

**Tabella 14.2**  
Valori rappresentativi del coefficiente di resistenza localizzata  $k$  per varie geometrie di variazione della sezione trasversale del condotto

Ingresso a spigolo vivo $k = 0,5$	Tubo che si prolunga all'interno $k = 1,0$	Ingresso arrotondato $k = 0,05$
Restringimento brusco	$D/d$	$k$
	1,5	0,28
	2,0	0,36
	2,5	0,40
	3,0	0,42
	3,5	0,44
	4,0	0,45
Riduzione graduale $k = 0,05$	Allargamento brusco $k = [(1 - (d/D))^2]^2$	
Allargamento graduale $k = k' [1 - (d/D)^2]^2$	$(D-d)/2l$	$k'$
	0,05	0,14
	0,10	0,20
	0,20	0,47
	0,30	0,76
	0,40	0,95
	0,50	1,05
	0,80	1,10

Perdita di uscita (a spigoli vivi, prolungato, arrotondato),  $k = 1,0$ .

La somma di tutte le perdite, provocate dall'attrito e dalla separazione della corrente, costituisce il carico  $Y$  in metri di colonna del fluido considerato, ad esempio l'acqua, *perso complessivamente* a causa della dissipazione di energia per unità di peso incontrata dal liquido reale nel suo moto lungo il condotto:

$$Y = y_c + y_l \quad 14-18$$

**Tabella 14.3**  
Valori rappresentativi del coefficiente di resistenza localizzata  $k$  per valvole, curve e collegamenti vari nelle tubazioni

	$k$
Valvola a globo, tutta aperta	9
Valvola ad angolo, tutta aperta	4
Valvola a saracinesca:	
tutta aperta	0,26
aperta a 3/4	0,7
aperta a metà	3,2
aperta a 1/4	18
Valvola di ritegno a cerniera, tutta aperta	2,7
Valvola in linea a sfera, tutta aperta	3
Valvola a farfalla da 150 mm in su, tutta aperta	0,4
Gomito standard a 90°	0,6
Gomito standard a 45°	0,32
Gomito a raggio ampio a 90°	0,4
Gomito con filettatura maschio e femmina a 90°	1
Gomito con filettatura maschio e femmina a 45°	0,52
Giunzione a T standard:	
flusso nella direzione principale	0,4
flusso attraverso la diramazione	1,2

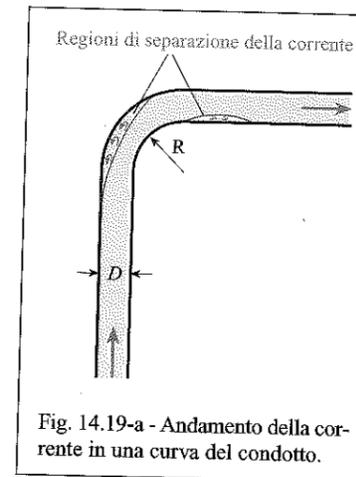


Fig. 14.19-a - Andamento della corrente in una curva del condotto.

Per poter effettuare il bilancio energetico, la perdita di carico complessiva  $Y$  del condotto va introdotta nell'equazione 14-13 al posto della generica altezza  $h_w$ , che esprime la perdita di carico dovuta alle dissipazioni di energia. Alla perdita di carico  $Y$  è associata la caduta di pressione  $\Delta p$  nel condotto (14-2):

$$\Delta p = \rho g Y \quad 14-19$$

mentre la potenza  $P$  [ $W = J/s = (N \cdot m)/s$ ], richiesta per mantenere in moto il liquido (oppure il gas) nel condotto in modo da vincere la perdita di carico  $Y$ , è data dal prodotto della portata del liquido  $\dot{V}$  [ $m^3/s$ ] per la caduta di pressione  $\Delta p$  [ $Pa = N/m^2$ ]:

$$P = \dot{V} \Delta p \quad 14-20$$

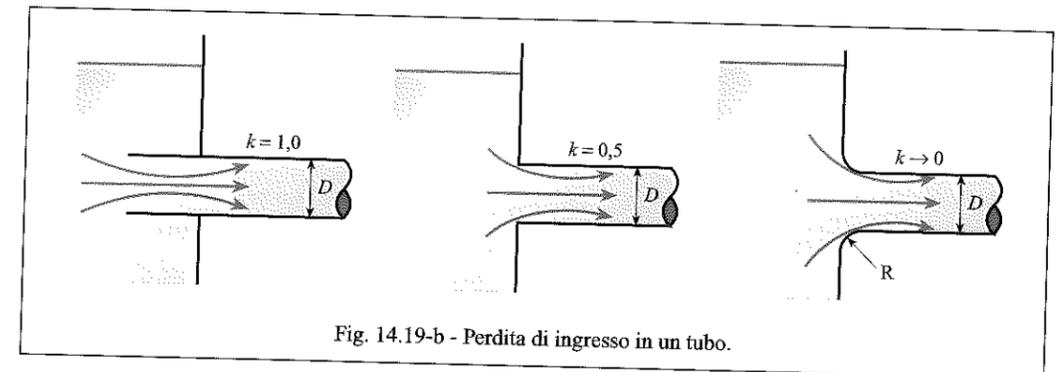


Fig. 14.19-b - Perdita di ingresso in un tubo.

### Esempio 14.5 Perdita di carico complessiva

In un tubo di acciaio commerciale, di diametro  $D = 50$  mm e lungo  $l = 30$  m, scorre dell'acqua. Il fattore di attrito del tubo è  $\lambda = 0,02$ . La portata d'acqua nel tubo è  $\dot{V} = 0,012$   $m^3/s$ . Il tubo collega due serbatoi: occorre quindi considerare una resistenza di ingresso a spigolo vivo e una resistenza di uscita. Nel tubo sono inoltre presenti due gomiti a 90° e una valvola a saracinesca completamente aperta. Calcolare la perdita di carico complessiva  $Y$ , la caduta di pressione  $\Delta p$  generata da  $Y$  e la potenza  $P$  necessaria per vincere questa caduta di pressione.

#### SOLUZIONE

La perdita di carico totale  $Y$  è (14-18) uguale alla perdita di carico continua  $y_c$  più la somma ( $\Sigma$ ) delle varie perdite di carico localizzate  $y_l$ , espresse rispettivamente dalle equazioni 14-15 e 14-16:

$$Y = y_c + \Sigma y_l = k_a \frac{v^2}{2g} + \Sigma k \frac{v^2}{2g} = (k_a + \Sigma k) \frac{v^2}{2g}$$

Assegnato il fattore di attrito  $\lambda = 0,02$ , il coefficiente di resistenza di attrito vale (14-17):

$$k_a = \lambda \frac{l}{D} = 0,02 \frac{30 \text{ m}}{0,05 \text{ m}} = 12,0$$