$D = 1,3 \times \sqrt{0,0038} \sqrt[4]{5/24} = 0,054 \text{ m ou } 54 \text{ mm}$$

Para a sucção, tomamos um furo comercial a mais para o diâmetro.

Conhecendo o diâmetro e a vazão, entramos no ábaco da Fig. 1.11 e obtemos J , declividade da linha piezométrica, que é a relação

$$J = \frac{H_{\text{perdas}}}{L_v}$$

Fórmula de Williams - Hazen - $C=100$
 $Q = 0,2785 CD^{2,63} J^{0,54}$

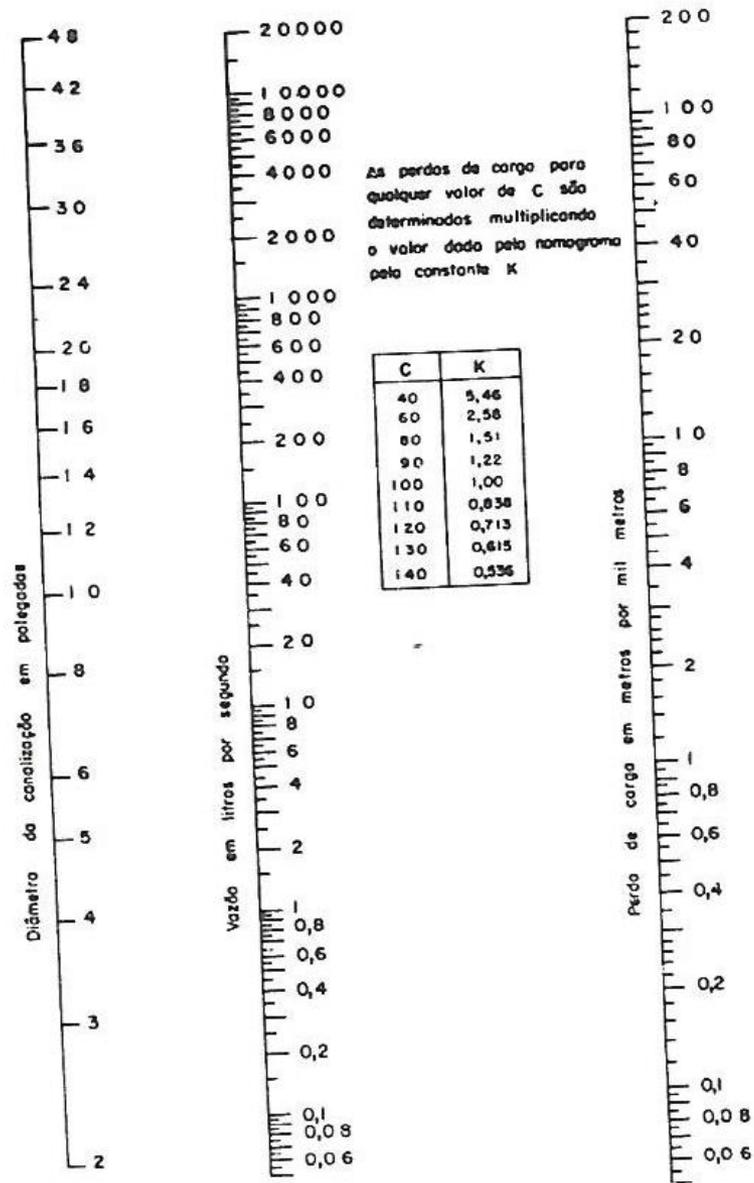


Fig. 1.11. Nomograma para cálculo de canalizações.

Perda de Carga ao Longo da Tubulação

É a perda de carga atribuída ao movimento da água ao longo das tubulações. É considerada uniforme ao longo de qualquer trecho de uma canalização de diâmetro constante, constituindo a principal perda de carga na maioria dos projetos de condução da água.

Há várias equações para o cálculo da perda de carga ao longo das tubulações, das quais, as três mais comuns serão analisadas a seguir:

A) EQUAÇÃO DE HAZEN-WILLIAMS

Esta equação é mais usada no dimensionamento de condutos sob pressão, podendo também ser empregada em dimensionamento de canais. É recomendada apenas para escoamento de água à temperatura ambiente e para diâmetro igual ou maior que 2".

$$V = 0,355 C D^{0,63} J^{0,54} \quad (5.36)$$

$$Q = 0,2788 C D^{2,63} J^{0,54} \quad (5.37)$$

$$J = 6,806 \frac{1}{D^{1,17}} \left(\frac{V}{C} \right)^{1,852} \quad (5.38)$$

$$J = 10,646 \frac{1}{D^{4,87}} \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,852} \quad (5.39)$$

sendo: Q = vazão, m^3/s ;

V = velocidade média, m/s ;

D = diâmetro da tubulação, m ;

J = perda de carga unitária, mca/m ; e

C = coeficiente que depende da natureza da parede do tubo (material e estado).

Na Tabela 5.8, tem-se o valor do coeficiente C para diversos materiais.

Tabela 5.8 - Valores do Coeficiente de Hazen-Williams (C)*

Tipos de conduto	C
Alumínio	130
Aço corrugado	60
Aço com juntas "loc-bar", novas	130
Aço com juntas "loc-bar", usadas	90 a 100
Aço galvanizado	125
Aço rebitado, novo	110
Aço rebitado, velho	85 a 90
Aço soldado, novo	130
Aço soldado, usado	90 a 100
Aço soldado com revestimento especial	130
Aço zincado	120
Cimento-amianto	130 a 140
Concreto, bom acabamento	130
Concreto, acabamento comum	120
Ferro fundido, novo	130
Ferro fundido, usado	90 a 100
Plásticos	140 a 145
PVC rígido	145 a 150

* Citados por E. T. Neves.

Assim, de posse de J e L_y , temos o H_{perdas} :

Potência do motor:

$$P = \frac{1\,000 \times H_{\text{man}} \times Q}{75 \times \eta}$$

P = potência, em CV

H_{man} = altura manométrica, em metros

Q = vazão, em m^3/s

η = rendimento do conjunto motor-bomba.

OBS.: Para a água o peso específico $\gamma = 1\,000 \text{ kg/m}^3$

EXEMPLO 1

Desejamos especificar um conjunto motor-bomba centrífuga de recalque de água, para um edifício residencial de 10 pavimentos com os seguintes dados (ver Fig. 1.45).

Consumo diário do prédio	60,000 litros
Altura estática da sucção	2,0 m
Comprimento desenvolvido da sucção	3,0 m
Altura estática de recalque	40,0 m
Comprimento desenvolvido no recalque	61,0 m

Peças da sucção

- 1 válvula de pé
- 1 curva de 90°
- 2 cotovelos curtos (joelhos)
- 1 té de saída bilateral
- 2 registros de gaveta (aberto)

Peças de recalque

- 1 válvula de retenção (leve)
- 5 cotovelos curtos
- 1 saída de canalização

Toda a tubulação é de aço galvanizado e as conexões são de ferro maleável classe 10.

Solução:

a) Cálculo dos diâmetros de recalque e sucção:

Vazão horária: 20% de 60.000 litros = $12 \text{ m}^3/\text{h} = 3,34 \text{ litros/segundo}$

Horas de funcionamento diário: 5 horas

Entrando no ábaco da Fig. 1.16, achamos:

recalque: 2" (50 mm)

sucção: 2 1/2" (63 mm)

b) Cálculo do comprimento equivalente na sucção – 2 1/2” (63 mm)

1 válvula de pé	17,00 m
1 curva de 90°	1,68 m
2 cotovelos curtos 2 x 2,35	4,70 m
1 tê de saída bilateral	4,16
2 registros de gaveta abertos 2 x 0,40	0,80
	<hr/>
	28,34 m
comprimento desenvolvido na sucção	3,00 m
	<hr/>
	31,34 m

c) Cálculo de “ J ” na sucção (ábaco Fig. 1.8)

Entrando com $D = 2 \frac{1}{2}''$ e $Q = 3,34$ litros/segundo, temos:

$$J = 0,029 \text{ m/m} \quad V = 1,0 \text{ m/s}$$

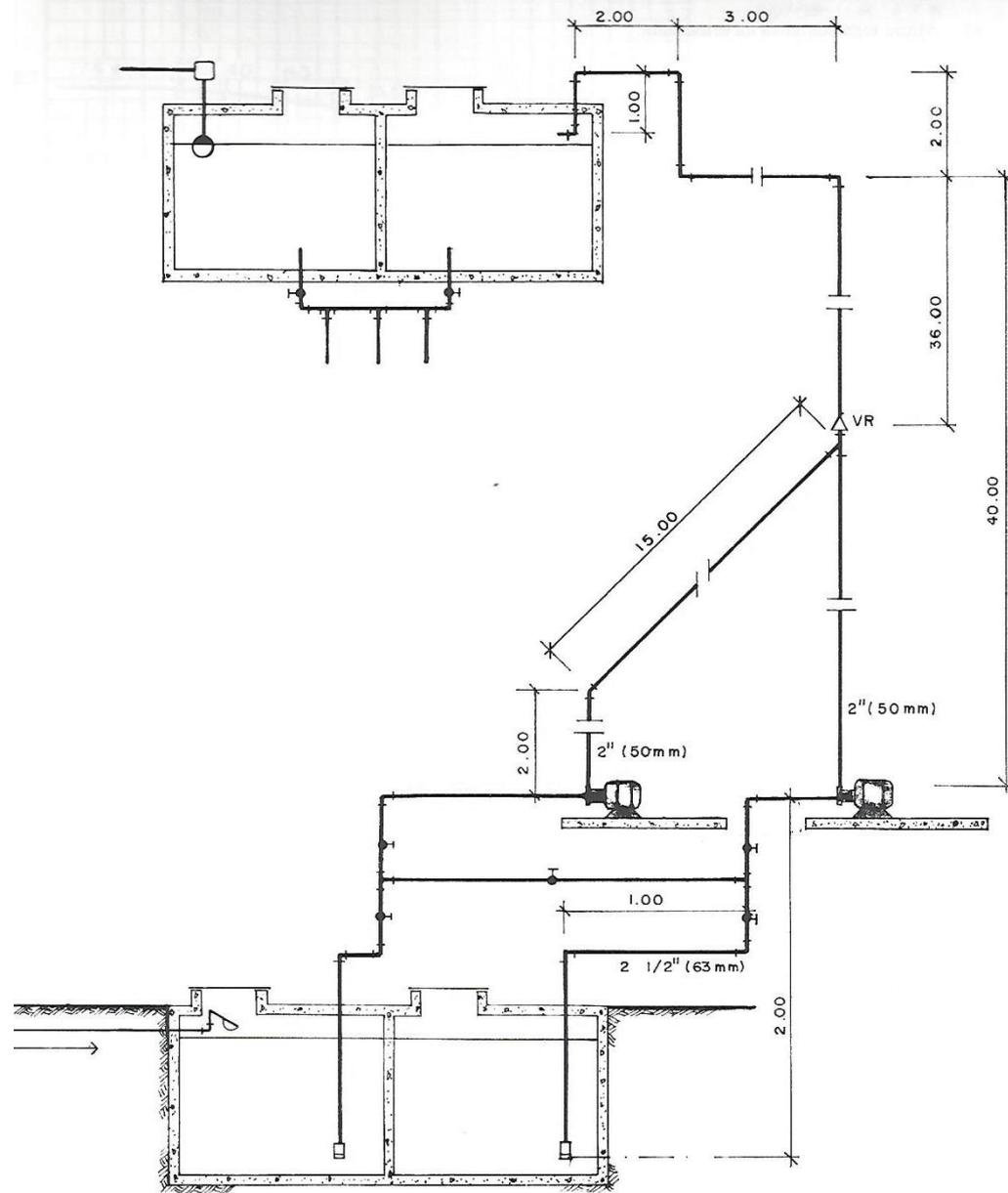


Fig. 1.45 Esquema do exemplo n.º 1 – cálculo de bombas de recalque de água.

d) Altura devida às perdas na sucção:

$$H_p = 0,029 \times 31,34 = 0,908 \text{ m}$$

e) Altura representativa da velocidade:

$$H_v = \frac{v^2}{2g} = \frac{1}{2 \times 9,81} = 0,05 \text{ m}$$

f) Altura manométrica na sucção:

$$H_{ms} = 2,0 + 0,908 + 0,05 = 2,958 \text{ m}$$

g) Comprimento equivalente para o recalque – 2" (50 mm)

1 válvula de retenção (leve)	5,2 m
5 cotovelos curtos $5 \times 1,88 =$	9,4 m
1 saída de canalização	1,5 m
	<hr/>
	16,1 m

Comprimento desenvolvido no recalque:

$$2 + 15 + 36 + 3 + 2 + 2 + 1 = \dots\dots\dots \frac{61,0 \text{ m}}{77,1 \text{ m}}$$

h) Cálculo de “ J ” no recalque (ábaco Fig. 1.8)

Entrando com $D = 2''$ e $Q = 3,34$ litros/segundo, temos:

$$J = 0,09 \text{ m/m} \quad \text{e} \quad V = 1,5 \text{ m/s}$$

i) Altura devida às perdas no recalque:

$$H_p = 0,09 \times 77,1 = 6,939 \text{ m}$$

j) Altura manométrica no recalque:

$$H_{mr} = 40 + 6,939 = 46,939 \text{ m}$$

l) Altura manométrica total:

$$H_m = H_{ms} + H_{mr} = 2,958 + 46,939 = 49,897$$

m) Potência do motor para acionar a bomba (para um rendimento do conjunto motor-bomba de 50%);

$$P = \frac{1.000 \times 49,897 \times 12}{75 \times 0,5 \times 3.600} = 4,43 \text{ CV}$$

Então, escolhemos o conjunto motor-bomba de 5 CV, que é o tipo comercial imediatamente acima de 4 CV.

1) Nos cálculos, podem ser omitidas as perdas devidas à velocidade, ou seja, as alturas representativas da velocidade $\frac{v^2}{2g}$, por serem desprezíveis, diante das demais perdas.

2) Para a escolha definitiva da bomba, com a altura manométrica total (49,897 m) e a vazão (12 m³/h), procuramos nos catálogos dos fabricantes a bomba que dá o maior rendimento. A título de exemplo transcrevemos a Tabela 1.20 da KSB para a bomba de sua fabricação do tipo "monobloco", isto é, motor e bomba montados em um único conjunto, denominada "ETABLOC". Para o exemplo em foco, a bomba a ser especificada é do tipo 32-160.1, potência do motor 5 CV, diâmetro do rotor 163 mm. Na Fig. 1.46 transcrevemos as curvas de rendimento, NPSH e potência em função da vazão, para a bomba escolhida.

NOVIDADES IMPLANTADAS:

Linha de Poços:

- **Substituição dos modelos** BHS813 / BHS804 / BHS8150 / BHS 8170 / BHS8180 / BHS1010 / BHS1012 / BHS1015 / BHS12210 / BHS12240 / BHS12270 / BHS12300 / BHS12350 / BHS12400 / BHS12450 / BHS 12500 pelos modelos de ALTA EFICIÊNCIA. Caso precisem de alguma informação relativa aos modelos substituídos, por gentileza, contatar os representantes comerciais ou nosso Departamento Comercial, visto que, ainda continuam disponíveis para consultas e comercialização quando necessário.
- Inclusão dos **Modelos BHSE de ALTA EFICIÊNCIA**, BHSE 8090 / BHSE 10260 / BHSE 10340 / BHSE 12380 / BHSE 12550
- Inclusão de motobombas BHS e BPS em 50Hz
- Inclusão das bombas BHSS 41S ~ 670S (INOX)
- Inclusão do modelo 4BPS2
- Inclusão da linha 3BPS 60Hz e 50Hz
- Inclusão da informação das pontas selecionadas na impressão da variação de frequência

Linha de Efluentes:

- Substituição dos motores 5, 7.5 e 10cv da linha DLBR para os motores baixo custo

E&B-BR - Download

Acesse nosso site:
www.ebara.com.br

logo Ebara.png

Contatos:

14 4009-0000 - Fábrica - Bauru
14 4009-0020 - Comercial - Bauru
14 4009-0025 - Assistência Técnica - Bauru
11 2124-7744 - Comércio Exterior - SP
81 3087-1190 - Filial Recife
91 3255-3299 - Filial Belém