

## Capitolo 22

La pressione viene misurata tramite:

- **barometri:** adatti per misure della pressione atmosferica;
- **manometri metallici:** adatti per misure di pressioni medie e alte; sono di due tipi:
  - **manometro a molla** (o manometro Bourbon) in cui il fluido sotto pressione altera il raggio di curvatura di un tubo di sezione lenticolare piegato ad arco di cerchio;
  - **manometro a membrana:** la lancetta è mossa dalle deformazioni elastiche di una lamina metallica ondulata, su una faccia della quale agisce la pressione del fluido;
- **manometri a colonna liquida:** adatti per le misure di basse pressioni (o di piccole differenze di pressione fra due recipienti o due sezioni di una condotta, perciò detti **manometri differenziali**) e sono formati da un tubo piezometrico riempito di un liquido (non miscibile con il liquido in esame) che, in condizioni normali, si dispone allo stesso livello nei due rami del tubo; inserendo un estremo al recipiente in cui è contenuto il fluido in pressione, il liquido avrà un dislivello  $h$  che all'equilibrio sarà:

$$p + \rho \cdot g \cdot h_1 = \rho' \cdot g \cdot h \quad (22.1)$$

dove  $\rho$  e  $h_1$  rappresentano rispettivamente la densità e l'altezza del fluido in pressione mentre  $\rho'$  e  $h$  la densità e l'altezza del liquido manometrico. Nel caso di utilizzo come manometro differenziale si inseriscono ambedue gli estremi del piezometro nei due recipienti e la condizione di equilibrio è pertanto l'equilibrio sarà:

$$p_1 - p_2 = h \cdot (\rho' - \rho) \quad (22.2)$$

- **vacuometri:** adatti per la misura di pressioni inferiori a quella atmosferica (depressione), di uso frequente negli impianti a vapore;
- **trasduttori di pressione:** strumenti elettronici adatti per la misura di pressioni da pochi mbar a migliaia di bar.

La velocità dei liquidi viene misurata tramite:

- **tubo di Pitot:** adatto sia per corsi d'acqua che per condotte in un punto qualsiasi della sezione. Esso è formato da un tubo di vetro, aperto ai due estremi e piegato a forma di «L», che viene immerso nella corrente:
  - nel caso di corsi d'acqua a pelo libero, il liquido, per effetto della velocità di cui è dotato, risale nel tratto verticale del tubo fino a una altezza  $h$  proporzionale all'energia cinetica da esso posseduta e uguale perciò a:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

- nel caso di un liquido scorrente in una condotta, esso è soggetto a una certa pressione  $p$  e quindi possiede anche un'energia potenziale e, per una corretta misura della velocità, si ricorre a:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_1 - h_2)}$$

dove  $h_2$  è l'altezza piezometrica  $p / (\rho \cdot g)$ .

Il tubo di Pitot è impiegato anche per la misura della velocità di aeriformi (ad es. per la misura della velocità di aerei o di vetture in F1);

- **mulinello di Woltmann:** formato da un'elica montata su un'asse che porta all'estremo opposto un piccolo timone direzionale, necessario affinché l'apparecchio si disponga naturalmente secondo la direzione dei filetti fluidi. Misurando i giri al minuto  $n$  compiuti dall'albero rotante, la velocità del fluido può essere dedotta da una formula empirica del tipo:

$$v = a \cdot n + b \quad (22.5)$$

dove  $a$  e  $b$  sono due costanti dello strumento;

- **galleggianti:** per misurare approssimative della velocità di un corso d'acqua calcolando il tempo che questi impiegano a percorrere – trascinati dalla corrente – un percorso stabilito:  $v = s / t$ . Con un **galleggiante zavorrato** si può calcolare il valore della velocità a una certa profondità  $h$ .

La portata di un liquido scorrente viene misurata tramite:

- **misurazioni dirette:** si utilizzano **contatori** a vite o a turbina o un **flussometro** inserito in un tratto di tubazione verticale;
- **misurazioni indirette:** si ricorre al calcolo analitico mediante la formula generale  $q_V = A \cdot v$  o tramite il **metodo della pesata** in cui si pesa la massa  $m$  (inviando il liquido erogato in un recipiente tarato) in un certo intervallo di tempo  $t$  ( $q_m = m / t$ ) e quindi  $q_V = q_m / \rho$ .

Per misure di portate medie e alte di liquidi scorrenti entro condotte si utilizzano apparecchi su un **restringimento di sezione** che causa una variazione della pressione da cui si risale, mediante l'equazione di Bernoulli, alla portata volumetrica  $q_V$ ; si utilizza:

- il **venturimetro:** costituito da un tronchetto di tubo di forma conica convergente - divergente innestato nella condotta:

$$q_V = K_0 \cdot \sqrt{\Delta h} \quad (22.14)$$

con  $K_0$  costante del venturimetro e  $h$  dislivello del liquido manometrico;

- il **diaframma:** costituito da un disco metallico forato

al centro e inserito nella tubazione:

$$q_V = K \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h} \quad (22.16)$$

con  $d$  diametro della sezione ridotta e  $K$  ricavabile da opportune tabelle; si utilizza per misure di piccole portate;

- il **boccaglio**: è un venturimetro a cui è stata tolta la parte divergente; ne esistono di due tipi, boccagli *a grande raggio* e boccagli ISA 1932.

Questi strumenti, aggiungendo un coefficiente di comprimibilità, sono idonei a misurare la portata anche di aeriformi.