

**NOZIONI DI POTABILIZZAZIONE****PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE:****ORGANI IDRAULICI****MODULO 9**

## 1. ORGANI IDRAULICI – TUBAZIONI – VALVOLE – MISURATORI

In un impianto di trattamento acque le verifiche devono essere estese anche a tutte le parti di collegamento e regolazione. Perdite d'acqua o di reagenti a causa di rottura delle tubazioni possono risultare deleteri per il normale regime di funzionamento. Stesso discorso deve essere fatto per gli organi idraulici di intercettazione siano essi manuali che attuati. I misuratori presenti, le cui tipologie sono rappresentate in questo modulo, oltre ad essere essenziali per acquisire le grandezze di processo, spesso guidano i sistemi di regolazione dei dosaggi, è quindi evidente che un'errata misura o una disfunzione, può richiedere interventi finalizzati alla verifica della misura ed alla reimpostazione dei regolatori.

### 1.1 TUBAZIONI

Definizione di Pressione nominale PN:

$$pN = pE + p0$$

**pE** = pressione di esercizio, max valore della pressione in asse alla tubazione per il più gravoso funzionamento idraulico, compresi quindi i fenomeni transitori.

**p0** = pressione equivalente cioè pressione assiale che conferisce al materiale tensioni di trazione massima eguali a quelle determinate in base ad azioni non connesse con l'esercizio idraulico del sistema; tali sono quelle dovute al rinterro di copertura, ai sovraccarichi esterni statici e dinamici, alle variazioni termiche e alle azioni sismiche (per tracciati in zone sismiche). Il valore di pressione equivalente può anche essere trascurabile rispetto alla pressione d'esercizio.

Definizione di Diametro nominale DN:

è una definizione convenzionale della dimensione della tubazione; essa non coincide in genere né con il diametro interno né con il diametro esterno. In generale ogni ditta produttrice segue una propria convenzione ed occorre quindi verificare attentamente i calcoli idraulici sulla base del valore del diametro interno delle tubazioni.

Materiali per tubazioni:

- Materiale cementizio (conglomerato cementizio (precompresso e non), fibro-cemento (anche amianto-cemento)).
- Materiale metallico (acciaio, ghisa, rame, alluminio etc.).
- Materiale plastico (PVC, polietilene (PEAD, PEBD), vetroresina (PRFV)).

### 1.2 CONDOTTE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Ottenute con conglomerato cementizio armato mediante processo di centrifugazione.

Per alti carichi d'esercizio possono essere anche precomprese.

Diametri commerciali da 600 mm fino a 2500 mm e oltre (grandi diametri).

Pressioni d'esercizio basse < 2-3 atm.

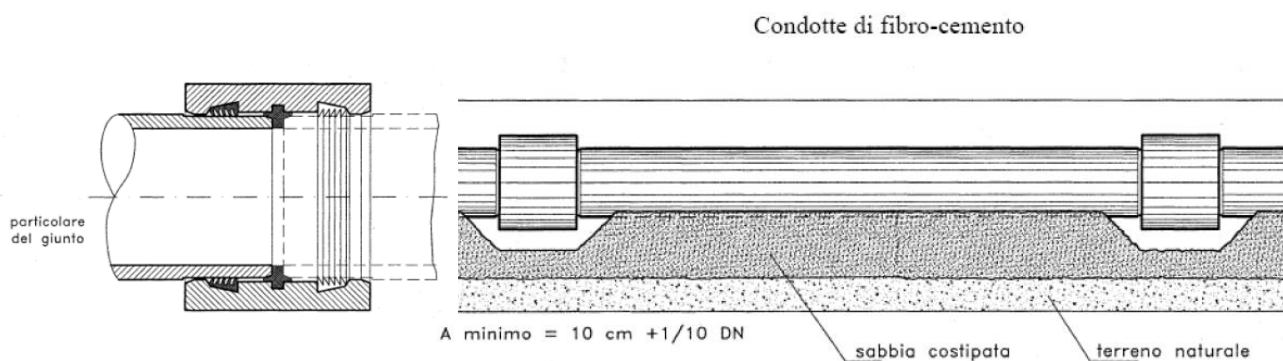
Giunti: maschio e femmina oppure a bicchiere.

Impiego su grandi adduzioni  $L > 100\text{Km}$ .

Punto debole: il colpo d'ariete; devono perciò essere ben studiate le possibili manovre da effettuare per evitare rotture soprattutto in corrispondenza dei giunti.

### 1.3 TUBAZIONI DI FIBROCEMENTO

Sono costruite a partire da un impasto di cemento e fibre; in passato si usavano fibre di amianto. In conseguenza della normativa per la cessazione dell'uso dell'amianto si utilizzano fibre di materie plastiche ma sussistono ancora perplessità sulle prestazioni, perlomeno per le condotte in pressione.



Esistono ancora reti costituite per grandi parti in cemento amianto e sono molto usate ancora all'estero. Pressioni d'esercizio da 3 a 17,5 atm.

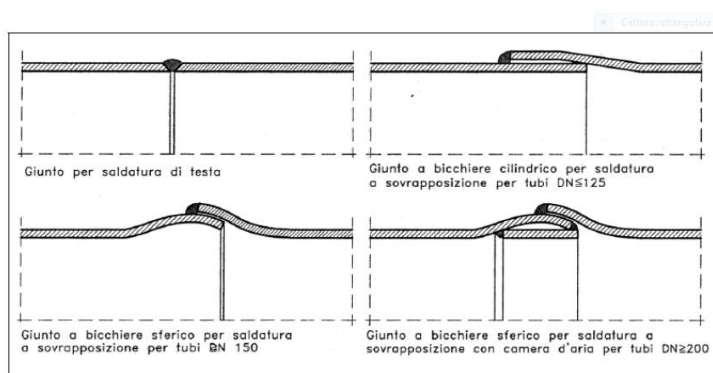
Per i collegamenti si utilizzano i pezzi speciali in ghisa perché il procedimento di fabbricazione non consente la produzione di forme particolari.

Diametri nominali da 500 a 1000 mm; su richiesta fino a 2000 mm.

Giunti a manicotto, esso stesso in fibro-cemento con guarnizioni di tenuta.

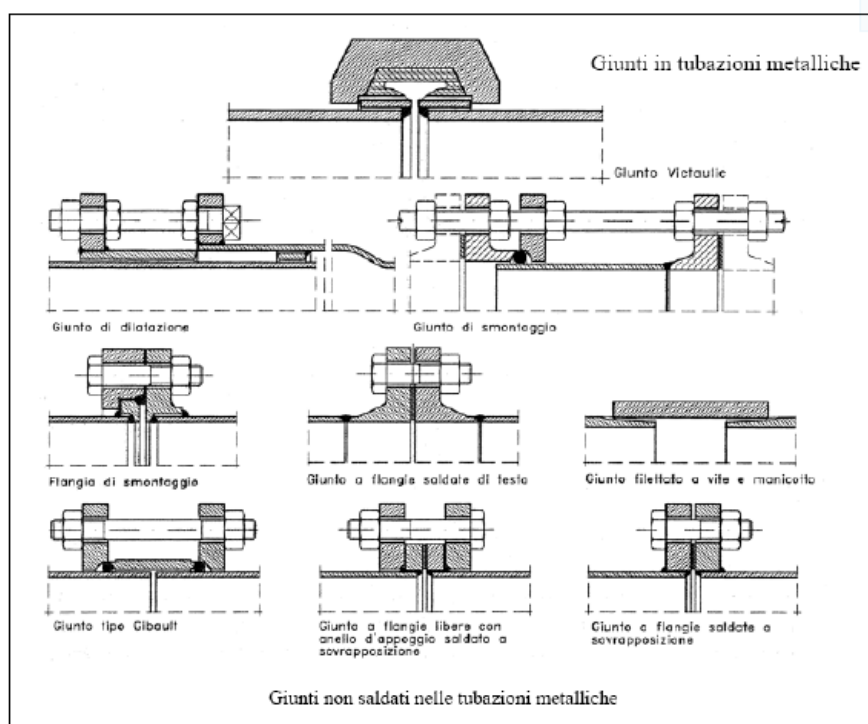
Posa in opera su letto di sabbia o su sella di calcestruzzo.

### 1.4 TUBAZIONI IN ACCIAIO



Sono ritenute le migliori, in particolare per gli usi ad alta pressione. Punto debole la necessità di efficaci protezioni contro la corrosione. Questa viene attuata con rivestimenti della tubazione oppure, nei casi più gravi, con protezione catodica. Dato che spesso le pressioni d'esercizio e le velocità di flusso sono elevate, è bene

predisporre blocchi di ancoraggio nelle curve. E' inoltre necessario prevedere giunti di dilatazione negli attraversamenti.



Tubi senza saldatura (Mannesmann–trafilati) o con saldatura longitudinale o elicoidale.

Hanno un rivestimento interno di bitume (2-4 mm) o resine epossidiche (0.5-1 mm). Esternamente il rivestimento è bituminoso o in polietilene.

Per ogni diametro commerciale le tubazioni sono realizzate con lamiere di differente spessore. Lo spessore di

utilizzo più frequente è detto spessore della serie normale, quella con spessore minimo è detta serie leggera. La pressione di prova in officina per la serie normale e leggera è rispettivamente di 5 MPa (49,3 atm) e 4 MPa (39,5 atm) cui corrispondono pressioni di esercizio di 3.3 MPa (32,5 atm) e 2.6 Mpa (25,7 atm).

Sono possibili diversi tipi di giunto: a bicchiere, a flangia e saldato; questo ultimo è di norma preferito anche perché garantisce la continuità elettrica nel caso di protezione catodica.

### 1.5 TUBAZIONI DI GHISA

Sono normalmente preferite le tubazioni di ghisa sferoidale piuttosto che di ghisa grigia.

Diametri di produzione compresi tra 40 e 2000 mm. Pressioni di esercizio variabile tra 30 e 40 atm. Tronchi di lunghezza variabile con ampia scelta in funzione del diametro. Giunti per lo più a bicchiere con anelli in gomma per la tenuta; comuni anche i giunti a flangia. I tubi, dopo la centrifugazione, sono ricotti, zincati esternamente e rivestiti internamente con malta; infine sono rivestiti all'esterno con vernici bituminose. I pezzi speciali (i più vari) sono trattati a bagno con le vernici bituminose. Posa su letto di sabbia e ricoprimento con sabbia o terra vagliata fino a 20 cm sopra la generatrice superiore.

### 1.6 TUBAZIONI DI PVC (POLICLORURO DI VINILE) RIGIDO

Molto leggeri ( $\rho = 1.42 \text{ Kg/dm}^3$ ) e inattaccabili sia dai liquidi trasportati (sempre che  $T < 40^\circ\text{C}$ ) che dal terreno attraversato.

Diametri di produzione compresi tra 20 e 630 mm.

Lunghezza dei tubi di 3, 6 o 12 m

Pressioni nominali PN da 4 o 16

Giunti scorrevoli a bicchiere o a manicotto di PVC con guarnizioni elastomeriche. Se non si temono le dilatazioni si possono usare giunti a bicchiere o a manicotto non scorrevole con tenuta mediante incollaggio. Sono anche disponibili giunti a flangia.

Disponibile un ampio assortimento di pezzi speciali comprese raccorderie, valvole di ogni genere, filtri, etc. Per la scelta delle apparecchiature idrauliche sono disponibili tipologie di guarnizione ed accessori di diverse caratteristiche di resistenza a seconda del fluido con il quale vengono a contatto.

In caso d'impiego per realizzazione condotte, vanno posate su letto di sabbia e ricoprimento con sabbia o terra sciolta vagliata fino a 30 cm sopra la generatrice superiore. Se il riempimento è limitato, oppure i carichi sono notevoli, può essere opportuno l'uso di lastre di conglomerato cementizio da disporre sopra il ricoprimento in sabbia.

Il loro impiego più diffuso negli impianti di potabilizzazione è per la realizzazione delle linee di trasporto reattivi grazie alle caratteristiche di inattaccabilità e di basso coefficiente di scabrezza (molto lisce). L'unico inconveniente è la scarsa resistenza agli agenti atmosferici.

### **1.7 TUBAZIONI DI POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ –PEAD**

Esistono tubazioni in polietilene ad alta densità (PEAD,  $\rho = 0.945 \div 0.965$  Kg/dm<sup>3</sup>) o a bassa densità (PEBD  $\rho = 0.920 \div 0.930$  Kg/dm<sup>3</sup>). Sono normalmente preferite le PEAD per il convogliamento di acqua con  $T < 40^\circ\text{C}$ . Anche questo tipo di tubazioni manifestano elevata resistenza a prodotti aggressivi. Pressioni nominali PN da 2,5 a 25 Diametri (esterni) tra 110 e 1200 mm con spessori compresi tra 3.5 e 37.2 mm. I tubi con diametro fino a 110 mm sono normalmente forniti in rotoli. I pezzi speciali sono disponibili in normale produzione o, eventuali pezzi particolari possono essere realizzati facilmente grazie alla facilità di saldatura dei tubi tra loro. Le tubazioni sono preferibilmente collegate tra loro o con i pezzi speciali o mediante saldatura di testa; è anche possibile il collegamento con collare saldato e flangia, con flangie saldate, con manicotti metallici filettati, con giunti metallici a dente di sega e guarnizioni. La lunghezza, data la facilità di saldatura, può essere considerata illimitata; è possibile, ad esempio, nel caso di un attraversamento di un tratto di mare, produrre a terra il tubo della lunghezza necessaria senza soluzione di continuità. La posa in opera avviene con le modalità esposte per il PVC.

### **1.8 TUBAZIONI DI POLIETILENE A BASSA DENSITÀ-PEBD**

Il PEBD è caratterizzato da un basso modulo elastico che consente di realizzare tubi di maggiore elasticità e flessibilità. E' preferito al PEAD nella realizzazione di reti di distribuzione a minore diametro per la migliore adattabilità alla conformazione del terreno.

I diametri disponibili variano da 16 mm a 110 mm nelle classi PN da 4 a 6. Differentemente dal PEAD, le tubazioni di PEBD non sono saldabili e hanno maggiori costi di produzione.

## 1.9 CONDOTTE DI VETRORESINA

Sono più correttamente definite come tubi di resina poliestere rinforzata con fibre di vetro. Esse sono realizzate con diversi sistemi che comportano tre strati di materiale: - uno strato interno ricco di resina termoindurente resistente all'attacco delle sostanze convogliate; - uno strato meccanico resistente costituito da strati successivi di filamenti di vetro molto ravvicinati ed impregnati di resina; - uno strato protettivo esterno ricco di resina che contiene inibitori contro l'azione disgregatrice del tempo. Vantaggi: leggerezza del materiale che consente di realizzare tronchi di lunghezza notevole, inattaccabilità da parte dei terreni attraversati e quindi dalla corrosione, possibilità di trasportare fluidi fino alla temperatura di 100°C. Cinque classi di resistenza PN da 2,5 a 16 atm. I pezzi speciali sono disponibili in discreto assortimento.

Diametri disponibili da 25 mm a 1000 mm e oltre. Lunghezza dei tronchi variabile a seconda del diametro: per  $D < 50$  mm  $L = 3.5$  m;  $L = 6$  m per  $D = 250$  mm;  $L = 10$  m per  $D = 800$  mm;  $L = 12$  m per  $D = 900$  mm. Giunti a bicchiere o con flangia. La posa in opera avviene con le modalità esposte per il PVC.

## 2 ORGANI DI INTERCETTAZIONE

### 2.1 VALVOLE A SARACINESCA



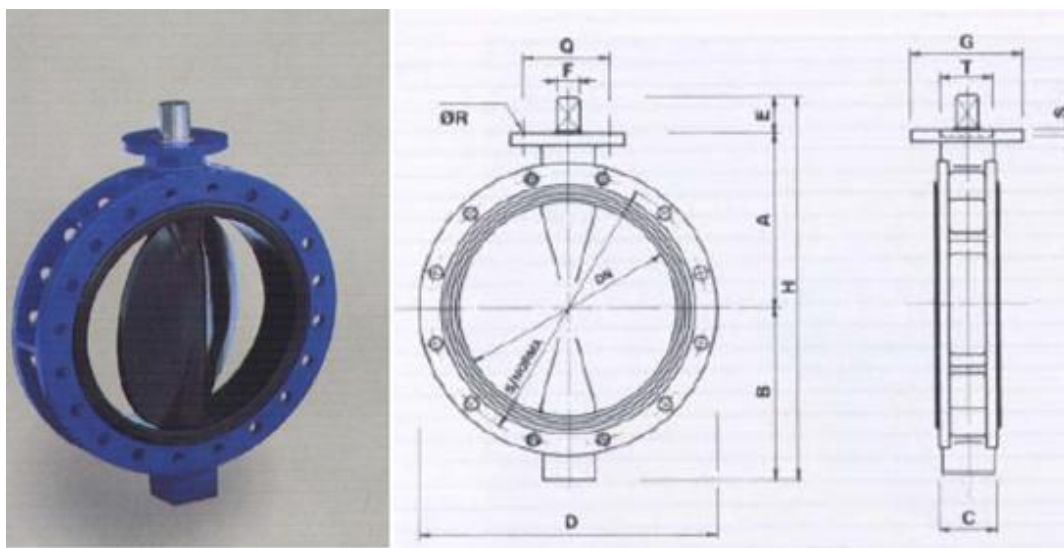
Le valvole a saracinesca sono apparecchiature idrauliche utilizzate spesso negli acquedotti.

Le valvole a saracinesca ricoprono varie funzioni e vengono usate come organi di intercettazione, con funzioni convoglianti fluidi e acqua, anche se risultano poco adatte alla regolazione del flusso.

Le valvole a saracinesca possono essere a corpo ovale, a corpo cilindrico e a corpo piatto, e sono costituite da un corpo metallico ove sono posti i meccanismi otturatori, in modo che il loro movimento possa costituire la fonte dell'otturazione parziale o totale del flusso. Sono adatte per flussi bidirezionali.

### 2.2 VALVOLE A FARFALLA

La valvola a farfalla è ritenuta oggi un organo d'intercettazione tra i più affidabili, è, infatti, in grado di intercettare e regolare qualsiasi tipo di fluido in tutte le condizioni d'esercizio e nei diametri che vanno dai più piccoli fino ai più grandi con notevoli performance e con vantaggi economici molto apprezzabili.



La valvola a farfalla presenta pregi quali:

- La perfetta tenuta. - Il minimo ingombro e peso. - Minime perdite di carico. - Facilità di manutenzione e facilità di manovra. - Possibilità d'installazione in qualsiasi posizione.
- Azionamento manuale con riduttore o motorizzato con attuatore.

La valvola è fondamentalmente costituita da:

**CORPO:** Metallico e composto da lega diversa in relazione alle condizioni d'esercizio richieste. Non è in contatto con il fluido di circolazione.

**FARFALLA E ALBERO:** Formano un complesso con movimento solidale e sono costruiti con materiali idonei al fluido in circolazione:

ghisa rivestita o trattata, acciaio inox, leghe speciali ecc.

**ANELLO:** Isola l'interno del corpo ed assicura l'ermeticità interiore ed esteriore della valvola.

L'elastomero è selezionato in conformità alle condizioni imposte dal fluido che l'attraversa (temperatura, pressione, aggressività).

**INSTALLAZIONE:** Il montaggio su tubazioni si realizza entro flangie piane normalizzate, senza la precisione dei giunti, poiché il proprio anello assicura la chiusura stagna, sia interiormente sia esteriormente.

#### GAMMA DEI MATERIALI MAGGIORMENTE UTILIZZATI

**CORPO:** - Ghisa grigia, Ghisa sferoidale, Acciaio fuso, Alluminio fuso, Acciaio inox, Bronzo fuso.

**FARFALLA:** Ghisa sferoidale, Alluminio fuso, Acciaio fuso,- Fusione bronzo / alluminio, Acciaio inox fuso.

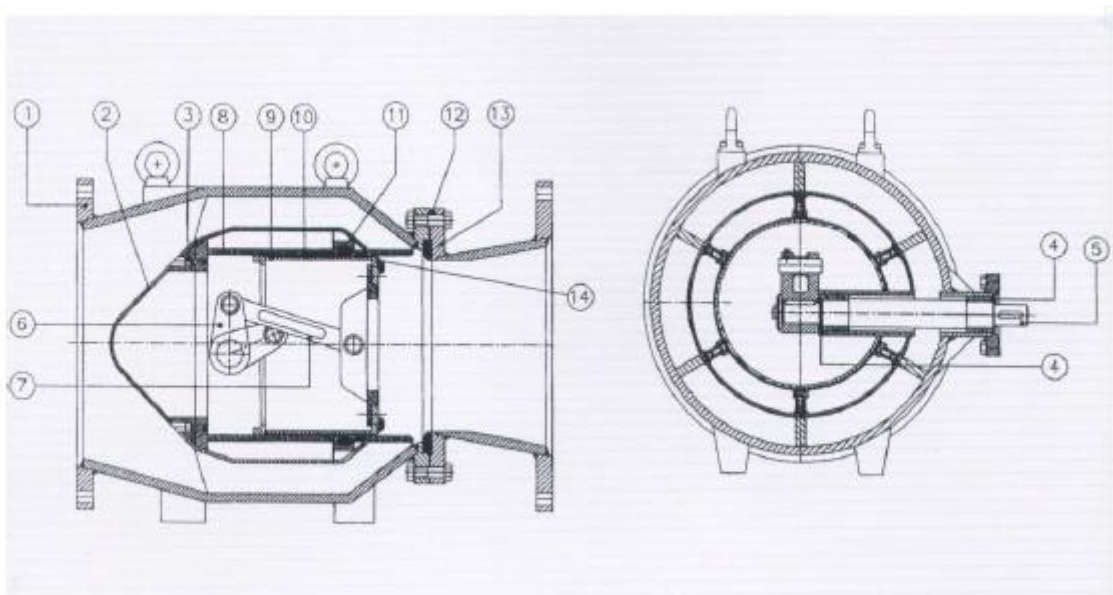
**ALBERO:** - Acciaio inox

**ANELLI ELASTOMERI:** - Etilpropilene, Polisoprene, Nitrile, Neoprene, Butile, Silicone, Silicone alimentare, Hypalon, Viton.

## 2.3 VALVOLE A FUSO

Le valvole di regolazione a fuso sono principalmente concepite per regolare la portata dell'acqua in una condotta. Tale regolazione avviene mediante lo spostamento assiale di un otturatore cilindrico azionato da un meccanismo albero-biella-manovella. L'otturatore chiude seguendo il senso del flusso e si muove in una camera a pressione compensata ed opportunamente profilata. Queste caratteristiche conferiscono alla valvola un funzionamento dolce, stabile ed esente da vibrazioni in ogni condizione d'esercizio.

La portata d'acqua è incanalata in un passaggio a forma di corona circolare che decresce progressivamente dalla sezione d'ingresso verso la sede di tenuta.



La regolazione avviene con perdite di carico molto basse per le aperture superiori al 50% e, viceversa, con dissipazioni di carico elevate con aperture inferiori al 40%.

### CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE:

Le valvole a fuso sono caratterizzate da un basso sforzo di manovra dovuto alla loro forma costruttiva che garantisce un perfetto equilibrio tra le camere a monte e a valle dell'otturatore.

### CONFIGURAZIONI POSSIBILI:

- Valvole a fuso con riduttore manuale;
- Valvole a fuso con attuatore elettrico.

### USI TIPICI DELLA VALVOLA A FUSO:

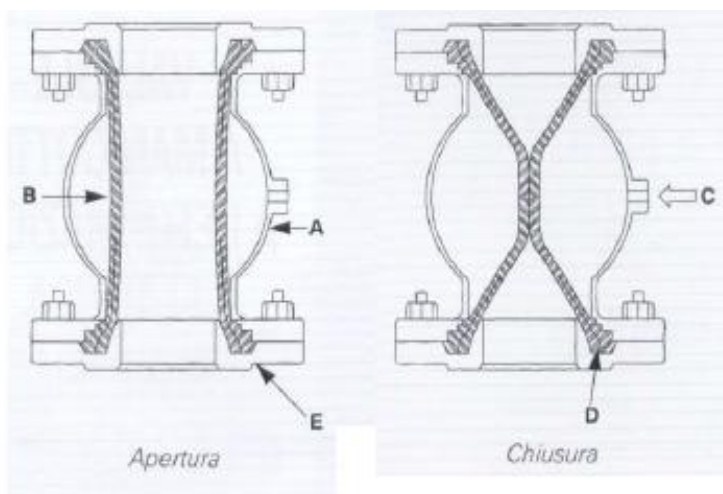
- Intercettazione e regolazione della portata;
- Riduzione della pressione;
- Sostegno pressione;
- Controllo della portata;
- Scarichi di condotte in pressione;
- Controllo livello.



## 2.4 VALVOLE A MANICOTTO

La valvola automatica a deformazione elastica è costituita da un corpo valvola (A), da un manicotto cilindrico telato in gomma naturale o sintetica (B) e da due controflangie. La chiusura della valvola è ottenuta applicando tra il corpo (A) ed il manicotto (B) una pressione creata per mezzo di un fluido, che è di solito aria compressa ma che può essere anche acqua sotto pressione. Sotto l'azione del fluido (C), il manicotto si schiaccia in una direzione preferenziale, ottenuta mediante un adeguato orientamento delle tratte delle tele (D), consentendo così la chiusura totale.

Vantaggi: - Passaggio integrale: Nessuna perdita di carico anomala, Nessun rischio d'ostruzione.



- Chiusura totale anche in presenza di particelle solide, di gas, di polveri e di liquidi carichi. - Longevità dei manicotti: Manicotti rinforzati per mezzo di tele incorporate. - Nessun rischio di perdita nell'ambiente esterno grazie alla mancanza di premistoppa. - Protezione dell'installazione: Colpi d'ariete evitati alla chiusura ed all'apertura.

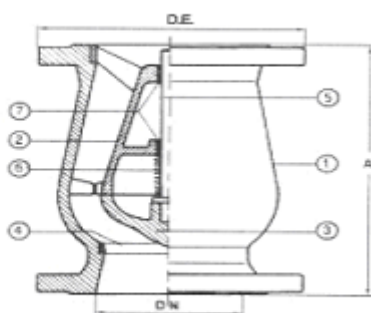
## 3 VALVOLE DI NON RITORNO

E' opportuno fare alcuni cenni su altri tipi di valvole impiegate per scopi diversi dai sezionamenti o da regolazioni di flussi.

Le valvole di non ritorno in idraulica vengono generalmente montate sulle tubazioni di mandata delle pompe di sollevamento per permettere che il flusso avvenga in una sola direzione e impedire dunque il reflusso. Sono inoltre necessarie per impedire lo svuotamento dell'impianto in caso d'arresto della pompa. Ne esistono di diverso tipo in funzione dell'applicazione cui sono destinate.

### 3.1 VALVOLA DI NON RITORNO AD OGIVA

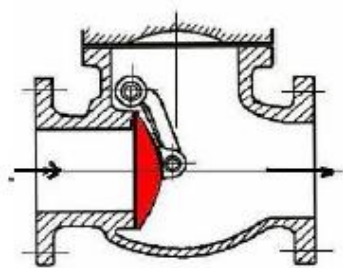
1. corpo
2. ogiva
3. otturatore
4. seggio corpo
5. stelo
6. molla
7. boccole



#### CARATTERISTICHE PRINCIPALI:

- chiusura rapida senza colpo d'ariete;
- profilo idrodinamico con basse perdite di carico;
- installazione in posizione orizzontale, verticale ed obliqua.

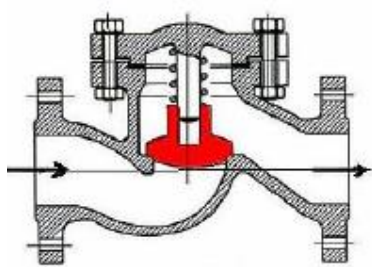
### 2.6 VALVOLA DI NON RITORNO A CLAPET



Sono le valvole di non ritorno di uso più comune.

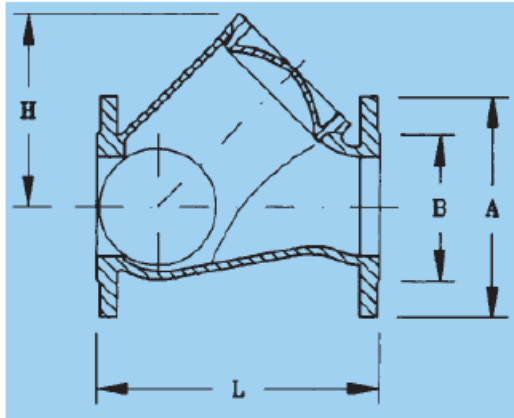
Questa valvola è composta da un piattello vincolato da una leva. Il piattello si apre sotto l'azione della pressione prodotta dalla mandata della pompa nella direzione del flusso. Quando la pressione è insufficiente la valvola rimane chiusa, mentre con una pressione positiva sufficiente, il piattello si solleva ed il fluido è libero di passare ed oltrepassarlo.

### 2.7 VALVOLA DI NON RITORNO A MOLLA.



Questa valvola è formata da un disco vincolato da una guida e che viene premuto da una molla contro la base della valvola, questa condizione si verifica quando non c'è una sufficiente pressione per aprire la valvola o vi è una pressione negativa e la valvola rimane chiusa, mentre con una pressione positiva sufficiente, la valvola si apre e il fluido è libero di passare ai lati del disco e oltrepassarlo.

**2.8 VALVOLA DI NON RITORNO A PALLA**

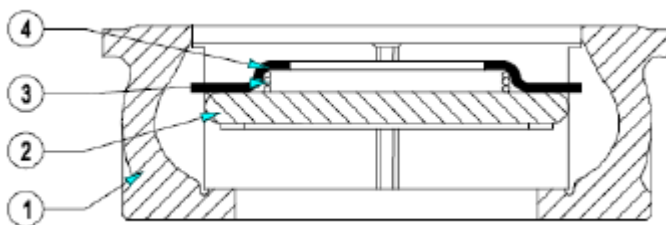


Questo tipo di valvola di ritegno garantisce un funzionamento perfetto in ogni condizione, sia in verticale, sia in orizzontale, in ogni posizione intermedia e persino rovesciata.

La particolare progettazione della guida della sfera e del condotto garantisce un passaggio completamente aperto e privo di strozzature o asperità che potrebbero fermare eventuali materiali solidi. In posizione aperta, infatti, la palla si posiziona nella sua sede e resta in una zona non

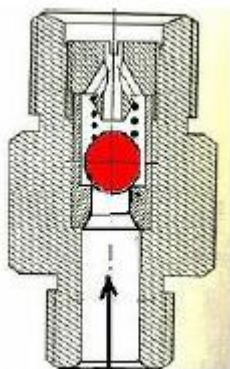
interessata dal flusso. Grazie al passaggio libero che si crea le perdite di carico sono molto basse. La palla della valvola, costruita in acciaio ricoperto da uno spesso strato di gomma vulcanizzata, ha una bassa inerzia. La pressione di apertura della valvola di ritegno è quindi circa la metà di una valvola a clapet e la posizione di apertura del condotto si mantiene senza l'impiego di molle o altri mezzi meccanici. L'estrema semplicità concettuale della valvola rende esente da manutenzione.

**2.9 VALVOLA DI NON RITORNO A DISCO**



L'otturatore a piattello o disco (rif. n°2) viene aperto dalla pressione del fluido, la forza della molla intercetta il flusso non appena tale pressione viene a cadere. Questo tipo di valvola è particolarmente indicato in casi di scartamenti disponibili molto ridotti e con acque pulite.

**2.10 VALVOLA DI NON RITORNO A SFERA**



Sono valvole di non ritorno anche le valvole a sfera impiegate in aspirazione e mandata nelle pompe dosatrici. Il loro corretto funzionamento (tenuta corretta) è indispensabile per garantire il dosaggio desiderato. Queste valvole, generalmente in PVC sono adatte per l'impiego con reagenti acidi. Questi tipi di valvola possono manifestare le seguenti condizioni di malfunzionamento: Trafilamento, quest'evenienza si può presentare in caso d'usura dell'organo d'intercettazione (sfera, clapet, ecc.) o della sede del suo alloggiamento, oppure a causa di sporcizia che s'interpone tra l'organo di intercettazione e la sede, lasciando una luce di passaggio. Bloccaggio, quest'evenienza si

di intercettazione e la sede, lasciando una luce di passaggio. Bloccaggio, quest'evenienza si

può presentare in caso di mal scorrimento dell'organo d'intercettazione sulla sua guida. Generalmente quest'inconveniente è da imputarsi ad usura.

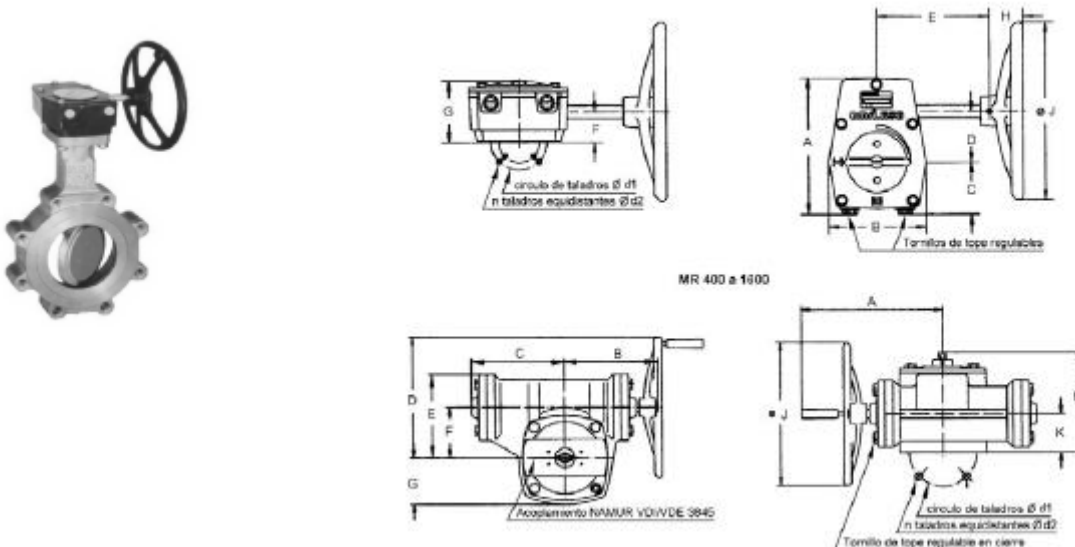
**4 ATTUATORI DI COMANDO PER APPARECCHIATURE IDRAULICHE**

Definizione: gli attuatori sono dei dispositivi che trasformano un segnale in un movimento, generando uno spostamento, che consente la variazione della grandezza fisica desiderata. Nell'idraulica sono impiegate le seguenti tipologie di attuatori in funzione delle esigenze d'esercizio (frequenza delle manovre da effettuare, esigenza di regolazioni o di sezionamenti): Manuali, Pneumatici, Elettrici.

A loro volta suddivisi in funzione del tipo di movimento prodotto in due tipologie principali: Attuatori on/off al cui stato corrisponde una particolare posizione. Di solito, la precisione sul posizionamento si ottiene andando "in battuta" su un fine corsa meccanico .. Attuatori di regolazione che sono in grado di trasmettere al dispositivo attuato un movimento continuo e graduale tra i due stati estremi

**4.1 ATTUATORI MANUALI**

Questo tipo di attuatore viene normalmente impiegato per apparecchiature la cui manovra è richiesta raramente. In questi casi, infatti, è assolutamente inopportuno impiegare sistemi d'altro genere perché ben più costosi e perché più soggetti ad anomalie di funzionamento derivanti da lunghe inattività. I sistemi alternativi inoltre richiedono maggiori costi sia per le manutenzioni ordinarie sia per quelle straordinarie.



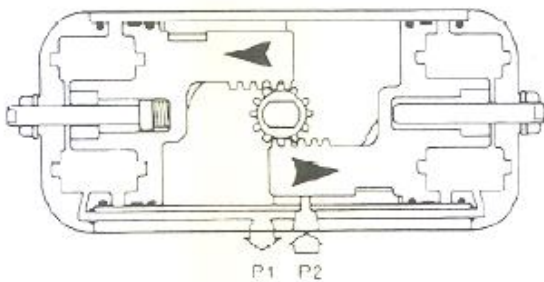
L'utilizzo di questi attuatori è anche preferito per la manovra di apparecchiature installate in luoghi dove difficilmente possono essere disponibili corrente o aria di servizio per pilotare attuatori di altro tipo. Particolare attenzione deve essere prestata nel corso dell'installazione per la regolazione dei fine corsa in modo da garantire il funzionamento dell'apparecchiatura

evitando la possibilità di danneggiamento dello stesso attuatore. Il grande vantaggio di questo tipo di attuatori è che non necessitano di manutenzione.

**4.2 ATTUATORI PNEUMATICI**

In casi di apparecchiature soggette a manovre frequenti e che richiedono sincronizzazione con altri sistemi (per esempio valvole di filtri, scarichi dei fanghi, etc.) devono essere garantiti funzionamenti efficaci ed affidabili e indubbiamente non affidati ad operatore. In questi casi possono essere effettuate differenti scelte d’installazione (a comando elettrico o pneumatico). Generalmente sono costituiti da un piatto con membrana di gomma che riceve da una parte la pressione di comando. La forza generata da tale pressione è contrastata da una molla sottostante che dà il rapporto di proporzionalità tra la stessa pressione e la corsa della membrana. Gli attuatori di tipo pneumatico sono disponibili nella versione a semplice ed a doppio effetto e sono in genere forniti con lubrificazione sufficiente per l’intera vita. Ciò tendenzialmente fa preferire la sua scelta diffusa per la manovra on/off delle apparecchiature.

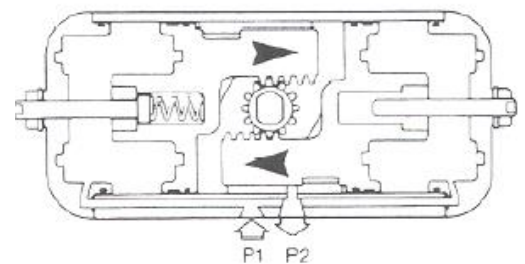
**Attuatori a doppio effetto:**



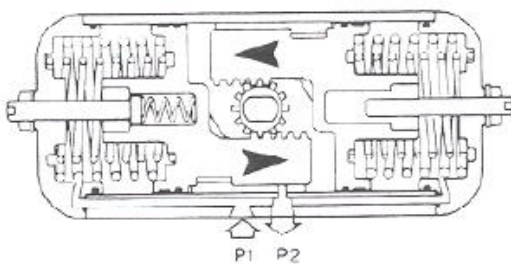
Dando aria alla camera interna attraverso la via P2 i pistoni si allontanano dal pignone, provocando la rotazione antioraria dello stesso; attraverso la via P1 l’aria presente nelle due camere esterne viene scaricata.

Dando aria alle camere esterne attraverso la via P1

i pistoni si avvicinano al pignone, provocando la rotazione oraria dello stesso; attraverso la via P2 l’aria presente nella camera interna viene scaricata.



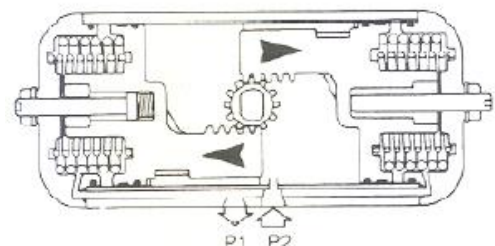
**Attuatori a semplice effetto:**



Dando aria alla camera interna attraverso la via P2 i pistoni si allontanano dal pignone, provocando la rotazione antioraria dello stesso e la compressione delle molle; attraverso la via P1 l’aria presente nelle due camere esterne viene scaricata.

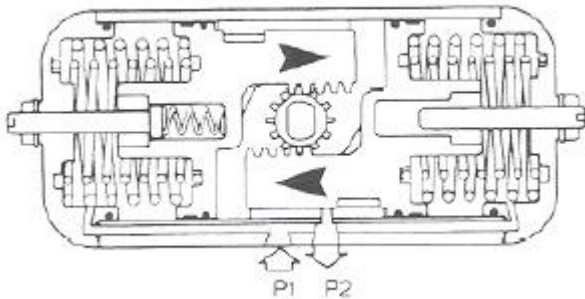
Scaricando l’aria

dalla camera interna attraverso la via P2 i pistoni, sotto la spinta delle molle, si avvicinano, provocando la rotazione oraria del pignone; attraverso la via P1 viene



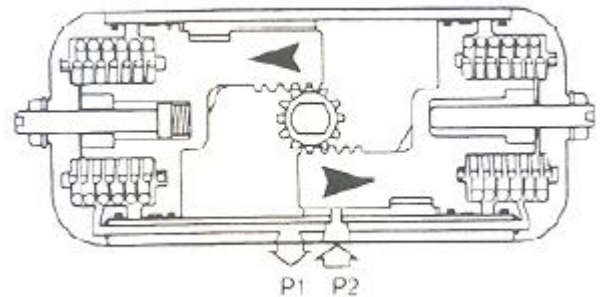
assorbita aria dall'ambiente per compensare la depressione che si crea nelle due camere esterne.

**Attuatori a semplice effetto con rotazione inversa:**



Dando aria alla camera interna attraverso la via P2 i pistoni si allontanano dal pignone, provocando la rotazione antioraria dello stesso e la compressione delle molle; attraverso la via P1 l'aria presente nelle due camere esterne viene scaricata.

Scaricando l'aria dalla camera interna attraverso la via P2 i pistoni, sotto la spinta delle molle, si avvicinano, provocando la rotazione oraria del pignone; attraverso la via P1 viene assorbita aria dall'ambiente per compensare la depressione che si crea nelle due camere esterne.



Il senso di rotazione standard negli attuatori con molle è quello in cui si ha la rotazione in senso orario del pistone; affinché l'azione delle molle generi la rotazione in senso antiorario possono essere ruotati di 180° i due pistoni sul loro asse. Di seguito si riportano i vantaggi e gli svantaggi relativi a questo tipo di apparecchiature.

**Vantaggi:**

- L'aria compressa è producibile in loco con semplici compressori e generalmente disponibile negli impianti e, senza costi elevati, si trasporta facilmente in tubazioni, anche flessibili e di piccolo diametro;
- Basso rapporto peso / potenza e alte velocità;
- Insensibile alle influenze esterne come basse temperature, impurità, vibrazioni meccaniche, umidità e campi elettrici;
- Possibilità di sovraccarico degli organi motori fino all'arresto;
- Non occorrono tubazioni di ritorno visto che l'aria compressa non richiede di essere riciclata, ma si può scaricare liberamente in atmosfera;
- Semplice conversione dell'energia sia in movimenti rotatori che rettilinei (il movimento rettilineo si ottiene direttamente a differenza dei motori elettrici dove sono necessari sistemi di trasformazione del moto);
- Velocità e forze possono essere variate in modo semplice e continuo in un campo molto ampio;
- Facile manutenzione degli apparecchi grazie alla loro semplice costruzione;
- Elevata affidabilità, sicurezza di esercizio e lunga durata degli attuatori e degli elementi di comando;
- Sicurezza d'esercizio anche in condizioni d'esercizio gravose;
- Economicità dei comandi e degli azionamenti pneumatici.

Svantaggi:

- E' necessario il trattamento preventivo dell'aria;
- Data la comprimibilità dell'aria non è possibile realizzare con mezzi semplici un'accurata regolazione di velocità;
- Le perdite per trafilamento riducono l'economicità d'esercizio.

#### 4.3 ATTUATORI ELETTRICI



Questo tipo di attuatore viene prevalentemente impiegato per il comando di apparecchiature industriali quali valvole a farfalla, a saracinesca e persino nelle paratoie. Possono essere impiegati sia per le manovre di tipo on/off seppur il loro massimo vantaggio applicativo si ha nelle manovre di regolazione come esplicitato nei vantaggi e svantaggi degli attuatori pneumatici. Grazie ai moderni sviluppi dell'automazione, gli attuatori elettrici usati nei controlli di processo hanno assunto un ruolo sempre più importante, infatti gli attuatori multigiro

soddisfano pienamente i rigidi requisiti richiesti nelle motorizzazioni di valvole industriali, data la sensibilità e la precisione del sistema elettromeccanico. Ovviamente questo tipo di apparecchiature richiedono di predisposizioni elettriche (quadri di alimentazione, cavi, ecc) che rendono i costi di installazione più elevati. Un altro considerevole svantaggio è che essendo apparecchiature di tipo elettrico necessitano di ambienti adeguati. In merito alle manutenzioni finalizzate al mantenimento della funzionalità, indubbiamente sono necessarie competenze tecniche di livello superiore ed attrezzature elettroniche particolari indispensabili per le verifiche di taratura e funzionamento. Ancora superiori sono i costi relativi ai pezzi di ricambio. L'attuatore elettrico è in pratica costituito da un motore elettrico, solitamente in bassa tensione, reversibile, che attraverso leverismi o vite senza fine genera il movimento relativo desiderato.

#### 4.4 SISTEMI DI CONTROLLO E REGOLAZIONE A COMANDO ELETTRICO O ELETTROPNEUMATICO.

Un sistema di attuazione elettropneumatico o elettrico è costituito da: - Attuatore (pneumatico o motorizzato) - posizionatore - regolatore - sorgente di segnale. Per il comando degli attuatori siano essi pneumatici o elettrici, il segnale di comando deve essere inviato ad un dispositivo ausiliario chiamato posizionatore, installato sullo stesso. Nel caso di attuatori pneumatici il posizionatore riceve il segnale di comando che può essere: - Pneumatico: legge un segnale da 3 a 15 psi - Elettropneumatico: legge un segnale 4-20 mA.

In quelli elettrici il comando è sempre costituito da un segnale 4-20 mA. Il posizionario quindi, in funzione del segnale ricevuto, invia sull'attuatore pneumatico aria di comando e su quello elettrico corrente di comando. Il posizionario ha anche la funzione di visualizzare la posizione dell'apparecchiatura comandata. Nel caso di pistoni a doppio effetto, anche i posizionatori sono a doppio effetto, hanno vale a dire due collegamenti pneumatici con le due camere del pistone. Il posizionario ha una sua taratura. Nella maggior parte dei casi si ha la stessa variazione percentuale tra segnale di comando e corsa dello stelo.

#### **4.5 ESEMPIO DI SISTEMA COMPLETO DI REGOLAZIONE VALVOLE:**

Di seguito si riporta a semplice titolo d'esempio il sistema di regolazione tipico di un filtro a sabbia che lavora a livello costante. Detto sistema è costituito fondamentalmente da: - rilevatore trasmettitore della misura (p. es.: di livello, di pressione, etc.). - regolatore a microprocessore (o PLC) - posizionario (elettrico o pneumatico) - attuatore - valvola a farfalla per la regolazione.

##### **Principio di funzionamento:**

Il misuratore rileva la misura del livello del pelo libero del fluido nel filtro e trasmette la misura, con un segnale in corrente 4-20-mA al regolatore o PLC, il quale ci permetterà di mantenere costante, tramite regolazione PID, la misura nel range di valori prestabilito al posizionario comandando l'attuatore e quindi la valvola cui è asservito. In altre parole il regolatore fornisce in uscita un segnale di regolazione 4-20 mA che, attraverso il posizionario, comanderà in automatico l'apertura e la chiusura della valvola a farfalla.

#### **5 Misuratori di portata**

I misuratori di portata possono essere così classificati in funzione della misura che rilevano:

- Misuratore di velocità;
- Misuratore di portata vera e propria o flussometri.

Ciascuno di questi può essere catalogato secondo la tecnica di misurazione:

- Misuratori a spostamento, caratterizzati da parti il cui movimento è provocato dal flusso del fluido;
  - a. misuratori a turbina;
  - b. misuratori a rotore;
- Misuratore statico, che misura l'effetto dello spostamento del fluido senza che le parti dello strumento siano in movimento.
  - a. misuratori venturimetrici, b. misuratori magnetici, c. misuratori ad ultrasuoni.

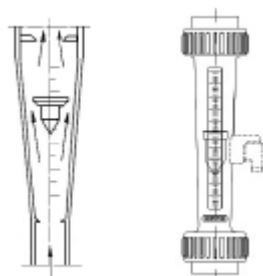
La scelta del tipo di strumento viene effettuata in funzione delle applicazioni richieste, del tipo di fluido da misurare, della realizzabilità delle installazioni degli strumenti di misura e della disponibilità di trasformatori di segnale. Per il calcolo della portata a mezzo di misuratori di velocità si sfrutta la relazione:  **$Q = V \cdot S$**

dove Q è la portata, V la velocità del corpo, e S la sezione effettiva di passaggio, in unità coerenti. Nota la sezione di passaggio, ad una velocità misurata corrisponde quindi una ed una



sola portata. Verranno illustrati di seguito i più comuni misuratori utilizzati negli impianti di potabilizzazione.

### 5.1 ROTAMETRO (FLUSSOMETRO)

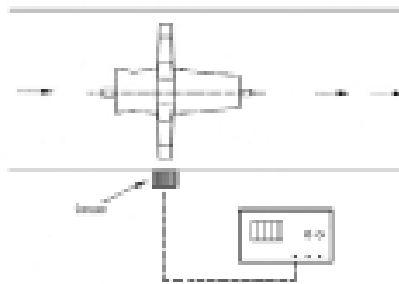
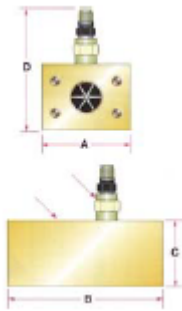


I flussometri sono strumenti idonei alla misura di portate piccole o medie. Essi sono costituiti da un tubo di vetro conico entro cui si trova un galleggiante, che può avere sezione conica, come è indicato in figura, o sferica.

Il rotametro è disposto verticalmente con l'entrata in basso e l'uscita in alto. La misura si basa sul fatto che il fluido, percorrendo il rotametro, investe il galleggiante e l'oltrepassa. Il galleggiante diventa per tanto un ostacolo che crea una perdita di pressione localizzata, dovuta al restringimento della sezione di passaggio. Il galleggiante diventa per tanto un ostacolo che crea una perdita di pressione localizzata, dovuta al restringimento della sezione di passaggio. Il rotametro è disposto verticalmente con l'entrata in basso e l'uscita in alto. La misura si basa sul fatto che il fluido, percorrendo il rotametro, investe il galleggiante e l'oltrepassa. Il galleggiante diventa pertanto un ostacolo che crea una perdita di pressione localizzata, dovuta al restringimento della sezione di passaggio. Si ottiene quindi un equilibrio tra la spinta dovuta alla differenza di pressione a monte e a valle del galleggiante ed il peso del galleggiante stesso. Essendo questo costante, se il flusso aumenta rispetto ad una certa condizione di equilibrio, si ha un incremento della caduta di pressione che provoca il sollevamento del galleggiante fino ad nuovo equilibrio. Si stabilisce allora una relazione tra la portata e la posizione del galleggiante. La posizione viene letta su una scala graduata incisa sul tubo di vetro o affiancata ad esso. I rotametri richiedono una taratura rispetto a condizioni di pressione e di temperatura standard di riferimento. Con formule di correzione possono però essere utilizzati in condizioni di esercizio differenti. La portata che forniscono è comunque una portata di massa, espressa per lo più in volumi normali.

### 5.2 MISURATORE DI PORTATA A TURBINA

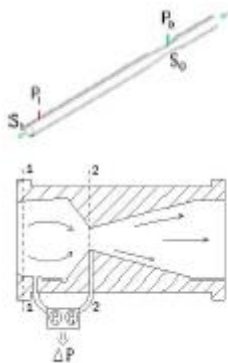
In un corpo cavo, da montare in linea sulla tubazione, è calettata una turbina che ruota per effetto del flusso, compiendo nell'unità di tempo un numero di giri proporzionale alla portata. Di fronte alle palette della turbina è inserito un misuratore induttivo, che conta il numero di palette che gli passano davanti nell'unità di tempo.



Le indicazioni digitali del trasduttore vengono convertite in un segnale analogico continuo proporzionale alla portata. Le turbine che operano sui liquidi sono dei misuratori di velocità media (di portata). In questo tipo di misuratore il fluido

passando attraverso il misuratore a turbina genera un segnale elettrico la cui frequenza in uscita è proporzionale alla portata e può essere rilevata con il lettore digitale

### 5.3 MISURATORE DI PORTATA TIPO VENTURI



Sfruttano la legge di conservazione dell'energia nella forma dell'equazione di Bernoulli. Se in un tubo si pone una strozzatura graduale, si avrà un incremento di velocità. Secondo l'equazione di Bernoulli, nelle varie sezioni di una condotta si ha la relazione:

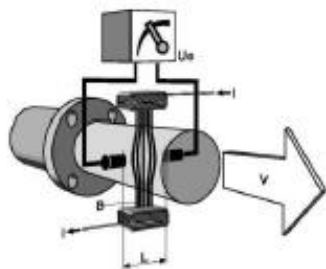
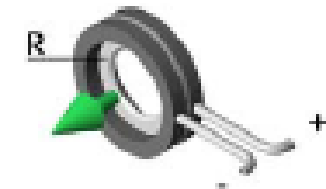
$P/d + v^2/2g = \text{costante}$  (a meno delle perdite di carico), dove P è la pressione nella generica sezione, d la densità del fluido, V la sua velocità,

e g l'accelerazione di gravità media nella sezione.

Quindi, nella strozzatura di sezione S0, ad un aumento di velocità corrisponderà una diminuzione di pressione, essendo la pressione P0 data dalla relazione sopra scritta; nel tubo pieno di sezione S1 (maggiore), la velocità sarà inferiore e quindi la pressione P1 superiore. La differenza P1 - P0 è proporzionale, ancora con legge quadratica, alla velocità nella strozzatura, da cui si calcola la portata. Il vantaggio del tubo venturi rispetto all'orifizio tarato sta nella bassissima perdita di carico del tubo venturi, in cui un allargamento successivo alla strozzatura recupera l'energia cinetica in pressione statica; la regolarità della geometria interna ne rende anche difficile l'intasamento, consentendo così misurazioni su fluidi contenenti solidi in sospensione. Uno svantaggio notevole sta nella distanza tra le prese di pressione: mentre la presa di bassa pressione (verde) è nella strozzatura, quella di alta pressione (malva) deve essere posta a una certa distanza da questa, per non risentire degli effetti della vena contratta. Nella pratica, la presa d'alta pressione si pone a 7 - 10 diametri interni del tubo a valle della strozzatura. Si comprende quindi che in un tubo DN 200 l'ingombro dello strumento sia di

quasi tre metri. Il tubo Venturi dà misure di ottima precisione, per le sue caratteristiche si adatta ad un vasto campo di portate, da pochi m<sup>3</sup>/h a molte migliaia.

**5.4 ORIFIZIO TARATO**



$U_e = B \cdot L \cdot v$   
 $Q = A \cdot v$

- $U_e$  = forza elettromotrice indotta
- $B$  = induzione magnetica (intensità del campo magnetico)
- $L$  = distanza tra gli elettrodi
- $v$  = velocità del flusso
- $Q$  = portata volumetrica
- $A$  = sezione della tubazione
- $r$  = resistenza elettrica

Se s'interpone una strozzatura in un tubo all'interno del quale passa un fluido, si genera una perdita di carico localizzata nella zona della strozzatura. In altri termini, tra la sezione a monte ed a valle della strozzatura si stabilisce una differenza di pressione, che è proporzionale al quadrato della velocità nella strozzatura. Con riferimento alla figura, se in un tubo si interpone un orifizio tarato R, le pressioni che si misureranno in due tubi connessi a monte ed a valle dell'orifizio stesso saranno rispettivamente più alta e più bassa. Misurando quindi la differenza di pressione tra monte e valle, che sarà proporzionale al quadrato della velocità nell'orifizio, si può calcolare la portata. Nella pratica, la strozzatura è rappresentata da un disco, in cui è praticato un foro solitamente coassiale al tubo; il disco è stretto tra due flangie nelle quali sono praticati dei fori che mettono in comunicazione le camere a monte ed a valle del disco con dei manometri (o con un singolo manometro differenziale).

Essendo questo sistema di misura molto diffuso, esistono manometri con scala quadratica (la perdita di carico, come detto, è proporzionale al quadrato della velocità), sui quali è agevole leggere la portata. Questo sistema di misura della

portata è probabilmente il più diffuso; anche se di solito è meno preciso del tubo Venturi, ha in ogni modo un'ottima precisione, dell'ordine dello 0,5 % della misura. Si adatta a misure di portate molto piccole (cm<sup>3</sup>/h) fino a molto grandi (migliaia di m<sup>3</sup>/h).

**5.5 MISURATORI MAGNETICI**

La legge sull'induzione di Faraday afferma che quando un conduttore si muove in un campo magnetico genera una forza elettromotrice.

Se si fa passare un corpo conduttore attraverso un campo magnetico, viene generata una forza elettromotrice nel corpo conduttore, e questa forza è proporzionale alla velocità di spostamento. Quindi, se si sottopone ad un campo magnetico trasversale un tubo attraversato da un fluido, in questo fluido (se conduttore) passerà corrente. Nella misura elettromagnetica il flusso del mezzo corrisponde al conduttore in movimento. Il voltaggio indotto è proporzionale alla velocità del flusso ed è rilevato da due elettrodi di misura per poi essere ritrasmesso all'amplificatore. Il volume del flusso è calcolato sulla base del diametro della tubazione; il

campo magnetico costante è generato da due bobine alimentate con corrente continua a polarità alternata. Due elettrodi isolati posti a contatto del fluido, se posti ad una certa distanza l'uno dall'altro, misureranno una differenza di potenziale proporzionale alla velocità del fluido; nota la sezione, si conosce così la portata volumetrica. La limitazione del misuratore magnetico sta, a parte la necessità di avere un'alta conduttività del fluido, nell'essere tanto più preciso quanto maggiore è la densità del fluido: è quindi inutilizzabile sui gas. Si noti che gli elettrodi devono stare in contatto col fluido di processo. Se questo dovesse lasciare un deposito isolante su di loro, lo strumento non funzionerebbe più. Per ovviare a tale inconveniente sono stati prodotti misuratori magnetici nei quali gli elettrodi sono isolati dal fluido: la misura della f.e.m. indotta avviene con accoppiamento capacitivo tra elettrodi e fluido di processo.

### 5.6 MISURATORI AD ULTRASUONI

I più comuni sono quelli a riflessione; se si emette un'onda sonora dalla parete verso il centro di un tubo, questa sarà riflessa (in parte) dalla parete opposta. Se nel tubo vi è un fluido in movimento, questo sposterà l'onda sonora, che quindi compirà un percorso diverso per raggiungere il sensore. Misurando il tempo intercorso tra l'emissione dell'onda e la sua captazione si può risalire alla velocità del fluido. I misuratori di portata ad ultrasuoni utilizzano un segnale acustico, con frequenza ultrasonica, che viene inviato e ricevuto attraverso il liquido da misurare da una coppia di sensori opportunamente collocati sulla tubazione. La differenza nel tempo che impiega il segnale acustico ad attraversare il liquido in una direzione e poi in quella opposta è direttamente proporzionale alla velocità di transito del liquido stesso e quindi alla sua portata.

### 5.7 SCELTA DEL TIPO DI STRUMENTO IN FUNZIONE DELLE APPLICAZIONI

#### **RICHIESTE.**

Il criterio di scelta tra le varie tipologie di strumenti di misura della portata dipende sostanzialmente dal tipo di fluido di cui si vuole monitorarla. Per esempio in caso di fluidi carichi è sicuramente poco indicato l'impiego di misuratori a spostamento, perché facilmente soggetti ad intasamento e/o blocchi delle parti in movimento. Attualmente gli strumenti più diffusamente impiegati sono i misuratori magnetici o quelli ad ultrasuoni. Questi ultimi possono essere installati completamente all'esterno della tubazione quindi sono ancora più versatili. Lo svantaggio di questo tipo di strumenti è che richiedono alimentazione elettrica diversamente dai venturi e dai misuratori a spostamento i quali possono dare l'indicazione della portata anche in mancanza di corrente o in caso di problemi all'elettronica dello strumento.

## 6 Bibliografia

Degremont Memento technique de l'eau - Hoepli

Luigi Masotti

Depurazione delle acque – Calderini

ACMO

Monografie apparecchiature

AUMA

Monografie apparecchiature

AUTOMAX

Monografie apparecchiature

T.I.S. SERVICE

Monografie apparecchiature

DDA

Monografie apparecchiature

Dipartimento Ingegneria Università studi di Cagliari

Appunti di ingegneria delle strutture

**Sommario**

1.	ORGANI IDRAULICI – TUBAZIONI – VALVOLE – MISURATORI .....	2
1.1	TUBAZIONI .....	2
1.2	Condotte di conglomerato cementizio .....	2
1.3	Tubazioni di fibrocemento .....	3
1.4	Tubazioni in acciaio .....	3
1.5	Tubazioni di ghisa .....	4
1.6	Tubazioni di PVC (Policloruro di vinile) rigido .....	4
1.7	Tubazioni di polietilene ad alta densità –PEAD .....	5
1.8	Tubazioni di polietilene a bassa densità-PEBD .....	5
1.9	Condotte di vetroresina .....	6
2	ORGANI DI INTERCETTAZIONE.....	6
2.1	Valvole a saracinesca .....	6
2.2	Valvole a farfalla .....	6
2.3	Valvole a fuso.....	8
2.4	Valvole a manicotto.....	9
3	VALVOLE DI NON RITORNO.....	9
3.1	Valvola di non ritorno ad ogiva .....	10
2.6	Valvola di non ritorno a clapet .....	10
2.7	Valvola di non ritorno a molla. ....	10
2.8	Valvola di non ritorno a palla .....	11
2.9	Valvola di non ritorno a disco .....	11
2.10	Valvola di non ritorno a sfera .....	11
4	ATTUATORI DI COMANDO PER APPARECCHIATURE IDRAULICHE.....	12
4.1	Attuatori manuali .....	12
4.2	Attuatori pneumatici.....	13
4.3	Attuatori elettrici.....	15
5	Misuratori di portata .....	16
5.1	Rotametro (Flussometro) .....	17
5.2	Misuratore di portata a turbina .....	17
5.3	Misuratore di portata tipo Venturi .....	18
5.4	Orifizio tarato .....	19
5.6	Misuratori ad ultrasuoni .....	20
5.7	Scelta del tipo di strumento in funzione delle applicazioni richieste.....	20
6	Bibliografia.....	20