

## **C a p i t o l o 1 0**

### **RETE DI DISTRIBUZIONE DELL'ARIA COMPRESSA: DAL COMPRESSORE ALL'UTILIZZAZIONE**

- 10.1 Tubazioni
- 10.2 Reti di distribuzione
- 10.3 Collocamento delle tubazioni
- 10.4 Separatori di condensa
- 10.5 Valvole di esclusione
- 10.6 Perdite di carico e scelta dei tubi

## 10. Rete di distribuzione dell'aria compressa: dal compressore all'utilizzazione

Nelle applicazioni industriali la rete dell'aria compressa rappresenta un servizio generale e, come l'impianto elettrico ed idrico, dev'essere opportunamente dimensionato ed installato.

Il tipo di impianto può variare con l'uso e le applicazioni, ma in ogni caso bisogna soddisfare le seguenti esigenze: minimizzare le perdite di pressione tra il compressore e gli utilizzatori, minimizzare le perdite di aria, garantire una buona separazione della condensa se l'impianto non ha essicatori, garantire la buona resistenza strutturale di tutti i componenti utilizzati (valvole, serbatoi, tubi, ecc.).

I primi tre punti sono di tipo funzionale e sono di pertinenza del progettista dell'impianto, mentre l'ultimo punto, che coinvolge la protezione dell'impianto contro il pericolo di scoppi, coinvolge anche gli Enti di sicurezza preposti.

In fig. 10.1 è rappresentato schematicamente un impianto per aria compressa ed una rete di utilizzazione.

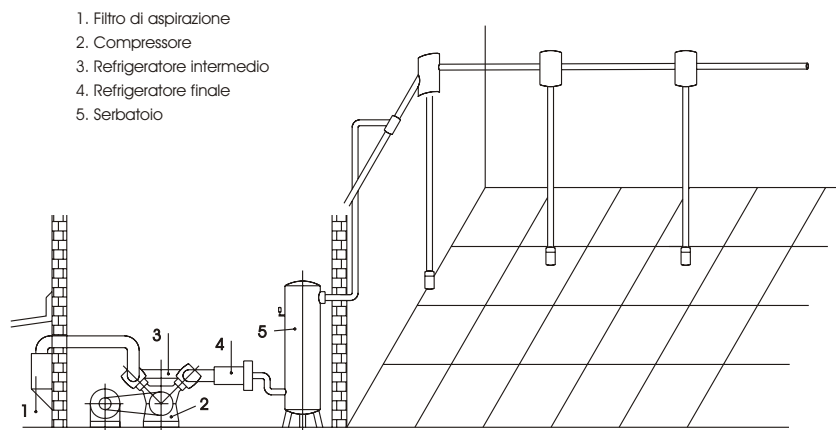


fig. 10.1 Impianto per aria compressa.

### 10.1 Tubazioni

L'aria compressa viene distribuita ai punti di utilizzo attraverso una serie di **tubazioni principali** che rappresentano le arterie del sistema.

Il dimensionamento di tali tubazioni dev'essere tale che, anche nel punto più lontano, il flusso d'aria mantenga le caratteristiche di portata e pressione (la caduta di pressione dev'essere contenuta in 0,3 bar).

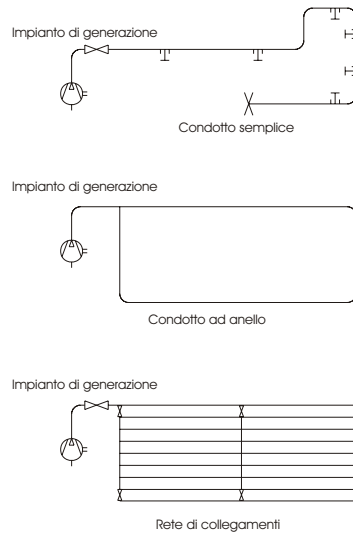
### 10.2 Reti di distribuzione

La realizzazione di un sistema di rete d'aria compressa varia da caso a caso, perché dipende da numerosi fattori quali: dimensione, struttura dell'ambiente, numero dei punti di erogazione dell'aria compressa, la loro disposizione ecc.

Il tracciato di fig. 10.3 a), salvo casi di installazione nuova, è il più delle volte il risultato di successivi ingrandimenti, la rete perciò è di tipo misto con derivazioni ramificate.

Il metodo migliore è quello consistente nel realizzare la tubazione principale a forma di anello chiuso, ved. fig. 10.3 b), con previsti attacchi per connettere tubazioni parallele a formare una eventuale maglia sulla parte della superficie da servire. Con altre piccole derivazioni l'aria può essere disponibile in ogni punto.

Il sistema a maglie fig. 10.3 c), ha il vantaggio di offrire al passaggio dell'aria diverse vie parallele da un punto all'altro con riduzione delle perdite di carico.



**fig. 10.3 Tracciati per reti:**  
**a) condotto semplice**  
**b) condotto ad anello**  
**c) condotto a maglie**

### 10.3 Collocamento delle tubazioni

Impiegando il sistema a maglie, se le tubazioni dell'aria compressa sono montate alle pareti, la tubazione principale dev'essere collocata abbastanza in alto da non incrociare porte e finestre. Deve formare un anello chiuso, come descritto in precedenza, e dev'essere dotata delle necessarie tubazioni di derivazione per alimentare le diverse utenze.

Le tubazioni devono essere installate in modo da non ostacolare il movimento di paranchi o altri mezzi sospesi di movimento e trasporto e devono essere verniciate contro la corrosione. Le norme di sicurezza identificano le tubazioni per aria compressa con il colore azzurro.

Se le utenze sono disposte vicino alle pareti, le tubazioni derivate potranno essere convogliate verticalmente ad esse.

Nei grandi reparti le tubazioni orizzontali vengono sostenute con collegamenti ai soffitti, e dotate di tubazioni di derivazione verticali alle singole utenze.

Le tubazioni devono essere adeguatamente supportate, ma esenti da dilatazione termica per non dar luogo a sollecitazioni meccaniche.

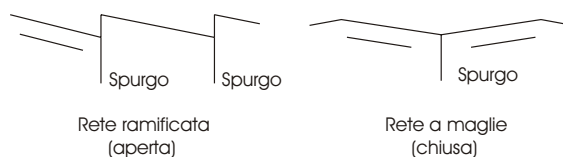
Da un punto di vista funzionale, nulla impedisce d'installare le tubazioni a livello di pavimento, sopra di esso. Questa soluzione è adottata frequentemente con piccoli e medi compressori.

Il tracciato delle tubazioni deve prevedere:

- una loro inclinazione nel senso del passaggio dell'aria dell'uno o due per cento.
- pozzetti di raccolta della condensa (chiamati anche trappole) al termine di ogni percorso inclinato della condotta, con possibilità dello spurgo in basso in modo da poter essere scaricati facilmente.

Le suddette raccomandazioni, a seconda che la rete sia ramificata oppure a maglie, si traducono in uno o l'altro dei casi rappresentati in fig. 10.4.

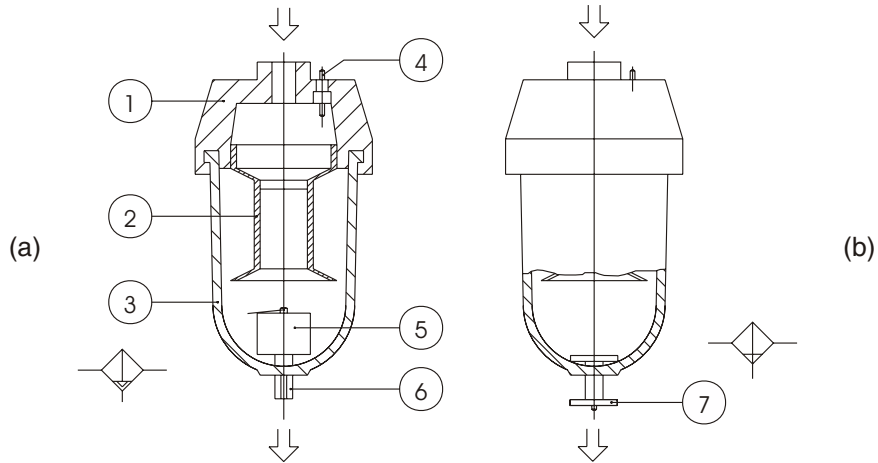
Per evitare che la condensa arrivi alle attrezzature connesse, i tubi che portano l'aria alle utilizzazioni devono essere raccordati, con gomito semicircolare, sulla parte superiore della tubazione principale (collegamento detto a pastorale, ved. fig. 10.6).



**fig. 10.4 Punti di sistemazione degli spurghi.**

## 10.4 Separatori di condensa

Si è visto che l'acqua, separata dall'aria compressa, che si deposita nelle tubazioni dell'impianto, viene raccolta da apparecchi chiamati: **separatori di condensa** (ved. fig. 10.5).



**fig. 10.5 Separatori di condensa**  
**a) con scarico automatico**  
**b) con scarico manuale.**

In questi apparecchi, l'acqua si raccoglie nel bicchiere di materiale trasparente **3** dopo essere passata attraverso il setaccio **2** che trattiene le eventuali impurità solide. Quando nel bicchiere si è raccolta una certa quantità d'acqua, la stessa si scarica automaticamente sotto la spinta della pressione dell'aria attraverso il raccordo **6** mediante il dispositivo di scarico automatico **5**.

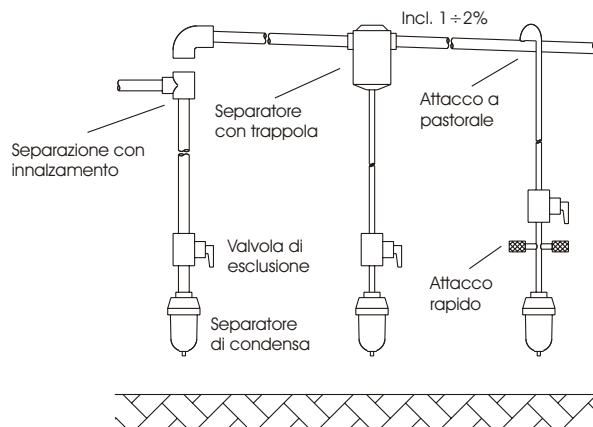
Il sistema di scarico della condensa può essere anche del tipo manuale ed in questo caso, nella parte inferiore della tazza è sistemato un rubinetto **7** manovrabile dall'esterno.

Lo scarico automatico è un sistema efficace ed è consigliabile che sia presente nei separatori di condensa posti in zone poco visibili o difficilmente accessibili.

Nel coperchio **1** di questi apparecchi, è sistemata una valvola di sicurezza **4**.

Alato delle figure 10.5 a) e 10.5 b), separatori di condensa, sono riportati i relativi simboli grafici.

In fig. 10.6 sono riportati tre esempi di installazione di un separatore di condensa con relativa valvola di esclusione.



**fig. 10.6 Installazione dei separatori di condensa.**

## 10.5 Valvole di esclusione

Le valvole di esclusione installate nelle reti di aria compressa sono del tipo a sfera (ved. fig. 10.7) e vengono montate nei punti più opportuni della rete di aria compressa per poter isolare alcuni tratti, senza togliere l'aria all'intera rete, in previsione di interventi di manutenzione.

In posizione aperta, la luce delle suddette valvole è uguale a quella del tubo su cui sono montate e perciò non provocano perdite di carico.

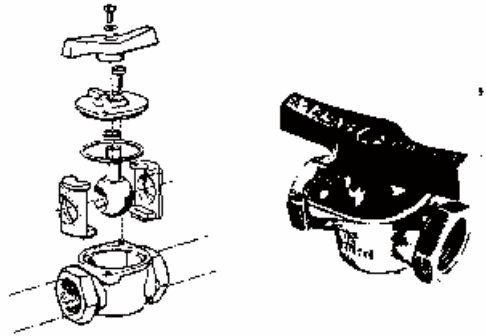


fig. 10.7 Valvola di esclusione.

## 10.6 Perdite di carico e scelta dei tubi per le reti di distribuzione

Per mantenere un flusso di aria in una tubazione è necessaria una certa differenza di pressione, o caduta di pressione, per vincere la resistenza di attrito delle pareti della tubazione e dei raccordi.

L'entità della caduta di pressione dipende dal diametro, dalla lunghezza e dalla forma della tubazione, dalla rugosità delle superfici e dalla velocità del fluido.

Una caduta di pressione è una perdita di energia e comporta quindi un costo operativo.

Per una progettazione adeguata delle tubazioni si deve cercare di equilibrare il costo operativo con quello delle tubazioni.

Perciò la scelta del diametro delle tubazioni risulta da un compromesso tra il costo dell'installazione e l'economia che risulta dalla diminuzione delle perdite di carico. Questi due valori aumentano tutti e due con il diametro delle tubazioni

In pratica non sono necessari calcoli sapienti e si può, come risultato dell'esperienza, considerare che:

**una installazione di aria compressa è corretta quando la perdita di carico che ha luogo nelle tubazioni, dal serbatoio della centrale fino alle prese di utilizzazione, è dell'ordine di 10000-30000 Pa (0,1 - 0,3 bar) ed in generale è consigliabile che non superi il 5% della pressione di esercizio.**

La velocità dell'aria, nelle tubazioni, non deve superare i 10 m/s.

Nell'introdurre la lunghezza della tubazione occorre tener conto delle connessioni e dei raccordi. Per comodità di calcolo, le perdite di carico che si determinano nei suddetti elementi sono equiparate alla lunghezza di un tubo che presenti le medesime perdite di carico.

Perciò alla lunghezza della tubazione si aggiunge la lunghezza che rappresenta le perdite di carico che si hanno nelle varie valvole e raccordi dell'impianto.

Nella tabella di fig. 10.8 è indicata la lunghezza equivalente di tubo da aggiungere per le valvole ed i raccordi di più comune impiego.

E' comunque opportuno prevedere diametri un poco sovrabbondanti per tenere conto del probabile aumento dei consumi di aria.

Valvole, ecc.		Lunghezza equivalente in metri di tubo						
		Diametro interno del tubo in mm						
		26	40	50	80	100	125	150
Valvole di sollevamento		3-6	5-10	7-15	10-25	15-30	20-50	25-60
Valvola a membrana		1,2	2,0	3,0	4,5	6	8	10
Valvola a saracinesca		0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5
Gornito		1,5	2,5	3,5	5	7	10	15
Gornito R = d		0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5
Gornito R = 2d		0,15	0,25	0,3	0,5	0,8	1,0	1,5
Derivazione a T		2	3	4	7	10	15	20
Riduzione		0,5	0,7	1,0	2,0	2,5	3,5	4,0

fig. 10.8 Perdite di carico in lunghezze equivalenti di tubo per valvole e raccordi di più comune impiego.

NOTA: Inizialmente non conoscendo il diametro della tubazione non si può introdurre la lunghezza equivalente di tubo per considerare le perdite di carico delle valvole e dei raccordi. Si farà in un secondo tempo come verifica.

Esistono varie tabelle e nomogrammi che permettono di trovare i tubi da impiegare per rimanere entro i limiti delle perdite di carico ammesse.

Un nomogramma, il cui rilievo risulta semplice ed immediato, è rappresentato nella fig. 10.9.

Con il suddetto nomogramma si possono calcolare i diametri delle tubazioni per portate fino a 100 nm<sup>3</sup>/min ma per la sola pressione relativa di 0,7 MPa (7 bar) che è la pressione maggiormente impiegata.

Ipotizzando che la portata nella rete di distribuzione debba essere di 10 nm<sup>3</sup>/min e desiderando una perdita di carico pari a 0,1 bar nelle tubazioni (che sono lunghe 200 metri) la procedura è la seguente:

- si pone una riga sul valore della portata (10 nm<sup>3</sup>/min), rilevato sulla verticale di sinistra, e sul valore della perdita di carico di un metro di tubo

$$\left( \frac{10000 \text{ pA}}{200 \text{ M}} = 50 \text{ Pa/m} \right),$$

rilevato sulla verticale di destra.

- il punto di coincidenza della riga con la verticale centrale, che determina la dimensione del tubo, cade nel campo dei tubi da 2½" e 3".

- spostando la riga nelle perdite di carico di 0,45 Pa, per tener conto delle perdite di carico delle valvole e dei raccordi, il punto rimane sempre nel medesimo campo.

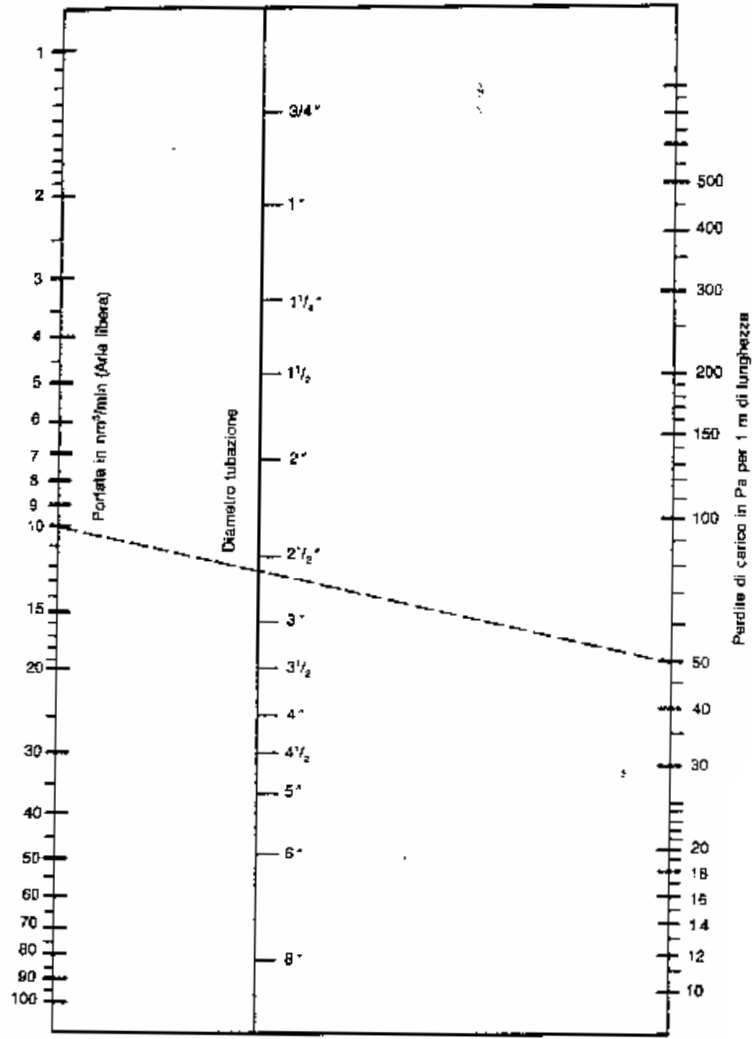


fig. 10.9 Nomogramma per la ricerca dei diametri dei tubi per il trasporto di aria con pressione relativa di 7 bar.