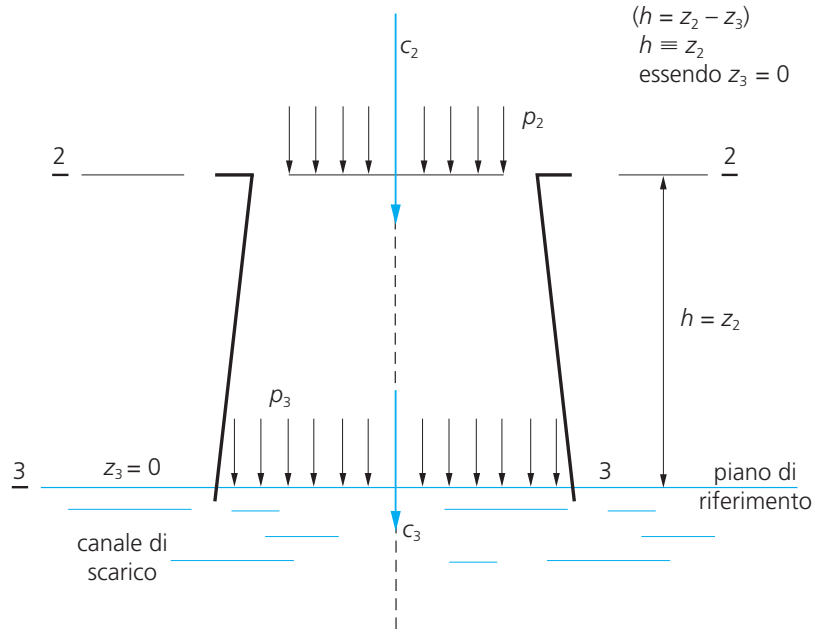


## Il diffusore

Il diffusore (o *tubo di aspirazione*) (**Figura 1**), come s'è detto, ha la funzione di recuperare la maggior parte dell'energia cinetica allo scarico della girante, oltre che di consentire alla turbina di sfruttare il salto netto  $H_n$  pressoché per intero, recuperando l'altezza  $h$  del tubo aspirante.

**Figura 1**

Schema di tubo di aspirazione per turbina a reazione tipo Francis *lenta*.



La forma tronco-conica divergente del tubo diffusore determina alla sua sommità, in corrispondenza cioè della sezione minima, posta in vicinanza dello scarico della girante (sezione 2 di Figura 1), una depressione  $-\Delta p_2$ : ciò significa che il salto di pressione disponibile nella girante è stato (virtualmente) accresciuto (di  $+\Delta p_2$ ) in quanto, se non vi fosse stato il diffusore, la pressione nella sezione 2 sarebbe stata quella atmosferica.

Applicando il teorema di Bernoulli tra le sezioni 2 (di imbocco del diffusore) e 3 (di sbocco nel canale di scarico) (Figura 1) si ottiene:

$$z_2 + \frac{p_2}{\rho \cdot g} + \frac{c_2^2}{2 \cdot g} + H_m = z_3 + \frac{p_3}{\rho \cdot g} + \frac{c_3^2}{2 \cdot g} + Y_{\text{diff}} \quad (1)$$

dove con  $Y_{\text{diff}}$  si sono indicate le perdite di carico lungo il diffusore.

Se in luogo di  $p_3$  si pone la pressione atmosferica  $p_{\text{atm}}$  ( $p_3 = p_{\text{atm}}$ ) e si ricava  $p_2$ , dalla (1) si ottiene:

$$p_2 = p_{\text{atm}} - \left[ \frac{c_2^2 - c_3^2}{2} \cdot \rho + \rho \cdot g \cdot (z_2 - z_3) \right] z + \rho \cdot g \cdot Y_{\text{diff}} \quad (2)$$

Realizzando tubi diffusori a divergenza modesta (normalmente l'angolo di conicità è di circa  $8^\circ$ ), le perdite di carico  $Y_{\text{diff}}$  risultano molto contenute, per cui la pressione  $p_2$  allo scarico della girante può risultare inferiore a quella atmosferica (*scarico in depressione*).

Il valore di  $p_2$  non può però raggiungere livelli troppo bassi per il pericolo dell'insorgere, nella sezione di pressione minima, del fenomeno della cavitazione, già visto a proposito delle pompe.

Si ricordi che la cavitazione causa:

– l'interruzione della vena fluida, per effetto del cuscinetto di aria e vapore che

- si viene a creare, dove la pressione raggiunge i suoi valori minimi, in seguito all'evaporazione del liquido e alla liberazione dell'aria in esso disciolta;
- danni irreparabili agli organi della macchina, imputabili alle sovrappressioni derivanti dal collasso delle bollicine di gas formatesi in precedenza nella zona di minima pressione (**Figura 2**).

**Figura 2**

Effetti della cavitazione su una pala di turbina Francis.



Per evitare l'insorgere della cavitazione, occorre limitare l'altezza  $h$  del tubo diffusore. A tale scopo la (2) può scriversi, esplicitando  $z_2 - z_3$ :

$$z_2 - z_3 = \frac{p_{\text{atm}} - p_2}{\rho \cdot g} - \frac{c_2^2 - c_3^2}{2 \cdot g} + Y_{\text{diff}} \quad (3)$$

Posto  $h = z_2 - z_3$ , si ottiene:

$$h = \frac{p_{\text{atm}} - p_2}{\rho \cdot g} - \frac{c_2^2 - c_3^2}{2 \cdot g} + Y_{\text{diff}} \quad (4)$$

Dal momento che è:

$$\frac{p_{\text{atm}}}{\rho \cdot g} = \frac{101\,325 \text{ Pa}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 10,33 \text{ m (di colonna d'acqua)}$$

si ricava:

$$h = 10,33 - \left( \frac{p_2}{\rho \cdot g} + \frac{c_2^2 - c_3^2}{2 \cdot g} \right) + Y_{\text{diff}} \quad (5)$$

La (5) ci fa capire che, dato che di solito il valore di  $Y_{\text{diff}}$  è abbastanza ridotto, per evitare la cavitazione, l'altezza  $h$  del tubo diffusore dovrà essere sempre minore di 10,33 m (generalmente infatti s'aggira sui 6 ÷ 7 m).