

CENNI DI PNEUMATICA

Pressione:

È il rapporto tra una forza e la superficie su cui essa agisce.

$$P = \frac{F \text{ (N)}}{S \text{ (m}^2\text{)}} = \text{Pa}$$

Pressione atmosferica:

Equivale alla pressione esercitata su una superficie di 1 cm² all'altezza del mare ad una temperatura di 20°C ed un'umidità del 65%: 10.33 m H₂O, 760 mm Hg 1.013 x 10⁵ Pa.

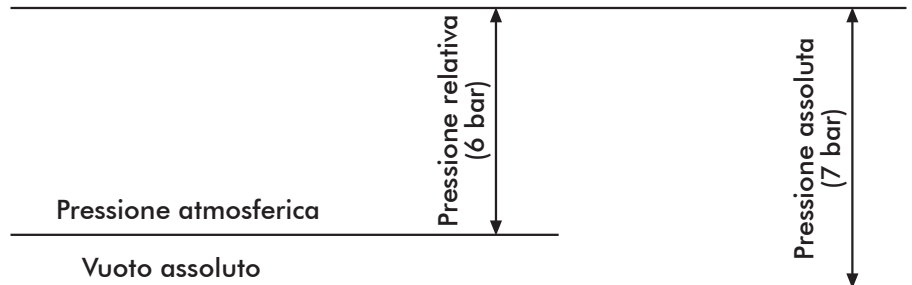
Pressione assoluta:

È la pressione riferita alle condizioni di pressione 0: vuoto assoluto.

Pressione relativa:

È la pressione riferita alle condizioni di pressione atmosferica: è quella solitamente indicata dai manometri utilizzati nei circuiti pneumatici.

Pressione indicata
dal manometro (6 bar)



$$\text{Pressione relativa} = (P. \text{ assoluta}) - (P. \text{ atmosferica})$$

Pressione di monte:

Pressione dell'aria compressa all'ingresso del componente pneumatico.

Pressione di valle:

Pressione dell'aria compressa all'uscita del componente pneumatico.

ΔP Caduta di pressione:

Differenza tra la pressione di monte e la pressione di valle.

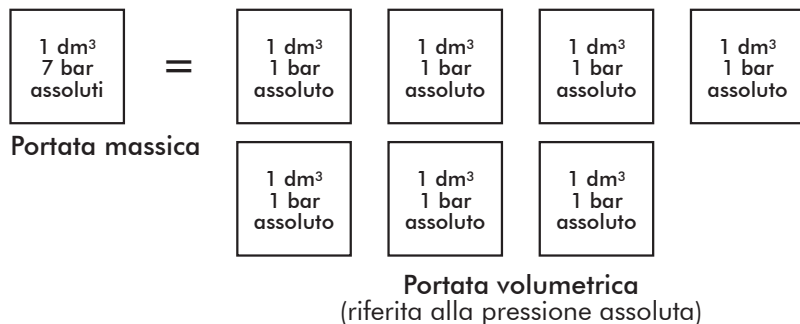
PORTATA:

Rappresenta il volume d'aria che passa in una sezione data nell'unità di tempo.

In Pneumatica l'unità di misura della portata è il NI (Normal-litro).

In pratica rappresenta la portata volumetrica dell'aria riferita alla pressione atmosferica.

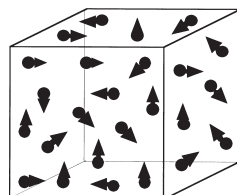
Esempio: in un condotto di sezione data si registra una portata in massa di 1 litro di aria (1 dm³) a 7 bar di pressione assoluta. Tale valore espresso in volume d'aria equivale a 7 litri di aria (7 dm³) alla pressione atmosferica (1 bar).



- A parità di pressione, la portata è direttamente proporzionale alla sezione di passaggio.
- A parità di sezione, la pressione è direttamente proporzionale alla portata.
- Senza un ΔP (differenza tra pressione di monte e pressione di valle) non vi può essere portata.

Principio di Pascal:

in un fluido, racchiuso in un ambiente, la pressione esercitata in un punto si trasmette integralmente in tutte le direzioni



• Densità dell'aria: misurata a 20°C alla pressione atmosferica

vale 1.275 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

CALCOLO PORTATA DI UNA VALVOLA TRAMITE IL COEFFICIENTE DI PORTATA K_V

Il coefficiente k_v fornisce dati approssimativi se viene utilizzato per l'aria compressa. La portata Q_{Nv} in volume normale, che attraversa una valvola è:

in regime subsonico: $P_2 > \frac{P_1}{2}$

in regime sonico: $P_2 < \frac{P_1}{2}$

$$Q_N = 28,6 \cdot k_v \cdot \sqrt{P_2 \cdot \Delta P} \sqrt{\frac{293}{273 + t}}$$

$$Q_N^* = 14,3 \cdot k_v \cdot P_1 \cdot \sqrt{\frac{293}{273 + t}}$$

dove

Q_N = portata in volume normale [NI/min]

Q_N^* = portata critica in volume normale [NI/min]

k_v = coefficiente idraulico in $\frac{l}{\min} \left(\frac{kg}{dm^3 \cdot bar} \right)^{1/2}$

P_1 = pressione assoluta di ingresso [bar]

P_2 = pressione assoluta di valle [bar]

ΔP = variazione di pressione $P_1 - P_2$ [bar]

t = temperatura aria di ingresso [°C]

CALCOLO PORTATA DI UNA VALVOLA TRAMITE I COEFFICIENTI C E b

La portata Q_{Nv} in volume normale, che attraversa una valvola è:

in regime subsonico: $P_2 > b \cdot P_1$

in regime sonico: $P_2 < b \cdot P_1$

$$Q_N = C \cdot P_1 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{r-b}{1-b} \right)^2} \cdot \sqrt{\frac{293}{273 + t}}$$

$$Q_N^* = C \cdot P_1 \cdot \sqrt{\frac{293}{273 + t}}$$

dove

Q_N = portata in volume normale [NI/min]

Q_N^* = portata critica in volume normale [NI/min]

C = conduttanza in [NI/min · bar]

P_1 = pressione assoluta di ingresso [bar]

P_2 = pressione assoluta di valle [bar]

r = rapporto tra le pressioni di valle e ingresso P_2 / P_1

b = rapporto delle pressioni critico $b = P_2^* / P_1$

t = temperatura aria di ingresso [°C]

CALCOLO PORTATA DI UNA VALVOLA TRAMITE IL COEFFICIENTE C_v

La portata Q_{Nv} in volume normale, che attraversa una valvola è:

in regime subsonico: $P_2 > 0,528 \cdot P_1$

in regime sonico: $P_2 < 0,528 \cdot P_1$

$$Q_N = 400 \cdot C_v \cdot \sqrt{P_2 \Delta P} \cdot \sqrt{\frac{273}{273 + t}}$$

$$Q_N^* = 200 \cdot C_v \cdot P_1 \cdot \sqrt{\frac{273}{273 + t}}$$

dove

Q_N = portata in volume normale [NI/min]

Q_N^* = portata critica in volume normale [NI/min]

C_v = coefficiente di flusso [US · GPM / p.s.i.]

P_1 = pressione assoluta di ingresso [bar]

P_2 = pressione assoluta di valle [bar]

t = temperatura aria di ingresso [°C]

FORMULE PER IL CALCOLO DELLA PORTATA NOMINALE

Per ottenere la portata nominale Q_{Nn} di una valvola, che è il flusso in volumi normali che attraversa la valvola con $p_1=6$ [bar] ($P_1=7$ [bar] assoluti) e $\Delta P=1$ [bar] le formule precedentemente indicate si riducono a :

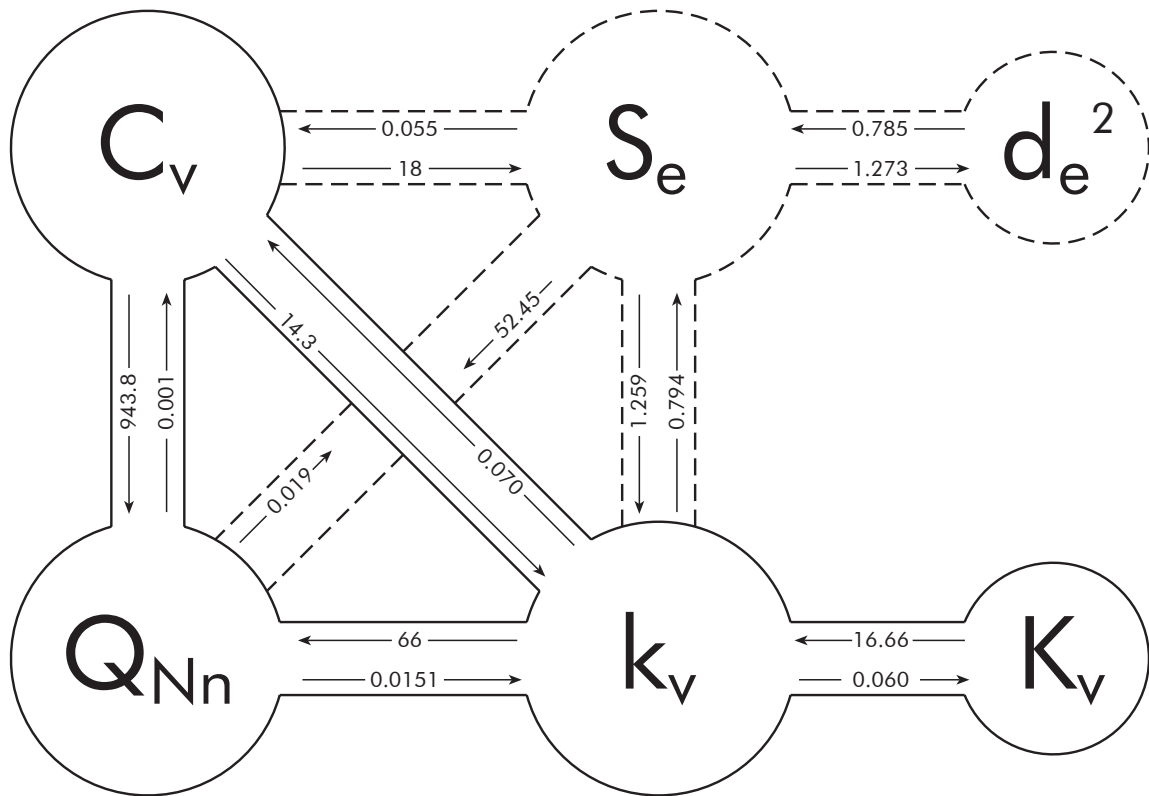
$$Q_{Nn} = 66 \cdot k_v$$

$$Q_{Nn} = 943,8 \cdot C_v$$

$$Q_{Nn} = 7 \cdot C \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{0,857 - b}{1 - b}\right)^2}$$

di conseguenza uguagliando le prime due formule si ha: $k_v = 14,3 \cdot C_v \cdot$

- REAZIONI TRA Q_{Nn} - C_v - k_v - K_v - S_e - d_e^2



Q_{Nn} = portata nominale in [NI/min] con $p_1=6$ [bar] ($P_1=7$ [bar] assoluti) e $\Delta P=1$ [bar]

k_v coefficiente idraulico in $\frac{l}{\min} \left(\frac{kg}{dm^3 \cdot bar} \right)^{1/2}$

K_v coefficiente idraulico in $\frac{m^3}{h} \left(\frac{kg}{dm^3 \cdot bar} \right)^{1/2}$

C_v coefficiente di flusso [US · GPM / p.s.i.]

S_e sezione equivalente [mm²]

$d_e^2 = S_e \cdot \frac{4}{\pi}$ diametro² di passaggio in [mm²] ricavato dalla sezione equivalente

TAVOLE DI CONVERSIONE

TAV. 1 - CONVERSIONE TRA SISTEMI DI MISURA

	Sistema tecnico e sistema CGS	← moltiplicare per	Sistema S.I.	← moltiplicare per	Sistema inglese
Lunghezza	m	1	m	0,0254	in (pollice)
			m	0,3048	ft (piede)
Tempo	s	1	s	1	s
Area	m ²	1	m ²	0,000645	in ²
			m ²	0,0929	ft ²
Volume	m ³	1	m ³	16,39·10 ⁻⁴	in ³
			m ³	0,02832	ft ³
Velocità	m·s ⁻¹	1	m·s ⁻¹	0,3048	ft·s ⁻¹
Accelerazione	m·s ⁻²	1	m·s ⁻²	0,3048	ft·s ⁻²
Massa	kg·s ⁻² ·m ⁻¹	9,81	kg	0,4536	lb (libbra)
			kg	14,594	slug = lb f · s ² ·ft ⁻¹
Forza	kg o kp	9,81	N	4,4483	lb f (libbra)
	kg	0,981	da N = 10 N		
Coppia	kg·m	9,81	N·m	1,356	lb f · ft
Densità	kg·s ⁻² ·m ⁻¹	9,81	kg·m ⁻³	16,02	lb·ft ⁻³
Peso specifico	kg·m ⁻¹	9,81	N·m ⁻³	157,16	lb f · ft ⁻³
Lavor, energia	kg·m	9,81	J	1,356	lb f · ft
			KWh=3,6·10 ⁶ J		
Calore	Cal	4186	J	1055,1	BTU
Potenza	kg·m·s ⁻¹	9,81	W	1,3558	lb f · ft·s ⁻¹
	CV	735	W	745,7	HP
Pressione	kg·m ⁻²	9,81	Pa	6,8948·10	p.s.i.=lb f · in ⁻²
	kg·cm ⁻²	9,81·10	Pa		
	kg·cm ⁻²	0,981	bar = 10 ⁵ Pa		
Portata in massa	kg·s·m ⁻¹	9,81	kg·s ⁻¹	0,4536	lb·s ⁻²
Portata in volume	m ³ ·s ⁻¹	1	m ³ ·s ⁻¹	0,02832	ft ³ ·s ⁻¹
Viscosità dinamica	Nl/min ⁻¹	0,0000167	Nm ³ · S ⁻¹	0,000472	SCFM
	kg·s·m ⁻²	9,81	Pa·s	6,896	lb f · s·in ⁻²
Viscosità cinematica	Po (poise-sistema CGS)	0,1	Pa·s		
	m ² ·s ⁻²	1	m ² ·s ⁻²	0,0929	ft ² ·s ⁻¹
	St (stokes-sistema CGS)	10 ⁻⁴	m ² ·s ⁻²		
	Sistema tecnico e sistema CGS	← dividere per	Sistema S.I.	← dividere per	Sistema inglese

TAV. 2 - CONVERSIONI FRA TEMPERATURE

$$^{\circ}\text{F} = [1,8 \cdot ^{\circ}\text{C}] + 32$$

$$^{\circ}\text{C} = [^{\circ}\text{F} - 32] \cdot 0,55$$

$$^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$$

$$^{\circ}\text{C} = \text{grado Celsius}$$

$$^{\circ}\text{K} = \text{grado Kelvin}$$

$$^{\circ}\text{F} = \text{grado Fahrenheit}$$

TAV. 3 - MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI

Nome	Simbolo	Valore
tera	T	10 ¹²
giga	G	10 ⁹
mega	M	10 ⁶
kilo	k	10 ³
etto	h	10 ²
deca	da	10
deci	d	10 ⁻¹
centi	c	10 ⁻²
milli	m	10 ⁻³
micro	μ	10 ⁻⁶
nano	n	10 ⁻⁹
pico	p	10 ⁻¹²

TAV. 4 - FATTORI DI CONVERSIONE PER UNITÀ DI PRESSIONE

Per ottenere la pressione nelle unità seguenti moltiplicare il numero dato nelle unità di partenza per il coefficiente indicato

Unità di partenza	Pa	kPa	MPa	bar	mbar	kp/cm ²	cm H ₂ O	mm H ₂ O	mm Hg	p.s.i.
Pa	1	10 ⁻³	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵	10 ⁻²	10,1972·10 ⁻⁶	10,1972·10 ⁻³	101,972·10 ⁻³	7,50062·10 ⁻³	0,145038·10 ⁻³
kPa	10 ³	1	10 ⁻³	10 ⁻²	10	10,1972·10 ⁻³	10,1972	7,50062	0,145038	
MPa	10 ⁶	10 ³	1	10	10 ⁴	10,1972	10,1972·10 ³	101,972·10 ³	7,50062·10 ³	0,145038·10 ³
bar	10 ⁵	10 ²	10 ⁻¹	1	10 ³	1,01972	1,01972·10 ³	10,1972·10 ³	750,062	14,5038
mbar	100	0,1	10 ⁻⁴	10 ⁻³	1	1,01972·10 ⁻³	1,01972	10,1972	0,750062	14,5038·10 ⁻³
kp/cm ²	98,066,5	98,0665	98,0665·10 ⁻³	0,989665	980,665	1	1000	10.000	735,559	14,2233
cm H ₂ O	98,0665	98,0665·10 ⁻³	98,0665·10 ⁻⁶	0,98665·10 ⁻³	0,98665	10 ⁻³	1	10	0,735559	14,2233·10 ⁻³
mm H ₂ O	9,80665	9,80665·10 ⁻³	9,80665·10 ⁻⁶	9,80665·10 ⁻⁶	98,0665·10 ⁻³	10 ⁻⁴	0,1	1	73,5559·10 ⁻³	14,2233·10 ⁻³
mm Hg	133,322	133,322·10 ⁻³	133,322·10 ⁻³	1,33322·10 ⁻³	1,33322	1,35951·10 ⁻³	1,35951	13,5951	1	19,3368·10 ⁻³
p.s.i.	6,894,76	6,89476	6,89476·10 ⁻³	68,9476·10 ⁻³	68,9476	70,307·10 ⁻³	70,307	703,07	51,7149	1

TAV. 8 - PORTATA CONSIGLIATA

Portata massima consigliata in NL/min. per tubazioni di circuiti pneumatici. I dati di portata sono calcolati nel seguente modo:

- tubi da Ø 2 a Ø 12 con caduta di pressione pari al 0,3% della pressione di lavoro per ogni metro di lunghezza della tubazione
- tubi da Ø 15 a Ø 40 con caduta di pressione pari al 0,15% della pressione di lavoro per ogni metro di lunghezza della tubazione

Diametro interno in mm - Diametro nominale in pollici gas

Pressione bar	Ø 2	Ø 4	1/8" Ø 6	1/4" Ø 8	3/8" Ø 10	Ø 12	1/2" Ø 15	3/4" Ø 20	1" Ø 25	1 1/4" Ø 32	1 1/2" Ø 40
2	3,5	19	53	110	190	300	370	750	1350	2500	4300
4	6,2	35	97	200	350	550	700	1400	2400	4500	7800
6	9	50	140	290	500	800	1000	2000	3500	6500	11500
8	11,8	66	185	380	660	1050	1300	2600	4500	8500	15000
10	14,5	82	230	470	820	1300	1600	3250	5700	10500	18500

TAV. 9 - CONSUMO D'ARIA INDICATIVO PER DIVERSI TIPI DI APPARECCHI

Tipo di apparecchio	Consumo a pieno carico NL/min.	Tipo di apparecchio	Consumo a pieno carico NL/min.
Trapano Ø 6 mm	300	Pestello da banco	350
Trapano Ø 12 mm	500	Pestello 8 kg	700
Trapano Ø 20 mm	1150	Ribaditore chiodi Ø 10	450
Trapano Ø 45 mm	1650	Ribaditore chiodi Ø 20	1000
Cacciavite o avvitadadi M 6	300	Scalpellatore 4 kg	380
Cacciavite o avvitadadi M 10	400	Scalpellatore 6 kg	500
Avvitatrice ad impulso M 16	1150	Pistola piccola verniciat.	160
Avvitatrice ad impulso M 25	1650	Pistola industriale verniciat.	500
Smerigliatrice per mole Ø 1"	350	Soffietto di pulizia Ø 1 mm	65
Smerigliatrice per mole a disco Ø 6"	1500	Soffietto di pulizia Ø 2 mm	250
Smerigliatrice per mole a disco Ø 9"	2100	Sabbiatrice ugello Ø 5	1600
Lucidatrice	1200	Sabbiatrice ugello Ø 8	4200
Paranco 1000 kg	2150	Intonacatrice	500
Saldatrice a punti	300	Vibratore pesante per calcestruzzo	2500
		Martello demolitore 35 kg	1650
		Perforatrice 18 kg	1850
		Perforatrice 30 kg	2850

GRADO DI PROTEZIONE

Norma EN 60529 e CEI 529

IP 6 5

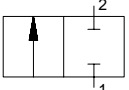

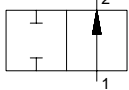

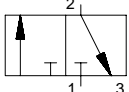

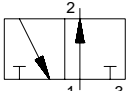

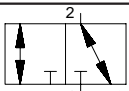

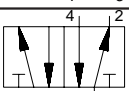

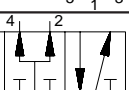

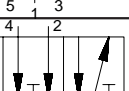

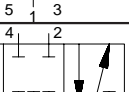

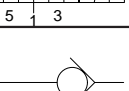

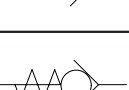



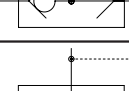

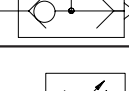



GRADO DI PROTEZIONE CONTRO LA PENETRAZIONE DEI LIQUIDI

GRADO DI PROTEZIONE CONTRO LA PENETRAZIONE DEI CORPI ESTREMI CHE POSSONO VENIRE IN CONTATTO CON LE PARTI IN TENSIONE


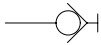

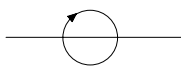

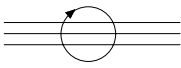





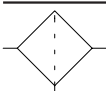
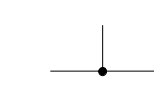
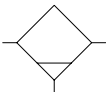
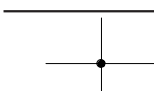
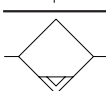

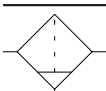
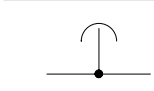
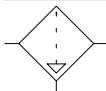

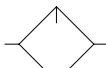




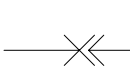


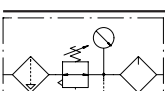
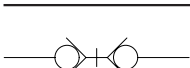
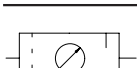
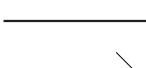
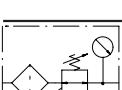
1° N.	DESCRIZIONE	2° N.	DESCRIZIONE
0	Non protetto	0	Non protetto
1	Protetto contro corpi solidi superiori a Ø 50 mm	1	Protetto contro la caduta verticale di acqua (condensa)
2	Protetto contro corpi solidi superiori a Ø 12 mm	2	Protetto contro la caduta di gocce d'acqua fino a 15° in verticale
3	Protetto contro corpi solidi superiori a Ø 2.5 mm	3	Protetto contro l'acqua piovana fino a 60° in verticale
4	Protetto contro corpi solidi superiori a Ø 1 mm	4	Protetto contro gli spruzzi d'acqua da qualsiasi direzione
5	Protetto contro le polveri	5	Protetto contro i getti d'acqua alla lancia da qualsiasi direzione
6	Totalmente protetto contro le polveri	6	Protetto contro le onde del mare o simili
		7	Protetto contro gli effetti dell'immersione

SIMBOLI PNEUMATICI

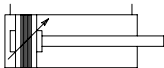
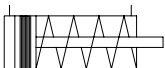
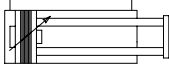
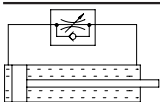
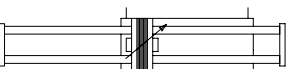
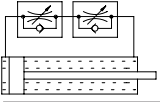
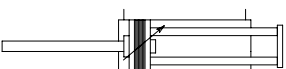
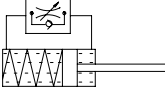
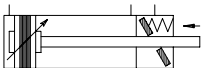
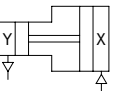

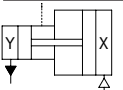
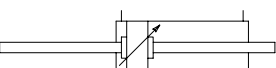
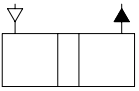
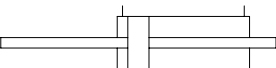

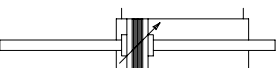

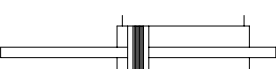

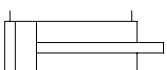

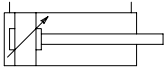

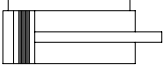

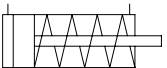
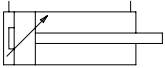
DISTRIBUZIONE E REGOLAZIONE

	Valvola 2 vie/ 2 posizioni (2/2) normalmente chiusa		Valvola di sequenza
	Valvola 2 vie/ 2 posizioni (2/2) normalmente aperta		Riduttore di pressione senza valvola di scarico
	Valvola 3 vie/ 2 posizioni (3/2) normalmente chiusa		Riduttore di pressione con valvola di scarico (Relieving)
	Valvola 3 vie/ 2 posizioni (3/2) normalmente aperta		Riduttore di pressione pilotato con valvola di scarico (Relieving)
	Valvola 3 vie/ 2 posizioni (3/2) NC-NO		Valvola di intercettazione
	Valvola 5 vie/ 2 posizioni (5/2)		Valvola a due pressioni (elemento AND)
	Valvola 5 vie/ 3 posizioni (5/3) centri in pressione		Avviatore progressivo ad azionamento pneumatico (APR)
	Valvola 5 vie/ 3 posizioni (5/3) centri aperti		Avviatore progressivo ad azionamento elettro-pneumatico (APR)
	Valvola 5 vie 3 posizioni (5/3) centri chiusi		Avviatore progressivo (APR) ad azionamento pneumatico (solo SK 100)
	Valvola unidirezionale		Avviatore progressivo (APR) ad azionamento elettro- pneumatico (solo SK 100)
	Valvola di non ritorno con molla		Valvola sezionatrice di circuito a 3 vie (V3V) con comando lucchettabile
	Valvola selettiva di circuito (elemento OR)		Valvola sezionatrice di circuito a 3 vie (V3V) con comando pneumatico
	Valvola di scarico rapido		Valvola sezionatrice di circuito a 3 vie (V3V) con comando elpn
	Regolatore di portata con strozzatura variabile		Valvola 2/2 ad azionamento progressivo pneumatico (VAP) (solo SK 100)
	Regolatore di portata unidirezionale con strozzatura variabile		Valvola 2/2 ad azionamento progressivo ELPN (VAP) (solo SK 100)

TRASMISSIONE E PREPARAZIONE

	Fonte di pressione pneumatica		Innesto rapido (scollegamento con parte terminale chiusa)
	Linea di lavoro		Collegamento rotante a 1 via
	Linea di pilotaggio		Collegamento rotante a 3 vie
	Linea di scarico		Silenziatore
	Collegamento flessibile di linee		Serbatoio
	Cavo elettrico		Filtro
	Collegamento di linee (saldatura, avvitamento)		Separatore di condensa a scarico manuale
	Collegamento di linee (saldatura, avvitamento)		Separatore di condensa a scarico automatico
	Incrocio di linee non connesse		Filtro con separatore di condensa a scarico manuale
	Punto di scarico		Filtro con separatore di condensa a scarico automatico
	Foro di scarico senza possibilità di allacciamento		Lubrificatore
	Foro di scarico con possibilità di allacciamento		Manometro
	Punto di prelievo energia con tappo di chiusura		Pressostato
	Punto di prelievo energia con attacco		Indicatore ottico
	Innesto rapido senza valvola unidirezionale		Unità di manutenzione FRL+manometro
	Innesto rapido con valvola unidirezionale		Unità di manutenzione FRL+manometro semplificato
	Innesto rapido (scollegamento con parte terminale aperta)		Unità di manutenzione FR+manometro

TRASFORMAZIONE

	Cilindro DE magnetico con ammortizzo bilaterale regolabile		Cilindro SE magnetico
	Cilindro aste gemellate DE magnetico con ammortizzo bilaterale regolabile		Freno idraulico con regolazione in una sola direzione
	Cilindro aste gemellate DE magnetico con ammortizzo bilaterale regolabile		Freno idraulico con regolazione da entrambe le parti
	Cilindro aste gemellate DE magnetico con ammortizzo bilaterale regolabile stelo passante singolo		Ammortizzatore
	Cilindro DE magnetico con ammortizzo bilaterale regolabile + blst meccanico DZB		Moltiplicatore di pressione per fluidi con caratteristiche identiche
	Cilindro De magnetico con ammortizzo bilaterale regolabile + blst meccanico DZBA		Moltiplicatore di pressione per fluidi con caratteristiche diverse
	Cilindro DE con ammortizzo bilaterale regolabile stelo passante		Trasduttore pneumo-idraulico
	Cilindro DE stelo passante		Compressore a volume costante
	Cilindro DE magnetico con ammortizzo bilaterale regolabile stelo passante		Motore pneumatico a volume costante 1 direzione di flusso
	Cilindro DE magnetico stelo passante		Motore pneumatico a volume costante 2 direzioni di flusso
	Cilindro DE		Motore pneumatico a volume variabile 1 direzione di flusso
	Cilindro DE ammortizzo		Motore pneumatico a volume variabile 2 direzioni di flusso
	Cilindro DE magnetico		Motore pneumatico rotante
	Cilindro SE		Cilindro con ammortizzo semplice regolabile