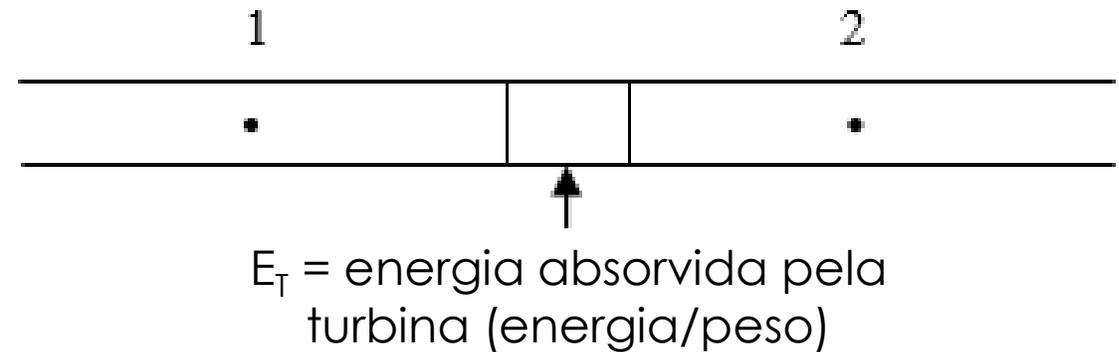


Aula 5.1 – Hidrodinâmica: turbina

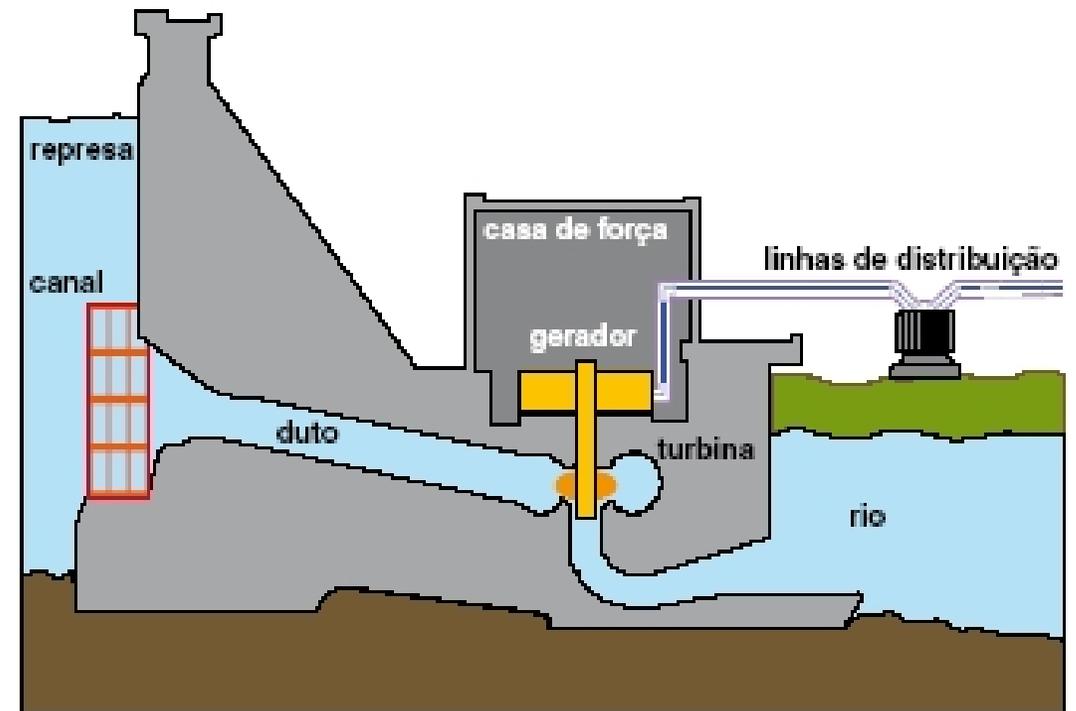
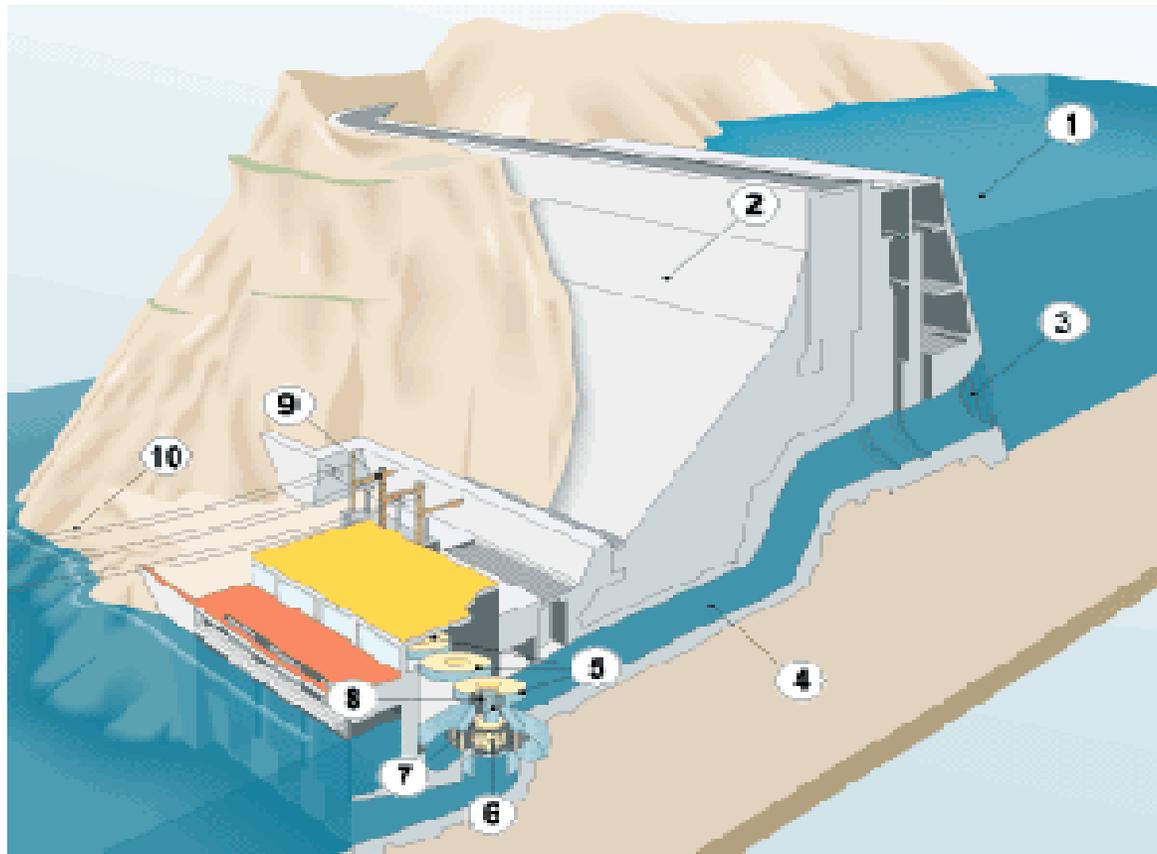
9 Teorema de Bernoulli aplicado a Turbinas

Turbinas transformam energia de velocidade em trabalho



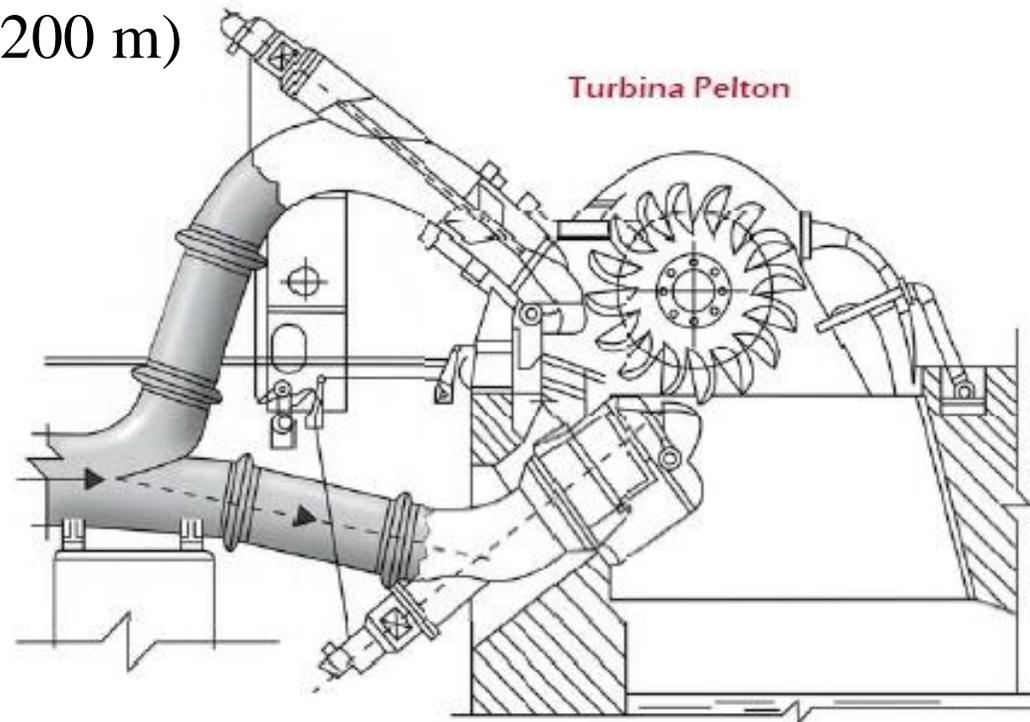
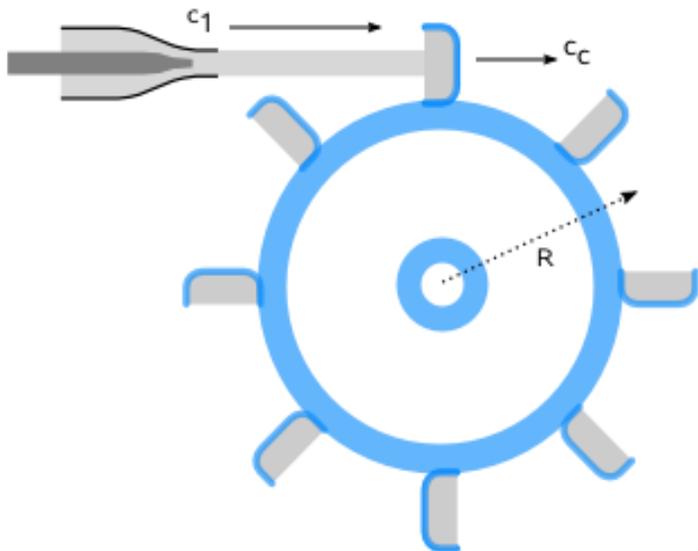
$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h_2 + ET + hf_{1 \rightarrow 2}$$

9 Teorema de Bernoulli aplicado a Turbinas: Turbina hidrelétrica



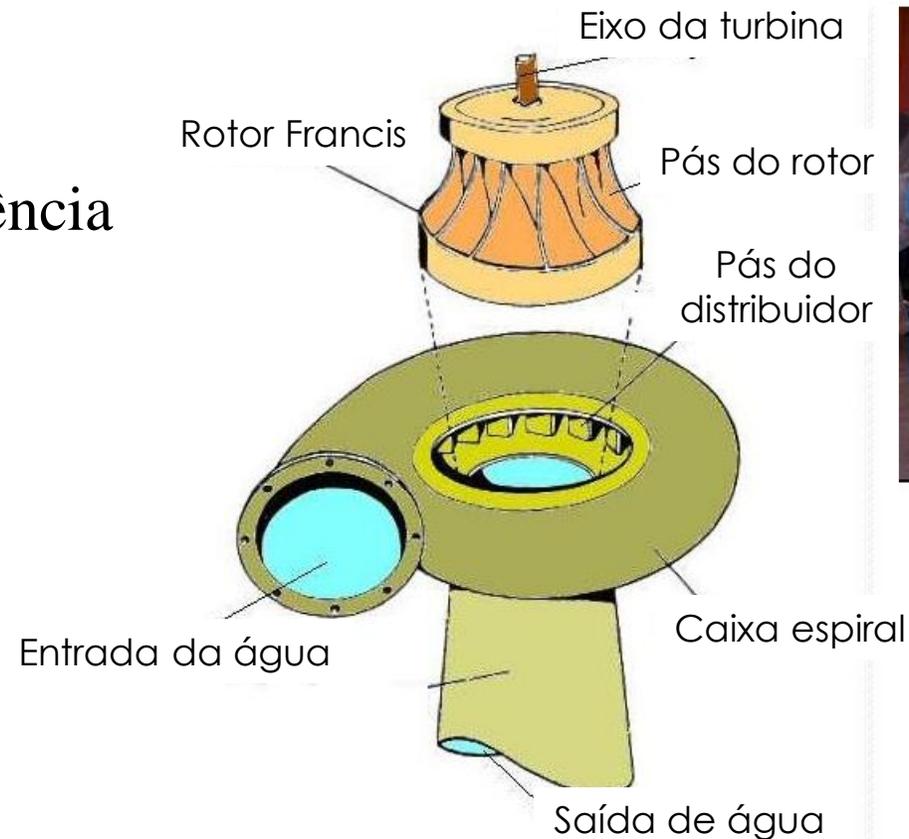
9 Teorema de Bernoulli aplicado a Turbinas: Turbina Pelton

- Um ou mais bocais de acionamento
- Câmara fechada ou semifechada para aumentar a eficiência
- Quedas d'água maiores: 350 a 1100 m (>200 m)
- Rotor na posição vertical



9 Teorema de Bernoulli aplicado a Turbinas: Turbina Francis

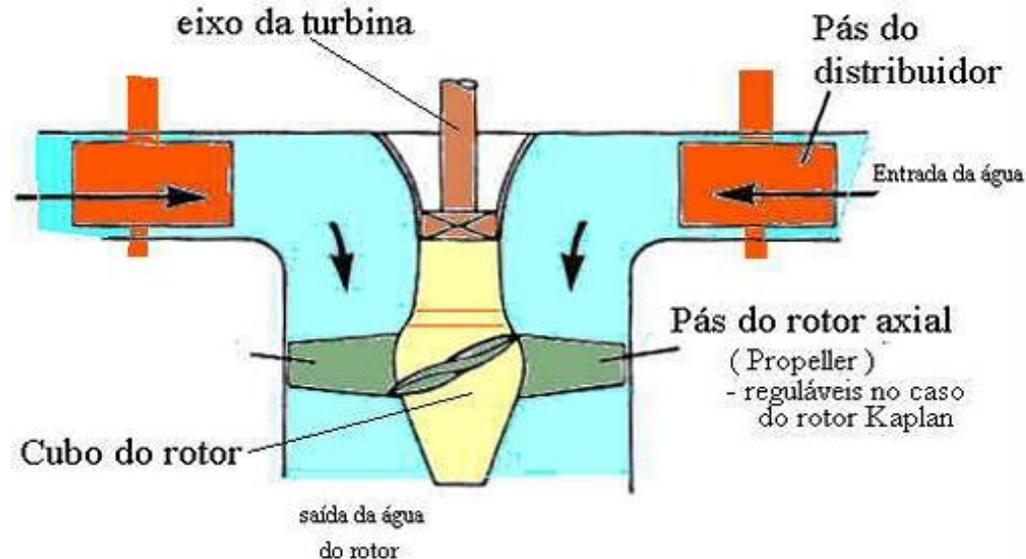
- Câmara fechada aumenta a eficiência
- Rotor na posição horizontal
- Quedas d'água de 40 a 400 m
- Ex.: Itaipu, Tucuruí e Furnas

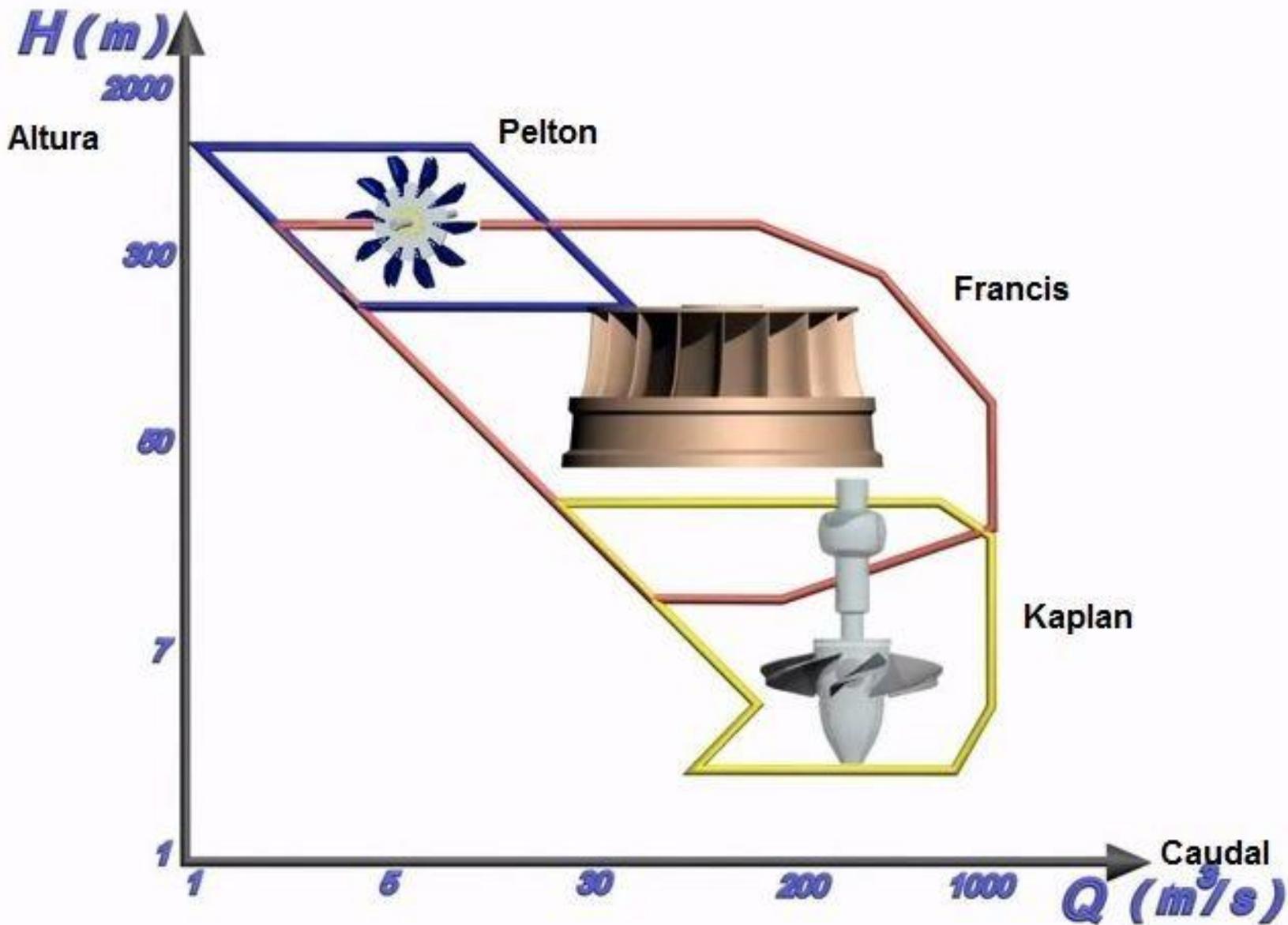


TURBINA FRANCIS

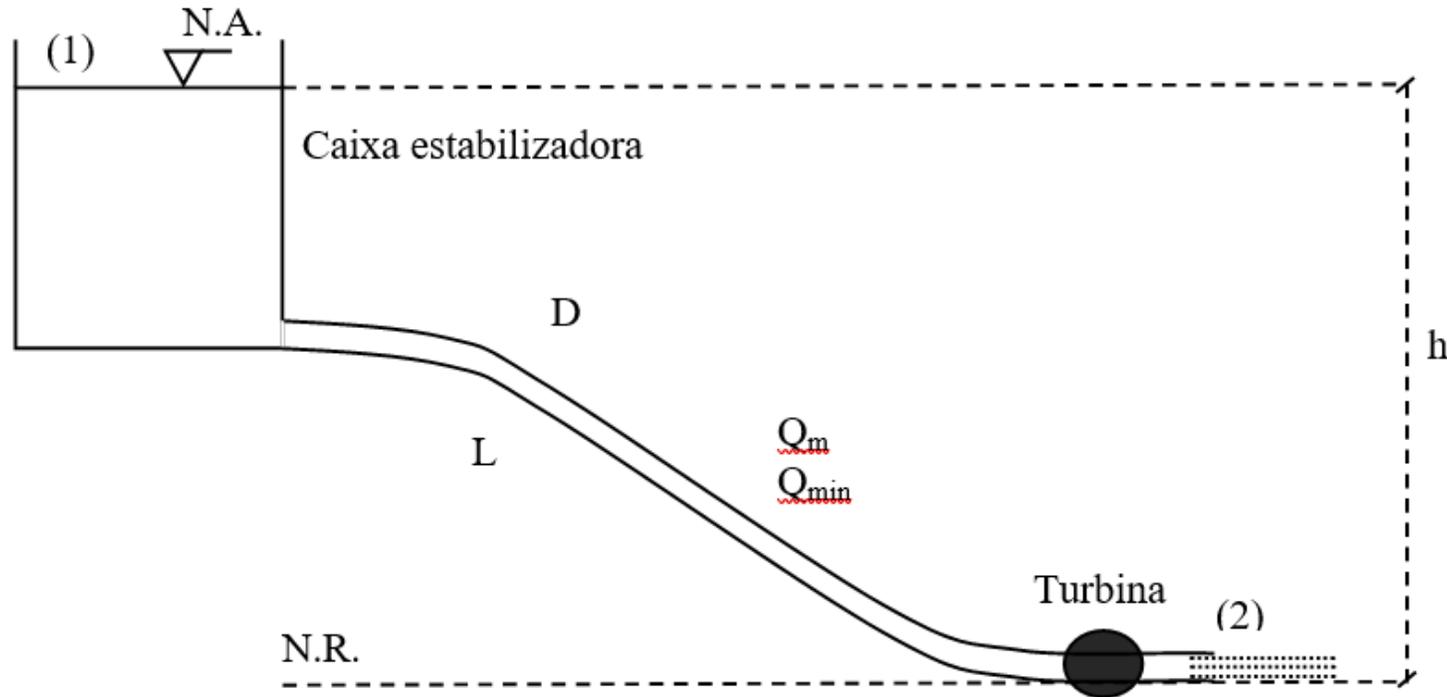
9 Teorema de Bernoulli aplicado a Turbinas: Turbina Kaplan

- Rotor na posição horizontal
- Fluxo axial de água (sentido do eixo)
- Quedas d'água de 60 m
- Ex.: Três Marias e Yacireta (Paraguai)





9 Teorema de Bernoulli aplicado a Turbinas



$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + ET + hf_{1 \rightarrow 2}$$

9 Teorema de Bernoulli aplicado a Turbinas

Potência e rendimentos: $Pot_{abs\ T-água} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot Hm}{75}$

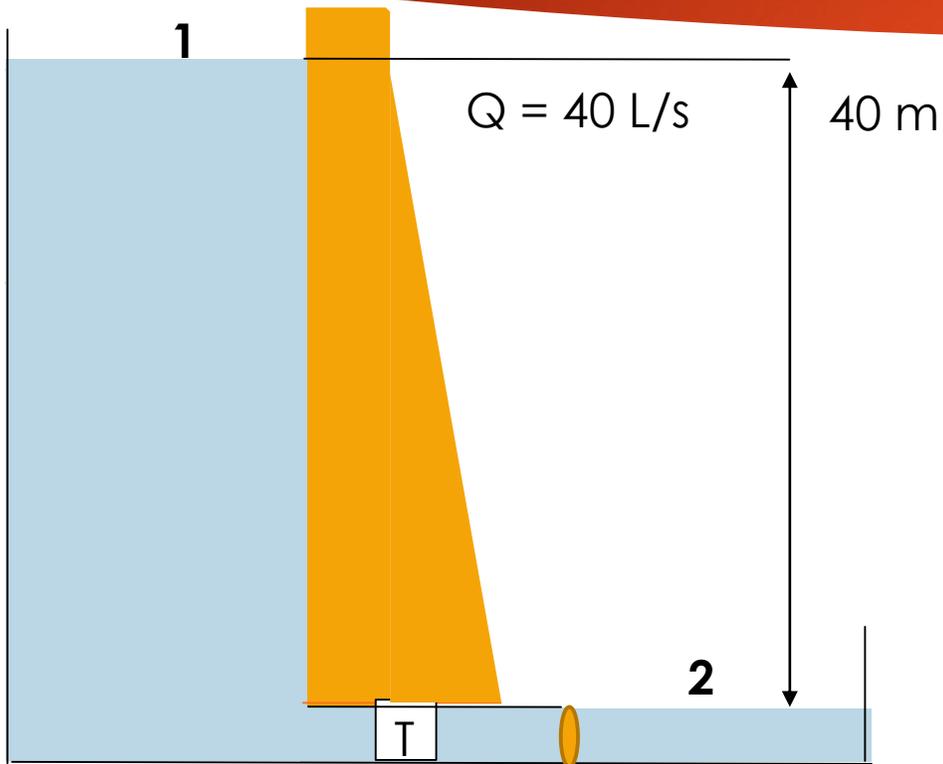
Rend. Turbina: $\eta_T = \frac{Pot_{abs\ Gerador}}{Pot_{abs\ T}}$ Rend. Gerador: $\eta_G = \frac{Pot_{abs\ Rede}}{Pot_{abs\ G}}$

Rend. turbina+gerador: $\eta_{(T+G)} = \eta_T \times \eta_G$

Pot. absorvida rede: $Pot_{abs\ Rede} = \eta_G \times Pot_{abs\ G}$

Pot. abs. turbina: $Pot_{abs\ T} = \eta_{(T+G)} \frac{\gamma \cdot Q \cdot Hm}{75}$

Exemplos



Pede-se:

- A) A energia cedida à turbina (considere $h_f = 0$)
- B) A potência hidráulica (w e cv) (absorvida)
- C) A potência gerada para um rendimento total de 80%
- D) O número de chuveiros que podem ser ligados ao mesmo tempo (2,5 kw consumo).

Entregar

Deseja-se captar água de um rio e elevar a um reservatório com o auxílio de uma bomba.

Dados:

Cota dos níveis da água:

Rio: 100 m

Reservatório: 135 m

Distância: 165 m

Vazão desejada: 10 m³/h

Diâmetro da tubulação: 50 mm

Coefficiente de atrito do tubo: $C = 150$

Equação da perda de carga: $hf = 10,65 \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} \frac{L}{D^{4,87}}$

Pede-se:

- A energia a ser fornecida pela bomba (energia/peso)
- A potência hidráulica útil da bomba
- A potência hidráulica total da bomba, considerando um rendimento de 60% ($\eta_b = 0,60$).
- A potência do motor elétrico, considerando um rendimento de 90% ($\eta_m = 0,90$).