

RILIEVO DELLE CURVE CARATTERISTICHE DI UNA POMPA CENTRIFUGA

Al fine di rendere la spiegazione più esaustiva si inseriscono alcuni valori numerici tratti dai rilevati sperimentali eseguiti in passato.

Dati di Impianto

- a → Sezione di mandata.
- b → Sezione di aspirazione.
- $D_a = 225 \text{ mm}$ → Diametro della condotta di mandata
- $D_b = 150 \text{ mm}$ → Diametro della condotta di aspirazione.
- $m = 4.868 \text{ kg}$ → Peso del cursore della bilancia.
- $L = 635 \text{ mm}$ → Lunghezza del braccio della bilancia.
- $\rho_{Hg} = 13600 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ → Densità del mercurio.
- $\rho_{H_2O} = 994.4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ → Densità dell'acqua.

Dati della Macchina

- 1 → Sezione di mandata.
- 2 → Sezione di aspirazione.
- n → Numero di giri. *Nel caso test selezionato la pompa ruotava ad una velocità costante e pari a 1000 giri al minuto.*
- $D_1 = 286 \text{ mm}$ → Diametro esterno della girante.
- $D_{2e} = 154 \text{ mm}$ → Diametro interno della girante.
- $b_1 = 34 \text{ mm}$ → Larghezza della girante.
- $\beta_1 = 34 \text{ gradi}$ → Angolo di flusso relativo in uscita dalla girante.
- $\alpha_0 = 23 \text{ gradi}$ → Angolo di apertura del distributore.

Caratteristiche del Diaframma

- $k_{diaframma} = 3.8944 \cdot 10^{-7}$
- $\alpha_{diaframma} = 0.677$
- $d_{diaframma} = 135 \text{ mm}$

Dati dei Manometri

- $z_a = 870 \text{ mm} \rightarrow$ Altezza, rispetto al piano di posizionamento della macchina, della presa di pressione alla mandata.
- $z_b = 550 \text{ mm} \rightarrow$ Altezza media, rispetto al piano di posizionamento della macchina, della presa di pressione all'aspirazione.
- $z_{a,menisco impianto} \rightarrow$ Altezza del menisco lato impianto alla mandata. *Nel caso test l'altezza del menisco lato impianto rispetto al terreno era di 1125 mm.*
- $z_{b,menisco impianto} \rightarrow$ Altezza del menisco lato impianto all'aspirazione. *Nel caso test l'altezza del menisco lato impianto rispetto al terreno era di 720 mm.*
- $z_{a,menisco atmosferico} \rightarrow$ Altezza del menisco lato atmosferico alla mandata. *Nel caso test l'altezza del menisco lato atmosferico rispetto al terreno era di 1255 mm.*
- $z_{b,menisco atmosferico} \rightarrow$ Altezza del menisco lato atmosferico all'aspirazione. *Nel caso test l'altezza del menisco lato atmosferico rispetto al terreno era di 520 mm.*
- $z_{a,zero barometrico} \rightarrow$ Altezza media del menisco (sezione di mandata).

$$\begin{aligned} z_{a,m0} &= \frac{z_{a,menisco impianto} + z_{a,menisco atmosferico}}{2} \\ &= \frac{1125 + 1255}{2} \\ &= 1190 \text{ mm} \end{aligned} \tag{1}$$

- $z_{b,zero barometrico} \rightarrow$ Altezza media del menisco (sezione di aspirazione).

$$\begin{aligned}
z_{b,m0} &= \frac{z_{b,menisco\ impianto} + z_{b,menisco\ atmosferico}}{2} \\
&= \frac{720 + 520}{2} \\
&= 620\ mm
\end{aligned} \tag{2}$$

Grandezze rilevate

1. $\Delta z_a \rightarrow$ Differenza tra il menisco atmosferico e quello lato impianto alla mandata. La misura viene espressa in millimetri.
2. $\Delta z_b \rightarrow$ Differenza tra il menisco atmosferico e quello lato impianto all'aspirazione. La misura viene espressa in millimetri. *Si ricorda che tali rilievi vengono considerati con il segno negativo in quanto all'aspirazione Ál presente una depressione.*
3. $\Delta H_D \rightarrow$ Differenza tra i due menischi del manometro connesso alle sezioni del diaframma. La misura viene espressa in millimetri.
4. $l \rightarrow$ Posizione del cursore rispetto al centro della bilancia. La misura viene espressa in millimetri.
5. $M_{Agg} \rightarrow$ Massa aggiuntiva posta all'estremitá del braccio della bilancia. La misura viene espressa in chilogrammi.

Elaborazione delle misure

1. Determinazione della portata volumetrica (Q_V) elaborata dalla macchina

$$\begin{aligned}
Q_V &= k_{diaframma} \cdot \alpha_{diaframma} \cdot d_{diaframma}^2 \cdot \sqrt{\Delta H_D} \\
&= 3.8944 \cdot 10^{-7} \cdot 0.677 \cdot 135^2 \cdot \sqrt{340} \\
&= 0.088601\ m^3 \cdot s^{-1} \\
&= 88.601\ l \cdot s^{-1}
\end{aligned} \tag{3}$$

2. Determinazione della prevalenza (H) della pompa

$$\begin{aligned}
H &= H_a^0 - H_b^0 \\
&= \left(H_a + \frac{V_a^2}{2 \cdot g} + z_a \right) - \left(H_b + \frac{V_b^2}{2 \cdot g} + z_b \right)
\end{aligned} \tag{4}$$

Dove l'altezza statica alla mandata é esprimibile mediante la seguente relazione:

$$\begin{aligned}
H_a &= \left(\frac{\rho_{Hg}}{\rho_{H_2O}} - 0.5 \right) \cdot \Delta z_a + (z_{a,m0} - z_a) \\
&= \frac{\left(\frac{13600}{994.4} - 0.5 \right) \cdot 135 + (1190 - 870)}{1000} \\
&= 2.1 \text{ m}_{H_2O}
\end{aligned} \tag{5}$$

La velocità del fluido é:

$$V_a = \frac{Q_V}{\frac{\pi \cdot D_a^2}{4}} \tag{6}$$

Da cui si deduce che l'altezza totale alla mandata é pari a

$$\begin{aligned}
H_a^0 &= \left(H_a + \frac{V_a^2}{2 \cdot g} + z_a \right) \\
&= 2.1 + 0.25 + 870 \cdot 10^{-3} \\
&= 3.22 \text{ m}_{H_2O}
\end{aligned} \tag{7}$$

Analogamente all'aspirazione si avrà:

$$\begin{aligned}
H_b &= \left(\frac{\rho_{Hg}}{\rho_{H_2O}} - 0.5 \right) \cdot \Delta z_b + (z_{b,m0} - z_b) \\
&= \frac{\left(\frac{13600}{994.4} - 0.5 \right) \cdot (-200) + (620 - 550)}{1000} \\
&= -2.57 \text{ m}_{H_2O}
\end{aligned} \tag{8}$$

$$V_b = \frac{Q_V}{\frac{\pi \cdot D_b^2}{4}} \tag{9}$$

$$\begin{aligned}
H_b^0 &= \left(H_b + \frac{V_b^2}{2 \cdot g} + z_b \right) \\
&= -2.57 + 1.28 + 550 \cdot 10^{-3} \\
&= -0.74 \text{ } m_{H_2O}
\end{aligned} \tag{10}$$

In conclusione la prevalenza (H) della macchina é pari a:

$$\begin{aligned}
H^0 &= H_a^0 - H_b^0 \\
&= \left(H_a + \frac{V_a^2}{2 \cdot g} + z_a \right) - \left(H_b + \frac{V_b^2}{2 \cdot g} + z_b \right) \\
&= 3.22 - (-0.74) \\
&= 3.96 \text{ } m_{H_2O}
\end{aligned} \tag{11}$$

3. Determinazione del momento (M)

$$\begin{aligned}
M &= g (l \cdot m + M_{Agg} \cdot L) \\
&= 9.81 \left(\frac{275}{1000} \cdot 4.868 + 9.2 \cdot \frac{635}{1000} \right) \\
&= 70.85 \text{ } N \cdot m
\end{aligned} \tag{12}$$

4. Determinazione della potenza (P)

$$\begin{aligned}
P &= M \cdot \omega \\
&= M \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\
&= 70.85 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 1000}{60} \\
&= 7430 \text{ } W
\end{aligned} \tag{13}$$

5. Determinazione del numero di flusso (ϕ)

$$\begin{aligned}
\phi &= \frac{c_{m1}}{u_1} \\
&= \frac{\frac{Q_V}{\pi \cdot D_1 \cdot b_1}}{\frac{\omega \cdot D_1}{2}} \\
&= 0.194
\end{aligned} \tag{14}$$

6. Determinazione del numero di pressione (ψ)

$$\begin{aligned}
\psi &= \frac{c_{u1}}{u_1} \\
&= \frac{g \cdot H^0}{u_1^2} \\
&= \frac{9.81 \cdot 3.96}{14.87^2} \\
&= 0.173
\end{aligned} \tag{15}$$

7. Determinazione del rendimento della macchina (η)

$$\begin{aligned}
\eta &= \frac{\rho \cdot Q_V \cdot g \cdot H^0}{P} \cdot 100 \\
&= 46.24 \%
\end{aligned} \tag{16}$$

A questo punto si ripete il procedimento per tutti i punti rilevati e si arriva a costruire la curva caratteristica della macchina come riportato in Figura 1 e Figura 2.

NOTA BENE: all'esame il candidato dovrà presentarsi con una breve relazione in cui si riportano e commentano

- I dati di impianto e della macchina come in queste brevi note;
- I valori rilevati durante la prova e relativi al proprio gruppo;
- Le equazioni impiegate durante l'elaborazione dei valori sperimentali;
- I grafici dimensionali ed adimensionali (si vedano i facsimile riportati in Figura 1 e Figura 2).

- Avendo a disposizione tutte le prove si verifichi la teoria della similitudine creando un grafico con tutte le curve adimensionali (si veda il facsimile riportato in Figura 3).

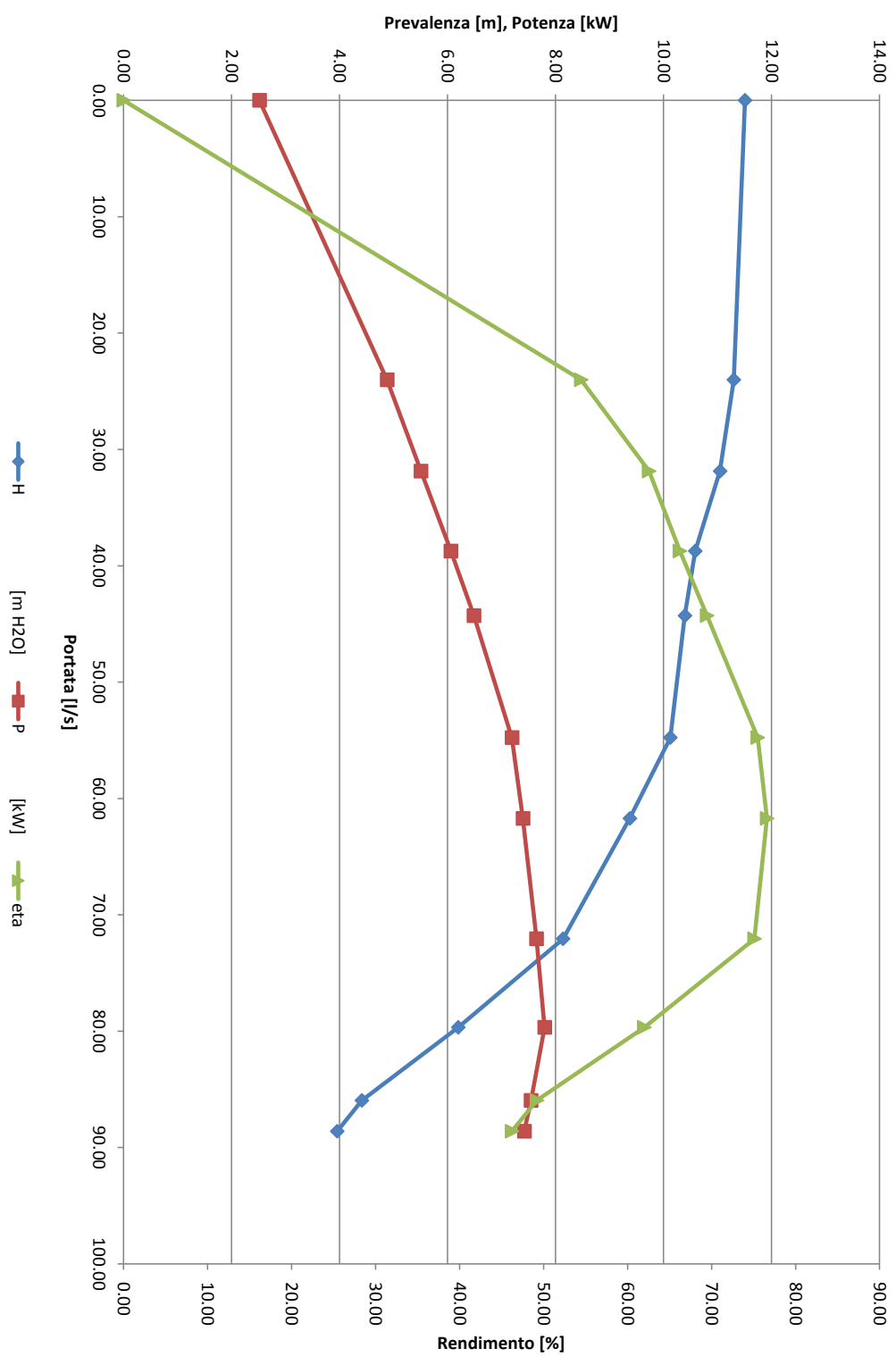


Figure 1

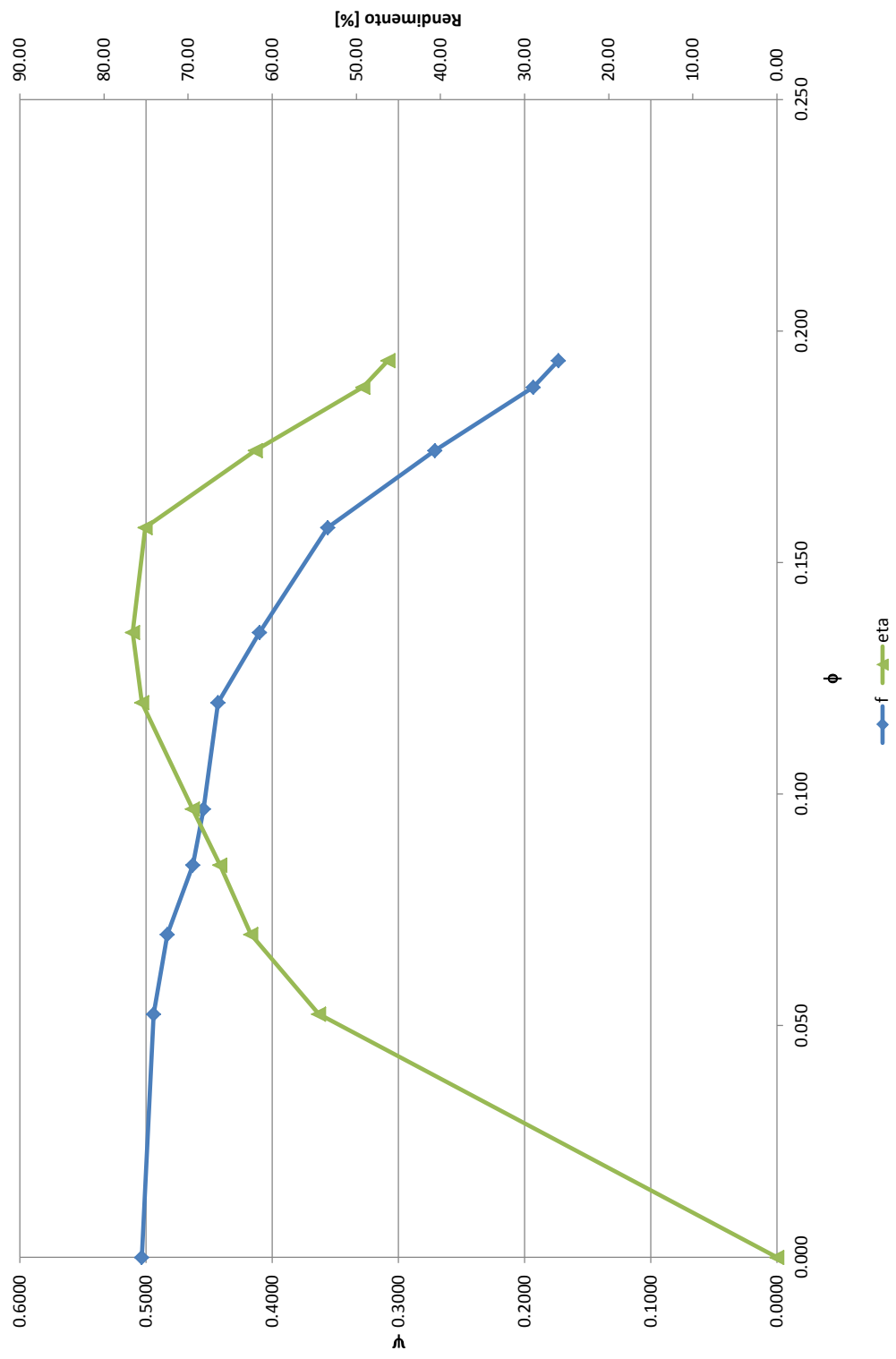


Figure 2

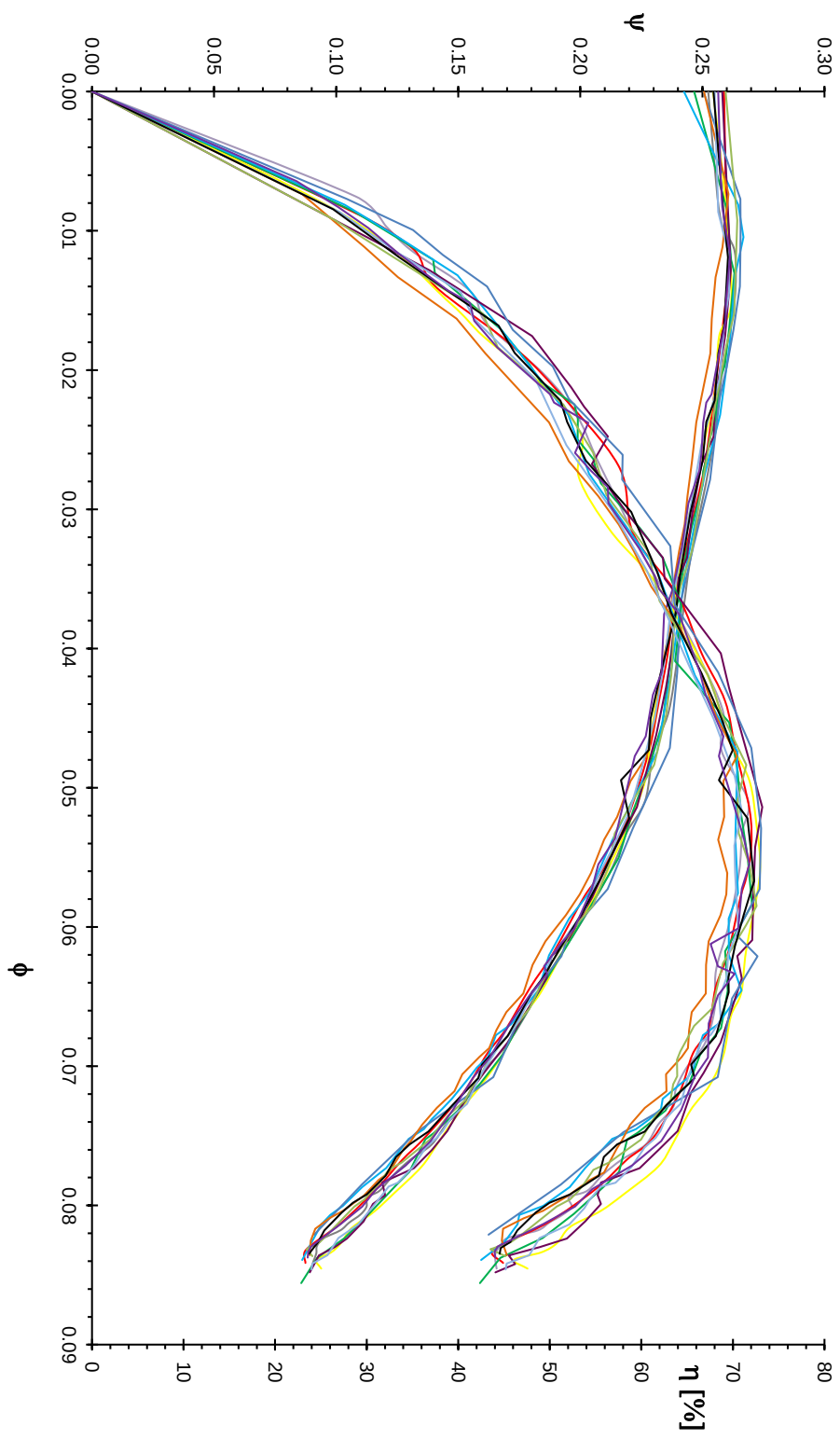


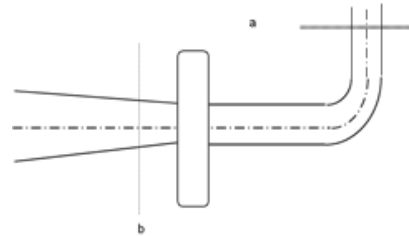
Figure 3

Corso di Macchine con Laboratorio (Prof. Benato)

“Rilievo delle curve caratteristiche di una pompa centrifuga”

Gruppo n°:

Data:



Nomenclatura

D → diametro

B → larghezza della girante

z → altezza dal suolo

m → massa del cursore

l → lunghezza del braccio del cursore

L → lunghezza del braccio delle masse aggiuntive

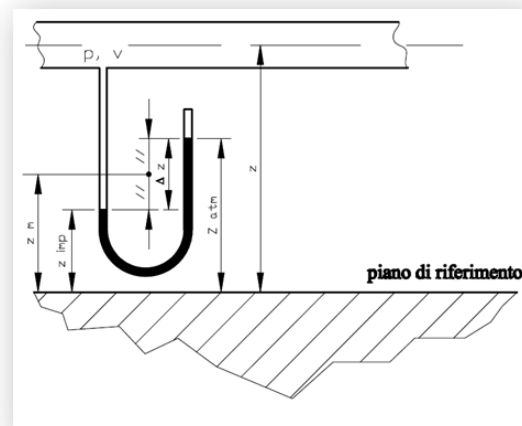
ρ → densità

a → sezione di misura alta energia

1 → sezione di alta pressione

2 → sezione di bassa pressione

b → sezione di misura bassa energia



$$\frac{p}{g \rho_{H_2O}} = \frac{p_{atm}}{g \rho_{H_2O}} + \Delta z \left(\frac{\rho_{Hg}}{\rho_{H_2O}} - 0.5 \right) + (z_m - z)$$

Dati Impianto

D_a → 225 mm → Mandata

D_b → 150 mm → Aspirazione

z_a → 870 mm → Mandata

z_b → 550 mm → Aspirazione

m → 4.868 kg

L → 635 mm

ρ_{H_2O} → 998 kg/m³

ρ_{Hg} → 13600 kg/m³

Dati Macchina

D₁ → 286 mm → Mandata

D_{2e} → 154 mm → Aspirazione

b₁ → 34 mm → Mandata

β_1 → 34 gradi → Mandata

n → giri/minuto

$\alpha_{Distributore}$ → 20 gradi

Dati Manometri

Z_a menisco impianto →

mm

Z_a menisco atm. →

mm

Z_a zero barometrico →

mm

Z_b menisco impianto →

mm

Z_b menisco atm. →

mm

Z_b zero barometrico →

mm

Dati Diaframma

k → 3.8944 10⁻⁷

α → 0.677

d → 135 mm

$$Q \left[\frac{m^3}{s} \right] = k \alpha d^2_{[mm]} \sqrt{\Delta H_{D[mm]}}$$

Misure Sperimentali

[illegible]