



## COMPONENTI PNEUMATICI

*pneumatic equipment*

- I componenti prodotti dalla AZ Pneumatica sono il risultato di ventidue anni di esperienza nel settore della distribuzione e controllo dell'aria compressa. I sistemi utilizzati nella produzione di serie garantiscono alta affidabilità e prestazioni in grado di soddisfare tutte le esigenze applicative.

Le più avanzate tecnologie di produzione assicurano alla AZ Pneumatica elevati standard qualitativi e consentono di adattare con grande flessibilità tutti i prodotti alle più svariate applicazioni, con l'obiettivo di offrire il prodotto giusto per ogni esigenza.

- *The equipment and components which AZ Pneumatica manufactures are the result of twenty-two years experience in the field of compressed air distribution and control. The design and production techniques which are employed for the complete range of valves guarantee high reliability and performance that will satisfy all applications. Thanks to investment in the latest production techniques AZ Pneumatica can guarantee a high standard of quality and a flexible approach to adapt the product range to customer requirements.*

- AZ Pneumatica s.r.l. è azienda associata a  
*AZ Pneumatica s.r.l. is a member of*



ASSOCIAZIONE ITALIANA DEI COSTRUTTORI ED OPERATORI  
DEL SETTORE OLEIDRAULICO E PNEUMATICO





|   | pagina<br><i>page</i> |
|---|-----------------------|
| • <b>INFO</b>   |                       |
| Informazioni tecniche .....<br><i>Technical information</i>                     | 4                     |
| • <b>CAPITOLO I - chapter 1</b>   |                       |
| Microvalvole, valvole a cassetto .....<br><i>Microvalves, spool valves</i>      | 14                    |
| • <b>CAPITOLO II - chapter 2</b>  |                       |
| Valvole ausiliarie e accessori .....<br><i>Ancillary valves and accessories</i> | 199                   |
| • <b>CAPITOLO III - chapter 3</b>   |                       |
| Elementi integrati .....<br><i>Integrated elements</i>                          | 225                   |
| • <b>CAPITOLO IV - chapter 4</b>  |                       |
| Cilindri e accessori .....<br><i>Cylinders and accessories</i>                  | 263                   |
| • <b>CAPITOLO V - chapter 5</b>   |                       |
| Gruppi trattamento aria .....<br><i>Air preparation units</i>                   | 371                   |
| • <b>INDEX</b>  |                       |
| Indici generali .....<br><i>Product reference directories</i>                   | 478                   |



## SISTEMI DI MISURA

|                 | sistema tecnico                  | →<br>moltiplicare per | sistema internazionale           | ←<br>moltiplicare per        | sistema anglosassone                |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| lunghezza       | metro [m]                        | 1                     | metro [m]                        | 0.0254                       | pollice [in]                        |
|                 | metro [m]                        | 1                     | metro [m]                        | 0.3048                       | piede [ft]                          |
| area            | metro quadrato [m <sup>2</sup> ] | 1                     | metro quadrato [m <sup>2</sup> ] | 0.00064516                   | pollice quadrato [in <sup>2</sup> ] |
|                 | metro quadrato [m <sup>2</sup> ] | 1                     | metro quadrato [m <sup>2</sup> ] | 0.09290304                   | piede quadrato [ft <sup>2</sup> ]   |
| volume          | metro cubo [m <sup>3</sup> ]     | 1                     | metro cubo [m <sup>3</sup> ]     | 16.387064 · 10 <sup>-6</sup> | pollice cubo [in <sup>3</sup> ]     |
|                 | metro cubo [m <sup>3</sup> ]     | 1                     | metro cubo [m <sup>3</sup> ]     | 0.028316846                  | piede cubo [ft <sup>3</sup> ]       |
| massa           | kilogrammo [kg]                  | 1                     | kilogrammo [kg]                  | 0.45359237                   | libbra [lb]                         |
| forza, peso     | kilogrammo [kg]                  | 9.80665               | Newton [N]                       | 4.448221615                  | libbra [lb]                         |
| lavoro, energia | kilogrammetro [kg·m]             | 9.80665               | Joule [J]                        | 1.355817948                  | lb·ft                               |
| potenza         | cavallo vapore [CV]              | 735.5                 | Watt [W]                         | 745.7                        | horse power [HP]                    |
|                 | sistema tecnico                  | ←<br>dividere per     | sistema internazionale           | →<br>dividere per            | sistema anglosassone                |

## MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI

| nome  | simbolo | valore            |
|-------|---------|-------------------|
| esa   | E       | 10 <sup>18</sup>  |
| peta  | P       | 10 <sup>15</sup>  |
| tera  | T       | 10 <sup>12</sup>  |
| giga  | G       | 10 <sup>9</sup>   |
| mega  | M       | 10 <sup>6</sup>   |
| kilo  | k       | 10 <sup>3</sup>   |
| etto  | h       | 10 <sup>2</sup>   |
| deca  | da      | 10 <sup>1</sup>   |
| deci  | d       | 10 <sup>-1</sup>  |
| centi | c       | 10 <sup>-2</sup>  |
| milli | m       | 10 <sup>-3</sup>  |
| micro | μ       | 10 <sup>-6</sup>  |
| nano  | n       | 10 <sup>-9</sup>  |
| pico  | p       | 10 <sup>-12</sup> |
| femto | f       | 10 <sup>-15</sup> |
| atto  | a       | 10 <sup>-18</sup> |

## SCALE DI TEMPERATURA

°C = gradi Celsius o gradi centigradi

°F = gradi Fahrenheit

°K = gradi Kelvin (unità del sistema internazionale)

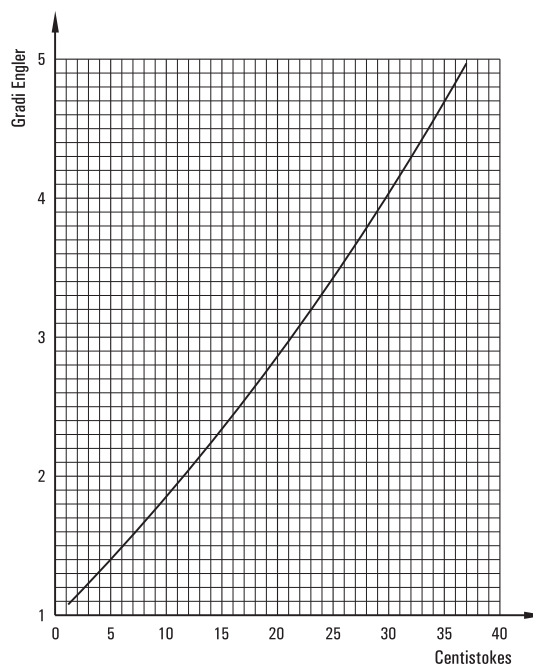
equivalenze

°F = (1.8 · °C) + 32

°C = (°F - 32) · 0.55

°K = °C + 273.15

## VISCOSITÀ



## UNITÀ DI PRESSIONE

*Esempio di utilizzo della tabella:* volendo convertire 25 bar in kPa, il coefficiente necessario si trova all'incrocio tra la riga "bar" e la colonna "kPa". Moltiplicare dunque 25 bar per 100 e il risultato è 2500 kPa.

| da \ a             | Pa              | kPa      | MPa                      | bar                      | mbar    | kg/cm <sup>2</sup>       | mm Hg      | psi         |
|--------------------|-----------------|----------|--------------------------|--------------------------|---------|--------------------------|------------|-------------|
| Pa                 | 1               | 0.001    | 10 <sup>-6</sup>         | 10 <sup>-5</sup>         | 0.01    | 10.1972·10 <sup>-6</sup> | 0.00750062 | 0.000145038 |
| kPa                | 1000            | 1        | 0.001                    | 0.01                     | 10      | 0.0101972                | 7.50062    | 0.145038    |
| MPa                | 10 <sup>6</sup> | 1000     | 1                        | 10                       | 10000   | 10.1972                  | 7500.62    | 145.038     |
| bar                | 10 <sup>5</sup> | 100      | 0.1                      | 1                        | 1000    | 1.01972                  | 750.062    | 14.5038     |
| mbar               | 100             | 0.1      | 0.0001                   | 0.001                    | 1       | 0.00101972               | 0.750062   | 0.0145038   |
| kg/cm <sup>2</sup> | 98066.5         | 98.0665  | 0.0980665                | 0.980665                 | 980.665 | 1                        | 735.559    | 14.2233     |
| mm Hg              | 133.322         | 0.133322 | 133.322·10 <sup>-6</sup> | 133.322·10 <sup>-5</sup> | 1.33322 | 0.00135951               | 1          | 0.0193368   |
| psi                | 6894.76         | 6.89476  | 0.00689476               | 0.0689476                | 68.9476 | 0.070307                 | 51.7149    | 1           |

## UNITÀ DI PORTATA

*Esempio di utilizzo della tabella:* volendo convertire 410 l/s in l/h, il coefficiente necessario si trova all'incrocio tra la riga "l/s" e la colonna "l/h". Moltiplicare dunque 410 l/s per 0.2777·10<sup>-3</sup> (che equivale a 0.0002777) e il risultato è 0.113857 l/h.

| da \ a              | m <sup>3</sup> /s | l/s                 | cm <sup>3</sup> /s  | m <sup>3</sup> /h       | m <sup>3</sup> /min     | l/h                     | l/min                   |
|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| m <sup>3</sup> /s   | 1                 | 1000                | 10 <sup>6</sup>     | 0.2777·10 <sup>-3</sup> | 16.666·10 <sup>-3</sup> | 0.2777                  | 16.666                  |
| l/s                 | 0.001             | 1                   | 1000                | 0.2777·10 <sup>-6</sup> | 16.666·10 <sup>-6</sup> | 0.2777·10 <sup>-3</sup> | 16.666·10 <sup>-3</sup> |
| cm <sup>3</sup> /s  | 10 <sup>-6</sup>  | 0.001               | 1                   | 0.2777·10 <sup>-9</sup> | 16.666·10 <sup>-9</sup> | 0.2777·10 <sup>-6</sup> | 16.666·10 <sup>-6</sup> |
| m <sup>3</sup> /h   | 3600              | 3.6·10 <sup>6</sup> | 3.6·10 <sup>9</sup> | 1                       | 60                      | 1000                    | 60000                   |
| m <sup>3</sup> /min | 60                | 60000               | 60·10 <sup>6</sup>  | 16.666·10 <sup>-3</sup> | 1                       | 16.666                  | 1000                    |
| l/h                 | 3.6               | 3600                | 3.6·10 <sup>6</sup> | 0.001                   | 0.06                    | 1                       | 60                      |
| l/min               | 0.06              | 60                  | 60000               | 16.666·10 <sup>-6</sup> | 0.001                   | 16.666·10 <sup>-3</sup> | 1                       |



## GRADI DI PROTEZIONE ELETTRICA

Il codice "IP" che compare tra i dati tecnici dei componenti elettrici ed elettronici indica il grado e il tipo di protezione elettrica secondo la tabella seguente. Il primo numero del codice "IP" indica il grado di protezione contro il contatto e la penetrazione di corpi estranei solidi. Il secondo numero indica il grado di protezione contro la penetrazione dell'acqua.

|   |   | Descrizione  | Protezione contro l'acqua |  |   |   |  |  |                                  |   |   |
|---|---|--|---------------------------|--|---|---|--|--|----------------------------------|---|---|
|   |   |  | 0                         | 1  | 2   | 3   | 4  | 5  | 6                                | 7   | 8   |
|   |   |  | Nessuna protezione        | Protezione contro gocce d'acqua con direzione perpendicolare | Protezione contro gocce d'acqua con inclinazione massima di 15° | Protezione contro gocce d'acqua con inclinazione massima di 60° | Protezione contro spruzzi d'acqua da qualsiasi direzione | Protezione contro getti intensi d'acqua da qualsiasi direzione | Protezione contro ondate d'acqua | Protezione contro l'immersione temporanea | Protezione contro l'immersione permanente |
| Protezione delle persone e delle attrezzature contro i corpi estranei | 0 | Nessuna protezione   | IP 00                     |  |   |   |  |  |                                  |   |   |
|   | 1 | Protezione contro i corpi estranei solidi più grandi di 50 mm  | IP 10                     | IP 11  | IP 12   |   |  |  |                                  |   |   |
|   | 2 | Protezione contro i corpi estranei solidi più grandi di 12 mm  | IP 20                     | IP 21  | IP 22   | IP 23   |  |  |                                  |   |   |
|   | 3 | Protezione contro i corpi estranei solidi più grandi di 2.5 mm | IP 30                     | IP 31  | IP 32   | IP 33   |  |  |                                  |   |   |
|   | 4 | Protezione contro i corpi estranei solidi più grandi di 1 mm   | IP 40                     | IP 41  | IP 42   | IP 43   | IP 44  |  |                                  |   |   |
|   | 5 | Protezione contro la polvere                                   | IP 50                     | IP 51  | IP 52   | IP 53   | IP 54  | IP 55  | IP 56                            | IP 57                                     |   |
|   | 6 | Protezione totale contro la polvere                            | IP 60                     | IP 61  | IP 62   | IP 63   | IP 64  | IP 65  | IP 66                            | IP 67                                     | IP 68                                     |



Locali secchi:  
materiale ammesso per ogni caratteristica IP



Locali umidi:  
materiale ammesso a partire da IP 11



Locali bagnati:  
materiale ammesso a partire da IP 23



## FORZA SVILUPPATA DA UN CILINDRO

In relazione all'alesaggio e alla pressione di lavoro, un cilindro pneumatico sviluppa una forza che può essere utilizzata per compiere un lavoro. La forza sviluppata nella fase di spinta è superiore a quella sviluppata nella fase di trazione, poiché nel primo caso agisce l'intera superficie del pistone, mentre nel secondo agisce la superficie del pistone meno quella dello stelo. Nel caso di un cilindro con stelo passante, le due forze sono identiche e hanno valore pari a quello della forza sviluppata in trazione da un cilindro normale di pari alesaggio.

La formula per calcolare la forza nella fase di spinta è la seguente:

$$F_s = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta$$

ove:

**F<sub>s</sub>** è la forza sviluppata dal cilindro in spinta espressa in daN;

**D** è l'alesaggio del cilindro espresso in centimetri;

**p** è la pressione espressa in bar;

**η** è il coefficiente di rendimento (posto uguale a 0.9).

La formula per calcolare la forza nella fase di trazione è la seguente:

$$F_T = \frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi}{4} \cdot p \cdot \eta$$

ove:

**F<sub>T</sub>** è la forza sviluppata dal cilindro in trazione espressa in daN;

**D** è l'alesaggio del cilindro espresso in centimetri;

**d** è il diametro dello stelo espresso in centimetri;

**p** è la pressione espressa in bar;

**η** è il coefficiente di rendimento (posto uguale a 0.9).

| alesaggio cilindro<br>[mm] | diametro stelo<br>[mm] | moto     | area utile<br>[cm <sup>2</sup> ] | forza in spinta e trazione in daN in funzione della pressione di esercizio in bar, a 20°C, con rendimento 0.9 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------|------------------------|----------|----------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                            |                        |          |                                  | 1 bar   | 2 bar  | 3 bar  | 4 bar  | 5 bar  | 6 bar  | 7 bar  | 8 bar  | 9 bar  | 10 bar |
| 12                         | 6                      | spinta   | 1.13                             | 1.017   | 2.035  | 3.053  | 4.071  | 5.089  | 6.107  | 7.124  | 8.142  | 9.160  | 10.178 |
|                            |                        | trazione | 1.00                             | 0.763   | 1.526  | 2.290  | 3.053  | 3.816  | 4.580  | 5.343  | 6.107  | 6.870  | 7.633  |
| 16                         | 6                      | spinta   | 2.01                             | 1.809   | 3.619  | 5.428  | 7.238  | 9.047  | 10.857 | 12.666 | 14.476 | 16.285 | 18.095 |
|                            |                        | trazione | 1.73                             | 1.555   | 3.110  | 4.665  | 6.220  | 7.775  | 9.330  | 10.885 | 12.440 | 13.995 | 15.550 |
| 20                         | 8                      | spinta   | 3.14                             | 2.827   | 5.654  | 8.482  | 11.309 | 14.136 | 16.964 | 19.791 | 22.618 | 25.446 | 28.273 |
|                            |                        | trazione | 2.64                             | 2.374   | 4.749  | 7.124  | 9.499  | 11.874 | 14.249 | 16.624 | 18.999 | 21.374 | 23.749 |
| 25                         | 12                     | spinta   | 4.91                             | 4.417   | 8.835  | 13.253 | 17.670 | 22.088 | 26.506 | 30.924 | 35.341 | 39.759 | 44.177 |
|                            |                        | trazione | 3.78                             | 3.399   | 6.799  | 10.199 | 13.599 | 16.999 | 20.399 | 23.799 | 27.199 | 30.598 | 33.998 |
| 32                         | 12                     | spinta   | 8.04                             | 7.238   | 14.476 | 21.714 | 28.952 | 36.190 | 43.428 | 50.666 | 57.904 | 65.142 | 72.380 |
|                            |                        | trazione | 6.91                             | 6.220   | 12.440 | 18.660 | 24.880 | 31.100 | 37.321 | 43.541 | 49.761 | 55.981 | 62.201 |
| 40                         | 16                     | spinta   | 12.56                            | 11.309  | 22.618 | 33.928 | 45.237 | 56.547 | 67.856 | 79.165 | 90.475 | 101.78 | 113.09 |
|                            |                        | trazione | 10.55                            | 9.499   | 18.999 | 28.499 | 37.999 | 47.499 | 56.999 | 66.499 | 75.999 | 85.499 | 94.998 |
| 50                         | 20                     | spinta   | 19.63                            | 17.670  | 35.341 | 53.012 | 70.683 | 88.354 | 106.02 | 123.69 | 141.36 | 159.03 | 176.70 |
|                            |                        | trazione | 16.49                            | 14.843  | 29.687 | 44.530 | 59.374 | 74.217 | 89.061 | 103.90 | 118.74 | 133.59 | 148.43 |
| 63                         | 20                     | spinta   | 31.16                            | 28.054  | 56.108 | 84.163 | 112.21 | 140.27 | 168.32 | 196.38 | 224.43 | 252.49 | 280.54 |
|                            |                        | trazione | 28.02                            | 25.227  | 50.454 | 75.681 | 100.90 | 126.13 | 151.36 | 176.58 | 201.81 | 227.04 | 252.27 |
| 80                         | 25                     | spinta   | 50.24                            | 45.237  | 90.475 | 135.71 | 180.95 | 226.18 | 271.42 | 316.66 | 361.90 | 407.13 | 452.37 |
|                            |                        | trazione | 45.36                            | 40.819  | 81.639 | 122.45 | 163.27 | 204.09 | 244.91 | 285.73 | 326.55 | 367.37 | 408.19 |
| 100                        | 25                     | spinta   | 78.54                            | 70.683  | 141.36 | 212.05 | 282.73 | 353.41 | 424.10 | 494.78 | 565.47 | 636.15 | 706.83 |
|                            |                        | trazione | 70.50                            | 66.266  | 132.53 | 198.79 | 265.06 | 331.33 | 397.59 | 463.86 | 530.12 | 596.39 | 662.66 |
| 125                        | 32                     | spinta   | 122.66                           | 110.44  | 220.88 | 331.33 | 441.77 | 552.21 | 662.66 | 773.10 | 883.54 | 993.99 | 1104.4 |
|                            |                        | trazione | 114.67                           | 103.20  | 206.41 | 309.61 | 412.82 | 516.02 | 619.23 | 722.43 | 825.64 | 928.84 | 1032.0 |
| 160                        | 40                     | spinta   | 201.06                           | 180.95  | 361.90 | 542.85 | 723.80 | 904.75 | 1085.7 | 1266.6 | 1447.6 | 1628.5 | 1809.5 |
|                            |                        | trazione | 188.49                           | 169.64  | 339.28 | 508.92 | 678.56 | 848.20 | 1017.8 | 1187.4 | 1357.1 | 1526.7 | 1696.4 |
| 200                        | 40                     | spinta   | 314.15                           | 282.73  | 565.47 | 848.20 | 1130.9 | 1413.6 | 1696.4 | 1979.1 | 2261.8 | 2544.6 | 2827.3 |
|                            |                        | trazione | 301.59                           | 271.42  | 542.85 | 814.27 | 1085.7 | 1357.1 | 1628.5 | 1899.9 | 2171.4 | 2442.8 | 2714.2 |

## RESISTENZA DI UN CILINDRO AL CARICO DI PUNTA

Un cilindro avente una corsa la cui lunghezza supera di dieci volte il diametro dello stelo, ad esempio nel caso di un cilindro avente alesaggio 50 e corsa 500 (diametro stelo 20), quando viene sollecitato da una forza di compressione agente sull'estremità dello stelo (tale forza è detta "carico di punta") è sottoposto a una sollecitazione composta di presso-flessione che potrebbe provocare la rottura dello stelo. È dunque necessario verificare se il cilindro può applicare la forza richiesta in condizioni di sicurezza, in relazione alle sue dimensioni e alla modalità di installazione.

La resistenza del cilindro al carico di punta si calcola con la formula seguente, in relazione al diametro dello stelo e alla corsa del cilindro:

$$F = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot M}{Q \cdot S^2}$$

ove:

**E** è il modulo di elasticità dell'acciaio, pari a 21000 kg/mm<sup>2</sup>, ossia 205939 N/mm<sup>2</sup>;

**M** è il momento di inerzia dello stelo (espresso in mm<sup>4</sup>), uguale a  $M = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$  (ove **d** è il diametro dello stelo espresso in millimetri);

**S** è la corsa del cilindro, espressa in millimetri;

**Q** è il coefficiente di sicurezza, posto uguale a 5;

**F** è la resistenza al carico di punta, ossia la massima forza sviluppabile dal cilindro in condizioni di sicurezza (il valore è espresso in N).

Sostituendo i valori nella formula ed eseguendo i calcoli, si può semplificare in questo modo:

$$F = \frac{160.85 \cdot \pi^3 \cdot d^4}{S^2}$$

Variando la modalità di installazione del cilindro, la sua resistenza al carico di punta, e dunque la forza massima che può esercitare in condizioni di sicurezza, varia a seconda di coefficienti prestabiliti, secondo lo schema seguente:

a) cilindro fissato con un ancoraggio rigido (piedini) e stelo agente direttamente (senza ancoraggio) su un pezzo mobile lungo un piano: coefficiente = 0.55

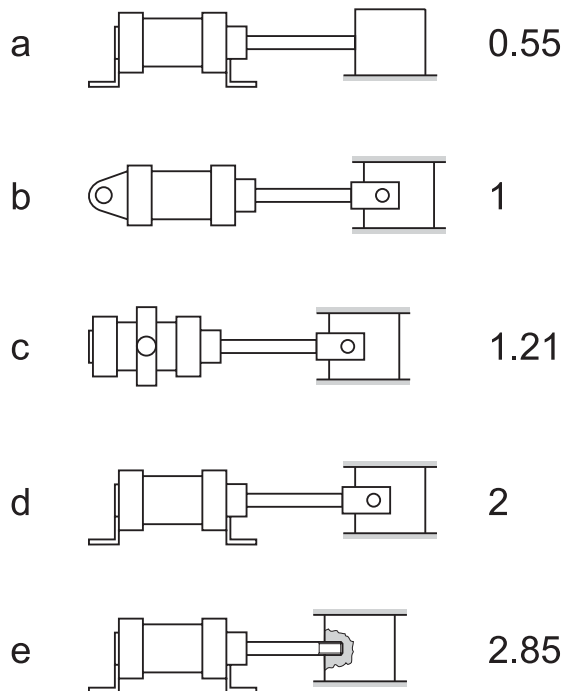
b) cilindro fissato con una cerniera posteriore snodata e stelo ancorato a un pezzo mobile e guidato: coefficiente = 1

c) cilindro fissato con una cerniera intermedia snodata e stelo ancorato a un pezzo mobile e guidato: coefficiente = 1.21

d) cilindro fissato con un ancoraggio rigido (piedini) e stelo ancorato a un pezzo mobile e guidato: coefficiente = 2

e) cilindro fissato con un ancoraggio rigido (piedini) e stelo avvitato e bloccato in un pezzo mobile e guidato: coefficiente = 2.85

È pertanto necessario moltiplicare il valore **F** per detti coefficienti. Ad esempio, un cilindro di corsa 1000 avente diametro dello stelo 40 mm può esercitare in condizioni di sicurezza una forza massima di 12767 N se lo si fissa con una cerniera posteriore snodata e si ancora lo stelo a un pezzo mobile e guidato (figura **b**; coefficiente = 1); se invece lo si fissa con i piedini ma lo stelo agisce senza ancoraggio su un pezzo che si muove su un piano senza una guida (figura **a**), il valore ottenuto dalla formula va moltiplicato per 0.55, ottenendo dunque una forza massima di 7021 N.





È possibile ricavare la formula inversa, da utilizzarsi per il calcolo della corsa massima in relazione al diametro dello stelo e alla forza richiesta. Il valore della forza **F** da inserire nella formula si ottiene dividendo il valore della forza richiesta per il coefficiente corrispondente alla modalità di installazione. Ad esempio, se si richiede una forza di 1000 N a un cilindro avente diametro dello stelo 12 mm e installato secondo la figura **c**, nella formula occorre inserire una forza di  $1000/1.21 = 826.44$  N. Eseguendo i calcoli si ottiene che in questa situazione il cilindro per resistere a un carico di 1000 N può avere una corsa massima di 353 mm. Se fosse montato ad esempio secondo lo schema **b**, detto cilindro per esercitare la stessa forza non potrebbe avere una corsa più lunga di 321 mm.

$$S = \pi d^2 \sqrt{\frac{160.85 \cdot \pi}{F}}$$

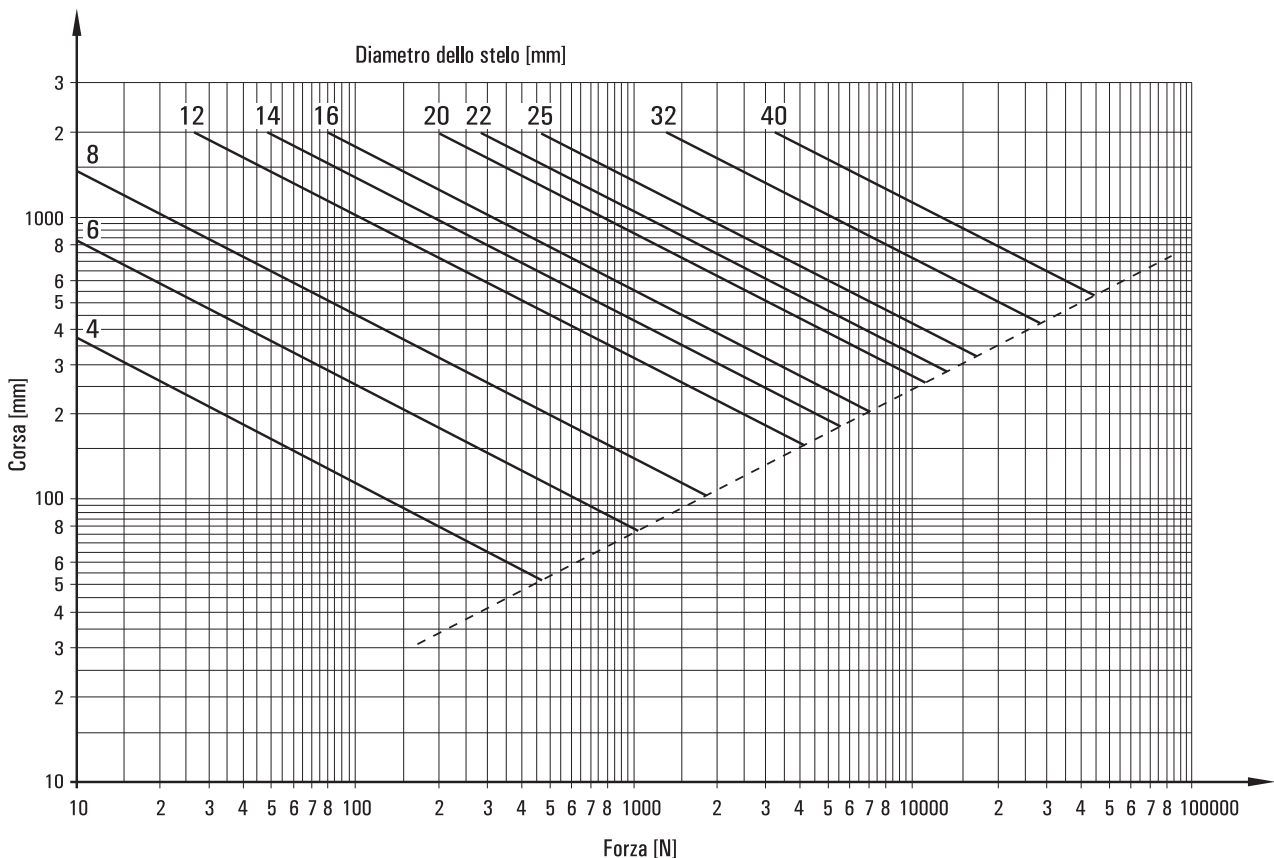
La formula per ricavare il diametro dello stelo (e per conseguenza l'alesaggio del cilindro) in relazione alla forza da applicare e alla corsa utile è invece la seguente:

$$d = \sqrt[4]{\frac{S^2 \cdot F}{160.85 \cdot \pi^3}}$$

Il valore della forza **F** da inserire nella formula si ottiene dividendo il valore della forza richiesta per il coefficiente corrispondente alla modalità di installazione. Ad esempio, se si richiede una forza di 1000 N a un cilindro installato secondo la figura **a**, nella formula occorre inserire una forza di  $1000/0.55 = 1818$  N.

I calcoli che abbiamo effettuato con queste formule possono essere eseguiti graficamente. Il grafico seguente è stato realizzato per un cilindro montato secondo lo schema **b**.

**Esempio di lettura:** dato un cilindro avente diametro dello stelo 25 mm e corsa 1000 calcolare la resistenza al carico di punta. Si traccia a partire dalla colonna di sinistra (corsa), in corrispondenza al valore 1000, una linea orizzontale fino ad incontrare la linea obliqua corrispondente al diametro dello stelo 25 mm. Da questo punto di intersezione si traccia una linea verticale, che taglia l'asse delle forze nelle vicinanze del valore 2000 N. Infatti, la formula dà il valore di 1948 N.





## CONSUMO D'ARIA DI UN CILINDRO

Nel suo movimento il cilindro consuma una quantità d'aria **Q** direttamente proporzionale alla pressione di lavoro, alla corsa e al quadrato dell'alesaggio. La formula seguente fornisce il valore del consumo d'aria (in normal-litri) nella fase di spinta, durante la quale agisce l'intera superficie del pistone.

$$Q = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot S \cdot (p+1) \cdot 10^{-6}$$

**d** è l'alesaggio del cilindro espresso in millimetri;

**S** è la corsa del cilindro (espressa in millimetri) per la quale si intende calcolare il consumo d'aria;

**p** è la pressione di lavoro (espressa in bar).

Durante fase di trazione, la superficie agente è la superficie del pistone meno l'area occupata dallo stelo. La formula per il calcolo del consumo d'aria durante la fase di trazione è la seguente:

$$Q = \frac{\pi}{4} (D+d)(D-d) \cdot S \cdot (p+1) \cdot 10^{-6}$$

**D** è l'alesaggio del cilindro espresso in millimetri;

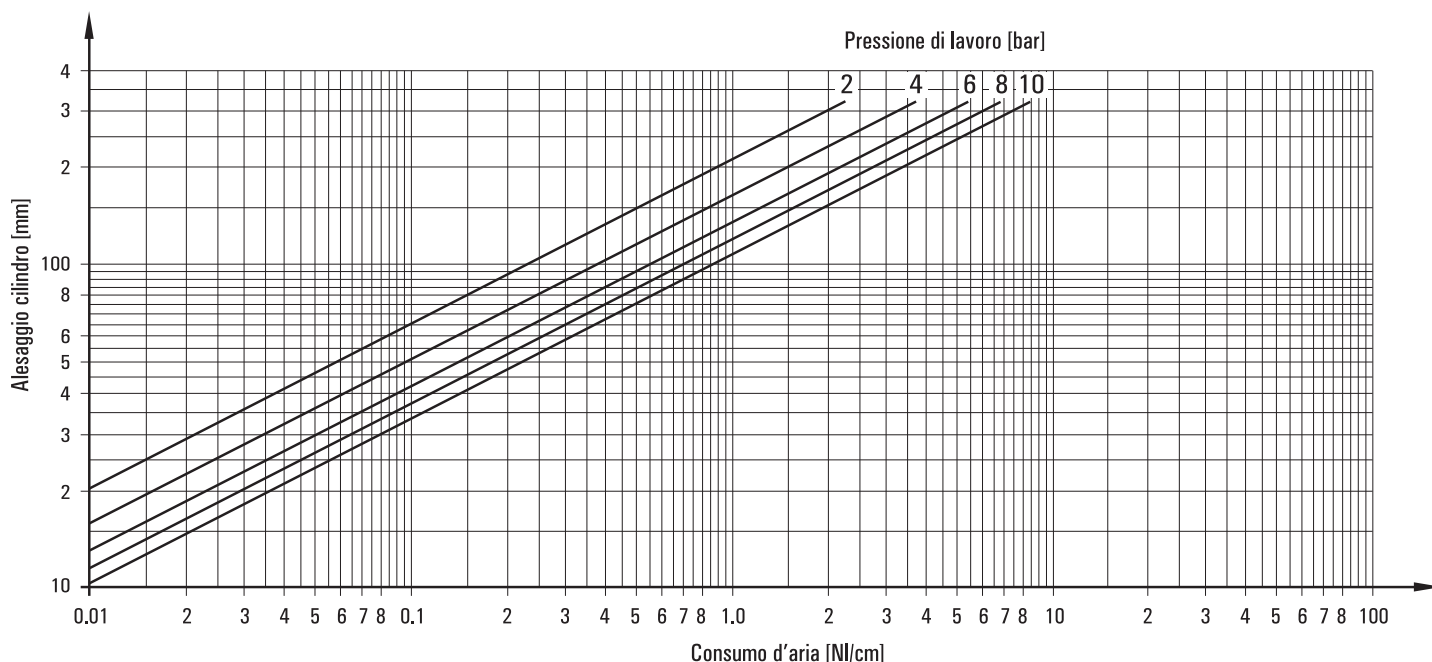
**d** è il diametro dello stelo espresso in millimetri;

**S** è la corsa del cilindro (espressa in millimetri) per la quale si intende calcolare il consumo d'aria;

**p** è la pressione di lavoro (espressa in bar).

È possibile calcolare il consumo d'aria anche mediante il grafico riportato in questa pagina o con la tabella riportata nella pagina seguente. Il grafico si riferisce alla fase di spinta ed esprime il valore in litri per centimetro di corsa (ciò equivale a porre nella formula la variabile **S** uguale a 10 mm).

*Esempio di lettura:* dato un cilindro avente alesaggio 100 mm operante a una pressione di 6 bar, calcolare il consumo d'aria per una corsa di 400 mm. Si traccia a partire dalla colonna di sinistra (alesaggio), in corrispondenza al valore 100, una linea orizzontale fino ad incontrare la linea obliqua corrispondente alla pressione 6 bar. Da questo punto di intersezione si traccia una linea verticale, che taglia l'asse dei consumi nelle vicinanze del valore 0.55 NI/cm. Moltiplicando questo valore per 40, si ottiene un consumo totale di 22 normal-litri. Eseguendo i calcoli con la formula si ottiene infatti un consumo totale di 21.99 normal-litri.

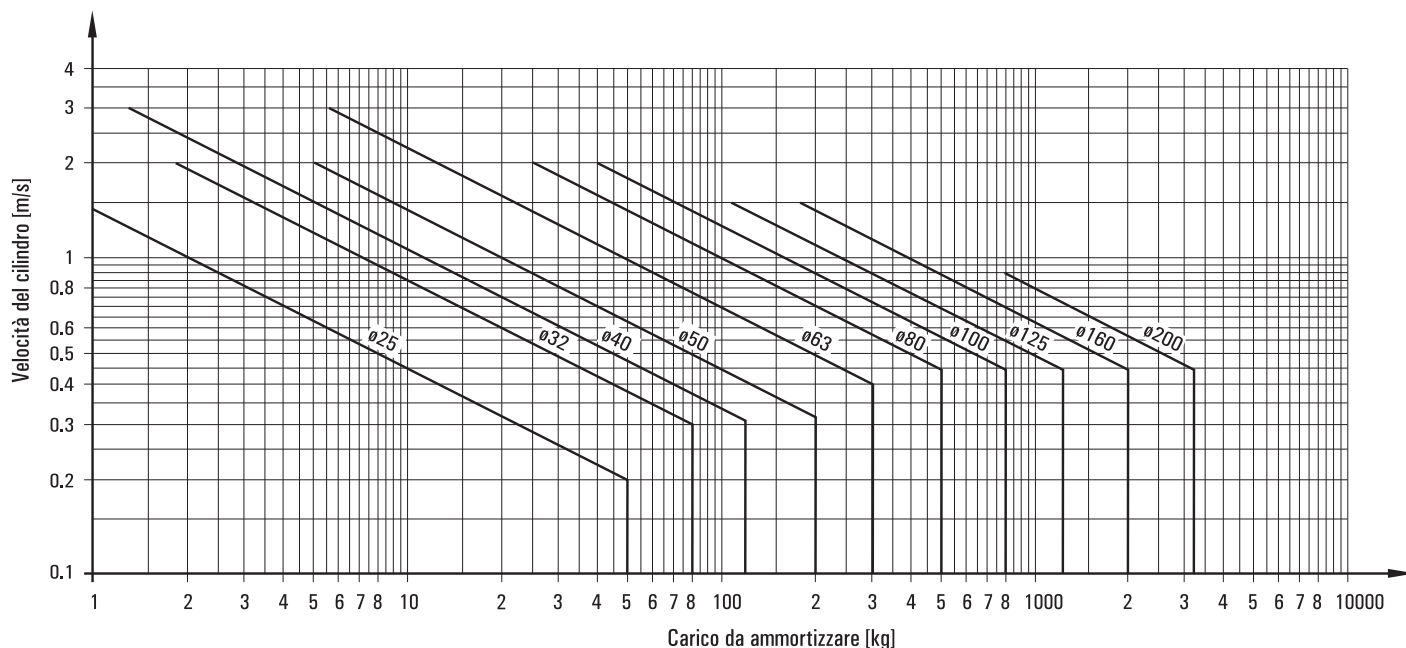




| alesaggio cilindro<br>[mm] | diametro stelo<br>[mm] | moto     | area utile<br>[cm <sup>2</sup> ] | consumo d'aria in spinta e in trazione in NI/cm di corsa, in funzione della pressione di esercizio (bar), a 20°C |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------|------------------------|----------|----------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                            |                        |          |                                  | 1 bar  | 2 bar  | 3 bar  | 4 bar  | 5 bar  | 6 bar  | 7 bar  | 8 bar  | 9 bar  | 10 bar |
| 12                         | 6                      | spinta   | 1.13                             | 0.0023   | 0.0034 | 0.0045 | 0.0057 | 0.0068 | 0.0079 | 0.0090 | 0.0102 | 0.0113 | 0.0124 |
|                            |                        | trazione | 1.00                             | 0.0016   | 0.0025 | 0.0033 | 0.0042 | 0.0050 | 0.0059 | 0.0067 | 0.0076 | 0.0084 | 0.0093 |
| 16                         | 6                      | spinta   | 2.01                             | 0.0040   | 0.0060 | 0.0080 | 0.0100 | 0.0121 | 0.0141 | 0.0161 | 0.0181 | 0.0202 | 0.0221 |
|                            |                        | trazione | 1.73                             | 0.0034   | 0.0051 | 0.0069 | 0.0086 | 0.0103 | 0.0121 | 0.0138 | 0.0155 | 0.0173 | 0.0190 |
| 20                         | 8                      | spinta   | 3.14                             | 0.0063   | 0.0094 | 0.0126 | 0.0157 | 0.0188 | 0.0220 | 0.0251 | 0.0283 | 0.0314 | 0.0346 |
|                            |                        | trazione | 2.64                             | 0.0053   | 0.0079 | 0.0105 | 0.0132 | 0.0158 | 0.0185 | 0.0211 | 0.0237 | 0.0264 | 0.0290 |
| 25                         | 12                     | spinta   | 4.91                             | 0.0098   | 0.0147 | 0.0196 | 0.0245 | 0.0295 | 0.0344 | 0.0393 | 0.0442 | 0.0491 | 0.0540 |
|                            |                        | trazione | 3.78                             | 0.0076   | 0.0113 | 0.0151 | 0.0189 | 0.0227 | 0.0264 | 0.0302 | 0.0339 | 0.0378 | 0.0415 |
| 32                         | 12                     | spinta   | 8.04                             | 0.0160   | 0.0241 | 0.0321 | 0.0402 | 0.0482 | 0.0562 | 0.0643 | 0.0723 | 0.0804 | 0.0884 |
|                            |                        | trazione | 6.91                             | 0.0138   | 0.0207 | 0.0276 | 0.0345 | 0.0414 | 0.0483 | 0.0552 | 0.0622 | 0.0691 | 0.0760 |
| 40                         | 16                     | spinta   | 12.56                            | 0.0251   | 0.0376 | 0.0502 | 0.0628 | 0.0753 | 0.0879 | 0.1005 | 0.1130 | 0.1256 | 0.1382 |
|                            |                        | trazione | 10.55                            | 0.0211   | 0.0316 | 0.0422 | 0.0527 | 0.0633 | 0.0738 | 0.0844 | 0.0949 | 0.1055 | 0.1161 |
| 50                         | 20                     | spinta   | 19.63                            | 0.0392   | 0.0589 | 0.0785 | 0.0981 | 0.1178 | 0.1374 | 0.1570 | 0.1767 | 0.1963 | 0.2159 |
|                            |                        | trazione | 16.49                            | 0.0329   | 0.0494 | 0.0659 | 0.0824 | 0.0989 | 0.1154 | 0.1319 | 0.1484 | 0.1649 | 0.1814 |
| 63                         | 20                     | spinta   | 31.16                            | 0.0623   | 0.0935 | 0.1246 | 0.1558 | 0.1870 | 0.2182 | 0.2493 | 0.2805 | 0.3117 | 0.3428 |
|                            |                        | trazione | 28.02                            | 0.0560   | 0.0840 | 0.1121 | 0.1401 | 0.1681 | 0.1962 | 0.2242 | 0.2522 | 0.2803 | 0.3083 |
| 80                         | 25                     | spinta   | 50.24                            | 0.1005   | 0.1507 | 0.2010 | 0.2513 | 0.3015 | 0.3518 | 0.4021 | 0.4523 | 0.5026 | 0.5529 |
|                            |                        | trazione | 45.36                            | 0.0907   | 0.1360 | 0.1814 | 0.2267 | 0.2721 | 0.3174 | 0.3628 | 0.4081 | 0.4535 | 0.4989 |
| 100                        | 25                     | spinta   | 78.54                            | 0.1570   | 0.2356 | 0.3141 | 0.3926 | 0.4712 | 0.5497 | 0.6282 | 0.7068 | 0.7853 | 0.8639 |
|                            |                        | trazione | 70.50                            | 0.1472   | 0.2208 | 0.2945 | 0.3681 | 0.4417 | 0.5154 | 0.5890 | 0.6626 | 0.7362 | 0.8099 |
| 125                        | 32                     | spinta   | 122.66                           | 0.2454   | 0.3681 | 0.4908 | 0.6135 | 0.7362 | 0.8590 | 0.9817 | 1.1044 | 1.2271 | 1.3498 |
|                            |                        | trazione | 114.67                           | 0.2293   | 0.3440 | 0.4586 | 0.5733 | 0.6880 | 0.8027 | 0.9173 | 1.0320 | 1.1467 | 1.2613 |
| 160                        | 40                     | spinta   | 201.06                           | 0.4021   | 0.6031 | 0.8042 | 1.0052 | 1.2063 | 1.4073 | 1.6084 | 1.8095 | 2.0105 | 2.2116 |
|                            |                        | trazione | 188.49                           | 0.3769   | 0.5654 | 0.7539 | 0.9424 | 1.1309 | 1.3194 | 1.5079 | 1.6964 | 1.8848 | 2.0733 |
| 200                        | 40                     | spinta   | 314.15                           | 0.6282   | 0.9424 | 1.2565 | 1.5707 | 1.8848 | 2.1990 | 2.5131 | 2.8273 | 3.1415 | 3.4556 |
|                            |                        | trazione | 301.59                           | 0.6031   | 0.9047 | 1.2063 | 1.5079 | 1.8095 | 2.1110 | 2.4126 | 2.7142 | 3.0158 | 3.3174 |

## CARICO AMMORTIZZABILE

Affinché il cilindro raggiunga la posizione di fine corsa senza causare urti dannosi occorre ammortizzare l'energia cinetica della massa in movimento. Il valore massimo del carico ammortizzabile dipende dalla velocità di traslazione e dalle dimensioni del cilindro. Una stima di questi valori è facilmente ricavabile dal grafico seguente.



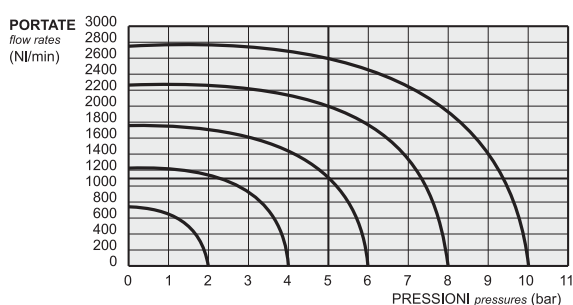
## PORTATA DI UNA VALVOLA

La portata di una valvola, ossia la quantità di fluido che la attraversa nell'unità di tempo, si esprime in normal-litri al minuto [NI/min].

La portata dipende dalla caduta di pressione che si ha al passaggio del fluido attraverso la valvola. Per caduta di pressione  $\Delta p$  si intende la differenza tra la pressione esistente all'ingresso della valvola e la pressione in uscita. La portata aumenta al crescere del  $\Delta p$  fino a un livello massimo, raggiunto il quale rimane costante a parità di pressione in ingresso e non dipende più dal  $\Delta p$ . Si dice allora che la valvola lavora a "scarico libero" o in "regime sonico".

Si può dunque così definire la portata nominale di una valvola: è la portata misurata con pressione di entrata di 6 bar, temperatura ambiente di 20°C e caduta di pressione  $\Delta p$  di 1 bar.

Nel catalogo possiamo indicare il valore della portata nominale o esprimere con un grafico simile al seguente l'andamento della portata di un elemento pneumatico.



**Esempio di lettura:** volendo calcolare la portata di una valvola a 6 bar di pressione in ingresso e caduta di pressione 1 bar, tracciare una linea verticale a partire dal punto corrispondente a 5 bar di pressione (che equivale a sottrarre dal valore della pressione di ingresso quello della caduta di pressione) fino ad intersecare la curva uscente dal punto corrispondente alla pressione di ingresso 6 bar. Dall'intersezione tra la curva e la linea verticale tracciare una linea orizzontale che, intersecando l'asse delle portate, fornisce il valore richiesto.

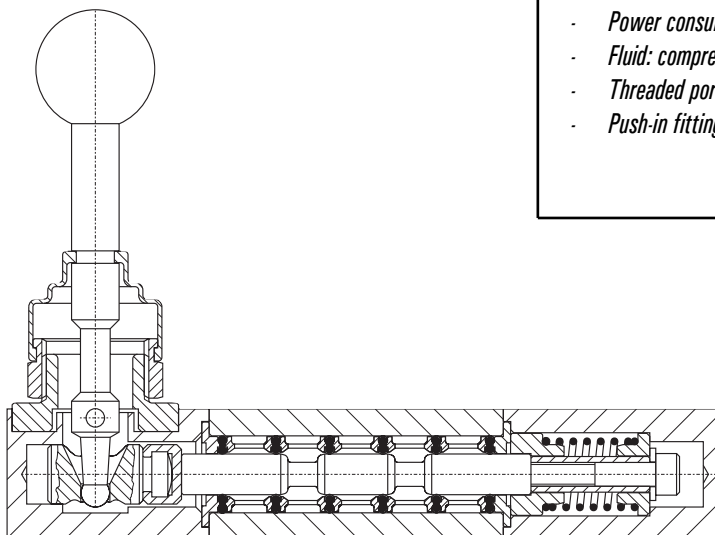
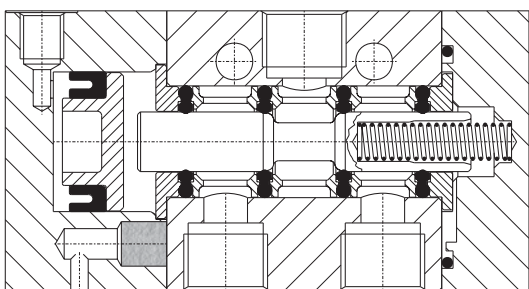
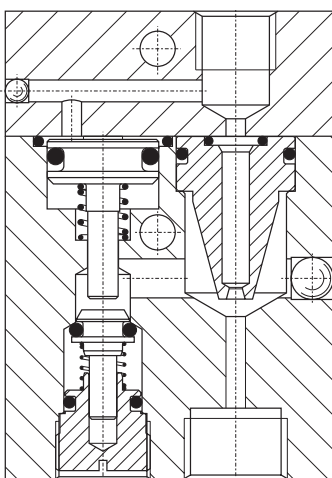
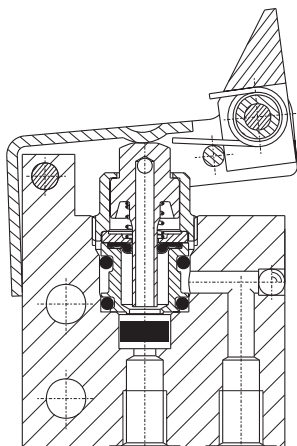
Un altro metodo per esprimere la portata della valvola è l'utilizzo del valore  $K_V$ , che si può calcolare a partire dalla portata nominale con la seguente

formula: 
$$K_V = \frac{Q_N}{1100}$$

ove  $Q_N$  è la portata nominale espressa in NI/min.

Nel Nord America è in uso il "coefficiente di flusso"  $C_V$ , che si calcola con la seguente formula: 
$$C_V = \frac{Q_N}{984}$$

| $Q_N$ [NI/min] | $K_V$ | $C_V$ | $Q_N$ [NI/min] | $K_V$ | $C_V$ | $Q_N$ [NI/min] | $K_V$ | $C_V$ |
|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| 100            | 0.091 | 0.102 | 600            | 0.545 | 0.610 | 1300           | 1.182 | 1.321 |
| 120            | 0.109 | 0.122 | 650            | 0.591 | 0.660 | 1400           | 1.273 | 1.422 |
| 150            | 0.136 | 0.152 | 700            | 0.636 | 0.711 | 1500           | 1.364 | 1.524 |
| 180            | 0.163 | 0.183 | 750            | 0.682 | 0.762 | 1600           | 1.454 | 1.626 |
| 200            | 0.182 | 0.203 | 800            | 0.727 | 0.813 | 1700           | 1.545 | 1.727 |
| 250            | 0.227 | 0.254 | 850            | 0.773 | 0.864 | 1800           | 1.636 | 1.829 |
| 300            | 0.273 | 0.305 | 900            | 0.818 | 0.915 | 1900           | 1.727 | 1.931 |
| 350            | 0.318 | 0.356 | 950            | 0.864 | 0.965 | 2000           | 1.818 | 2.032 |
| 400            | 0.364 | 0.406 | 1000           | 0.909 | 1.016 | 2500           | 2.278 | 2.541 |
| 450            | 0.409 | 0.457 | 1100           | 1.000 | 1.118 | 3000           | 2.727 | 3.048 |
| 550            | 0.500 | 0.559 | 1200           | 1.091 | 1.219 | 4000           | 3.636 | 4.065 |



- Valvole standard in linea o su base (G1/8", G1/4", G1/2")
- Valvole a norma ISO 5599/1 taglia 1 e 2, VDMA e Namur
- Elementi integrati con funzione di controllo e regolazione (G1/8" e G1/4")
- Prodotti speciali, sviluppati con il cliente per soddisfare ogni esigenza applicativa

## Note tecniche

- Materiali utilizzati: alluminio 11S, acciaio INOX, ottone OT58, gomma NBR
- Trattamenti superficiali: anodizzazione o nichelatura
- Sistemi di funzionamento: otturatore o spola bilanciata
- Vita in condizioni standard: 20 milioni di cicli
- Portate nominali: da 30 a 4500 NI/min
- Funzioni pneumatiche: 2/2; 3/2 NC-NA; 5/2; 5/3 CC-CA-CP
- Azionamenti: meccanico, manuale, pneumatico, elettrico, elettropneumatico
- Assorbimenti elettrici: 3W / 5VA con bobine lato 22 mm, 30 mm o 15 mm
- Fluido: aria compressa con o senza lubrificazione - vuoto
- Attacchi filettati: M5, G1/8", G1/4", G3/8", G1/2"
- Raccordi automatici: per tubo ø4, ø6, ø8

- *In-line or manifold mounted pneumatic valves (G1/8", G1/4", G1/2")*
- *ISO 5599/1 size 1 and 2, VDMA and Namur specifications*
- *Integrated elements with control and regulation functions (G1/8" and G1/4")*
- *Special valves and custom built products are available on request*

## Technical notes

- *Materials: aluminium 11S, stainless steel, brass OT58; seals in NBR*
- *Surface treatment: anodize and nickel plating*
- *Operating system: balanced spool or poppet*
- *Life expectation in standard conditions: 20 millions cycles*
- *Nominal flow rates: 30 to 4500 NI/min*
- *Pneumatic functions: 2/2, 3/2 NC-NO; 5/2; 5/3 closed, open or pressurized centre position*
- *Actuation: mechanical, manual, pneumatic, solenoid*
- *Power consumption: 3W / 5VA with 22 mm, 30 mm or 15 mm coils*
- *Fluid: compressed air with or without lubrication - vacuum*
- *Threaded ports: M5, G1/8", G1/4", G3/8", G1/2"*
- *Push-in fittings: for ø4, ø6, ø8 tube*