

*2Bb Istituto Tecnico Industriale  
Statale "Enrico Medi"*

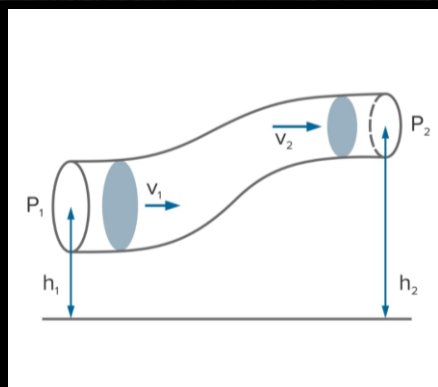


# LAVORO EDUCAZIONE CIVICA FISICA



## Teorema di Bernoulli applicato alle centrali idroelettriche

Il teorema di Bernoulli afferma che per un fluido ideale di densità  $d$  in moto stazionario in un condotto a velocità  $v$ , l'energia per unità di volume si conserva.

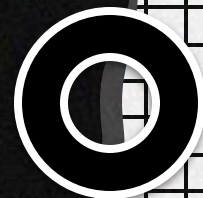


Ciò significa che in ogni punto situato ad altezza  $h$  da un livello di riferimento arbitrario la velocità e la pressione del fluido verificano la condizione

$$P_1 + \frac{1}{2}d v_1^2 + d \cdot h_1 = P_2 + \frac{1}{2}d v_2^2 + d h_2$$

Quindi le eventuali variazioni di sezione del condotto e le variazioni di altezza del condotto fanno variare la velocità del fluido.

In accordo anche con la legge della conservazione della portata  $v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2$  con Ai sezioni del condotto.



Con riferimento a un bacino idrico si fanno le seguenti considerazioni :  
Essendo  $P_1=P_2$  e  $h_2=0$  e potendo ritenere il fluido del bacino superiore fermo si avrà  $v_1=0$  quindi la formula diventa:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho \cdot g \cdot h_2$$

01

$$\rho \cdot g \cdot h_1 = \frac{1}{2} \rho v^2$$

$$h_1 = \frac{v^2}{2g} \text{ mentre } v^2 = 2gh_1$$

Sostanzialmente l'energia che si può sfruttare è un'energia dovuta alla quota di fluido che cade e dal contributo di velocità

Quindi il lavoro meccanico trasferito alle pale della turbina è  $L = \frac{1}{2} \rho v^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot du^2$

L'energia viene sparata sulle pale della turbina a velocità  $v_2$  uscirà a velocità  $U$

Questa velocità viene convertita in energia meccanica

In breve il lavoro è la differenza tra l'energia cinetica che cade sulle pale e l'energia cinetica del fluido quando lascia la turbina

$V^2$  però non sarà la velocità reale del fluido perché dobbiamo tener conto anche delle "perdite" di velocità. Quindi quello che impatta sulle pale è  $V^2 = 2g(h_i - h_p)$

Infatti il fluido che a contatto con le pareti verrà frenato oppure subirà perdite energetiche dovute a vortici che si formano per via delle imperfezioni del condotto



## Legge di Lenz

*LA ROTAZIONE INDOTTA SULLA TURBINA PERMETTE DI GENERARE ENERGIA ELETTRICA GRAZIE ALLA LEGGE DI FARADAY NEUMANN LENZ.*

*ESSA AFFERMA CHE LA FORZA ELETTRICITRICE INDOTTA IN UN CIRCUITO GENERA UNA CORRENTE, DETTA CORRENTE INDOTTA, IL CUI EFFETTO DEVE ESSERE TALE DA OPPORSI ALLA CAUSA CHE LA PRODUCE.*

*SI PUÒ RIASSUMERE L'ENUNCIATO NELLA SEGUENTE FORMULA*

$$F_{em} = -\Delta\Phi / \Delta t$$

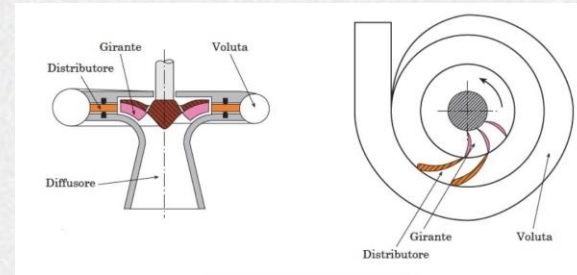
$-\Delta\Phi$ =variazione di  
flusso magnetico

## Turbina Francis

Questa girante viene impiegata in corsi d'acqua con dislivelli da 10 m fino a 300-400 m e portate da 2-3 m<sup>3</sup>/s fino a 100m<sup>3</sup>/s.

La pressione nella girante è variabile e ciò comporta la necessità di un distributore ad ammissione totale di fluido sulla girante.

Per questi motivi la turbina Francis ha un modesto campo di regolazione, se non si vuole uscire dalle condizioni ottimali di efficienza.



Essa è una turbina a flusso centripeto: l'acqua raggiunge la girante tramite un condotto a chiocciola che alimenta tutte le palette del distributore, le quali indirizzano il flusso verso le pale della girante. La portata smaltita è regolata dall'apertura delle palette del distributore, mentre le numerose pale della girante sono fisse. Proprio per questo motivo le turbine Francis sono meno «elastiche» rispetto Pelton e Kaplan rispetto la variazione di portata, ma in compenso hanno i rendimenti massimi più elevati.





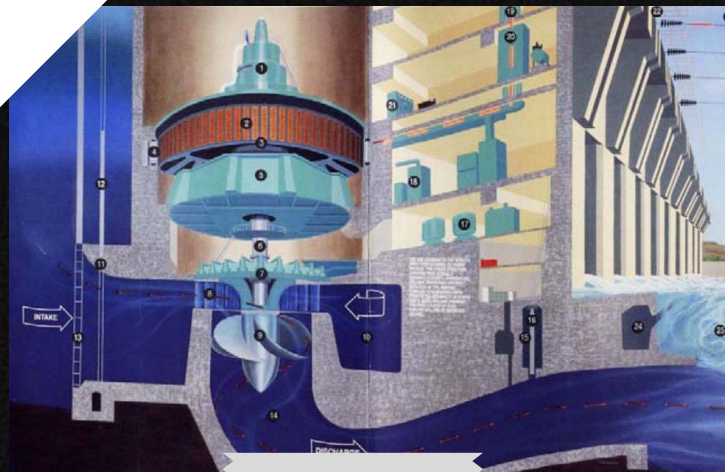
# 03

## Turbina kaplan

La turbina Kaplan è una turbina a flusso assiale, ovvero il fluido entra e fuoriesce (dalla turbina) in direzione assiale.

A differenza della turbina Francis, non subisce una rotazione durante la fase di transito nella girante. Con la turbina Kaplan, in salti geo arriviamo a valori estremamente bassi rispetto alla turbina Francis il valore massimo di Hg (salto geodetico) è di circa 30 m.

Inoltre, sfrutta piccoli dislivelli, fino a qualche decina di metri, ma con grandi portate, da 200/300 m<sup>3</sup>/s.



# Turbina Pelton



04



Il loro funzionamento è dato dal fatto che l'acqua viene portata alla turbina tramite una condotta che la invia ad un distributore chiamato ugello. Il getto d'acqua immesso dall'ugello colpisce le pale della girante, trasformando l'energia cinetica in lavoro, la rotazione viene trasferita tramite un albero al generatore elettrico che la trasforma in energia elettrica.

Queste turbine trovano applicazione nelle Centrali idroelettriche che hanno a disposizione un elevato salto geodetico

Infine, il difetto maggiore di questa turbina è quello di non potere utilizzare l'intera altezza del salto, in quanto la girante, non potendo essere immersa nel canale di scarico, è sollevata rispetto al pelo dell'acqua libera; una quota del salto, quindi, maggiore del raggio della girante, è persa. Il tipo più semplice di turbina prevede un complesso chiamato stadio, formato da una parte fissa, detta distributore o statore, ed una parte mobile, girante o rotore. Il fluido in movimento agisce sulla palettatura della parte rotorica, mettendola in rotazione e quindi cedendo energia meccanica al rotore.

La turbina Pelton è utilizzata per grandi dislivelli (tra i 300 e i 1400 metri) e portate inferiori ai 50 metri cubi al secondo, in modo tale da ottenere velocità più elevate.

