

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA POLITÉCNICA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E SANITÁRIA

PHD 0313 Instalações e Equipamentos Hidráulicos

Aula 8: Instalações de Recalque

Prof.: MIGUEL GUKOVAS

Prof.: J .RODOLFO S. MARTINS

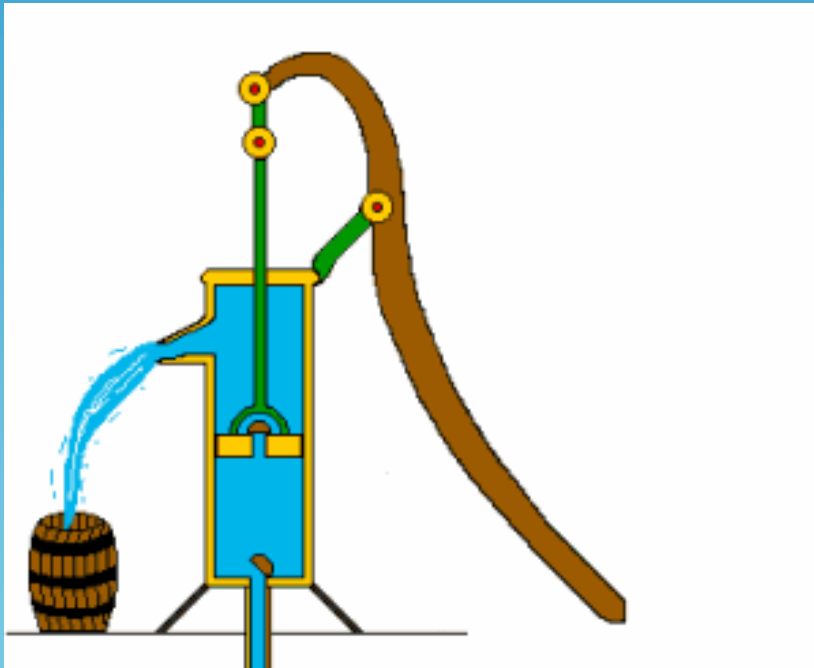
Prof.: RONAN CLEBER CONTRERA

Objetivos da aula

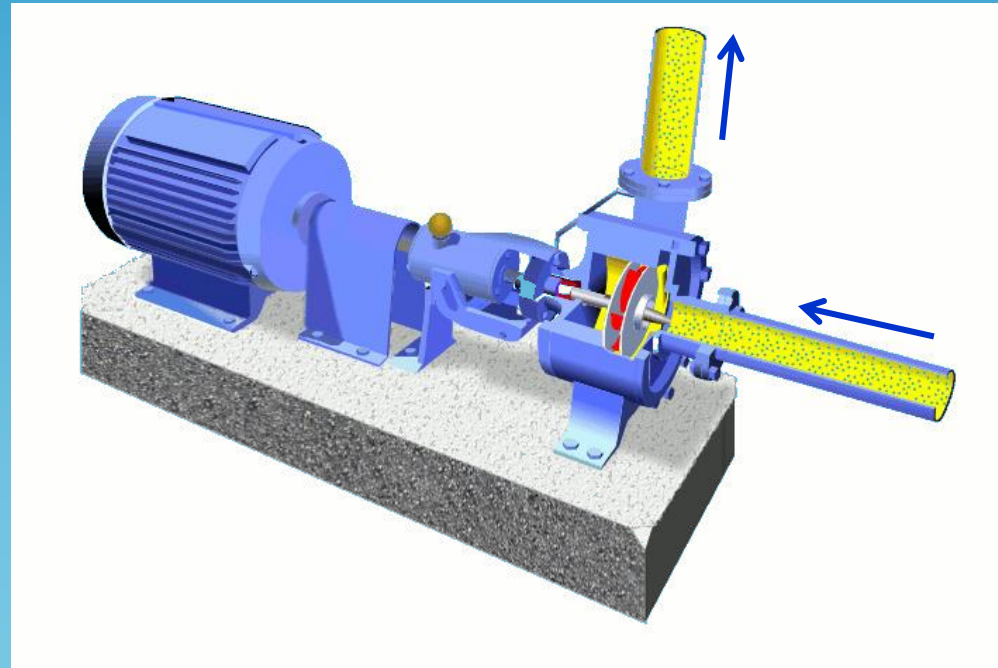
- Descrever os sistemas de recalque (bombeamento de água) dos edifícios;
- Dimensionar a tubulação de elevação (recalque);
- Selecionar o melhor conjunto motor-bomba.

Instalações Primitivas x Modernas

Primitiva

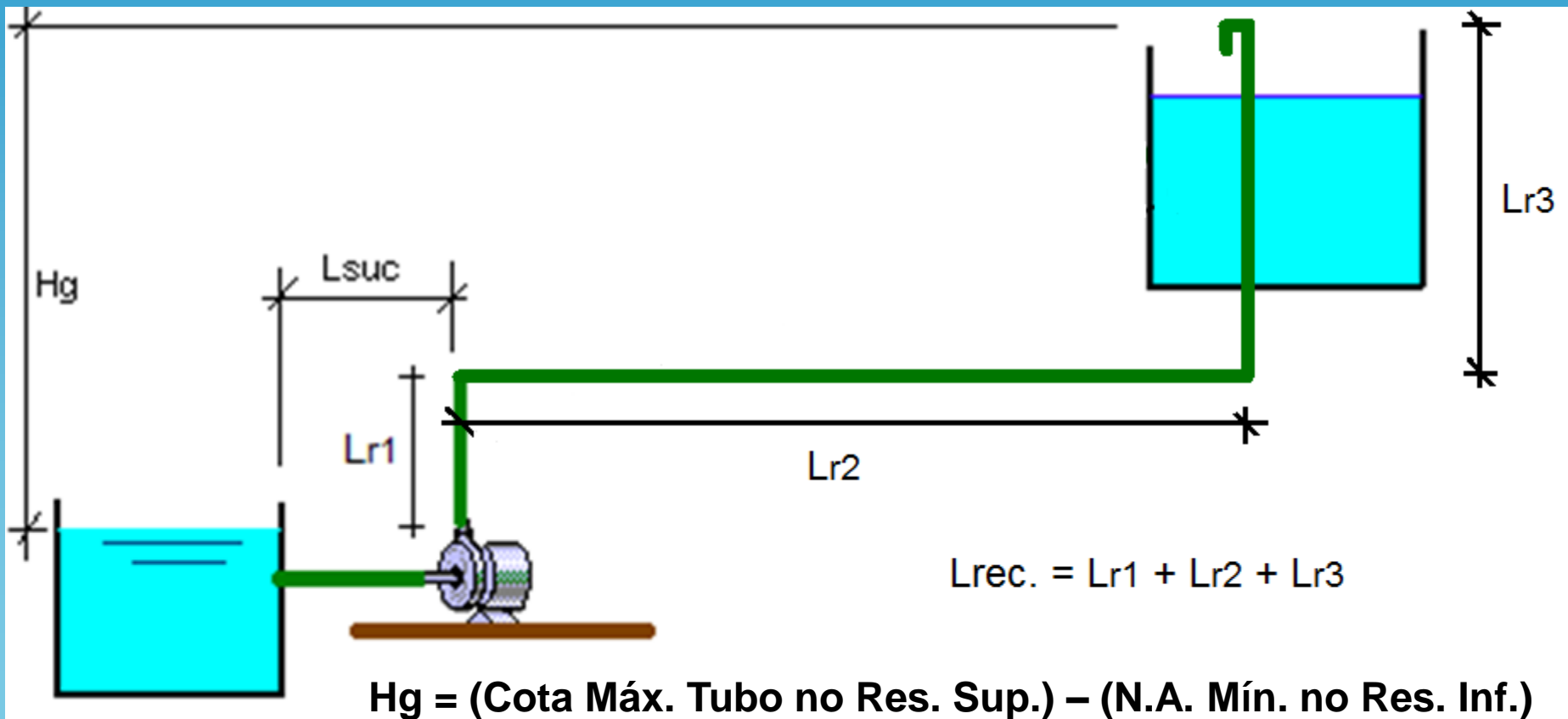


Moderna

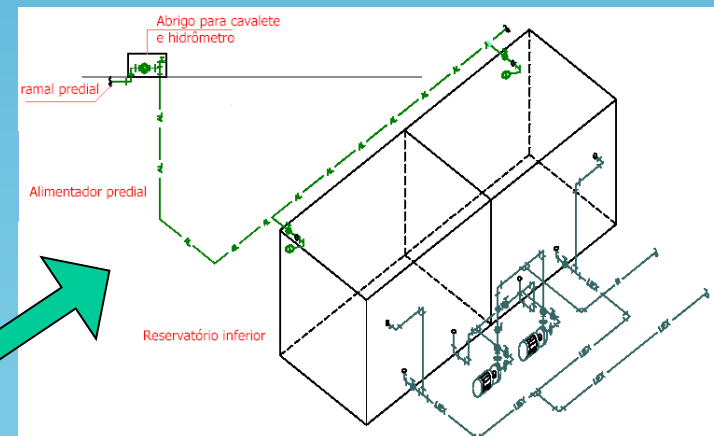
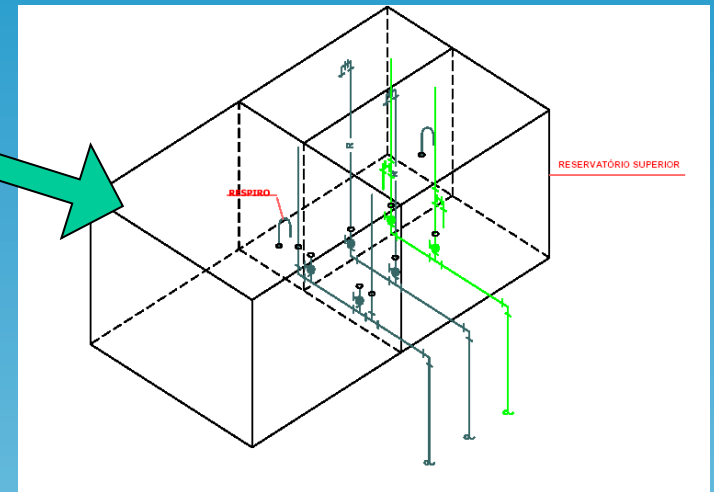
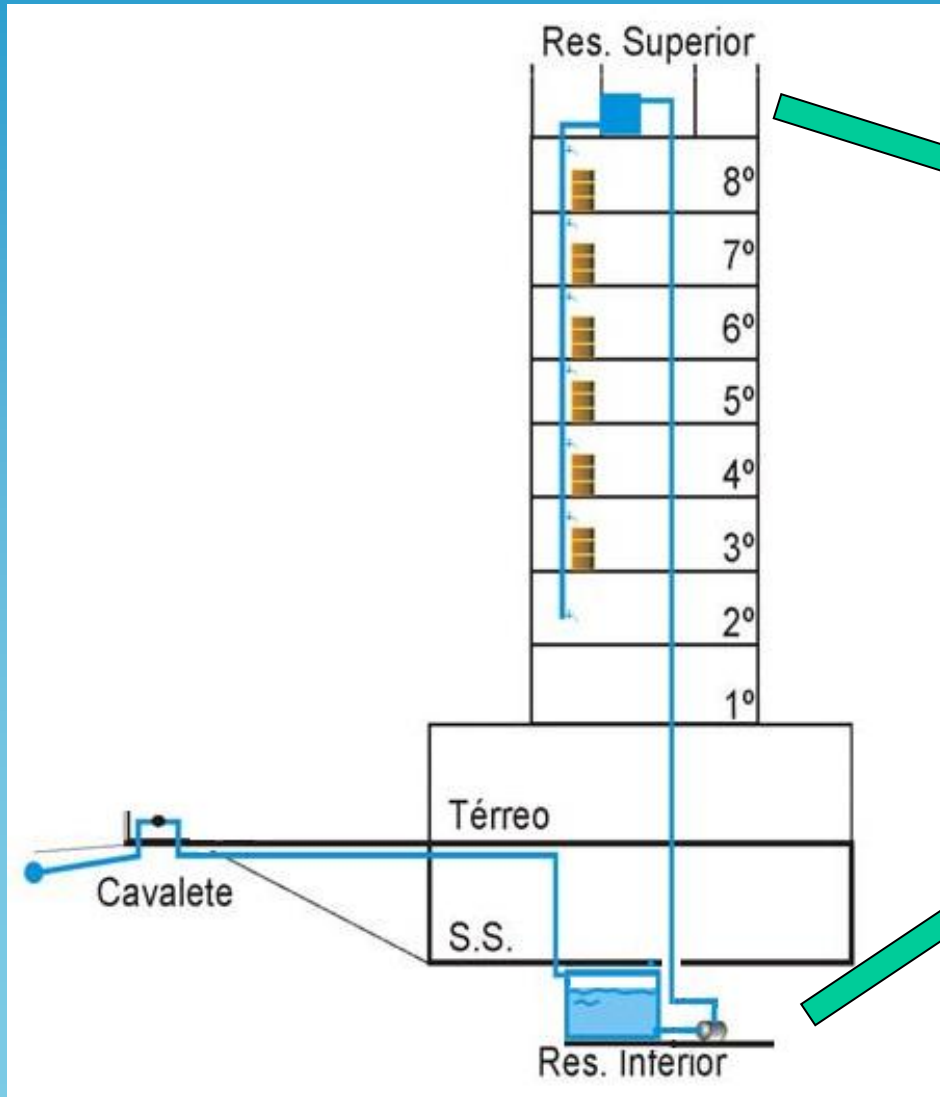


Sistema de Recalque

- Comprimentos de sucção e de recalque:



Sistema de Recalque



PHD0313/8/5

Bombas Centrífugas



Bomba



Bomba

Motor

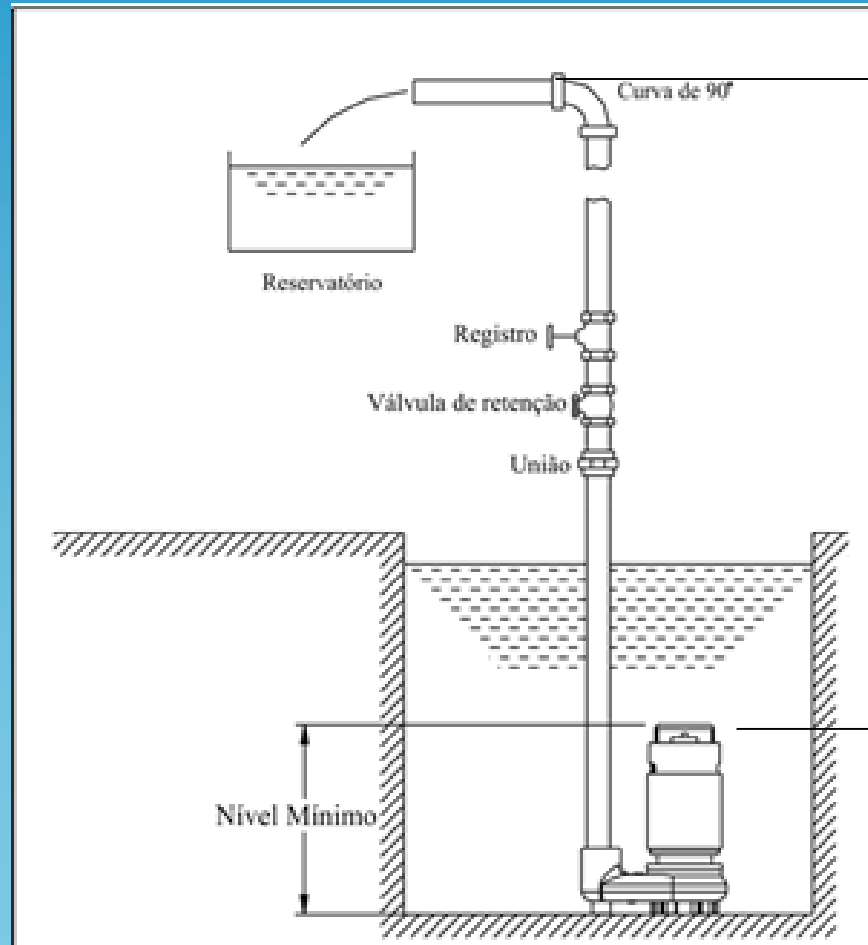


Motor

Bomba

PHD0313/8/6

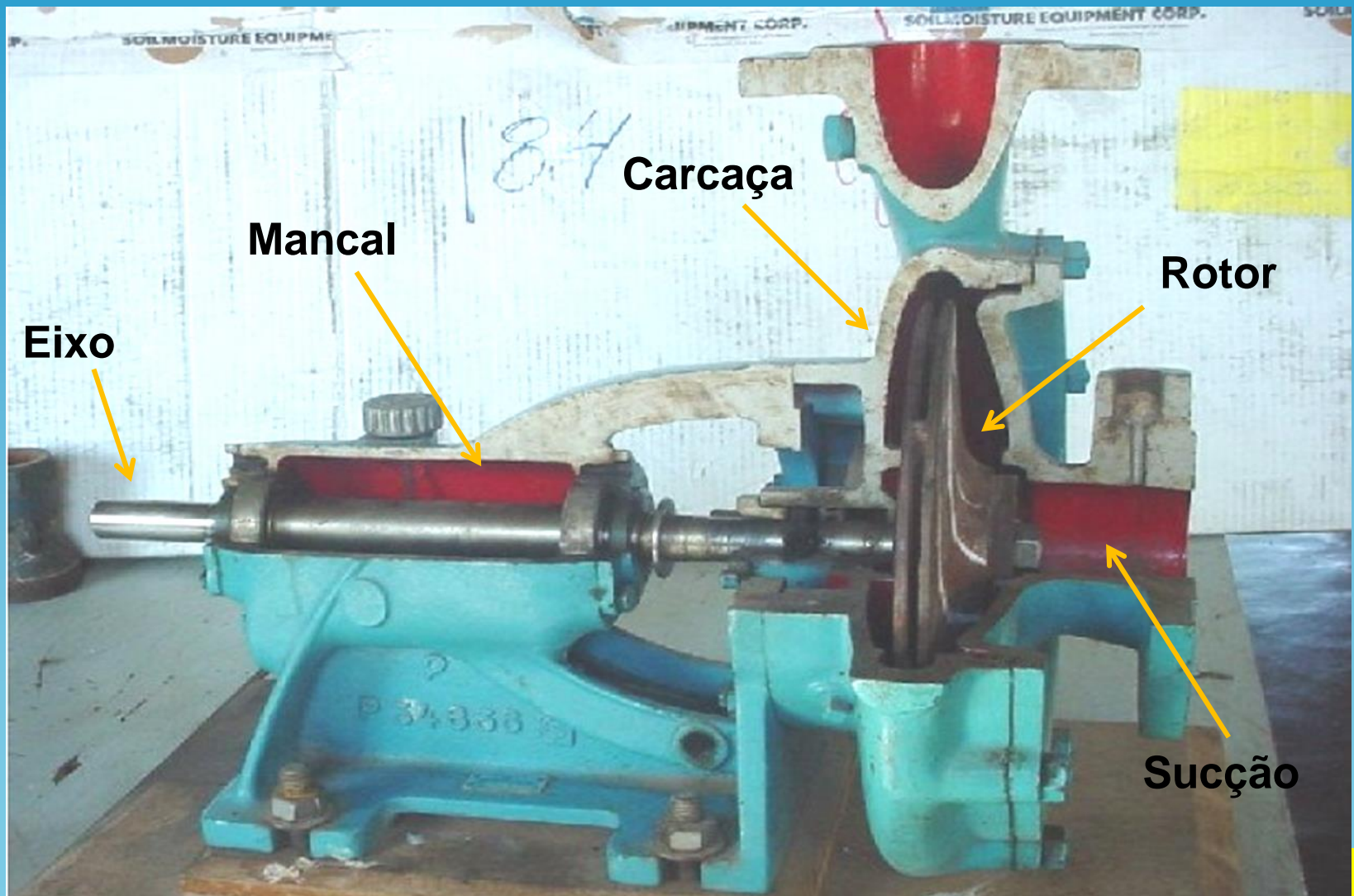
Bombas Submersíveis



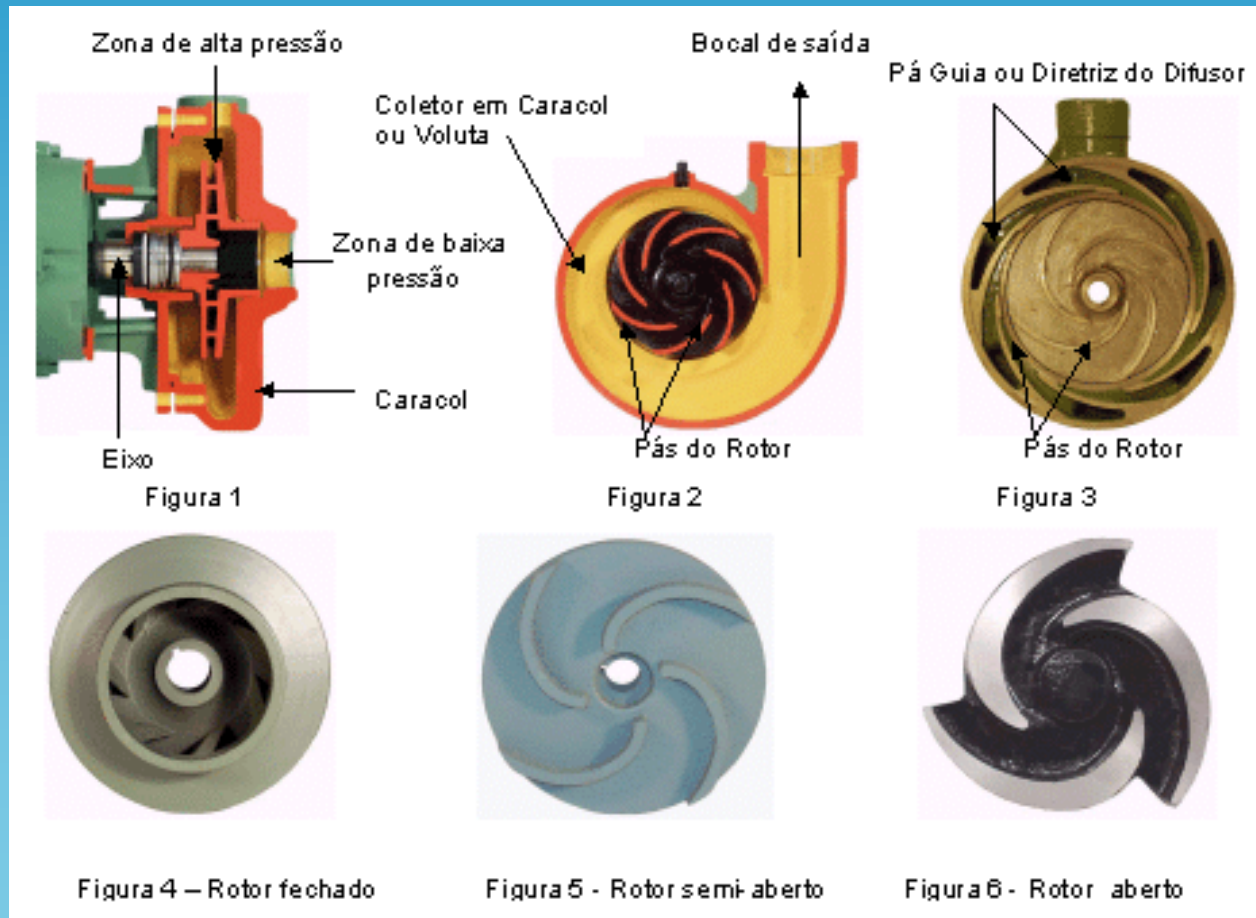
Muito utilizadas para drenagem

PHD0313/8/7

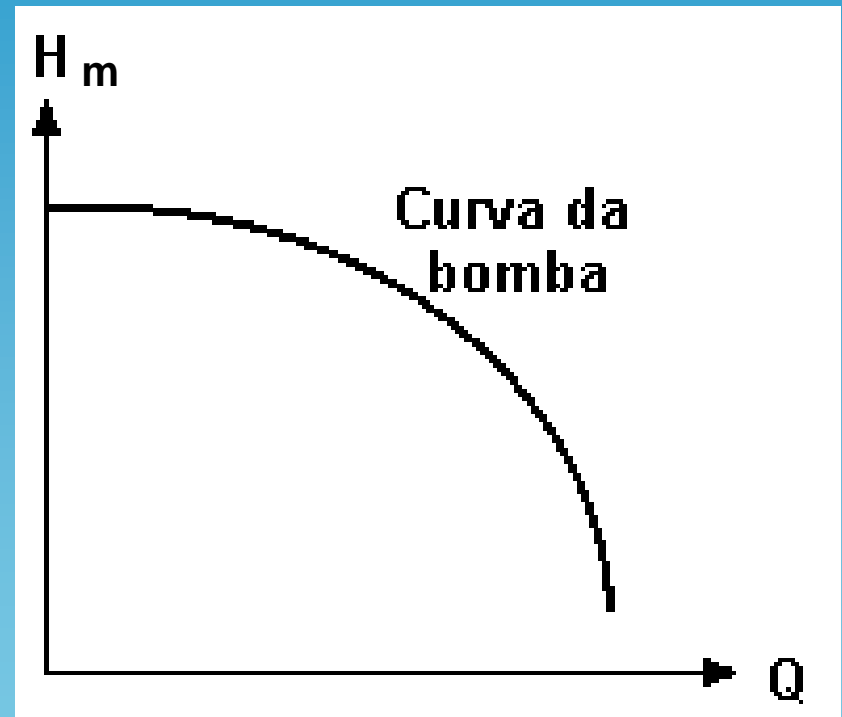
Componentes da bomba



Rotores



Curva Característica



Altura manométrica x Vazão

Potência e Rendimento

$$Pot = \frac{\gamma * Q * h_{man}}{\eta} (W)$$

$$Pot = \frac{\gamma * Q * h_{man}}{736 * \eta} (CV)$$

$$Pot = \frac{0,986 * \gamma * Q * h_{man}}{736 * \eta} (HP)$$

$$\eta = \eta_{motor} * \eta_{Bomba}$$

Catálogo
do motor
≈ 0,90

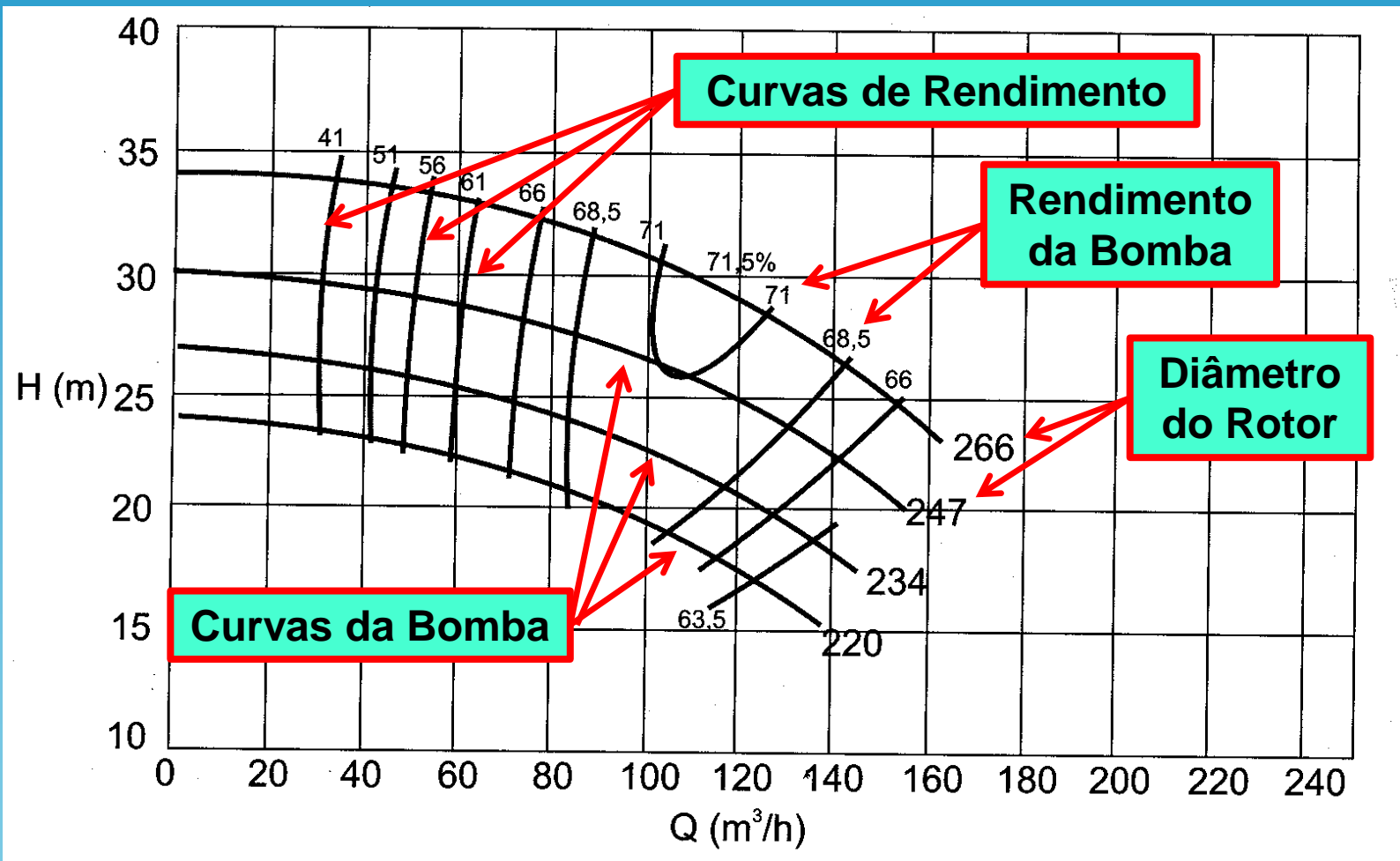
Ponto de operação
bomba x sistema
(catálogo da bomba)



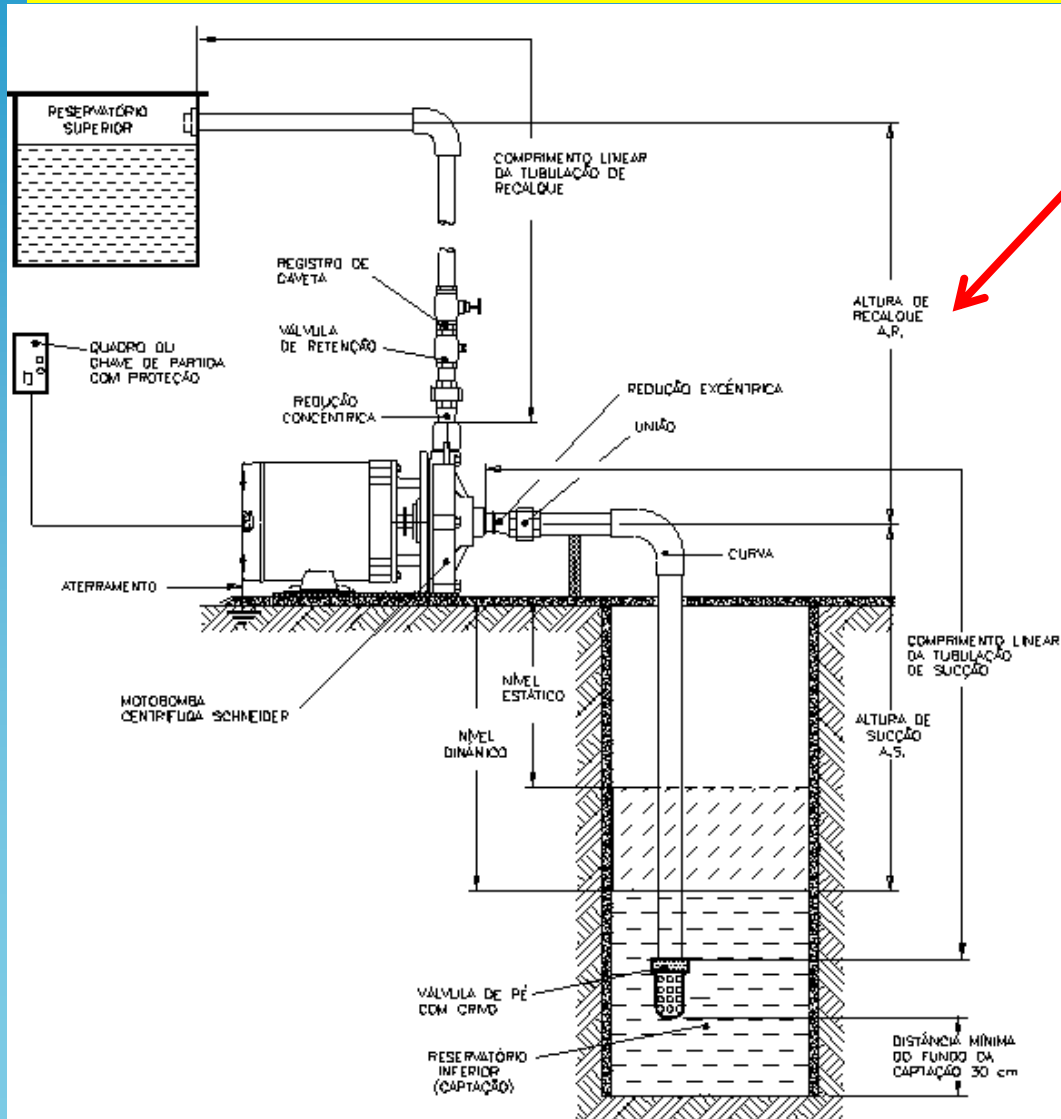
- Acréscimo de Potência no Motor Elétrico:

Pot. (W)	Acréscimo (%)
1490	50
1490-3725	30
3725-7450	20
7450-14900	15
>14900	10

Curvas da Bomba e Rendimento

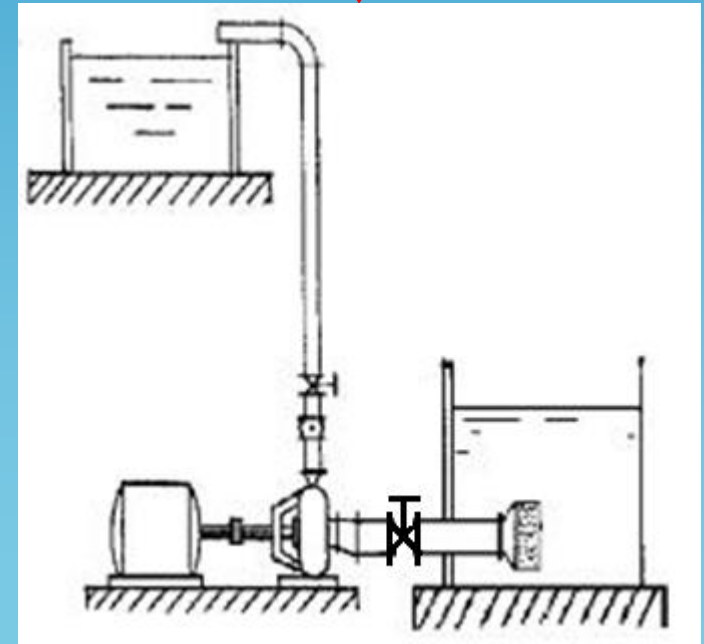


Detalhes



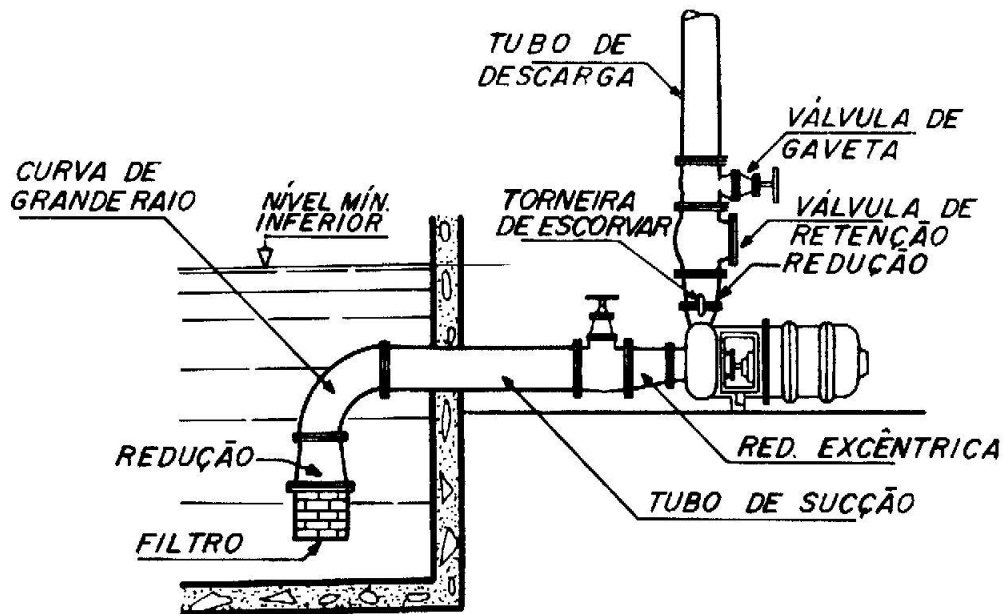
Bomba não afogada

Bomba afogada

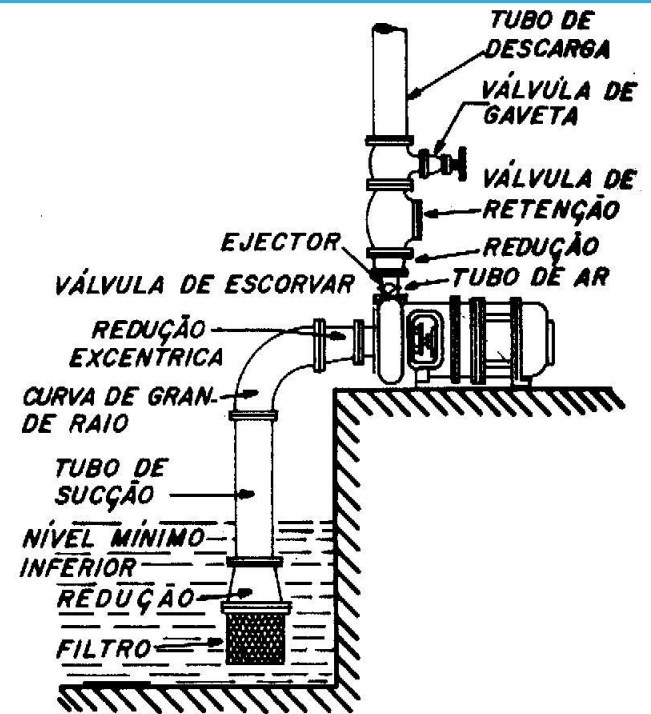


Detalhes

Bomba Afogada



Bomba não Afogada



DETALHES

- Disposição da coluna de recalque;
- Comprimento linear do recalque;
- Quantificação das singularidades;
- Nível d'água no reservatório inferior e cota máxima do tubo de chegada no reservatório superior;
- Vazão de recalque;
- Rendimento do conjunto motor-bomba.

Vazão de Recalque

$$C_d = Pop \cdot C_{pc}$$

C_d = Consumo diário [L]

C_{pc} = Consumo per capita [L/hab.dia]

- Norma NBR 05626 → Folga = 15% do consumo

Valores Práticos: Folga = 15 a 25 % do consumo do prédio

$$Q_r = \frac{C_d}{T_b}$$

T_b = Tempo de bombeamento (6 h)

Q_r = Vazão de recalque (bombeada) [L/h]

Diâmetro Econômico de Recalque

FORMULA DE BRESSE

$k = 0,9$ a $1,2$

X = Fração diária do funcionamento ($T_b/24$)

(normalmente: $X = 0,25$)

$$D_r = k \cdot \sqrt[4]{X} \cdot \sqrt{Q_r}$$

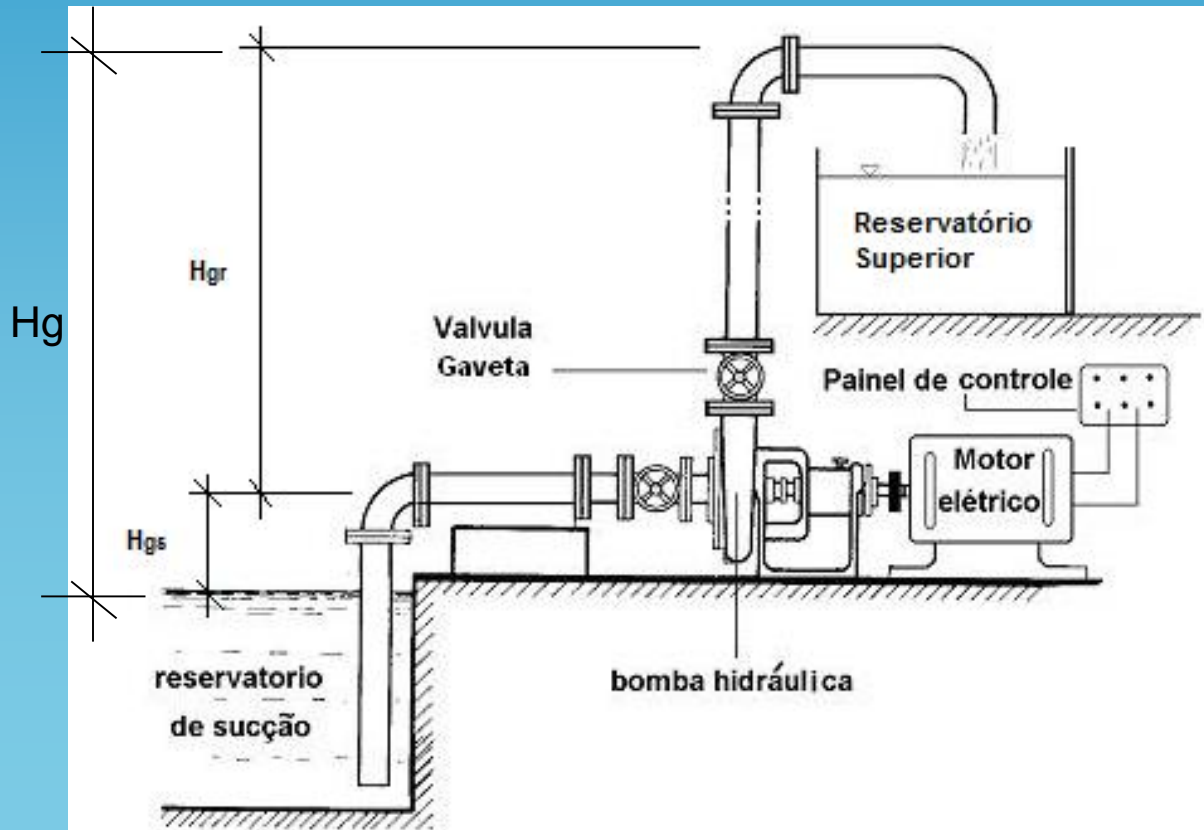
$$D_s > D_r$$

OBS: Geralmente o diâmetro da sucção é um diâmetro comercial acima do diâmetro de recalque.

Altura Manométrica Total (H_m) ou de Elevação

$$H_m = \sum H_g + \sum \Delta H$$

$$H_m = (H_{g,s} + H_{g,r}) + (\Delta H_s + \Delta H_r)$$



$s = sucção$
 $r = recalque$

$$\Delta H = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$L = L_{vit.} = L_{real} + L_{equiv.}$$

Altura de Aspiração e Cavitação

$$NPSH_d = \frac{P_{atm} - P_{vap}}{\gamma} - Hg_{suc} - \Delta H_{suc}$$

Catálogo do fabricante da bomba

$$NPSH_d \geq NPSH_r$$



NPSH - Net positive suction head

PHD0313/8/19

Tabelas

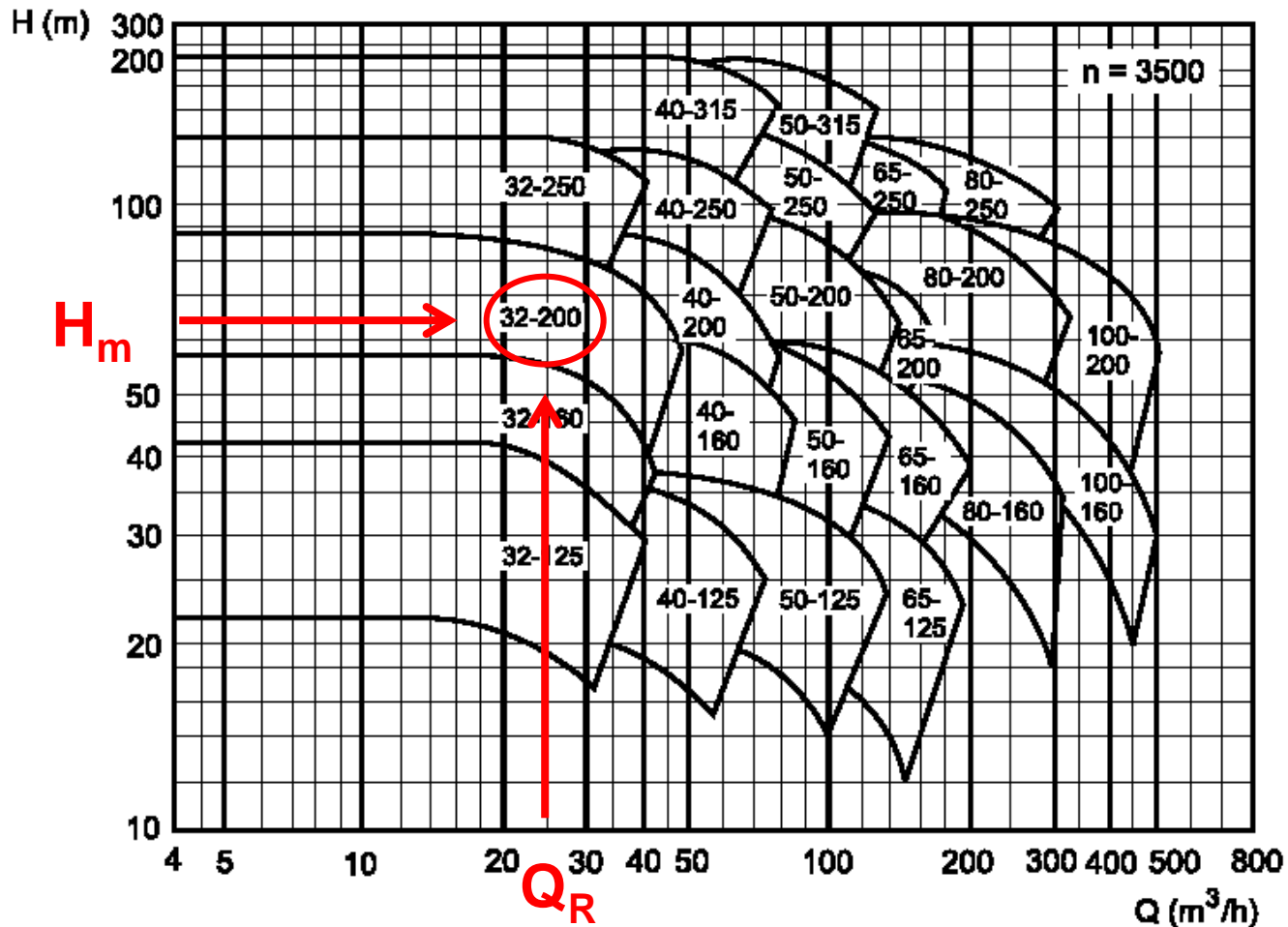
TABELA 1

DADOS DE PRESSÃO ATMOSFÉRICA PARA DETERMINADAS ALTITUDES LOCAIS										
Altitude em Relação ao Mar (metros)	0	150	300	450	600	750	1.000	1.250	1.500	2.000
Pressão Atmosférica (mca)	10,33	10,16	9,98	9,79	9,68	9,56	9,12	8,83	8,64	8,08

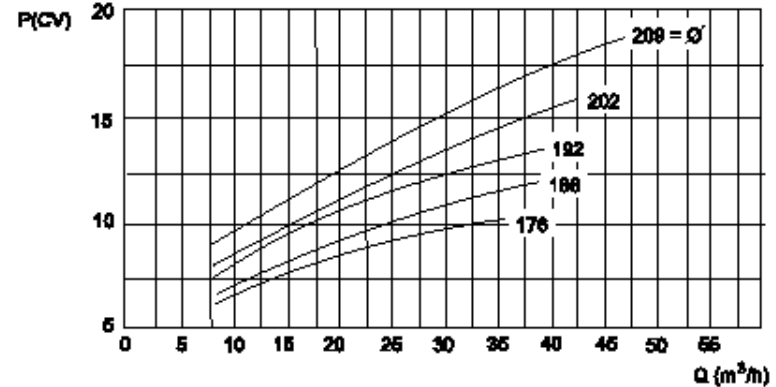
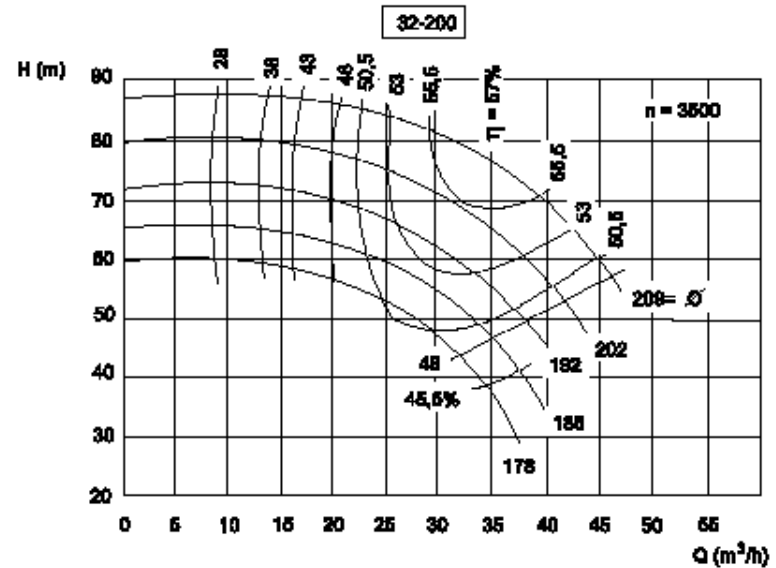
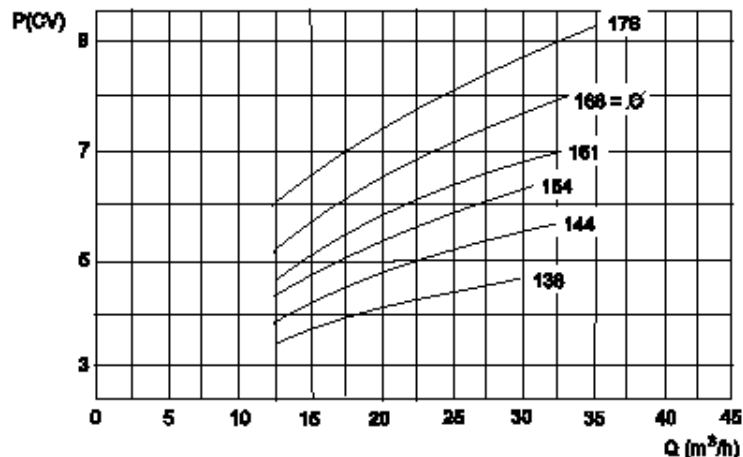
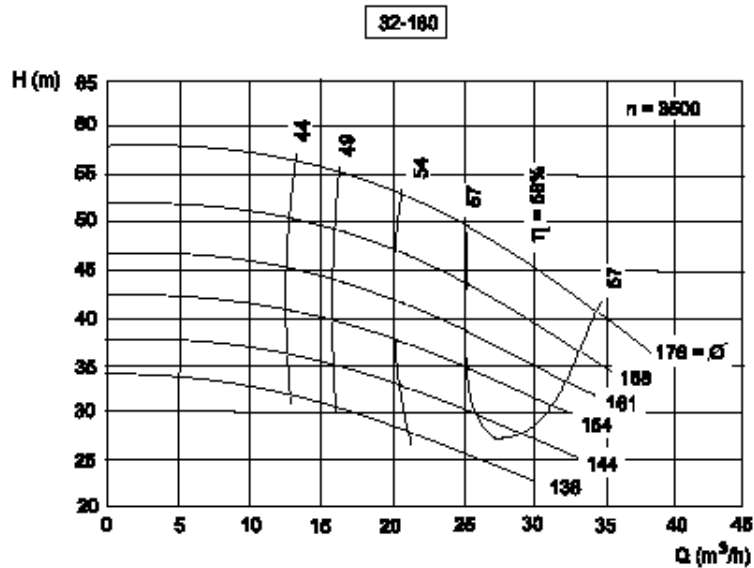
TABELA 2

PRESSÃO DE VAPOR DA ÁGUA PARA DETERMINADAS TEMPERATURAS										
Temperatura da água (°C)	0	4	10	20	30	40	50	60	80	100
Pressão de Vapor da água (mca)	0,062	0,083	0,125	0,239	0,433	0,753	1,258	2,31	4,831	10,33

Seleção do Conjunto Motor Bomba



Curvas Características e Rendimento



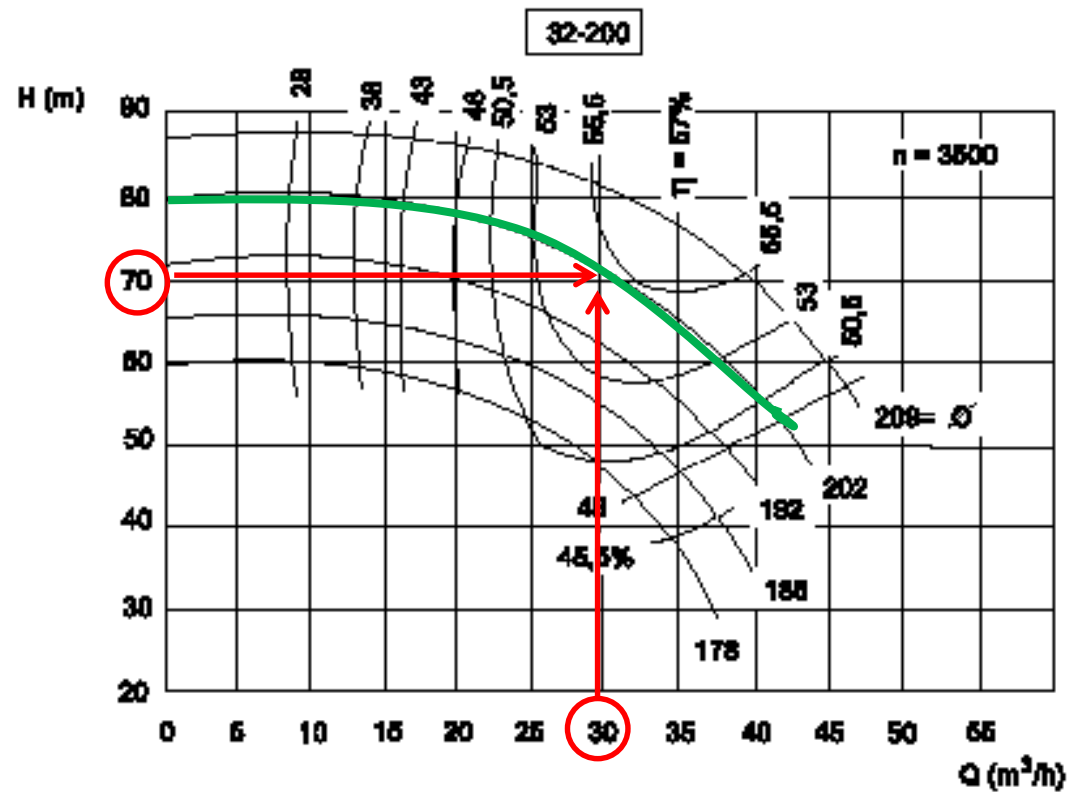
Exemplo

$$Q_r = 8,3 \text{ L/s} \approx 30 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_m = 70 \text{ mH}_2\text{O}$$



- Seleccionada bomba com diâmetro de rotor igual a 202 mm (imediatamente acima do ponto de encontro).
- Rendimento da bomba igual a 54,5%.



Exemplo

Considerando que o rendimento do motor será de aproximadamente 90% ($\eta_m=0,90$), determinar a potência do motor necessário para a bomba selecionada anteriormente:

$$\eta = \eta_{motor} * \eta_{bomba} = 0,90 * 0,545 = 0,491$$

$$Pot = \frac{\gamma * Q * h_{man}}{\eta} (W)$$

$$Pot = \frac{10.000 * 0,0083 * 70}{0,491} = 11.893W$$

Tabela -- > Acréscimo = 15%

$$Assim, Pot = 1,15 * 11.893 = 13.677W$$

$$ou...Pot = 13.677 / 736 = 18,6CV$$