

EVITARE LE PERDITE (di tempo e di carico)

Come illuminare una città di 100.000 abitanti

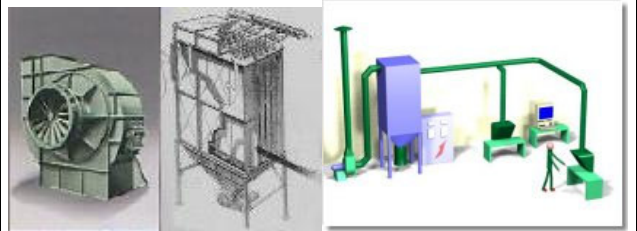
Progettisti di tutto il mondo unitevi.

Limiti della tecnologia o della fantasia

Carlo.Confalonieri@sinergies.it

Analizzando alcuni elementi delle condotte, si nota che è possibile ridurre il valore delle resistenze che si oppongono al fluido riducendo nel contempo anche i costi di produzione. L'articolo espone alcuni principi base e propone un metodo per stimolare tecnici e progettisti a ricercare soluzioni nuove. Gli elementi delle condotte hanno da "sempre" le medesime forme geometriche; [limiti della tecnologia o della fantasia?](#)

Durante il convogliamento di fluidi, all'interno di sistemi di movimentazione o di trattamento (ventilazione, depolverazione, ...), tanto maggiori saranno le "perdite di carico", (ovvero le resistenze incontrate dal fluido nel suo percorso all'interno dei tubi), quanto più elevata sarà la quantità di energia richiesta.



CALCOLO DELL'ENERGIA

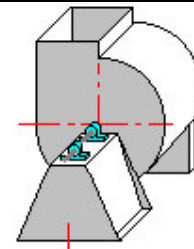
L'energia da fornire al ventilatore è data da

$$P = (Q * Ht) / 1000 \text{ (Watt = m}^3 \text{ /s * N/ m}^2 \text{ = Nm/s)}$$

P = potenza [kW] (da aumentare del rendimento)

Q = quantità d'aria in movimento [m³/s]

Ht = "perdita di carico" totale (o prevalenza totale)



$$Ht = Hs + Hd \quad [\text{Pa}]$$

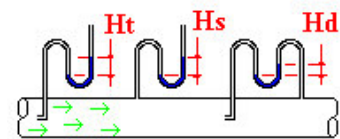
$$(1 \text{ mm c.a.} = 1 \text{ kg/ m} = 9.81 \text{ N/m}^2 = 9,81 \text{ Pa})$$

Hd = prevalenza dinamica data dalla velocità del fluido

$$Hd = ps * V^2 / 2 \quad [\text{Pa}]$$

V = velocità del fluido nei condotti [m/s]

ps = peso specifico del fluido [kg/m³] (per aria a 16°C = 1,22)

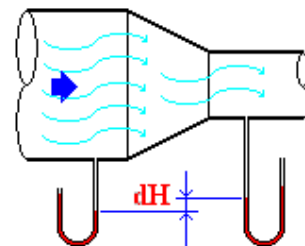


$$Hs = Hd * K \quad [\text{Pa}]$$

K = parte della prevalenza dinamica (in funzione del tipo di ostacolo).

In pratica, per ogni singolo ostacolo, **Hs** è la differenza di pressione misurata prima e dopo.

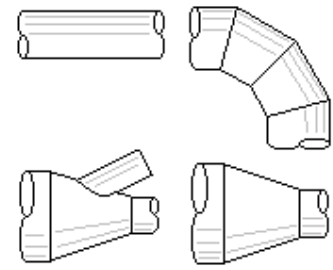
Ht = in un impianto è la somma di tutte le perdite di carico; energia spesa per superare gli ostacoli incontrati dal fluido.



Le perdite accidentali più frequenti in un condotto sono:

- tratti dritti
- curve
- cambiamenti di sezione
- convergenze o derivazioni

oltre naturalmente ad altri quali serrande, filtri, ecc...



ELEMENTI DI CONFRONTO

Esiste un rapporto ideale costo/consumo a parità di condizioni d'esercizio?

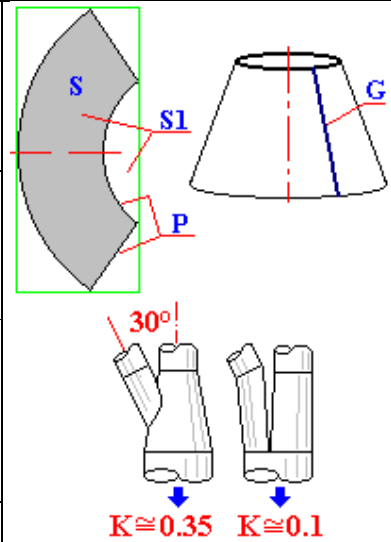
Per trovarlo possiamo tener conto dei seguenti parametri:

- superficie "S", materiale utilizzato
- superficie "S1", materiale impiegato

Parametri che ci permettono di valutare il costo del materiale
La differenza tra i due valori è lo scarto.

- perimetro "P", lunghezza del contorno
 - giunzioni "G", lunghezza della saldatura o della graffatura
- Parametri che ci permettono di valutare il costo o il tempo di costruzione.
Il tempo di formatura, come condizione lo poniamo uguale per entrambe le forme messe a confronto

- coefficiente "K", valore della perdita di carico



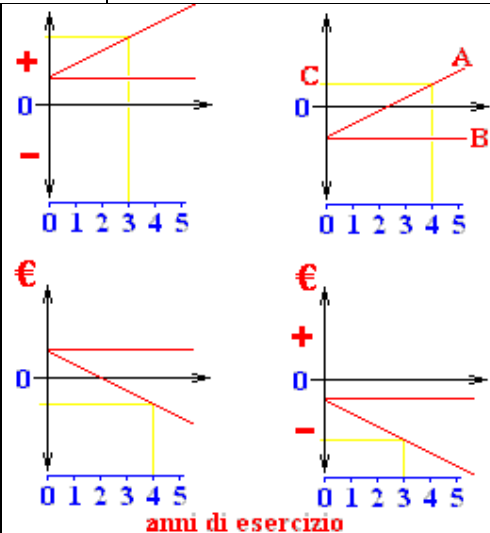
Portando in un grafico la differenza dei costi di costruzione (materiale più manodopera) e la differenza dei costi di consumo in esercizio, evidenziamo il maggior costo o il costo risparmiato nel corso degli anni.

A = maggiori/minori costi di consumo in esercizio

B = maggiori/minori costi di costruzione

C = maggiori/minori costi totali

Es: se il pezzo X rispetto al pezzo Y ha un maggior costo di produzione di 100 € ma comporta minor consumo di energia di 40 €, avremo il punto di pareggio (recupero del maggior costo) dopo 2,5 anno di esercizio.



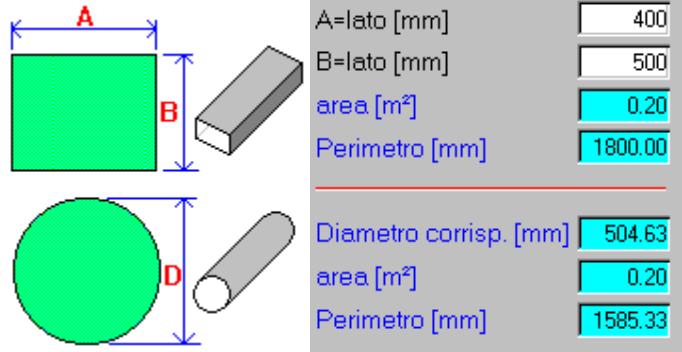
Tratti dritti

Per ridurre le perdite nei "tratti dritti" si può agire sulla rugosità della superficie interna della condotta e sulla forma della sezione.

La sezione tonda è più rigida e più facile da costruire ed è anche la sezione con minor quantità di perdite di carico. Infatti, a parità di sezione, la circonferenza ha un perimetro minore e quindi una minor superficie a contatto col fluido.

Il diametro equivalente, ovvero la tubazione circolare che, a parità di portata e di attrito sulle superfici, abbia la medesima perdita di carico della tubazione rettangolare è calcolata con:

$$D = 1.265 * ((A * B)^3 / (A + B))^{(1/5)}$$



Cambiamenti di sezione

Nei cambiamenti di sezione la velocità del fluido varia secondo la relazione:

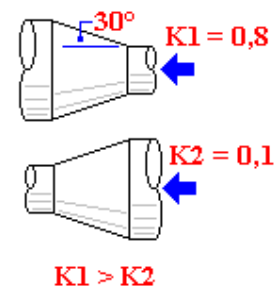
$$V = Q / A$$

Q = portata [m³/s]

A = sezione [m²]

V = velocità [m/s]

Quando il fluido rallenta o accelera si crea una resistenza (perdita di carico). Questa è maggiore se il fluido rallenta.



CURVE

I dati in tabella dimostrano che più il raggio è ampio (a parità di: velocità del fluido, diametro della tubazione, angolo della curva e numero delle giunzioni) meno sono le perdite di carico e meno è il materiale impiegato. Curve con un rapporto R/D > 2 non sono convenienti perché le perdite di carico aumentano.

Il raffronto dei parametri ci evidenzia che con curve di raggio R/D=2 non solo si hanno minori perdite di carico ma anche un minor utilizzo di materiale ed un minor tempo di costruzione.

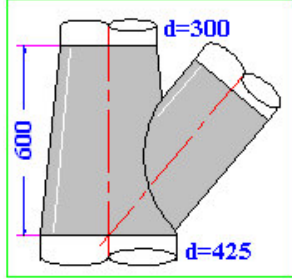
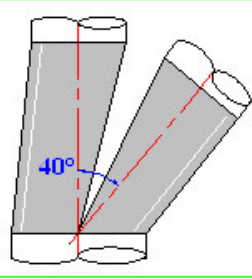
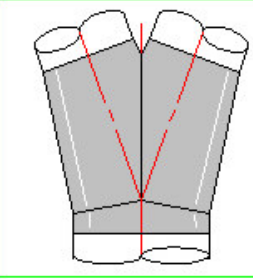
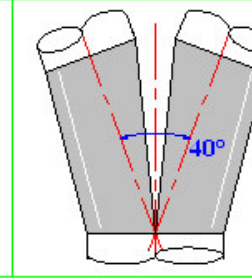
Curve a spicchi				
	R/D	0,5	1	2
Area [m ²] S=S1		11,94	11,32	10,09
Perimetro "P" [m]		23,47	23,07	22,29
Giunzioni "G" [m]		4,57	4,35	3,92
K		1,3	0,5	0,25

LE CONVERGENZE

L'analisi delle convergenze (braghe, innesti, convogliatori, diramazioni, ...) richiede la presa in esame della forma. Oltre alle confluenze di più fluidi, vi sono anche cambiamenti di sezione che modificano la velocità richiedendo una maggiore energia.

In una braga tradizionale (tipo 1) quando i 2 flussi confluiscono ognuno trova un primo ostacolo dovuto allo sbocco in una sezione più ampia (variazione della sezione e quindi della velocità) ed un secondo ostacolo dovuto al loro "scontro". Nei manuali troviamo che il K (coeff. di perdita) è in funzione del rapporto tra i diametri di ingresso e di uscita e dell'angolo tra i 2 ingressi.

Mettiamo a confronto un convogliatore tradizionale ed un convogliatore che proponiamo e che chiameremo "SY"

				
Tipo	1	2 (SY)	3	4 (SY)
Area "S" [m ²]	0,91	1,17	0,87	1,18
Area "S1" [m ²]	1,31	1,57	1,71	1,6
Perimetro "P" [m]	6,84	6,71	10,33	6,68
Giunzioni "G" [m]	3,28	1,62	4,54	1,62
K	0,35	0,16	0,3	0,16

Il convogliatore "tradizionale" viene costruito generalmente con le forme tipo 1 e 3.

Queste forme sono nate in passato quando i mezzi di produzione erano molto diversi dagli attuali e lo sviluppo veniva calcolato e tracciato a mano sulla lamiera. Le forme a tronco di cono erano di più facile tracciatura.

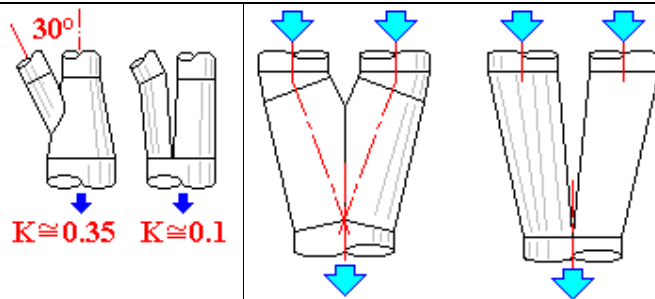
Ora ci sono i computer in grado di calcolare lo sviluppo di forme più complesse ma di semplice costruzione. Le macchine a CNC permettono di ottenere manufatti complessi allo stesso costo di manufatti più semplici. Pensate ad una macchina da taglio al plasma; impiega, a parità di percorso, lo stesso tempo sia per una forma semplice e sia per una forma complessa. La medesima considerazione vale per il software di calcolo dello sviluppo.

I convogliatori "SY" (tipo 2 e 4) presentano il vantaggio di non creare uno "scontro" tra i 2 flussi (questi quando vengono in contatto sono ben convogliati) e di non avere cambiamenti di sezione e quindi di velocità. Ogni sezione, lungo la sua altezza, ha la medesima superficie. Possiamo dire che la sua perdita di carico è quasi nulla.

Costruttivamente presentano una semplicità di piegatura e di assemblaggio (oggi le piegatrici a CNC sono molto competitive anche nei confronti delle calandre), un minor impiego di materiale e con tratti di giunzione più brevi (minor saldatura in tabella).

Minore materiale e minori tratti di giunzione portano a minori costi di produzione. Minori perdite di carico hanno come conseguenza un minor impiego di energia.

Convogliatori tradizionali e di tipo "SY" a confronto.
 Risultano evidenti i vantaggi della seconda rispetto alla prima.



Calcolo delle perdite di carico in un convogliatore tradizionale.
 L'equivalente convogliatore tipo "SY" forma avrebbe una perdita di carico di 2,48 mm c.a. (una differenza di 5,23)

Derivazione - Cod: 12116

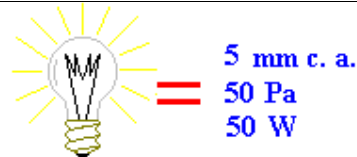
Velocità aria [m/sec]	20
Press. dinamica [mm c.a.]	24.88
Q1 = Portata [m3/sec]	2.52
Q2 = Portata [m3/sec]	1.42
Q3 = Portata totale [m3/sec]	3.94
a° = angolo tra i tubi	30
Perdita nel collettore [mm c.a.]	2.73
... nella derivazione [mm c.a.]	4.98
... totale [mm c.a.]	7.71

Considerazioni conclusive

C'è stato un periodo nel quale il risparmio energetico era più "sentito", quasi "di moda". Poi, finita la prima grande crisi energetica, si è ritornati a considerare esclusivamente il costo. Un autorevole quotidiano, in prima pagina, evidenziava che il verbo "sprecare" è in "via di estinzione" (Corriere della Sera del 13 aprile 2002).

Miglioramento delle prestazioni e costi non devono essere l'uno a scapito dell'altro.

Con l'aiuto del computer, con l'uso di macchine sempre più automatizzate ma soprattutto mettendo in discussione le forme "tradizionali" (espressione dei mezzi tecnologici del loro tempo) possiamo ottenere nuove forme di convogliatori che permettano minori consumi e minori costi di produzione. Il convogliatore "SY" ne è una prova.



Una maggior perdita di carico di 100 Pa (**9,81 mm c.a.**) richiede una maggiore energia di **100 [Watt] per ogni m³/s di fluido convogliato.**

In un impianto di 5 m³/s.(18.000 m³/h), che funzioni per 3000 ore/anno si ha un maggior consumo di 100x5x3000/1000≈1500 kW/h anno. Ipotizziamo che in Italia vi siano mediamente 100.000 impianti in esercizio, si avrà un risparmio annuo di 150.000.000kW/h (5000kW anno x abitazione) equivalente all'incirca al consumo di 30.000 abitazioni civili (una città di 100.000 abitanti circa).

Progettisti di tutto il mondo unitevi.

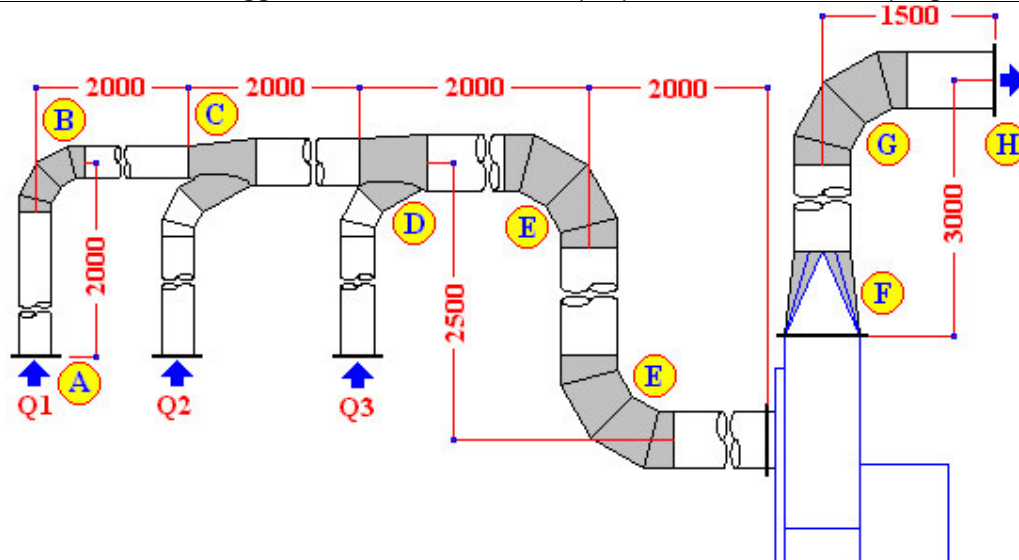
Invito ai progettisti

L'impianto raffigurato ha una perdita di carico, partendo dal punto più lontano dell'aspiratore, calcolata di 725 Pa (nella tabella il dettaglio).

Con gli accorgimenti suggeriti nell'articolo possiamo già ridurre notevolmente tali perdite. Ma si può fare di più!

Vogliamo lanciare una sfida: inviate al sito www.sinergies.it/newsy.asp le Vostre proposte in una specie di "gara" per arrivare alla definizione di nuovi standard delle forme.

Il sito sarà costantemente aggiornato con tutte le Vs. proposte evidenziando i progressi raggiunti.



Dati di esercizio:

$$Q1 = Q2 = Q3 = 0.6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Ps = 1.22 \text{ kg/m}^3$$

$$V = 16 \text{ m/s}$$

$$Hd = 156 \text{ Pa}$$

Pos.	componente	Hs [Pa]			
A	Ingresso aria d=220 [mm]	78			
B	Curva d=220 [mm] R/D=1,5	47			
C	Innesto d=220/310 [mm]	78			
D	Innesto d=310/380 [mm]	78			
E	N° 2 curve d=380 [mm]	94			
F	Raccordo	15			
G	Curva d=380 [mm]	47			
H	Sbocco d=380 [mm]	156			
A - C	tratto diritto d=220 (4 m)	69			
C - D	" " d=310 (2 m)	20			
D - H	" " d=380 (11 m)	43			
totale		725 [Pa] * 1.8 [m3/h] = 1305 [Watt]			

carlo.confalonieri@sinergies.it

<http://www.sinergies.it/newSY.asp>

Per un maggior approfondimento sulle forme di calcolo e sui coefficienti delle perdite di carico rimandiamo ai seguenti testi:

Industrial Ventilation	ed: ACGIH
Criteri tecnico costruttivi ...	ing. F. Basa
Guida per l'impiego dei ventilatori	ed: ANIMA