



# Aria compressa - esercizio

Il dimensionamento in esame riguarda un'area produttiva, in cui è necessario installare un impianto di distribuzione di aria compressa per servire la seguente tipologia di utenze:

Area	Tipologia	N°	Consumo (l/min) cad.
Officina	Trapano	2	1000
	Smerigliatrice	2	1200
	Avvitatore	2	1100
Magazzino	Paranco	1	1800

Le utenze richiedono tutte la stessa pressione di **7 bar**. È possibile quindi prevedere una sola linea servita da un'unica unità.

## Calcolo della portata del ramo collettore

Consideriamo un fattore di contemporaneità dell'80%

Area	Tipologia	N°	Consumo (l/min) cad.	Consumo (l/min)	Consumi (m <sup>3</sup> /s)
Officina	Trapano	2	1000	2000	0,033
	Smerigliatrice	2	1200	2400	0,040
	Avvitatore	2	1100	2200	0,037
Magazzino	Paranco	1	1800	1800	0,030

Q<sub>a</sub>      0,112      m<sup>3</sup>/s

Temperatura all'uscita del compressore: T<sub>C</sub> = 30° C  
T<sub>a</sub> = 15° C

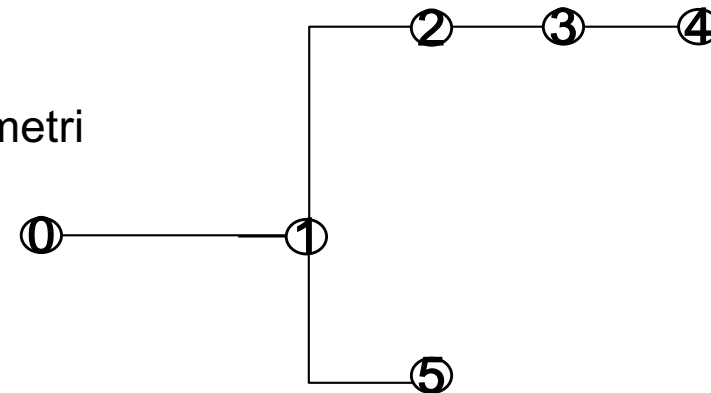
$$Q_c = \frac{Q_a \cdot p_a \cdot T_c}{p_e \cdot T_a} = 0,0168 \text{ m}^3/\text{s}$$



# Aria compressa - esercizio

Scegliamo una rete a pettine;  
Calcoliamo le portate per ogni tratto e quindi i diametri  
imponendo una velocità di 10 m/s

Tratto	Portata (m <sup>3</sup> /s)	d (m)	d (mm)
0-1	0,017	0,046	46,3
1-2	0,013	0,041	41,0
2-3	0,009	0,034	34,3
3-4	0,004	0,024	23,7
1-5	0,004	0,021	21,4



Dobbiamo ora riportarci ai diametri unificati

d (mm)	Tratto	Portata (m <sup>3</sup> /s)	d (mm)
17,4	0-1	0,017	48,2
19,3	1-2	0,013	43,4
21,7	2-3	0,009	39,8
24,9	3-4	0,004	24,9
27,1	1-5	0,004	21,7
34			
39,8			
43,4			
48,2			



# Aria compressa - esercizio

---

A questo punto occorre verificare che le perdite di carico, dovute alla resistenza incontrata dall'aria nel fluire nei tubi, non superino un certo valore massimo ammissibile che fissiamo pari a 0,2 bar (fino a 0,5 bar è comunque ammissibile). Andiamo quindi a valutare le perdite di carico, tratto per tratto, utilizzando la seguente formula empirica

$$\Delta P = 1.6 \cdot 10^8 \cdot \frac{Q^{1,85} \cdot L}{d^5 \cdot p_e}$$

Per quanto riguarda le perdite localizzate, causate da valvole, restringimenti o curve, questi valori vengono espressi in lunghezza equivalente di tubazione che, sommata a quella relativa al tratto in questione, potrà essere utilizzata all'interno della formula per il calcolo delle perdite di carico per calcolare le perdite totali. La procedura prevede che siano individuate le cause delle cadute di pressione localizzate nei vari tratti di tubazione (valvole, gomiti, ecc.) e che si utilizzi una tabella che mette in relazione le cause di perdite di carico con il diametro interno dei tubi e con una lunghezza equivalente da considerare per il calcolo delle perdite di carico stesse.

Tratto	L (m)	Leq.(m)	Ltot (m)
0-1	15,7	3,8	19,5
1-2	12,3	7,4	19,7
2-3	11	4,5	15,5
3-4	14,6	2,7	17,3
1-5	10,2	3	13,2

Occorre poi valutare anche la velocità, per verificare che rimanga nel range di ammissibilità.

---



# Aria compressa - esercizio

---

Tratto	Portata (m <sup>3</sup> /s)	d (mm)	v (m/s)	DP (bar)
0-1	0,017	48,2	9,23	0,00090
1-2	0,013	43,4	8,94	0,00098
2-3	0,009	39,8	7,41	0,00061
3-4	0,004	24,9	9,05	0,00181
1-5	0,004	21,7	9,75	0,00190

La verifica ha dato esito positivo.  
In caso di esito negativo occorre aumentare i diametri fino al rispetto della verifica

## Calcolo utenza critica

Conoscendo ora le perdite per ogni tratto di tubazione, è possibile individuare l'utenza critica, cioè quella il cui tratto per raggiungerla è soggetto alla maggiore perdita di carico.

Calcolo utenza critica	Dp(bar)
U2 1-2	0,00098
U3 1-2+2-3	0,00159
U4 1-2+2-3+3-4	0,00340
U5 1-5	0,00190

L'utenza sfavorita, in quanto interessata dalla maggiore perdita di carico, è l'utenza 4. Il compressore dovrà essere dimensionato prendendo come riferimento l'utenza 4. Si considera quindi la perdita di carico fino all'utenza critica e si aggiungono inoltre le perdite date dall'essiccatore, filtri e le tubazioni nella sala compressori (vedi tabella successiva).

---



# Aria compressa - esercizio

Componenti	$\Delta P_{sc}$ [bar]
Filtro dell'olio	0,14
Essiccatore a refrigerazione	0,09
Filtro della polvere	0,2
Sistema di tubazioni	0,05
Totale	0,48

La pressione richiesta al compressore è quindi:

$$p_c = 7 + 0,0034 + 0,48 = 7,484 \text{ bar}$$

Per la portata, conosciamo già il consumo di aria richiesto, quindi la portata alla pressione atmosferica.

$$Q_a = 0,112 \text{ m}^3/\text{s}$$

Occorre inoltre considerare alcune maggiorazioni, che tengano conto che in un impianto ad aria compressa si registrano solitamente fughe d'aria dell'ordine del 5-10%. Inoltre, per tenere conto delle future eventuali installazioni di nuove apparecchiature, si sovrastima il fabbisogno di un ulteriore 20%. Di seguito si riporta il valore della portata aggiornata (per le fughe d'aria si è considerate una maggiorazione del 5%).

Da ultimo, occorre considerare il fattore di riposo del compressore,  $R$ , che tiene conto del fatto che il compressore potrebbe non lavorare di continuo. Nel nostro caso  $R = 1,25$  cioè il compressore durante la fase di lavoro deve produrre un quantitativo di aria pari a 1,25 volte quello del funzionamento continuo.

$$Q_a' = 0,1764 \text{ m}^3/\text{s} = 10584 \text{ l/min}$$

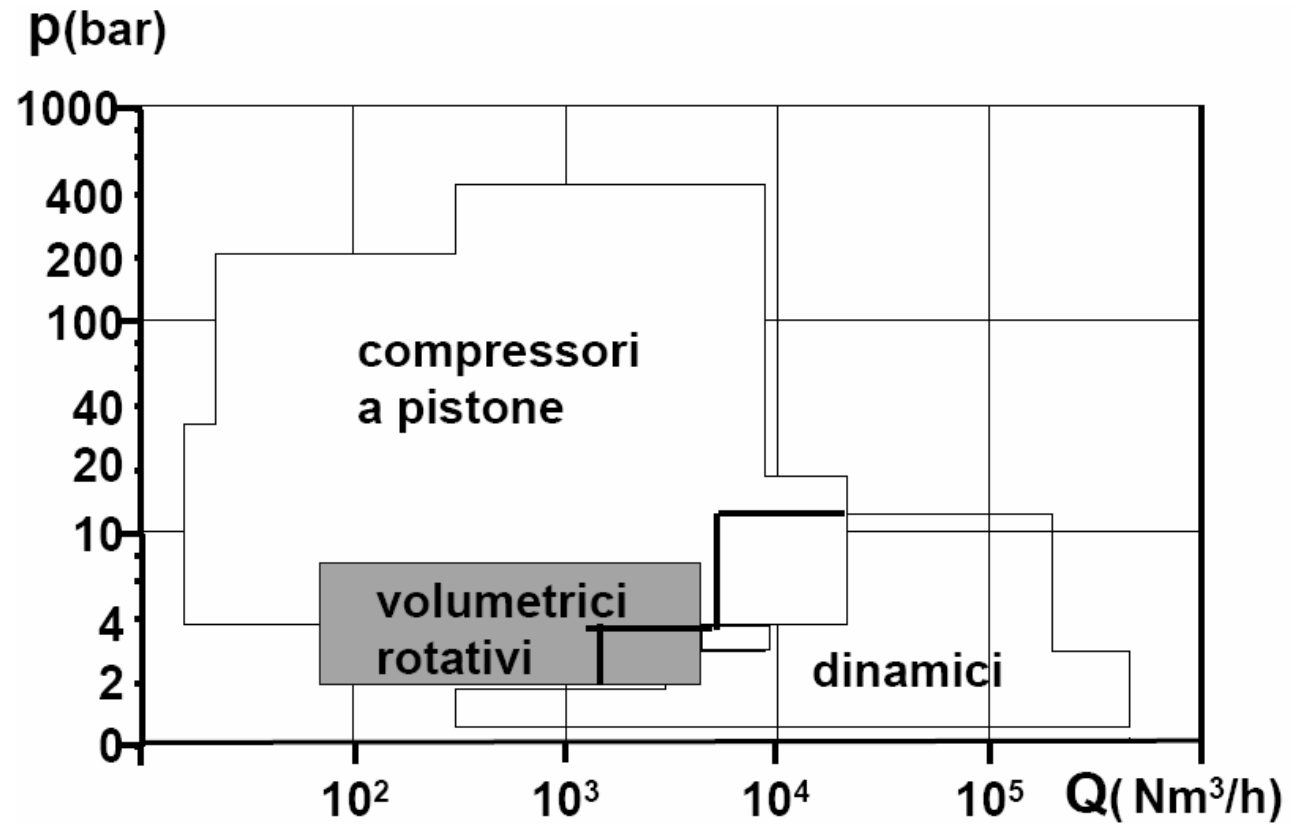
$$= 635 \text{ m}^3/\text{h}$$



# Scelta del compressore: fattori tecnici

- Portata  
(aria aspirata)

- Pressione di mandata



- Regolazione della portata



# Aria compressa - esercizio

---

Con questi valori di pressione e portata all'aspirazione, possiamo individuare il compressore adatti all'esigenza.

$$N = \frac{1225 \cdot Q'_a \cdot T_a \cdot (\beta^{0,286} - 1)}{\eta} = 54518W = 55kW$$

Dove  $T_a$  è la temperatura di aspirazione di circa  $15^\circ \text{ C}$ , pari a  $273+15=288^\circ \text{ K}$ ;  $\beta$  è il rapporto di compressione (7/1) e  $\eta$  è il rendimento, posto pari a 0,85.