

Corso di Impianti Chimici

Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria dell'Ambiente e delle Risorse



---

## **Impianto Didattico di Fluidodinamica Industriale**

# **Determinazione della Curva Caratteristica di una Pompa Centrifuga**

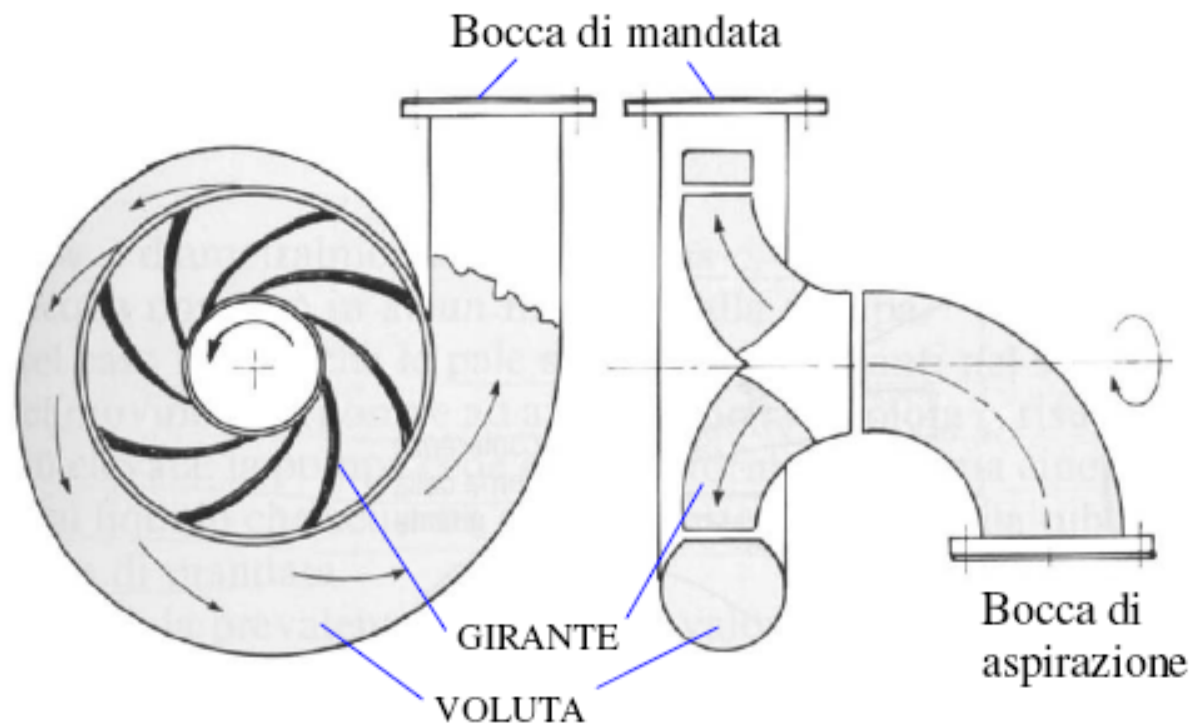
---

Udine, 26 ottobre 2010

# Le pompe

- Sono macchine operatrici idrauliche, nel senso che effettuano un lavoro sul fluido
- Pompe centrifughe: caratterizzate dalla rotazione di un albero dotato di una girante; forniscono energia cinetica al fluido che poi viene convertita in energia di pressione
- Pompe volumetriche: spostano del fluido da un ambiente a bassa pressione ad uno a pressione più elevata.

Le pompe centrifughe sono essenzialmente costituite da una girante a palette che gira in una camera a forma di chiocciola (fig.20.14), comunicante con la tubazione di aspirazione al centro e con la tubazione di mandata alla periferia.



Durante il funzionamento, le palette della girante trascinano in rotazione il liquido e la carcassa lo convoglia verso la tubazione di mandata.

Si determina così una depressione al centro, che richiama altro liquido dalla tubazione di aspirazione, e una spinta in periferia, verso il tubo di mandata.

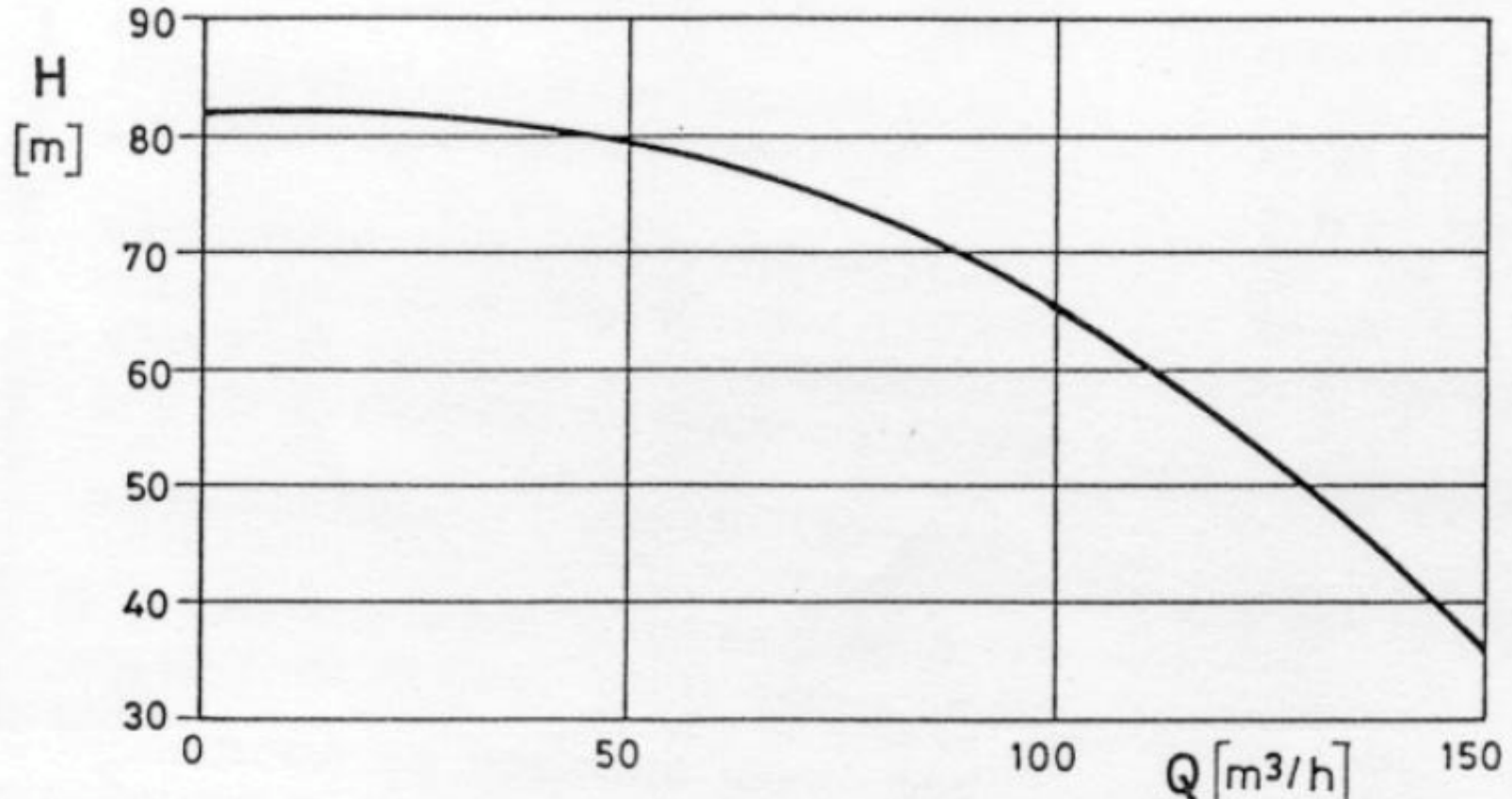
L'energia acquisita dal liquido attraverso la pompa, cioè la prevalenza manometrica, è in questo caso direttamente proporzionale al quadrato della velocità periferica della girante.

## Elementi caratteristici

- **PREVALENZA:** rappresenta l'energia riferita all'unità di massa che la pompa riesce a fornire al liquido
- **PORTATA:** è la massa (portata massica) o il volume (portata volumetrica) che attraversa una sezione in un certo tempo.

Il legame tra prevalenza  $H$  e portata  $Q$  a numero di giri costante, è tipico di ciascuna pompa ed è rappresentato da una curva nel piano cartesiano  $(Q,H)$ .

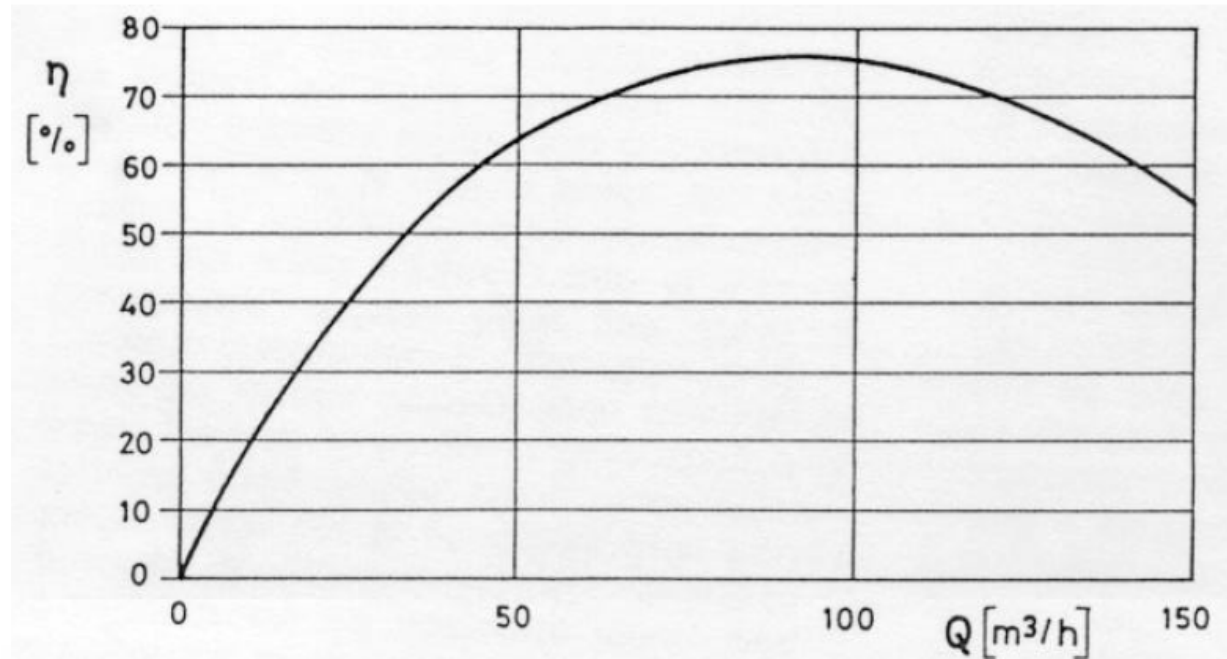
Tale curva prende il nome di **CURVA CARATTERISTICA**.



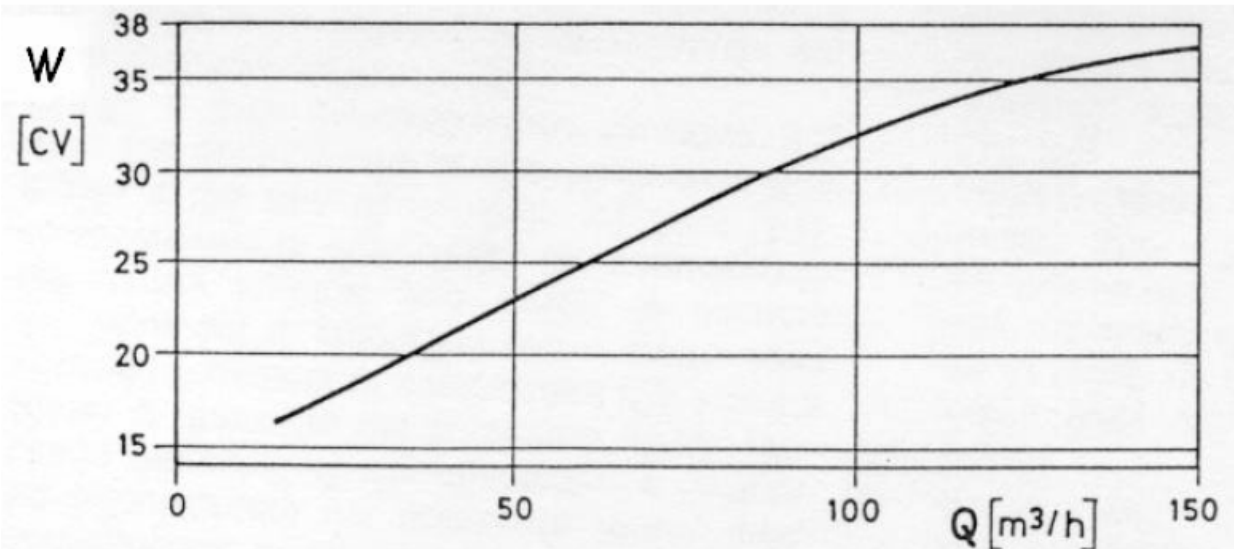
La curva caratteristica rappresenta le caratteristiche idrauliche della pompa centrifuga.

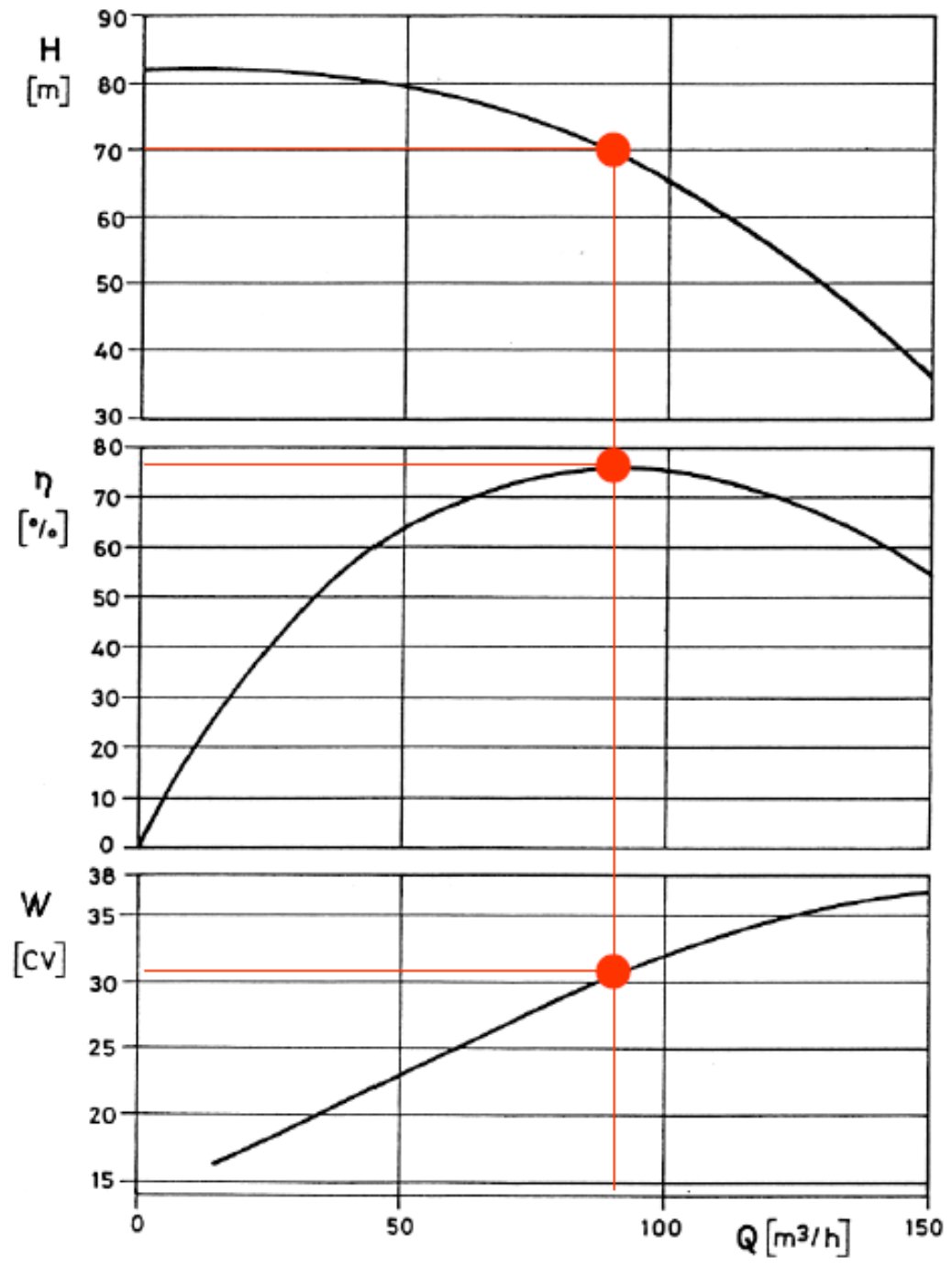
Curve complementari:

**CURVA DI  
RENDIMENTO**



**CURVA DI  
POTENZA  
ASSORBITA**





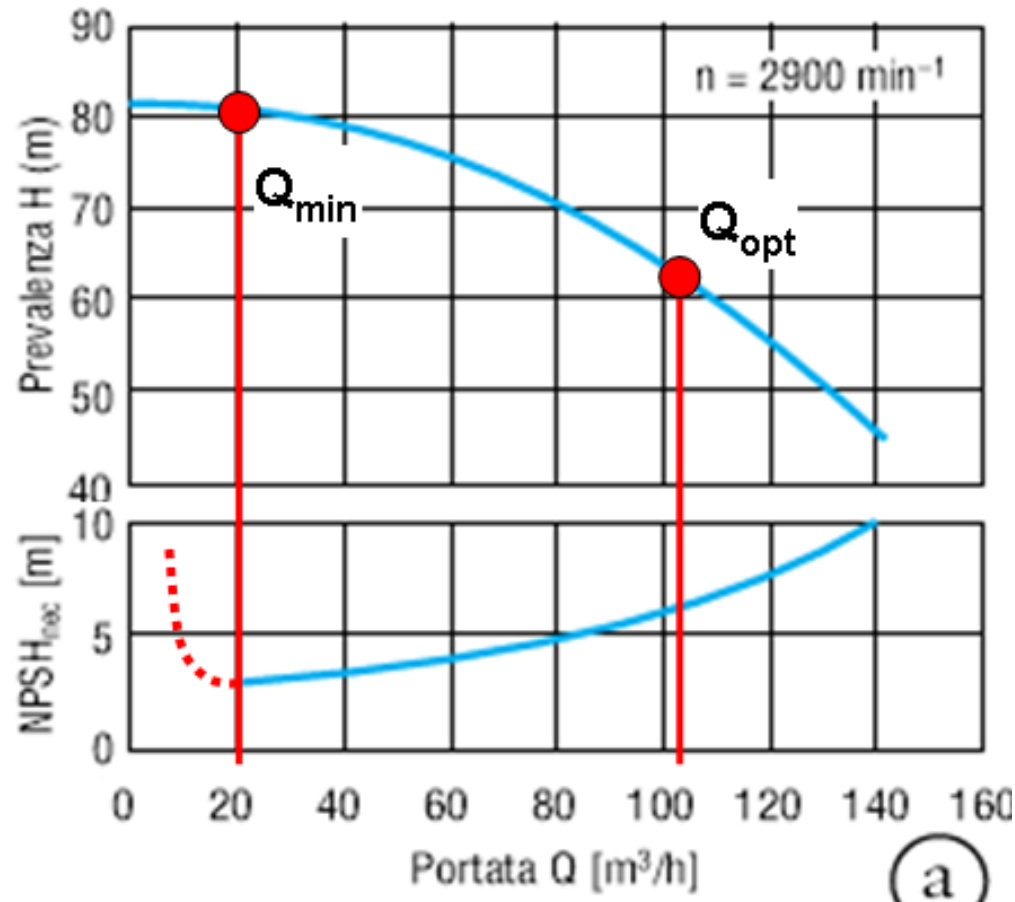
## Perdite di carico nelle pompe centrifughe

Si verificano nella pompa centrifuga nel tratto compreso tra la flangia di aspirazione e l'inizio della palettatura della girante e viene indicata dalle case costruttrici con l'acronimo **NPSH** (**Net Positive Suction Head**, altezza positiva netta sul lato aspirazione).

Le case costruttrici forniscono nei loro cataloghi l'andamento della curva portata-NPSH che rappresenta la variazione dell'NPSH della pompa in funzione della variazione della portata.

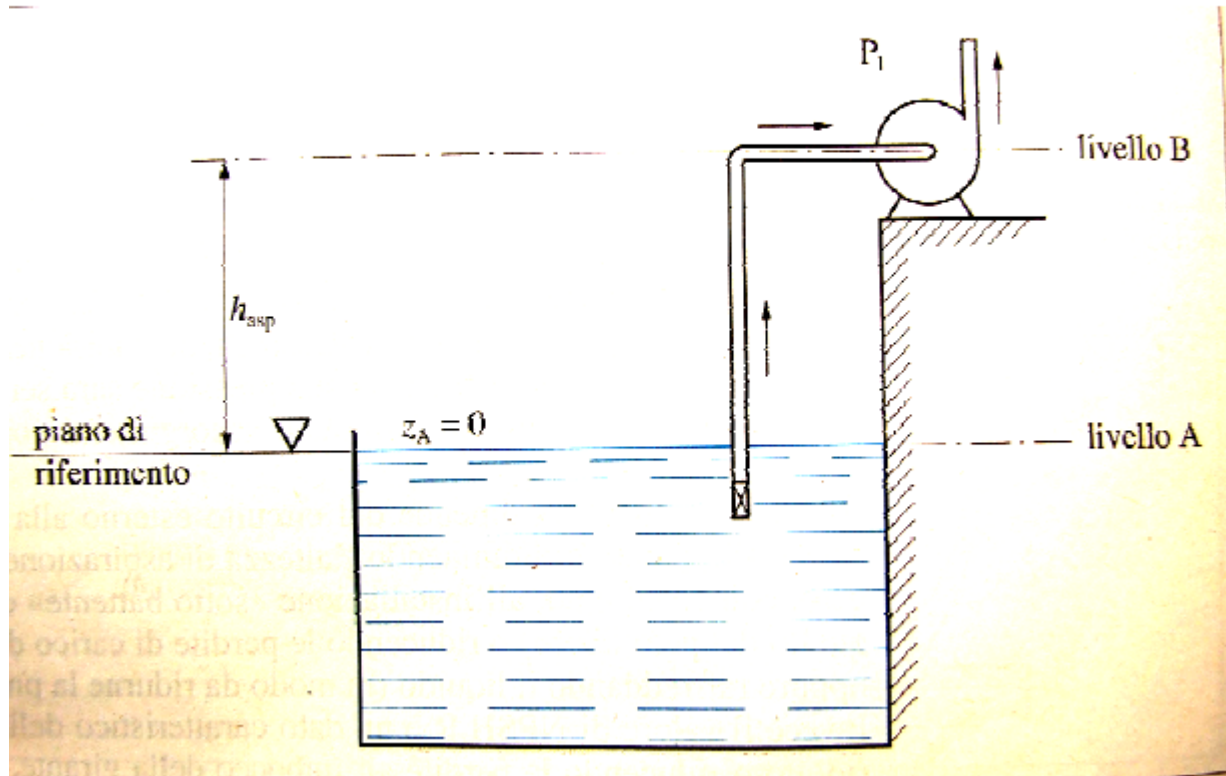
La curva dell'NPSH ha in genere andamento

- gradatamente **crescente** a partire dalla portata minima  $Q_{\min}$  sino alla portata di miglior rendimento  $Q_{\text{opt}}$
- decisamente **crescente** verso l'alto per portate superiori a  $Q_{\text{opt}}$
- al di sotto di  $Q_{\min}$  la curva di NPSH (tratteggiata nella figura) ha andamento molto **ripido** verso l'alto, quasi verticale.



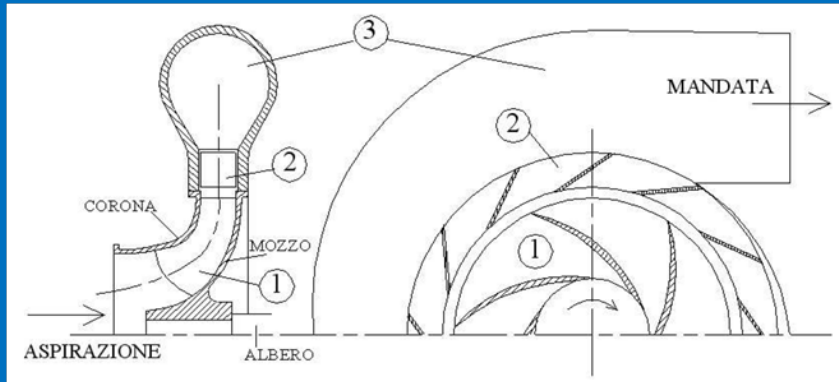


# NPSH – altezza di aspirazione



$$h_{asp} = \frac{P_{atm}}{\rho g} - \frac{P_{sat}}{\rho g} - Y_{AB} - NPSH$$

# RILIEVO DELLE PRESTAZIONI DI UNA POMPA CENTRIFUGA (1/3)

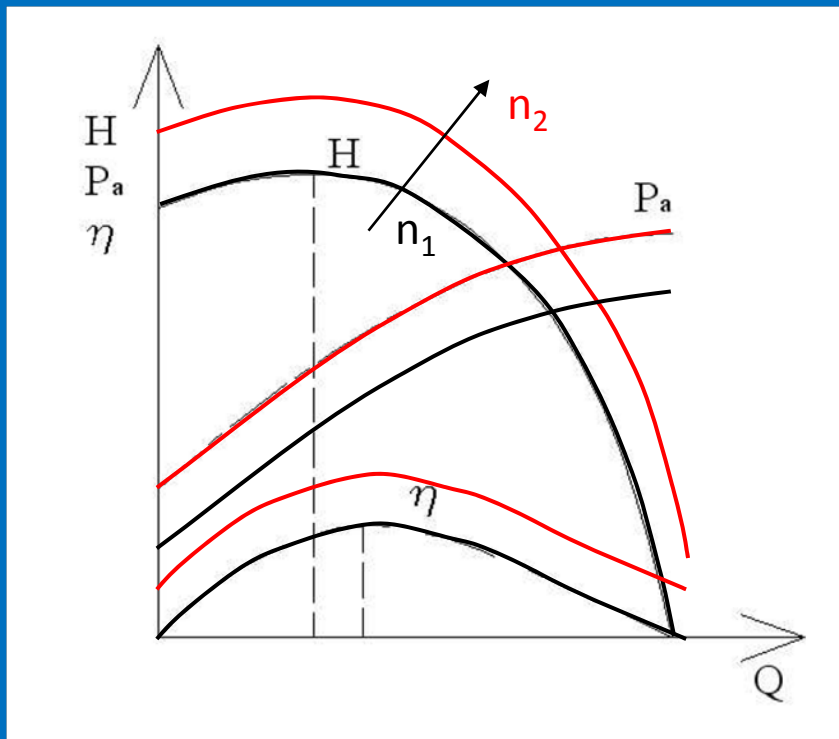


$$K_q = 0.2 - 2 \quad H_m = 15 - 200 \text{ m}$$

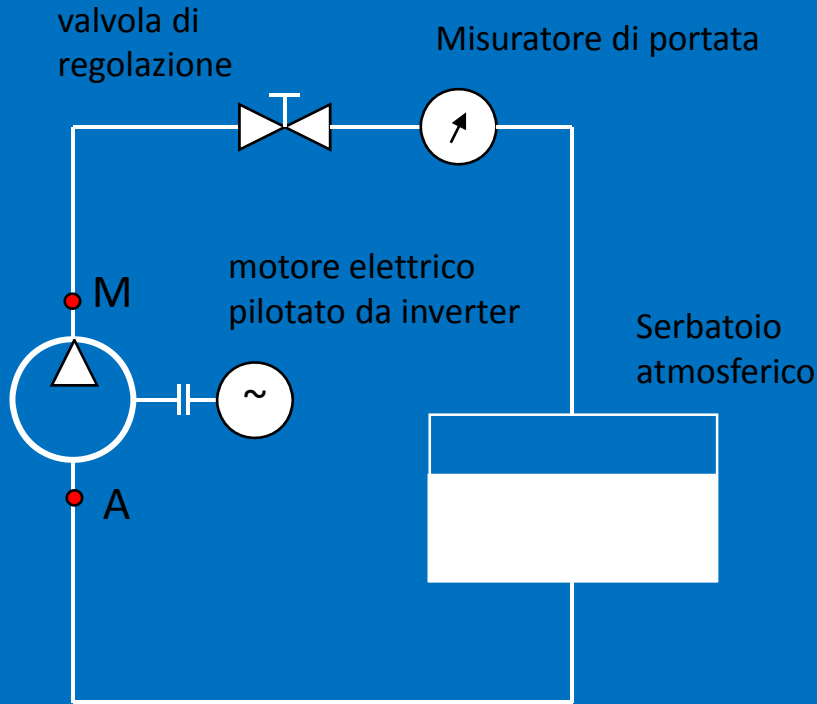
La prevalenza  $H$  è la differenza di carico totale tra la mandata e l'aspirazione della pompa:

$$H = (z_M - z_A) + \frac{p_M - p_A}{\rho g} + \frac{c_M^2 - c_A^2}{2g}$$

$Q$  è la portata volumetrica [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]



## RILIEVO DELLE PRESTAZIONI DI UNA POMPA CENTRIFUGA (2/3)



Condizioni di prova:

$n_1 = 2700$  rpm

$n_2 = 2400$  rpm

$n_3 = 2100$  rpm

Un punto di misura ogni  $5 \text{ m}^3/\text{h}$   
partendo dalle condizioni di valvola chiusa

Dati dell'impianto:

$$D_M = 2'' \ 1/2 \Rightarrow 72.45 \text{ mm}$$

$$D_A = 3'' \Rightarrow 84.85 \text{ mm}$$

$$z_M - z_A = 30 \text{ cm}$$

Strumenti di misura.

- 1) Pressione all'aspirazione:  
trasduttore di pressione assoluto  
estensimetrico.  
FS: 1.6 bar, RIS: 1mbar, ACC:  $\pm 0.2\%$  FS
- 2) Pressione in mandata:  
trasduttore di pressione relativo  
estensimetrico.  
FS: 10bar, RIS: 1mbar, ACC:  $\pm 0.25\%$  FS
- 3) Portata:  
misuratore elettromagnetico  
FS:  $180 \text{ m}^3/\text{h}$ , RIS:  $0.01 \text{ m}^3/\text{h}$ , ACC:  $\pm 0.5$

## RILIEVO DELLE PRESTAZIONI DI UNA POMPA CENTRIFUGA (3/3)

Rappresentazione dei risultati mediante parametri di funzionamento adimensionali

$$\varphi = \frac{Q}{\omega D^3}$$

CIFRA DI FLUSSO

$$\psi = \frac{gH}{\omega^2 D^2}$$

CIFRA DI PRESSIONE

$D=260$  [mm] diametro della girante,  $\omega$  = vel. rotaz. della girante [rad/s]

