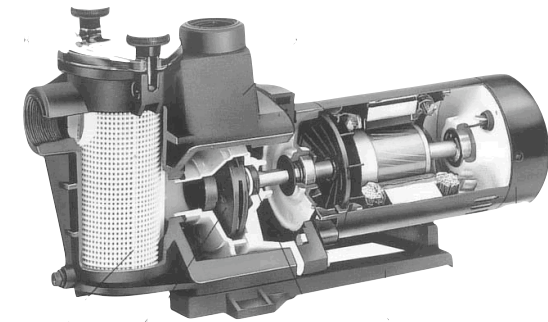


MACCHINE OPERATRICI IDRAULICHE

pompe cinetiche e volumetriche

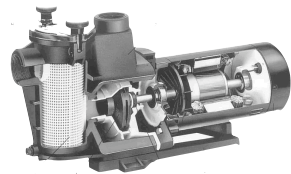
Prof.ssa Silvia Recchia

1



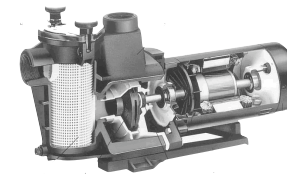
GENERALITÀ, CLASSIFICAZIONE E CONCETTI
FONDAMENTALI

2



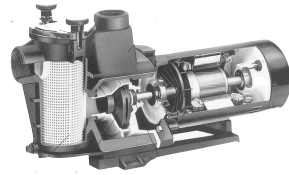
UNA POMPA È UNA MACCHINA IN GRADO DI
CEDERE ENERGIA MECCANICA AD UN ORGANO
OPERATORE PER FORNIRE AD UN LIQUIDO ENERGIA
CINETICA E DI PRESSIONE

3

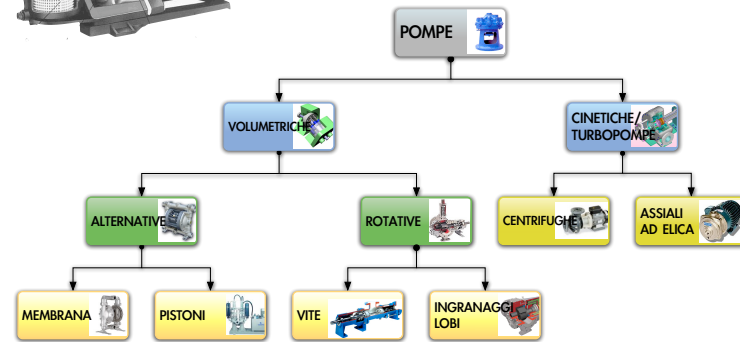


- l'energia cinetica influenza solo il valore della portata
- l'energia di pressione serve per vincere le
 - ★ perdite di carico
 - ★ gradienti di quota e di pressione

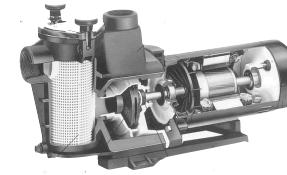
4



CLASSIFICAZIONE DELLE POMPE in base all'organo operatore



5

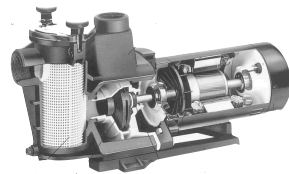


PREVALENZA MANOMETRICA

$$H_m = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + z_2' - z_1'$$

- ★ rappresenta il carico fornito dalla macchina al peso unitario di liquido
- ★ si esprime in m.c.l.
- ★ deve essere uguale o maggiore del carico richiesto da un liquido per muoversi tra due punti ($H_m \geq H_p$)

6



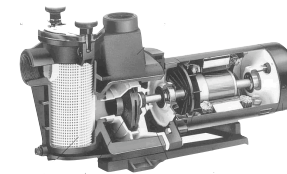
PREVALENZA MANOMETRICA

$$H_m = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + z_2' - z_1'$$

dipende

- ★ dalle proprietà fisiche del liquido (densità e viscosità)
- ★ dalla portata volumetrica (tramite il termine cinetico)
- ★ dal numero di giri e dalle caratteristiche costruttive della pompa

7



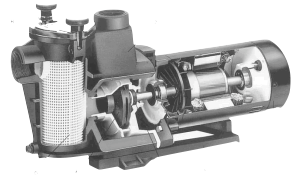
PREVALENZA MANOMETRICA

$$H_m = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + z_2' - z_1'$$

★Precisazioni:

- ★ se il termine cinetico è nullo o trascurabile ($v_2=v_1$, perchè il diametro della tubazione è costante), la pompa serve per vincere
 - ★ il dislivello statico (di pressione e posizione)
 - ★ il dislivello dinamico (Y_{tot} , perdite di carico)

8



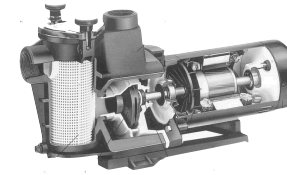
PREVALENZA MANOMETRICA

$$H_m = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + z_2' - z_1'$$

★Precisazioni:

- ★ se il termine cinetico che quello di pressione sono nulli o trascurabili, la pompa serve a vincere:
 - ★ il dislivello geodetico
 - ★ il dislivello dinamico (Y_{tot} , perdite di carico)

9



PREVALENZA MANOMETRICA

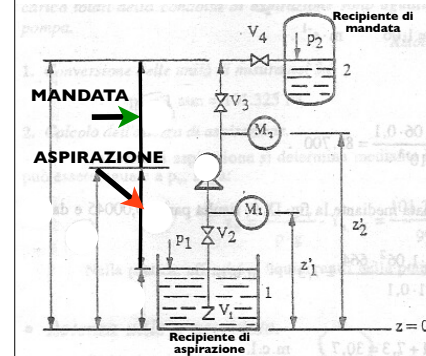
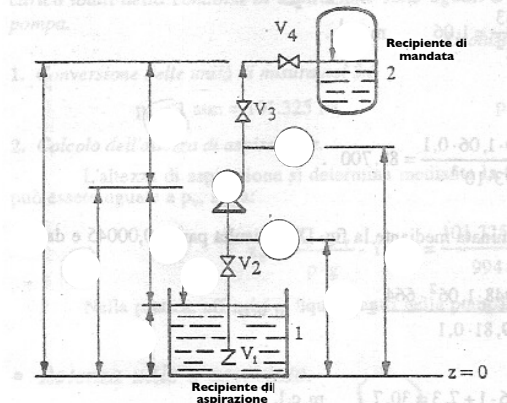
$$H_m = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + z_2' - z_1'$$

★Precisazioni:

- ★ se il termine cinetico che quello statico sono nulli o trascurabili, allora la pompa serve solo a vincere
 - ★ il dislivello dinamico (Y_{tot} , perdite di carico)

10

- tubazione di diametro costante $\Rightarrow v_1 = v_2$ (termine cinetico nullo)
- $p_1, p_2, z_1, z_2, Y_{TOT} \Rightarrow$ consentono di calcolare H_P (carico richiesto dal liquido per il suo movimento)
- le indicazioni di M_1, M_2 e $z_1', z_2' \Rightarrow$ consentono di determinare sperimentalmente H_m (prevalenza manometrica)



ALTEZZA DI ASPIRAZIONE E MANDATA

★ l'**altezza geodetica di aspirazione** è data dalla differenza di quota fra il pelo libero del recipiente di aspirazione e la flangia di imbocco della pompa (nelle rotative) o la sua parte più alta (nelle alternative)

★ z_a non può superare limiti ben precisi

$$z_2 - z_1 = (z_P - z_1) + (z_2 - z_P) = z_a + z_b$$

12

ALTEZZA DI ASPIRAZIONE

$$z_2 - z_1 = (z_p - z_1) + (z_2 - z_p) = z_a + z_b$$

* applicando Bernoulli al tratto di aspirazione e considerato che
 * $p_1 = p_b$ (di solito)
 * $v_1 = v_2$ (termine cin. nullo)
 * si ha:

$$z_a = \frac{p_b - p_a}{\rho \cdot g} - Y_{a,TOT} \quad \text{m.c.l.}$$

$$\frac{p_b}{\rho \cdot g} = \frac{p_a}{\rho \cdot g} + z_a + Y_{a,TOT} \quad \text{m.c.l.}$$

* p_a è la depressione creata dalla pompa al suo imbocco per aspirare il liquido

13

ALTEZZA MASSIMA DI ASPIRAZIONE DELL'ACQUA

$$z_a = \frac{p_b - p_a}{\rho \cdot g} - Y_{a,TOT} \quad \text{m.c.l.}$$

* la depressione massima è il vuoto, cioè $p_a = 0$
 * $p_b = 101325 \text{ Pa}$
 * densità dell'acqua è 1000 kg/m^3

$$z_a = 10,33 - Y_{a,TOT} \quad \text{m.c.A.}$$

* se il liquido fosse ideale il termine Y delle perdite sarebbe nullo, quindi il valore massimo di aspirazione dell'acqua sarebbe $10,33 \text{ m}$
 * nella pratica è di soli $6-8 \text{ m}$

14

ALTEZZA DI ASPIRAZIONE E MANDATA

$$z_2 - z_1 = (z_p - z_1) + (z_2 - z_p) = z_a + z_b$$

* l'**altezza geodetica di mandata** è data dalla differenza di quota fra il pelo libero del recipiente di mandata e la flangia di imbocco della pompa (nelle rotative) o la sua parte più alta (nelle alternative)

15

POTENZA UTILE E ASSORBITA

$$\text{Potenza} = \frac{L}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v = (P \cdot S) \cdot \left(\frac{Q_v}{S}\right) = P \cdot Q_v = \rho \cdot g \cdot H_m \cdot Q_v = H_m \cdot Q_p \quad [W]$$

$$N_u = \rho \cdot g \cdot H_m \cdot Q_v = H_m \cdot Q_p \quad [W]$$

• rappresenta la quantità minima di energia applicata dalla macchina al liquido nell'unità di tempo.
 • in realtà la macchina assorbe dalla macchina motrice una potenza superiore di quella utile (a causa delle dissipazioni di potenza)

$$N_a = N_u / \eta_t \quad [W]$$

rendimento totale

16

RENDIMENTO - PERDITE DI POTENZA

$$N_a = N_u / \eta_t \quad [\text{W}]$$

- PERDITE IDRAULICHE
- PERDITE VOLUMETRICHE
- PERDITE MECCANICHE

17

RENDIMENTO - PERDITE IDRAULICHE

- dovute ad urti e attriti che incontra il liquido all'interno della pompa che generano una perdita di carico Y_p
- per ridurle occorre realizzare gli AFORISMI IDRAULICI:
 - ingresso del liquido nella pompa senza urti
 - uscita del liquido dalla pompa con la minore velocità possibile

$$\eta_i = \frac{H_m}{H_m + Y_p}$$

18

RENDIMENTO - PERDITE VOLUMETRICHE

- dovute a quella parte del liquido che non riesce ad entrare nella tubazione di mandata a causa di una non perfetta tenuta delle valvole o dei giunti che provoca la formazione di gas e bolle d'aria;
- il liquido ritorna nel tubo di aspirazione così la portata effettiva è minore di quella teorica

$$\eta_v = \frac{Q_{v,\text{eff}}}{Q_{v,\text{teor}}}$$

19

RENDIMENTO - PERDITE MECCANICHE

- dovute agli attriti ed alle resistenze meccaniche in genere

$$\eta_m = \frac{N_a - N_p}{N_a}$$

potenza dissipata per le perdite

- il rendimento totale di una pompa si esprime quindi come prodotto dei tre rendimenti e in genere assume valori tra 0,6-0,8

$$\eta_t = \eta_i \cdot \eta_v \cdot \eta_m$$

20