

## **Capitolo 11**

### **TRATTAMENTO E UTILIZZAZIONE DELL'ARIA COMPRESSA**

- 11.1 Filtri
- 11.2 Regolatori di pressione
- 11.3 Lubrificatori
- 11.4 Gruppi di condizionamento F.R.L.
- 11.5 Scelta dei gruppi di condizionamento
- 11.6 Avviatore progressivo
- 11.7 Filtro regolatore
- 11.8 Moltiplicatore di pressione

## Simbologia pneumatica

### Valvole di controllo della pressione

Pressostato	
Valvola limitatrice di pressione a scarico libero	
Valvola limitatrice di pressione pilotata a scarico libero	
Valvola di frequenza	
Regolatore di pressione senza valvola di scarico	
Regolatore di pressione pilotato senza valvola di scarico	
Regolatore di pressione senza valvola di scarico (libero)	
Regolatore di pressione differenziale	

### Apparecchi per il trattamento dell'aria

Accumulatore pneumatico (capacità)	
Filtro aria	
Separatore di condensa a scarico manuale	
Separatore di condensa a scarico automatico	
Filtro - separatore di condensa a scarico manuale	
Filtro - separatore di condensa a scarico automatico	
Lubrificatore a nebbia o micronebbia d'olio	
Gruppo filtro - regolatore di pressione - lubrificatore (simbolo dettagliato)	
Gruppo filtro - regolatore di pressione - lubrificatore (simbolo semplificato)	
Manometro	

## 11. Trattamento e utilizzazione dell'aria compressa

Il trattamento dell'aria compressa è necessario per raggiungere i requisiti richiesti dalle apparecchiature pneumatiche.

La durata ed il regolare funzionamento di un sistema pneumatico dipende prevalentemente:

- dal grado di filtraggio dell'aria compressa
- dalla stabilità della pressione di alimentazione
- dalla esatta lubrificazione delle parti in movimento, quando necessario.

Una trasmissione pneumatica attinge, per ottenere il fluido motore, direttamente dalla rete di distribuzione. Un esempio semplice (ved. fig. 11.1) è costituito da:

- collegamento alla rete di distribuzione, normalmente con tubo flessibile 2 ed attacco rapido 1.
- gruppo di trattamento dell'aria 3 costituito da:
- filtro, regolatore di pressione con manometro, lubrificatore.

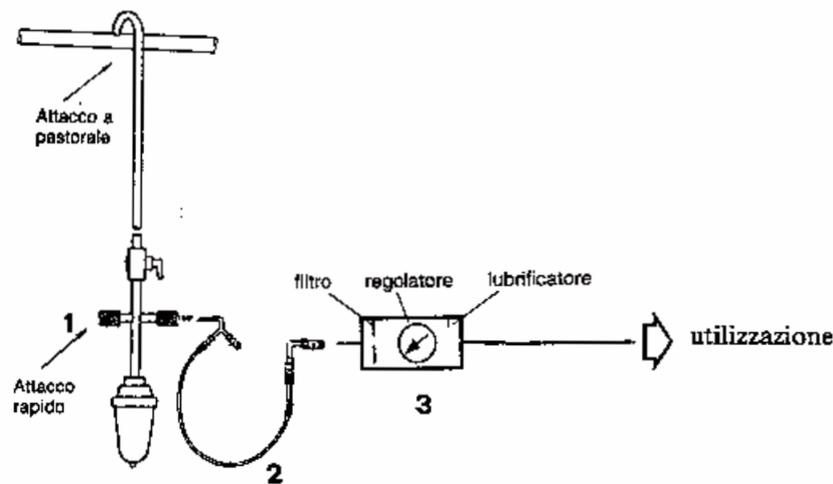


fig. 11.1 Collegamento del gruppo di trattamento dell'aria compressa alla rete di distribuzione.

In un impianto, i gruppi di trattamento aria vengono collocati a monte delle apparecchiature pneumatiche.

La struttura di un gruppo trattamento aria è costituito da:

- filtro: effettua la separazione finale dei corpi estranei ancora contenuti nell'aria.
- regolatore di pressione: porta il valore della pressione di rete, che è variabile, ad un valore inferiore, però costante, previsto nel progetto dell'impianto.
- manometro: misura ed indica la pressione relativa della trasmissione, a valle del regolatore di pressione.
- lubrificatore: introduce nel fluido una quantità regolabile di olio lubrificante, sotto forma di nebbia o micronebbia.

### 11.1 Filtri



I filtri servono ad eliminare dall'aria compressa eventuali particelle solide e l'umidità condensata contenute nell'aria.

L'aria non contiene solo vapor d'acqua, ma anche polvere, particelle solide fortemente abrasive, gas corrosivi, vapori d'olio fortemente degradato dal calore del compressore ecc.

Eliminando parte delle sostanze solide con filtri sistemati all'aspirazione dei compressori ed adottando i sistemi esposti, si ottiene un'aria abbastanza secca e pulita.

Pertanto,

i filtri (ved. fig. 11.2), impiegati nelle linee di utilizzazione, permettono di eliminare la condensa residua e di fermare le impurità.

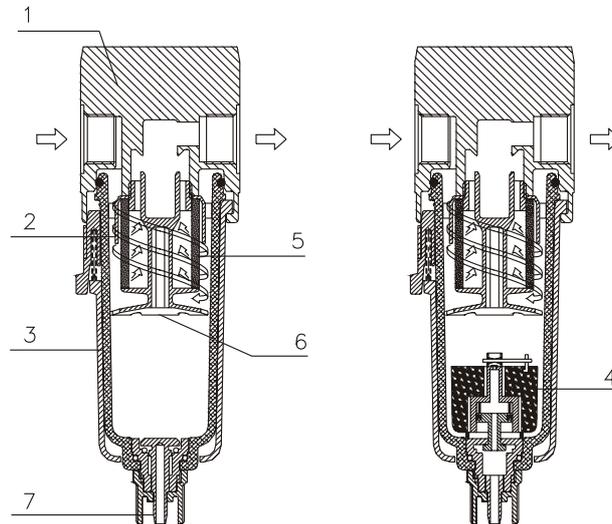


fig. 11.2 Filtro.

Riferendoci alla fig. 11.2, l'aria entra nella parte superiore dell'apparecchio con direzione verso il basso ed assume un violento moto rotatorio attraversando una piastra fissa ad alette inclinate **2** (centrifugatore).

Le gocce di acqua residue, assieme alle impurità solide, vengono proiettate contro le pareti interne del bicchiere per effetto della forza centrifuga, cadendo poi per gravità.

Il tutto si raccoglie nel fondo del bicchiere che, essendo in quiete perché protetto dallo schermo **6**, non è soggetto al risucchio del flusso d'aria.

Nella parte più bassa del bicchiere è situato un dispositivo **4** per lo scarico automatico o un rubinetto **7** per lo scarico manuale.

Se lo scarico è di tipo manuale, occorre fare attenzione che l'acqua non raggiunga lo schermo **6** per evitare che venga aspirata e trascinata in rete.

L'aria compressa deumidificata, prima di uscire dall'apparecchio viene fatta passare dall'esterno verso l'interno di un elemento filtrante **5** materiale poroso che provvede a trattenere le rimanenti impurità.

La porosità degli elementi filtranti indica la particella d'impurità più piccola che può essere trattenuta.

Es. Un filtro da  $50\mu\text{m}$  è in grado di trattenere tutte le particelle di diametro uguale o superiore a  $50\mu\text{m}$ .

Normalmente con l'apparecchio vengono forniti elementi filtranti con porosità di  $50\mu\text{m}$  ma, si possono avere anche filtri da  $20$  o  $5\mu\text{m}$ .

La tazza è normalmente realizzata in policarbonato. Per sicurezza è protetta da una tazza metallica o in tecnopolimero antiurto; se la tazza è esposta a calore, scintille etc. dev'essere completamente metallica.

Un altro tipo di filtro a doppia azione filtrante (**detto a due stadi**) è rappresentato in fig. 11.3. Detto filtro è capace di togliere all'aria le particelle solide organiche ed inorganiche al 99,7% e di favorire l'agglomerazione delle particelle liquide fino a formare delle gocce che precipitano sul fondo del bicchiere.

La suddetta agglomerazione è chiamata coalescenza ed i relativi filtri: **filtri a coalescenza**.

Nei filtri a coalescenza sono necessari interventi manutentivi frequenti consistenti nella pulizia degli elementi filtranti. E' buona regola anteporre un prefiltro a monte del coalescente.

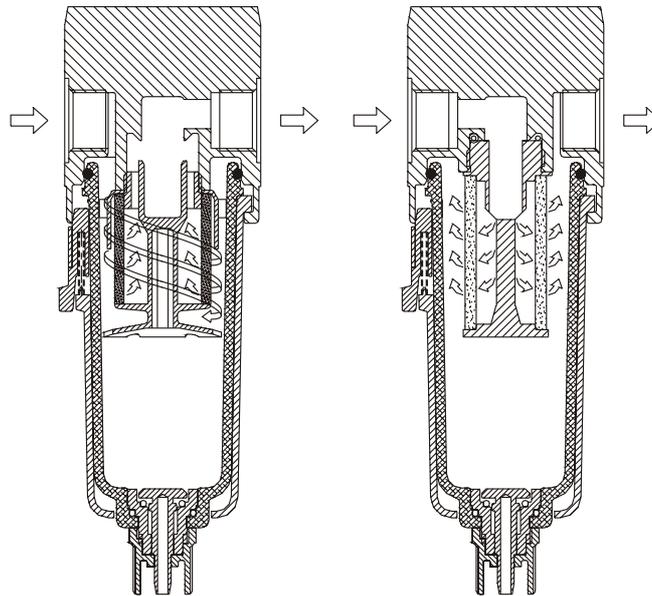


fig. 11.3 Filtro depuratore

Riferendoci alla fig. 11.3, l'aria entra in un prefiltro che arresta le principali impurità solide, poi passa attraverso il secondo filtro, che oltre ad arrestare le rimanenti impurità solide, fino a  $0,1 \mu$ , trasforma in stato liquido i vapori d'acqua e d'olio che vanno a depositarsi nel fondo del bicchiere.

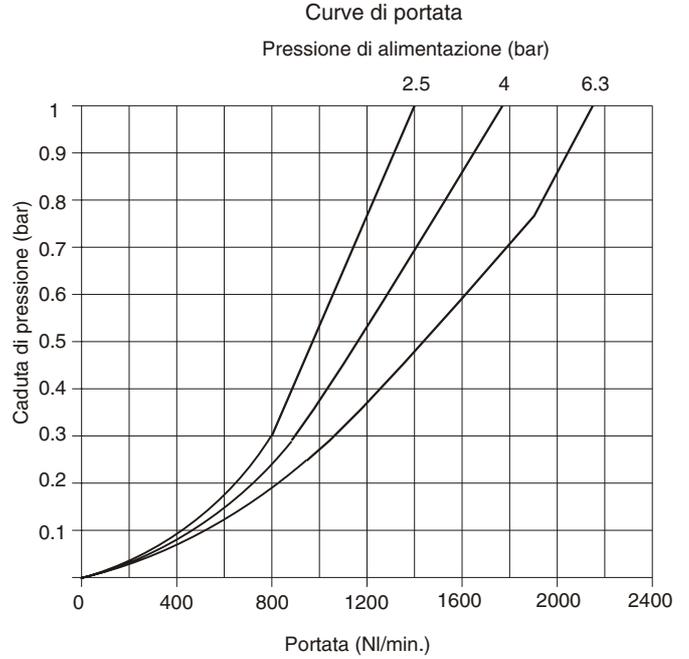
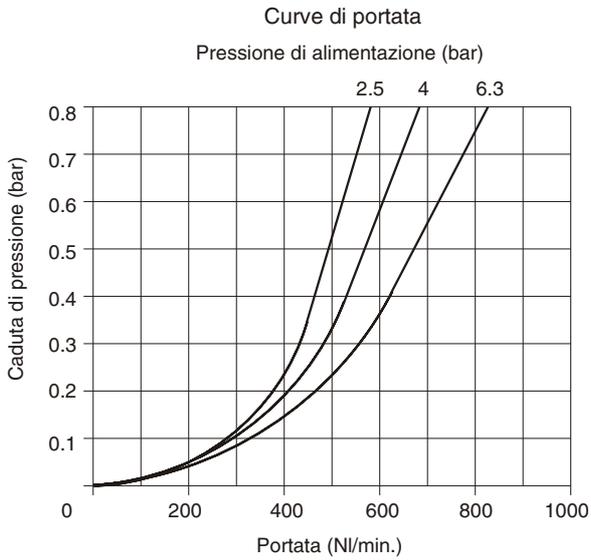
Successivamente il liquido viene espulso all'esterno con dispositivi automatici o manuali.

In certi processi industriali, come ad esempio le industrie alimentari, farmaceutiche ecc., è necessario che l'aria sia totalmente priva di vapori d'olio.

Si ottiene questo facendo passare l'aria (già filtrata dai due filtri) attraverso un elemento assorbente che normalmente è costituito da una cartuccia di carbone attivo (carbone amorfo che possiede un notevole potere assorbente verso i gas e vapori).

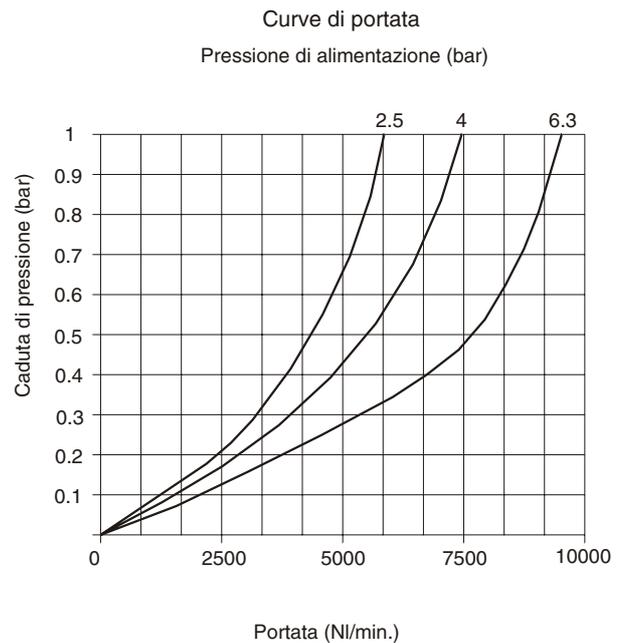
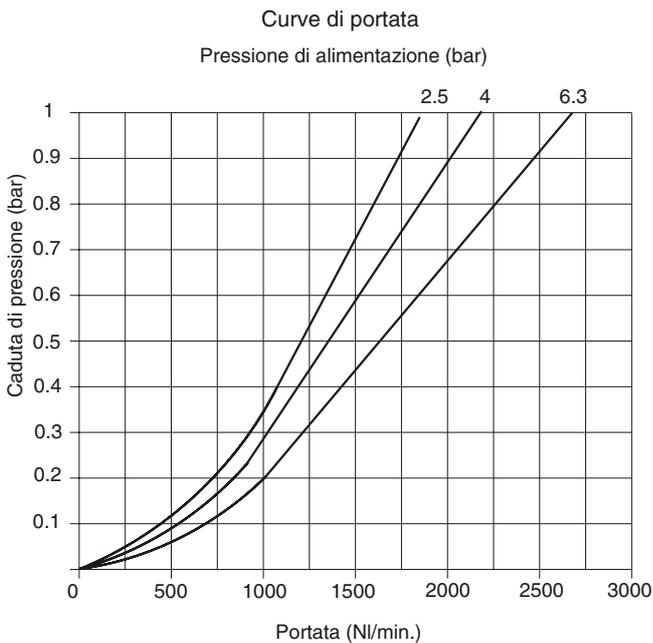
A monte dei suddetti filtri è bene installare un prefiltro di sgrossatura, da venticinque micron, per evitare un veloce intasamento degli elementi filtranti di questi apparecchi.

I componenti FRL sono dimensionati considerando le portate richieste.  
 Il dimensionamento del filtro dipende dalla caduta di pressione ammissibile.  
 Per un filtro la minima caduta di pressione per un funzionamento corretto è 0,1 bar, la massima consentita al più alto valore di portata è di 1 bar.  
 I diagrammi mostrano le curve di portata per filtri serie 1700 taglia 1 (1/8" - 1/4"), taglia 2 (1/4" - 3/8"), taglia 3 (3/8" - 1/2"), e taglia 4 (3/4" - 1").



### Taglia 1

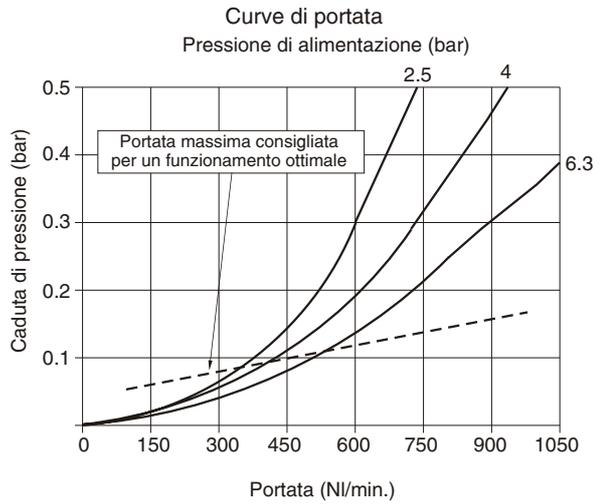
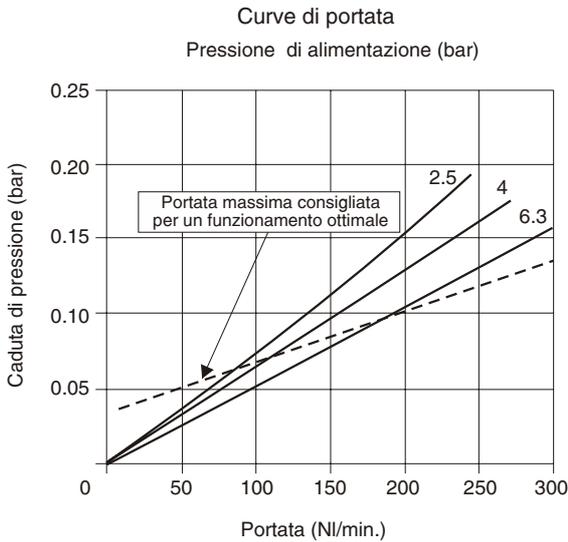
### Taglia 2



### Taglia 3

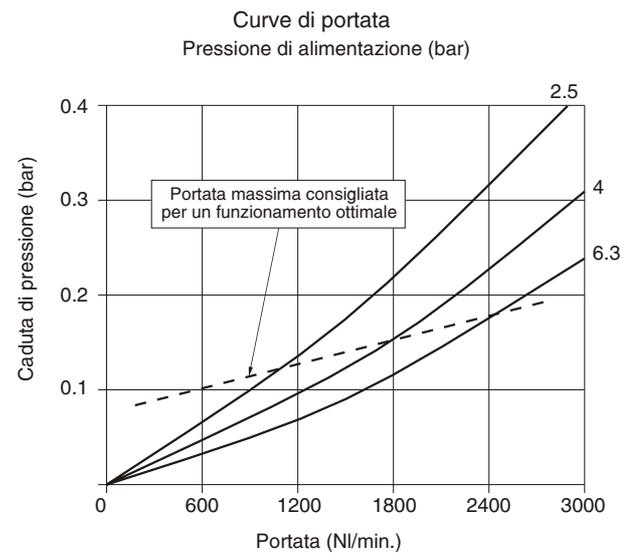
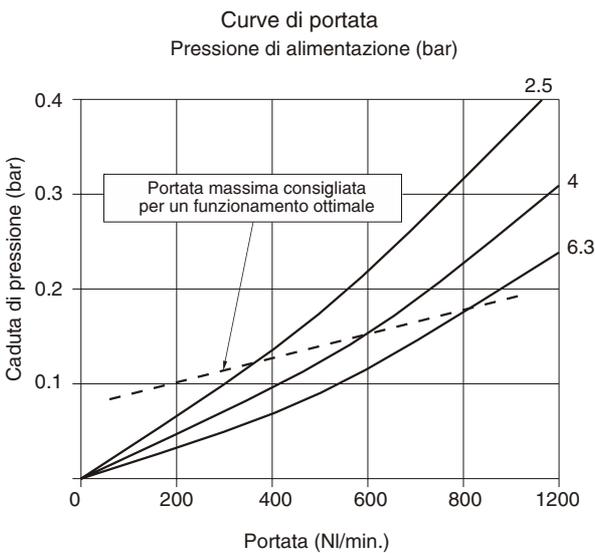
### Taglia 4

La ritenzione del filtro depuratore ha una efficienza pari al 99,97% e trattiene le particelle di polvere di 0,1  $\mu$ . I vapori di olio e la nebbia d'acqua vengono trasformate in liquido per effetto coalescente all'interno del materiale filtrante. Le gocce si raccolgono sul fondo della tazza in materiale termoplastico. I diagrammi mostrano le curve di portata per filtri depuratori della serie 1700 taglia 1 (1/8" - 1/4"), taglia 2 (1/4" - 3/8"), taglia 3 (3/8" - 1/2"), e taglia 4 (3/4" - 1").



### Taglia 1

### Taglia 2



### Taglia 3

### Taglia 4

## 11.2 Regolatori di pressione

Il regolatore di pressione è un dispositivo che consente di ridurre, regolare e stabilizzare la pressione dell'aria a disposizione in rete, adattandola alle esigenze degli apparecchi da alimentare.

Nel funzionamento di apparecchiature azionate ad aria, la regolazione è necessaria per restare entro i limiti stabiliti dal costruttore.

Con pressioni più alte di quelle raccomandate, il grado di usura aumenta e di conseguenza diminuisce la durata delle apparecchiature; per contro, con pressioni inferiori, si ottiene una considerevole perdita di efficienza.

L'aria compressa, sia nei serbatoi che nelle reti di distribuzione è soggetta a continue oscillazioni di pressione, dovute agli assorbimenti incostanti dell'utenza e alle intermittenze di funzionamento dei compressori, pertanto una regolazione è sempre necessaria per ridurre la pressione primaria ai valori desiderati e per livellare le oscillazioni.



### Funzionamento

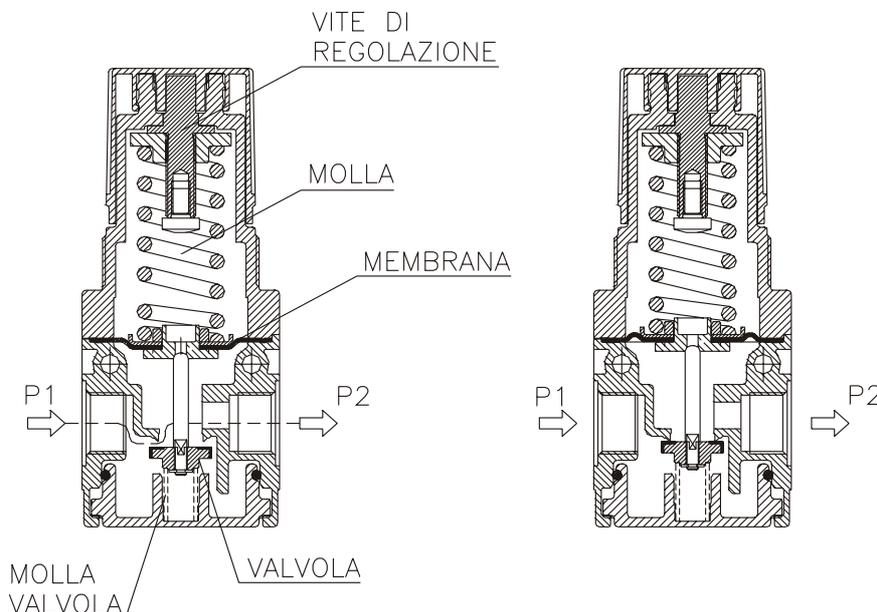
La pressione secondaria è impostata agendo su di una vite che carica la molla di regolazione la quale, agendo sulla membrana spinge un'asta solidale con una valvola ad otturatore. È così consentito il passaggio dell'aria in ingresso con pressione primaria **P1** verso la via di uscita della pressione secondaria **P2**.

Quando il valore di pressione **P2** sale, reagisce sulla parte inferiore della membrana contrastando la forza della molla che agisce sulla sua parte superiore.

Al raggiungimento dell'equilibrio tra le due forze la valvola ad otturatore si porta nella posizione di chiusura.

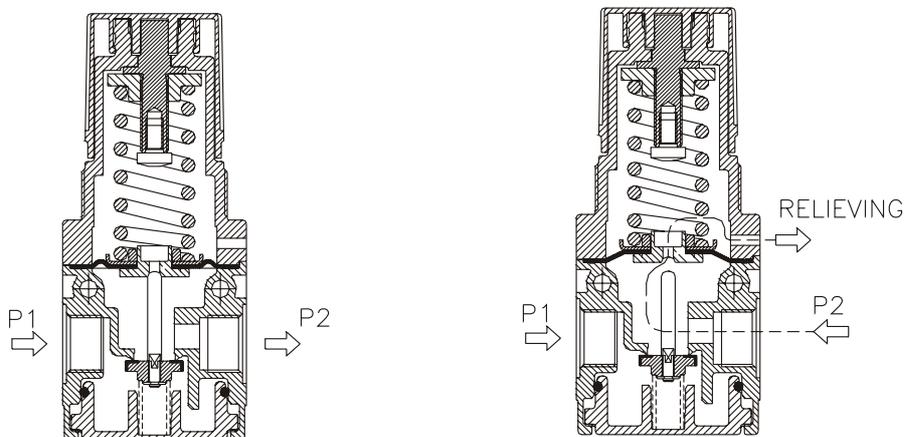
Quando un consumo è richiesto, **P2** diminuisce e con essa la forza antagonista sulla parte inferiore della membrana. La valvola si muove verso il basso incrementando il flusso d'aria attraverso la valvola stessa finché il flusso in entrata non eguagli il consumo.

Senza consumi d'aria la valvola è chiusa.



### Funzione relieving

Se la pressione **P2** sale al di sopra del valore impostato, vuoi per un nuovo valore impostato di **P2** (inferiore) o per una spinta esterna contraria esercitata da un cilindro attuatore, la membrana si solleva aprendo la sede "RELIEVING" che scarica l'aria attraverso un foro situato nella campana del regolatore in atmosfera.



### Compensazione della portata

Con consumi di aria molto alti la valvola è molto aperta, la molla estesa, quindi la forza che agisce sulla membrana è più debole.

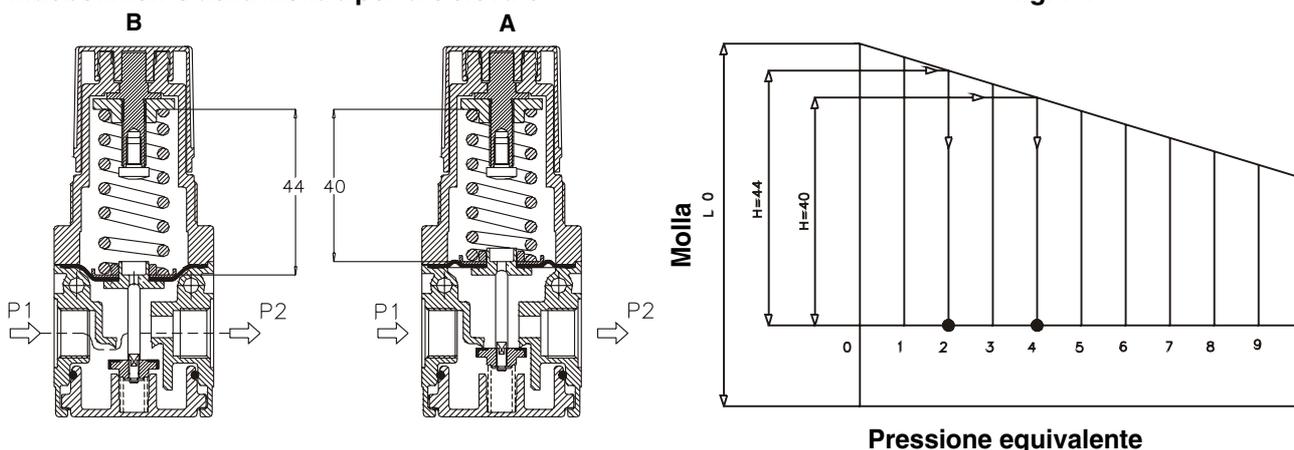
L'equilibrio tra forza antagonista e forza della molla avviene ad un valore inferiore.

Bisogna avvalersi di un accorgimento che instauri un diverso equilibrio tra molla e pressione **P2** tenendo presente che il valore della reazione della molla è più basso (vedi fig. 11.4).

Questo significa che dovremo diminuire il valore di **P2** che agisce sotto la membrana per incrementare ulteriormente la portata.

### Indebolimento della molla a portate elevate

fig. 11.4



Nel caso **B** la molla è più estesa del 10% rispetto ad **A** e, come si vede nel diagramma, l'equilibrio delle forze si assesta su di un valore più basso (2 anziché 4 bar).

Allo scopo creeremo una terza camera sotto la membrana. Come mostrato nella figura 11.5 la camera **P2** viene collegata, attraverso un foro, con la camera **P3**.

Il foro è posto nel punto in cui la velocità del flusso è più elevata.

Siccome la pressione statica diminuisce con l'aumentare della velocità del flusso, **P3** è inferiore a **P2**.

Il diaframma "sente" quindi una pressione più bassa. Più alta sarà la velocità, più alta sarà la differenza tra **P2** e **P3** come definito nell'equazione di Bernoulli. Un tubetto, con l'estremità tagliata obliqua, orientata verso l'uscita e posto al centro del flusso, ne accentua l'effetto compensando adeguatamente la portata (fig. 11.5).

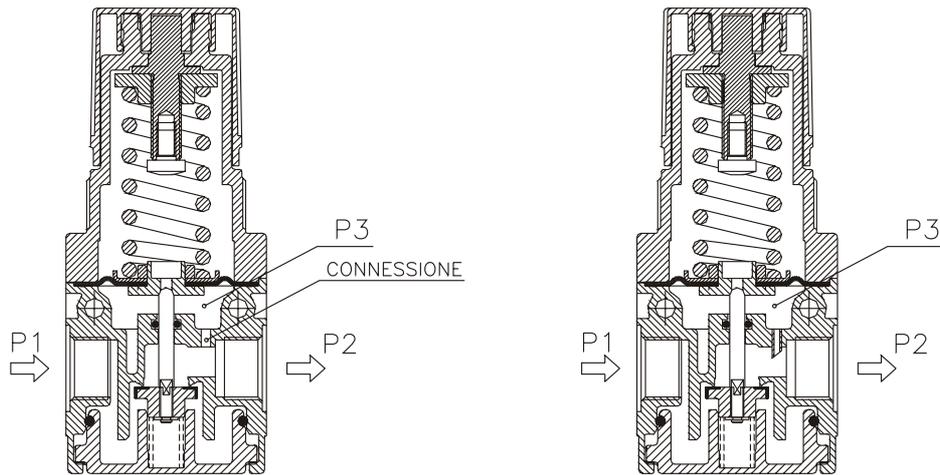


fig. 11.5

La molla ideale dovrebbe avere un andamento parallelo all'asse di riferimento della pressione equivalente, ma questo significherebbe concepire una molla di lunghezza e di numero di spire difficilmente definibile. La caratteristica elastica della molla deve avere quindi un andamento non eccessivamente inclinato perché altrimenti il fenomeno verrebbe accentuato. Un campo ridotto ad una pressione più bassa richiede una molla più debole ed una caratteristica meno ripida. Un ampio campo di pressione regolata richiede una molla più robusta con una caratteristica molto inclinata essendo lo spazio disponibile per l'alloggiamento uno spazio fisso.

**Compensazione della pressione**  
(otturatore bilanciato o sbilanciato)

La pressione in ingresso **P1** è sottoposta alle oscillazioni che sono presenti nella rete di distribuzione dovute alla pressione minima e massima d'inserimento e stacco del compressore. Le variazioni di pressione in entrata influenzano la pressione di uscita **P2**. Quando la pressione **P1** aumenta, sulla parte inferiore della valvola ad otturatore agisce una forza che contrasta la molla di regolazione falsando **P2**, perché la valvola tende a chiudersi. Questo significa che c'è una pressione più bassa in uscita se comparata a quella regolata. La soluzione si ottiene creando sulla valvola ad otturatore superfici su cui possono agire **P1** e **P2** equilibrandosi (vedi fig. 11.6)

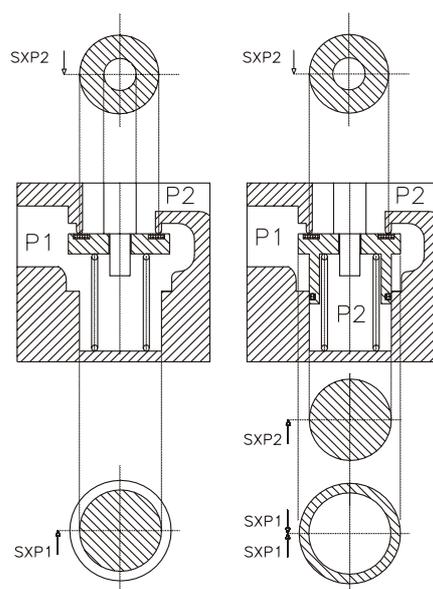


fig. 11.6

La figura 11.7 mostra la sezione di un regolatore provvisto di tutte le caratteristiche sino ad ora citate. La qualità di un regolatore dipende dalla sua capacità di mantenere esatta la pressione **P2** indipendentemente dai valori di **P1** e della portata.

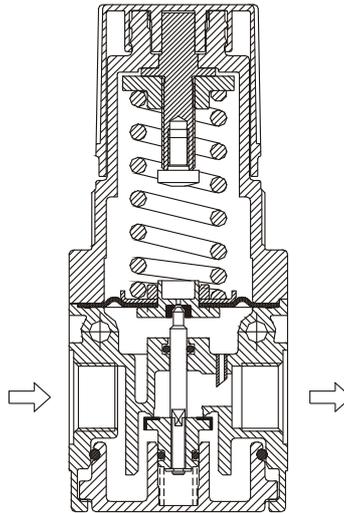


fig. 11.7

Bisogna inoltre tenere presente che quando la valvola è completamente aperta, il regolatore lavora come una restrizione fissa e la pressione **P2** cade rapidamente.

### Dimensionamento di un regolatore

Un regolatore è dimensionato per potere soddisfare le portate richieste con un'accettabile variazione della pressione impostata.

Le caratteristiche di portata sono visibili sui diagrammi che le case costruttrici riportano sui cataloghi.

Queste curve presentano tre parti distinte:

- 1 Condizione iniziale in cui una piccola luce di apertura della valvola non consente una corretta regolazione.
- 2 Campo di regolazione
- 3 Condizione critica in cui la valvola è completamente aperta e qualsiasi ulteriore regolazione è praticamente impossibile.

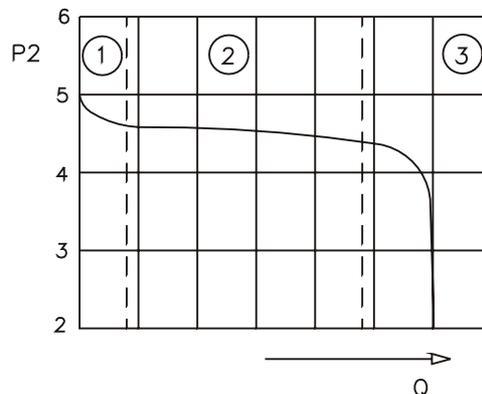


fig. 11.8

Il diagramma evidenzia come la zona di regolazione **2** soddisfi le esigenze di portata/pressione. Un ampio campo di pressione regolata richiede una molla più forte con caratteristiche ripide visto che lo spazio disponibile per la stessa è fisso. Per campi di regolazione meno ampi richiedono molle più deboli con caratteristica meno rapida. Il secondo caso assicura una regolazione più precisa proprio per le caratteristiche della molla.

Un buon dimensionamento permette al regolatore di lavorare entro valori ottimali di apertura della valvola ad otturatore.

Un regolatore è quindi dimensionato per poter soddisfare le portate richieste con accettabili variazioni della pressione imposta.

Esempio: se volessimo impostare una pressione di uscita di 1,5 bar dovremmo usare un regolatore che preveda una molla per regolazione in uscita da 0 a 2 bar e non un regolatore per pressione **P2** da 0 a 8 bar (a parità di Q). Per un tale valore di pressione regolata le molle, a parità di lunghezza libera (LO) avranno un incremento di forza per frazione di escursione (compressione) completamente diverso.

Se esaminiamo la figura 11.9.

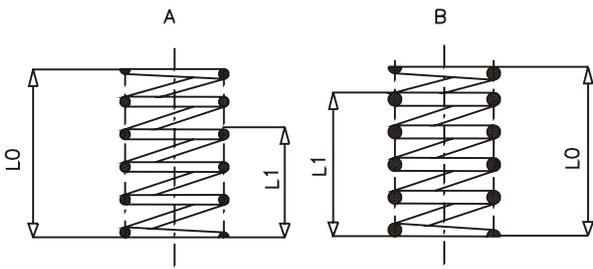
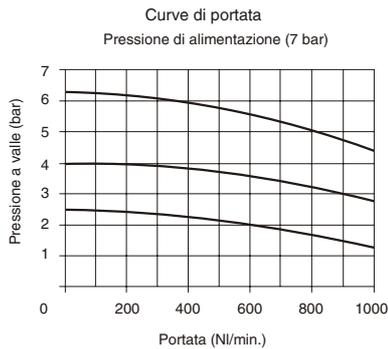
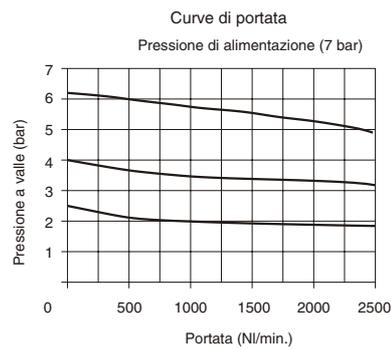
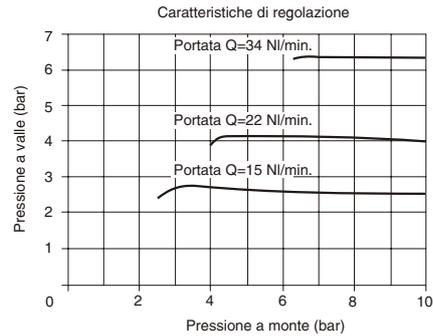


fig. 11.9

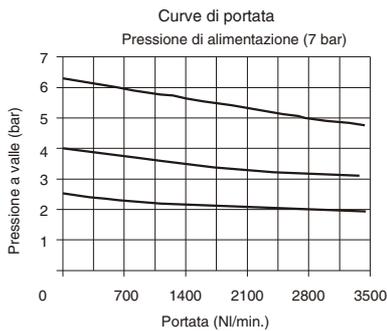
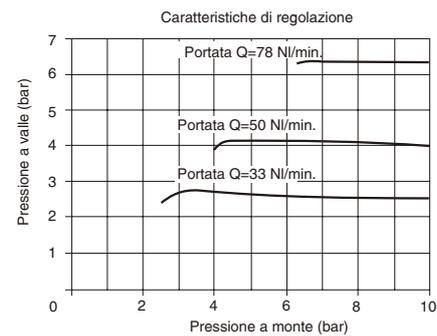
La molla **A** effettuerà a parità di reazione una "corsa" più lunga rispetto alla molla **B** (L1). Il risultato sarà che il regolatore con molla **A** lavorerà in condizioni **2** avendo aperto la valvola ad otturatore in maniera corretta, il regolatore **B** lavora in condizioni **1** in cui la piccola luce di apertura della valvola di otturazione non consente una corretta regolazione. Il regolatore con molla **A** assicura una regolazione più precisa. I diagrammi mostrano curve di regolazione e di portata (nella zona 2 del diagramma di figura 11.8) per regolatori della serie 1700 taglia 1 (1/8" - 1/4") taglia 2 (1/4" - 3/8"), taglia 3 (3/8" - 1/2") e taglia 4 (3/4" - 1").



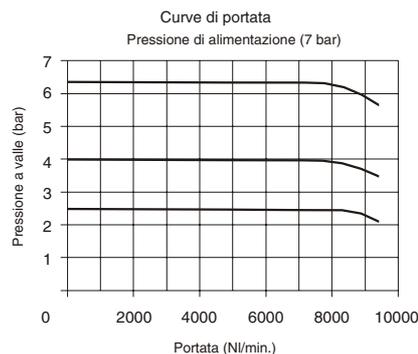
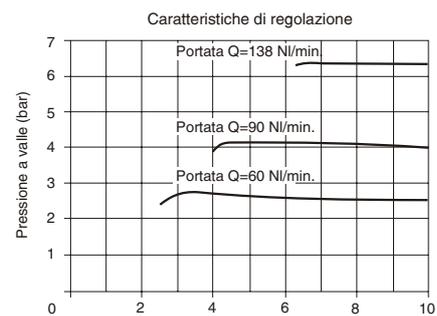
Taglia 1



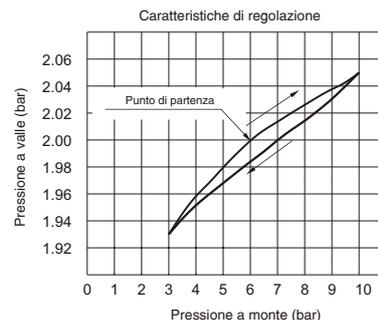
Taglia 2



Taglia 3



Taglia 4



Si noti come nelle curve di regolazione il punto critico si trovi quando con consumi fissi la pressione regolata P2 sia molto vicina alla pressione a monte P1.

## Isteresi

La qualità è anche individuata in un basso valore d'isteresi e da una buona ripetibilità.

L'isteresi è il fenomeno che principalmente influisce sulla caratteristica P1/P2.

Quando variano i P1 in salita da 3 a 9 bar ed in discesa da 9 a 3 bar, il valore di P2 impostato in uscita non sarà lo stesso quando misurato in salita e quando misurato in discesa. La differenza tra i due valori è l'isteresi. Il valore P2 segue sempre con un po' di ritardo la variazione di P1 che è la variabile prevalente.

In un sistema di trasmissione meccanico questo fenomeno è dovuto ai giochi ed agli attriti.

In un sistema pneumatico ciò è dovuto:

1 - dall'attrito di ORING

2 - dalla deformazione unilaterale delle guarnizioni a tenuta frontale quando vengono compresse sulla sede di tenuta.

3 - dalla resistenza meccanica dovuta alla deformazione della membrana. Allo scopo la sua forma è ondulata e non piatta per ridurre al massimo tale resistenza.

## Ripetibilità

La ripetibilità definisce la deviazione da un valore di P2 prefissato quando venga tolta P1 e poi ripristinata.

Tale deviazione è espressa in percentuale.

## 11.3 Lubrificatori

In un lubrificatore viene generata una caduta di pressione tra ingresso e uscita direttamente proporzionale alla portata. Questo  $\Delta p$  (differenza di pressione) provoca il sollevamento dell'olio della tazza verso la cupola trasparente.

Una linguetta flessibile posta dopo l'ingresso del lubrificatore consente un'autoregolazione della sezione di passaggio in funzione della portata ed assicura una miscela costante aria-olio anche al variare della portata.

L'aria entrando nel lubrificatore segue due cammini:

Entra nella tazza attraverso una valvola unidirezionale realizzata per pressurizzare lentamente la camera.

Oltrepassa la linguetta flessibile.

Nel caso di violente pressurizzazioni, le turbolenze provocherebbero emulsioni con l'olio presente nella tazza.

Quando non c'è portata tutto il sistema è in quiete. La pressione è identica in tutte le parti del lubrificatore e non vi è movimento di olio. Con basse portate la linguetta è completamente chiusa e l'aria s'incanala in un foro che serve ad innescare la lubrificazione. Quando la portata aumenta la "valvola Venturi" si apre e provoca una caduta di pressione. Un foro capillare è connesso con la cupola trasparente nella zona di bassa pressione subito dopo la linguetta flessibile.

La pressione nella tazza è quindi superiore a quella del sistema capillare cupola.

La differenza di pressione costringe l'olio a salire lungo il tubo, superare la valvola di non ritorno e fluire attraverso un regolatore di flusso fino al capillare cadendo sotto forma di goccioline nella corrente d'aria principale dove la velocità è più alta.

L'olio viene frantumato in piccole particelle, quindi atomizzato, e miscelato in maniera omogenea dalla turbolenza creata a valle della linguetta flessibile. La linguetta, come già accennato, consente, flettendosi, di aumentare la sezione di passaggio all'aumentare della portata per correggere automaticamente la caduta di pressione e mantenere l'apporto d'olio proporzionale alla portata.

Una valvola di non ritorno nella condotta dell'olio consente, anche in mancanza di un temporaneo flusso di aria, di trattenere una certa quantità di lubrificante nel condotto capillare.

Il regolatore di flusso consente di regolare la quantità di olio fornita.

Affinché si possa innescare la lubrificazione è richiesto un valore minimo di portata.

Questo dato viene indicato nei cataloghi congiuntamente ai tipi di lubrificanti consigliati.

Il requisito principale di un lubrificatore è che l'aria che lo attraversa dev'essere arricchita di una miscela omogenea di olio su di una vasta gamma di portate.

Tipi di olio utilizzabili e viscosità degli stessi vengono sempre indicati nei cataloghi dei costruttori.

È sconsigliato l'uso di olii non indicati perché potrebbero danneggiare gli apparecchi che vengono lubrificati.

Valori di portata a diverse pressioni di alimentazione con le relative cadute di pressione sono consultabili sui cataloghi delle case costruttrici per una corretta scelta di queste apparecchiature. (fig. 11.10)

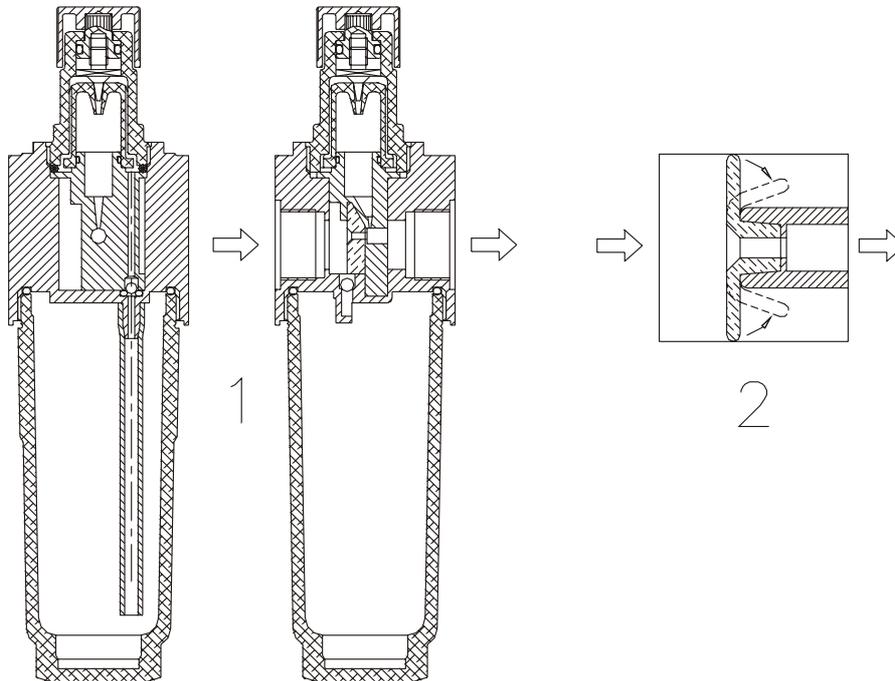
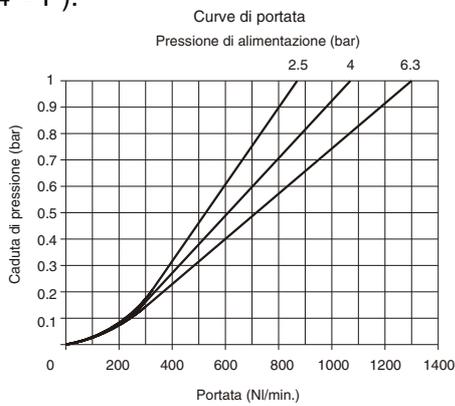
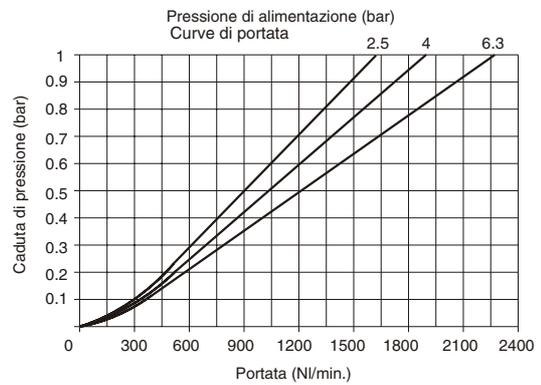


fig. 11.10

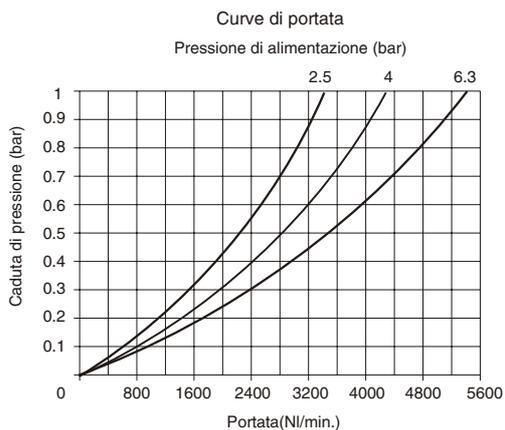
Curve di portata di lubrificatori serie 1700 taglia 1 (1/8" - 1/4"), taglia 2 (1/4" - 3/8"), taglia 3 (3/8" - 1/2") e taglia 4 (3/4" - 1").



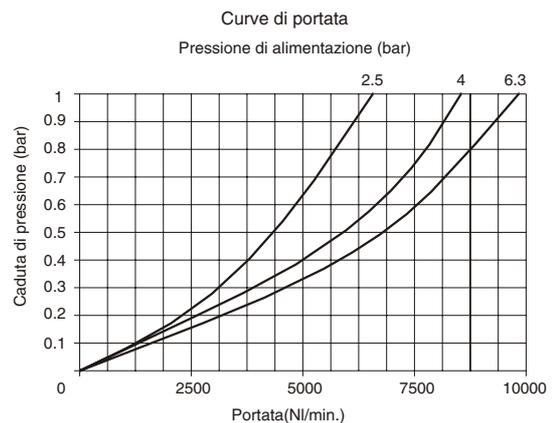
**Taglia 1**



**Taglia 2**



**Taglia 3**



**Taglia 4**

## 11.4 Gruppi di condizionamento F.R.L.



I gruppi di condizionamento costituiscono un'unità indispensabile affinché l'aria fornita ai componenti pneumatici sia secca e pulita, regolata come pressione e lubrificata, garanzia questa di una buona sicurezza di funzionamento. Sono costituiti (ved. fig. 11.11) da un filtro **1**, da un riduttore di pressione con manometro **2** e da un lubrificatore **3** interconnessi in un unico blocco.

Detti gruppi vengono chiamati F.R.L., che sono le iniziali dei singoli componenti.

Vengono installati a monte delle apparecchiature o dei circuiti nell'ordine indicato.

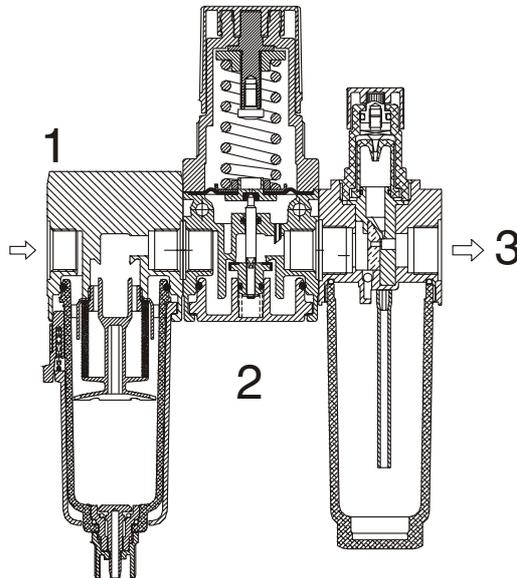


fig. 11.11

## 11.5 Scelta dei gruppi di condizionamento

I filtri, i riduttori ed i lubrificatori sono classificati in base alla loro connessione filettata che è di tipo GAS (1/8"-1/4"-1/2" ...ecc.).

Per le normali applicazioni è accettabile scegliere il gruppo F.R.L. secondo le dimensioni delle condotte.

Per una scelta più accurata occorre analizzare i diagrammi d'impiego che le aziende del settore hanno elaborato per ogni singolo componente, tenendo comunque presente che i fattori essenziali sui quali basarsi per procedere alla scelta del tipo sono:

per i filtri

- 1) particolari requisiti dell'aria richiesta dal circuito:  
aria solo grossolanamente depurata, aria assolutamente esente da impurità solide, aria assolutamente esente da olio, ecc..
- 2) portata d'aria.
- 3) particolari condizioni di installazione: pressione, presenza di sostanze corrosive.

I diagrammi permettono di determinare il tipo adatto in base alla portata, alla pressione a monte (di esercizio) ed alla perdita di carico che l'apparecchio provoca alle varie condizioni di funzionamento.

Da considerare che è errato un sovraddimensionamento perché, in tal caso, il movimento ciclonico dell'aria al suo interno verrebbe attenuato e si avrebbe una riduzione del grado di separazione della condensa. D'altra parte, un filtro sottodimensionato, pur esaltando l'effetto ciclonico dell'aria per la separazione della condensa, causerebbe elevate cadute di pressione.

Con il valore della caduta di pressione, che va contenuto intorno a 0,1 bar, è facile rilevare sul diagramma l'elemento adatto in funzione della portata.

#### **per i regolatori di pressione**

- 1) grado di precisione della pressione in uscita.
- 2) portate d'aria

I diagrammi permettono di determinare il tipo adatto in base alla portata richiesta, alla pressione a monte (di esercizio) ed alla pressione desiderata a valle (di lavoro).

Quando è richiesta una regolazione di maggiore precisione con portate di fluido variabili, è consigliabile scegliere il regolatore per una portata maggiore di quella prevista.

#### **per i lubrificatori**

- 1) lunghezza e complessità del circuito asservito.
- 2) portata d'aria.

I diagrammi permettono di trovare il tipo adatto in base alla portata richiesta, alla pressione a monte (di lavoro) ed alla perdita di carico che l'apparecchio provoca alle varie condizioni di funzionamento.

Il migliore rendimento di un lubrificatore si ottiene con portate che vanno da 0,4 a 0,7 volte la portata massima idonea al funzionamento dell'apparecchio, contenendo la caduta di pressione intorno a 0,1 bar.

Da tenere presente che il dispositivo Venturi funziona entro una gamma ben precisa di portate, al di sotto della quale il lubrificatore non s'innesci e al di sopra crea una forte caduta di pressione.

Per una corretta lubrificazione degli impianti pneumatici è necessario immettere nel circuito 80-90 gocce di olio per ogni normale metro cubo di aria utilizzata così, ad esempio, se un impianto assorbe mediamente 5 nm<sup>3</sup>/h di aria, occorre immettere 400-500 gocce ogni ora cioè, una goccia ogni 9-10 secondi..

## **11.6 Avviatore progressivo**



Quando si alimenta con aria compressa un circuito, la pressione di lavoro non si stabilisce istantaneamente con il medesimo valore in tutti i punti, ma con tempi variabili, che dipendono dalla struttura del circuito stesso.

Il tempo di transizione in cui si stabiliscono pressioni diverse in diversi punti è breve ma può accadere che si verifichino dei movimenti di attuatori non previsti che, oltre ad essere pericolosi, possono compromettere la funzionalità dell'impianto.

Per evitare simili disfunzioni occorre immettere l'aria nel circuito gradualmente in modo che in tutti i punti venga raggiunta la medesima pressione nel medesimo tempo.

L'immissione graduale è sufficiente attuarla fino alla pressione di tre bar dopo di che si può proseguire in modo rapido.

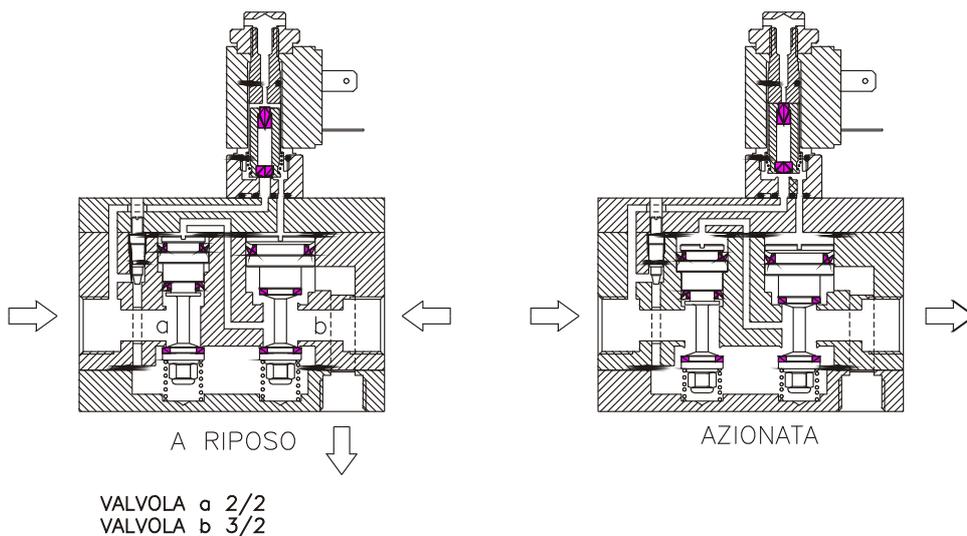
Un tale modo di alimentazione si può ottenere impiegando gli **avviatori progressivi** (ved. fig. 11.12), che vengono montati a valle del gruppo FRL.

Abbinando l'apparecchio ad un interruttore elettrico si ottiene un consenso elettrico contemporaneamente a quello pneumatico.

L'avviatore progressivo è costituito da due valvole che connesse opportunamente tra loro permettono d'inviare aria compressa ad un circuito con immissione graduale dell'aria fino ad una soglia di pressione prefissata, dopo di ché, liberare la piena pressione in modo rapido. La pressione in uscita dal gruppo FRL viene inviata alla bocca d'ingresso dell'avviatore progressivo fig. 11.12.

Attraverso una canalizzazione la stessa aria viene inviata direttamente all'ingresso normalmente chiuso dell'elettropilota, alla via normalmente chiusa di una valvola 2/2 (2 vie, 2 posizioni) - (a) e di una 3/2 (3 vie, 2 posizioni) - (b) attraversando prima una valvola regolatrice di flusso unidirezionale. Quando la bobina dell'elettropilota viene eccitata, l'aria è libera di fluire verso il pistoncino di pilotaggio della valvola 3/2 (b) che libera la pressione in uscita fluendo attraverso la strozzatura variabile.

Attraverso un secondo canale collegato con la via di uscita della valvola b l'aria viene inviata al pistoncino della porzione pilota della valvola 2/2 (a). Quando la soglia di pressione raggiunge il valore di commutazione della valvola (a) la pressione in ingresso sarà libera di fluire verso l'uscita attraverso la valvola (b) già aperta con condizioni di pressione identiche a quelle in entrata allimentando rapidamente il circuito. Quando la bobina dell'elettropilota viene diseccitata la valvola (b) si richiude e scarica l'aria del circuito attraverso la via di scarico. Anche la valvola (a) ritorna in condizioni di riposo. (vedi fig. 11.12)



**fig. 11.12**

La fig. 11.13a rappresenta, in modo schematico (metodo di assemblaggio), un gruppo combinato FRL con montato: a monte (ingresso aria) una valvola di intercettazione, sul riduttore (con staffa e ghiera di fissaggio) è montato un manometro e a valle del gruppo FRL (uscita aria) vi è montato un avviatore progressivo elettropneumatico.

il grande vantaggio di questi gruppi consiste: nell'essere modulari e facili da assemblare senza l'ausilio di eventuali elementi aggiuntivi di fissaggio.

Da notare che la valvola d'intercettazione può essere dotata (come risulta in fig. 11.13b) di lucchetto a chiave per impedire una messa in pressione, non prevista, dell'impianto.

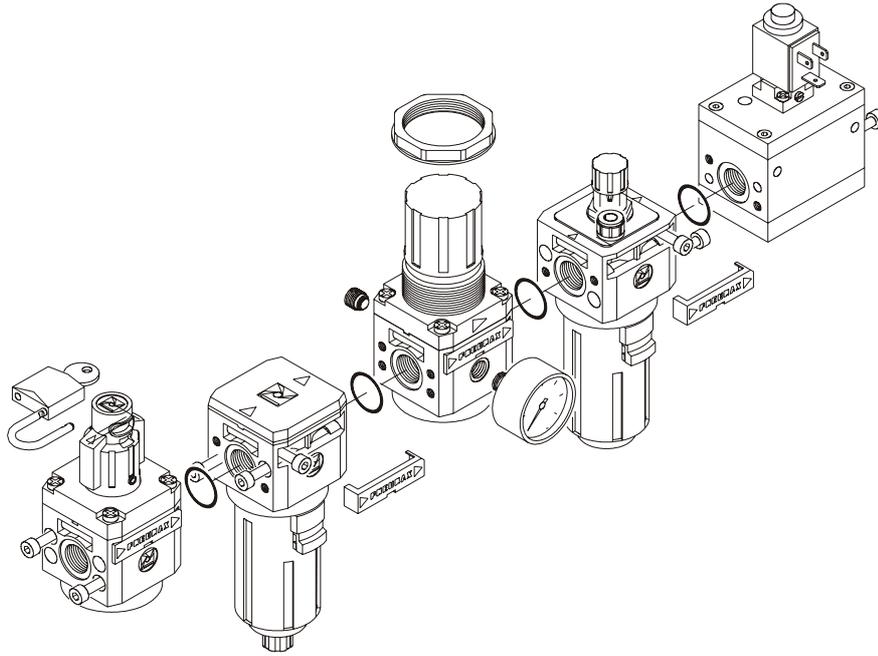


fig. 11.13a Gruppo combinato FRL con valvola di intercettazione e avviatore progressivo (metodo di assemblaggio).

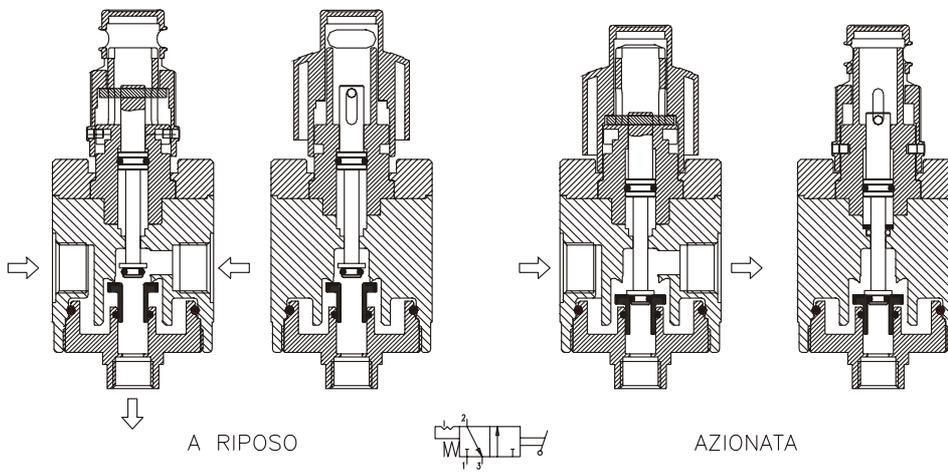


fig. 11.13b Valvola di intercettazione

## 11.7 Filtro regolatore

Il filtro regolatore è un apparecchio che integra nello stesso corpo un filtro ed un regolatore di pressione.

Le caratteristiche tecniche di quest'unità combinata sono le stesse dei corrispondenti apparecchi singoli.

Come si può notare nella figura 11.14 la parte inferiore è costituita da un filtro che provvede con le medesime prestazioni della rispettiva taglia a filtrare l'aria, convogliandola poi nella parte superiore, costituita da un regolatore di pressione che invia verso l'uscita l'aria con pressione regolata.

L'unità così costituita permette un risparmio in termini di costo ed una riduzione d'ingombri.

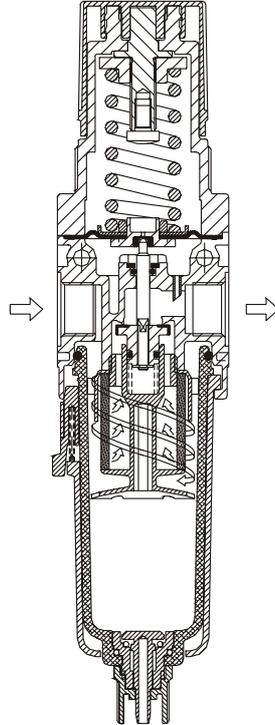


fig. 11.14

## 11.8 Moltiplicatore di pressione

A volte, la spinta generata da un cilindro pneumatico è insufficiente a compiere la funzione a lui affidata.

È necessario quindi, dove possibile, aumentare la pressione di esercizio, oppure, compatibilmente con la struttura della macchina, impiegare un cilindro di alesaggio superiore.

Quando non sia possibile usare un cilindro di più grosse dimensioni è utile impiegare il moltiplicatore di pressione che può utilizzare come fluido motore la stessa aria compressa dell'impianto.

Questo componente ha un rapporto di compressione 1:2.

Il principio di funzionamento si basa sull'effetto pompa di un cilindro a quattro camere (vedi figura 11.15), dove alternativamente due camere comprimono l'aria presente nella camera di moltiplicazione e la quarta è in scarico.

La circuitazione interna, composta da due finecorsa che sentono la posizione dei pistoni, da una valvola bistabile comandata dagli stessi che provvede ad inviare alternativamente aria ai due lati del moltiplicatore.

Quattro valvole di ritegno opportunamente collegate permettono l'uscita dell'aria verso la camera di compressione.

Il moltiplicatore pompa continuamente aria fino al raggiungimento, nel circuito a valle, di un valore di pressione doppio rispetto alla pressione in ingresso, dopodiché si arresta in quanto si sono create condizioni di equilibrio.

Quando la pressione a valle scende il moltiplicatore riprende il suo moto alternato finché non si crei di nuovo l'equilibrio.

I moltiplicatori vengono anche forniti con un regolatore di pressione in entrata per meglio potere regolare la pressione in uscita.

È bene ricordare che il moltiplicatore di pressione realizza il rapporto 1:2 quando il consumo d'aria è nullo.

Questo significa che è possibili pressurizzare con tale rapporto un serbatoio.

Quando intervengono consumi d'aria il rapporto può variare in funzione delle portate richieste e delle pressioni in gioco.

Diagrammi contenenti curve di portata e curve di tempo per il riempimento di un serbatoio ne evidenziano le caratteristiche.

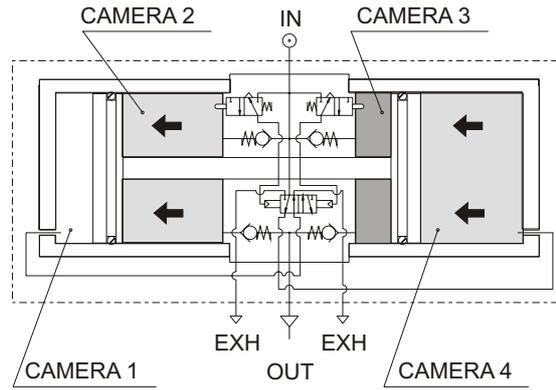


fig. 11.15

