



**Ecco il vero metodo che devi utilizzare per selezionare un ventilatore, SENZA tralasciare i dati più importanti per **ottenere VERAMENTE la giusta portata di aria e la pressione** che ti serve nel tuo impianto. (molti dei passaggi che ti svelerò – fondamentali per il successo del tuo progetto - **NON** li troverai indicati in nessun catalogo)**

In queste pagine, NON mi dilungherò troppo su concetti teorici.

Sarò anzi molto sintetico e ti svelerò passo dopo passo le formule che devi utilizzare per effettuare una scelta corretta del ventilatore da installare nel tuo impianto.

Questo è infatti lo scopo di questo documento.

**Consegnarti il VERO metodo per selezionare un ventilatore industriale in grado di fornire – una volta installato, non solo sulla carta - realmente la portata di gas che il tuo impianto richiede.**

Prima di iniziare lasciami fare solo due brevi premesse.

1. Quello che troverai scritto più avanti fa parte di una breve relazione che ho inviato a Paolo (nome di fantasia), uno studente di un istituto tecnico. Mi aveva infatti contattato dal blog [www.ventilazionesicura.it](http://www.ventilazionesicura.it) perché non riusciva a capire come risolvere l'esercizio che il suo professore gli aveva assegnato.

Dato che il compito era proprio quello di selezionare un ventilatore partendo da un grafico e da alcuni dati di funzionamento, ho pensato che potesse essere utile condividere il metodo che ho spiegato a Paolo anche con te, per aiutarti a evitare gravi errori durante la scelta di una ventola industriale, tali da compromettere il corretto funzionamento dell'impianto.

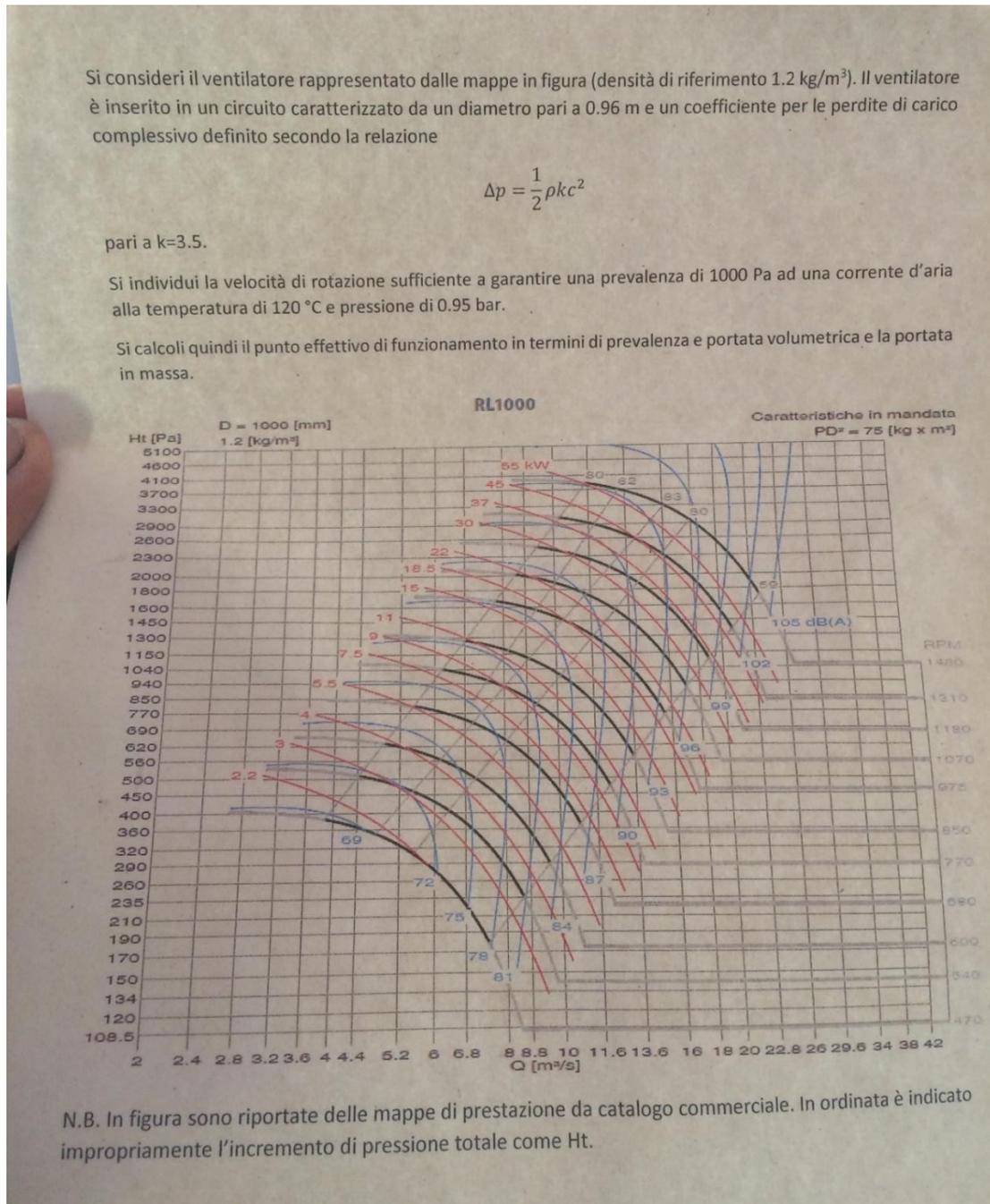
2. Troverai nelle pagine seguenti delle formule senza troppe spiegazioni. Come detto prima in questo documento NON voglio dilungarmi troppo sulle teorie che sono alla base del funzionamento di un ventilatore. Ti fornirò però dei link dai quali potrai di volta in volta scaricare ulteriori materiali se vuoi approfondire quello che ti sto mostrando.

Ovviamente, se hai delle domande o qualche passaggio ti risulta poco chiaro, ti basta semplicemente contattarmi ([diego.perfettibile@pbn.it](mailto:diego.perfettibile@pbn.it)) e sarò a tua disposizione per chiarirti ogni dubbio.

Finito con i preamboli, partiamo subito con quello che era il problema che Paolo doveva risolvere.

Come puoi vedere dall'immagine qua sotto – che lo studente mi ha inviato per email – il professore ha chiesto di trovare il numero giusto di giri (velocità di rotazione) al quale fare funzionare il ventilatore per ottenere una pressione di 1000 Pa.

Viene poi chiesto di calcolare il punto di funzionamento effettivo, cioè la coppia di valori pressione e portata.



Il professore poi – non avendo forse mai visto un catalogo di ventilatori standard – inserisce una nota finale che mi ha fatto sorridere. “In ordinata è indicato impropriamente l’incremento di pressione totale come  $H_t$ ”.

Cosa intende?

Solitamente il valore di pressione utile che deve fornire un ventilatore è la pressione statica. La pressione totale incorpora infatti un contributo “inutile” al tuo impianto, cioè la pressione dinamica.

Per comprendere la differenza tra queste diverse pressioni, ti consiglio di scaricare GRATUITAMENTE la mia “**Guida rapida alla scelta definitiva del tuo ventilatore industriale**” che trovi a questo indirizzo:

[www.ventilazionesicura.it/guida-ventilatori](http://www.ventilazionesicura.it/guida-ventilatori)

Il professore, nel testo del problema, fornisce alcuni dati importanti:

- Temperatura del fluido  $t=120\text{ °C}$
- Pressione del fluido (che ipotizziamo essere una pressione barometrica assoluta)  $p_b=0,95\text{ bar}$
- Coefficiente di resistenza dell’impianto  $k=3,5$
- Diametro della tubazione  $D=0,96\text{ m}$

Ecco quindi come procedere per ricavare i giusti numeri che dovrai utilizzare per selezionare il numero di giri sul grafico del ventilatore.

Per prima cosa calcola la densità del fluido (o peso specifico)  $\rho$

$$\rho = \rho_0 * \left(\frac{273}{T}\right) * \left(\frac{p_b}{1}\right) = 1,293 * \left(\frac{273}{273 + 120}\right) * \left(\frac{0,95}{1}\right) = 0,853\text{ kg/m}^3$$

Per tua comodità, puoi utilizzare lo stesso foglio di calcolo Excel che ogni giorno mi aiuta nel calcolare velocemente ed in modo automatico il giusto valore di densità che devi utilizzare nella scelta dei ventilatori.

Si tratta di un semplice – ma davvero prezioso – file Excel che ho creato qualche anno fa, stufo di dover ripetere all’infinito sempre gli stessi calcoli.

Puoi scaricare il file per il calcolo automatico della densità alla pagina web che trovi a questo indirizzo:

<http://ventilazionesicura.it/convertitore>

[www.ventilazionesicura.it](http://www.ventilazionesicura.it)

Copyright Ventilazione Sicura <sup>™</sup> 2018

A questo punto puoi calcolare la velocità  $c$  dell'aria, usando la formula per il calcolo del  $\Delta p$  indicata dal professore nel foglio:

$$c = \sqrt{2 * \Delta p / (\rho * k)} = \sqrt{2 * 1000 / (0,853 * 3.5)} = 25,8 \text{ m/s}$$

**ATTENZIONE:** questo è un esercizio didattico. Nella realtà il procedimento che si segue è al contrario. Prima si definisce quanta portata serve. In base poi a questo valore ed al diametro delle tubazioni, si calcola la velocità del gas e quindi il coefficiente di resistenza del circuito  $k$ .

La tubazione ha un diametro di 0,96 m. Calcola l'area di passaggio e moltiplicala per la velocità in modo da ottenere la portata volumetrica:

$$A = \frac{\pi}{4} * D^2 = \frac{\pi}{4} * 0,96^2 = 0,724 \text{ m}^2$$

$$Q = c * A = 25,88 * 0,724 = 18,73 \text{ m}^3/\text{s}$$

Un altro dato che è richiesto di calcolare nel compito, è la portata in massa in esercizio.

Per ottenerla ti basta applicare questa formula:

$$\dot{m} = \rho * Q = 0,853 * 18,73 = 15,98 \text{ kg/s}$$

**ATTENZIONE:** anche in questo caso – trattandosi di un esercizio didattico – esiste una lieve incongruenza rispetto alla realtà degli impianti. Quello che infatti è il dato costante nei vari processi industriali (combustione, reazioni chimiche, etc) è la portata massica.

Poi a seconda delle condizioni di temperatura, pressione ed umidità, varia la densità e quindi il valore di portata volumetrica.

**Un ventilatore – una volta fissati il diametro della girante e il numero di giri a cui funziona – può fornire un solo valore di portata in equilibrio con il circuito.**

Ecco perché nel caso di impianti che lavorano a portata massica costante, devi usare un sistema di regolazione del ventilatore.

In questo breve video puoi scoprire come funziona la regolazione di un ventilatore:

<https://ventilazionesicura.it/regolazione>

Ora andiamo avanti con l'esercizio.

Ti ho mostrato come calcolare la portata. Sia quella in volume, che quella in massa.

[www.ventilazionesicura.it](http://www.ventilazionesicura.it)

Copyright Ventilazione Sicura™ 2018

L'altro dato che ti serve per usare una curva caratteristica di un ventilatore è la pressione.

Ma devi fare attenzione. Non puoi usare il valore di pressione statica così come è stato dato nell'esercizio. (o quella che risulta dai tuoi calcoli sulle perdite di carico del circuito)

### **L'errore più banale e responsabile del 99% dei casi di scarse prestazioni fornite dal ventilatore, è quello di trascurare l'effetto della densità sulla pressione.**

Le curve di qualsiasi ventilatore sono infatti riferite ad un valore particolare di densità, che nel 99.999% dei casi è diverso da quello che i gas hanno nel tuo impianto.

Poiché la pressione che la ventola può darti dipende da questa grandezza, se la trascuri il tuo impianto non riuscirà mai a funzionare correttamente.

È quasi uno standard utilizzare curve dei ventilatori calcolate con densità uguale a 1,2 kg/m<sup>3</sup>.

Devi quindi convertire la pressione richiesta dall'impianto – nelle condizioni reali di funzionamento - a questo valore di densità.

Ho scritto un articolo dettagliato sul calcolo della densità di un ventilatore. Lo trovi a questo link:

<https://ventilazionesicura.it/calcolo-densita-ventilatore>

Ad ogni modo per ricavare il giusto valore di pressione, ti basta usare questa formula (che ho compilato con i dati del compito di Paolo, per aiutarti a comprenderla):

$$p_2 = p_1 * \frac{\rho_2}{\rho_1} = 1000 * \frac{1,22}{0,853} = 1430 Pa$$

Il grafico indica però il valore di pressione totale.

Nonostante quello che afferma il professore, la maggior parte delle curve multigiri – cioè del tipo che vedi nell'immagine sopra – riportano il valore della pressione totale lungo l'asse delle y.

Quella indicata nel testo dell'esercizio è invece la pressione statica.

La differenza tra le due è quella che si chiama pressione dinamica, ed è dovuta al fatto che l'aria si sta muovendo con una velocità "c".

Conviene calcolarla subito alla densità del grafico (1,22 kg/m<sup>3</sup>), perché in queste condizioni devi usarla per trovare la pressione totale da usare sulle curve.

$$p_d = \frac{1}{2} * \rho * c^2 = \frac{1}{2} * 1,22 * 25,88^2 = 408,6 Pa$$

La pressione totale è quindi la somma della statica più la dinamica (entrambe alla densità di 1,22 kg/m<sup>3</sup>)

$$p_t = p_s + p_d = 1430 + 408,6 = 1838,6 \text{ Pa}$$

Bene, adesso che ti ho fatto venire un po' di mal di testa con tutte queste formule, puoi finalmente scoprire la loro utilità.

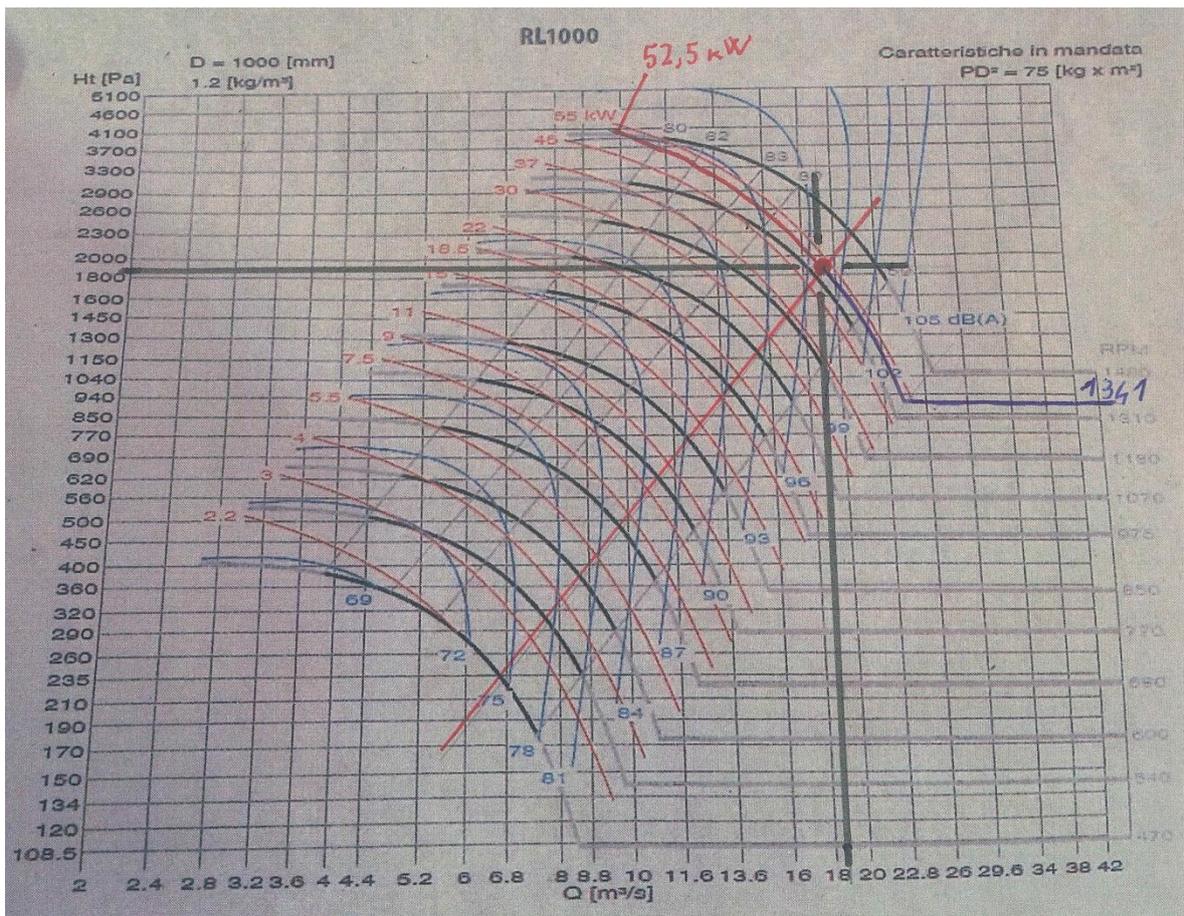
Se hai in mano un catalogo cartaceo di ventilatori standard – anche se nessun costruttore serio di ventole industriali ti rifila un catalogo in mano, scaricando su di te la responsabilità di svolgere quello che ti sto mostrando – adesso è arrivato il momento di prendere un righello ed una matita.

Ti tocca scarabocchiare qualche grafico.

Traccia una linea verticale che passa dalla portata di 18,73 m<sup>3</sup>/s ed una linea orizzontale che passa dal valore di pressione di 1838,6 Pa. (non serve una precisione al decimo di millimetro)

Il punto dove queste due linee si incontrano è il punto di funzionamento, l'equilibrio tra il ventilatore e l'impianto al quale è collegato.

Ho segnato sul grafico dell'esercizio le due linee (in nero) ed il punto di funzionamento.



Ti capita un punto tra le due curve di pressione (sono quelle di colore nero, quelle rosse indicano la potenza assorbita). La velocità di rotazione del ventilatore sarà quindi compresa tra i due valori corrispondenti alle due curve di pressione.

Normale. Di tutti gli oltre 1894 casi per i quali ho usato un grafico come questo per scegliere un ventilatore, forse 2-3 volte mi è capitato di avere il punto che cadeva preciso su una curva nera.

Tranquillo. Ora ti svelo **come puoi trovare la velocità di rotazione di cui hai bisogno**.

Siccome il grafico è disegnato scala logaritmica, puoi ottenere il numero giusto di giri semplicemente interpolando il punto rosso tra le due curve nere.

Come puoi vedere ho tracciato una terza linea (in rosso) – questa volta inclinata – che passa per il punto di funzionamento. Lungo questa retta misura con un righello le due distanze del punto dalla curva di pressione superiore e da quella inferiore.

Il valore di velocità nel punto di funzionamento lo puoi così ricavare con una proporzione tra le due distanze e le differenze di velocità corrispondenti alle due curve.

Oppure puoi fare un tentativo grafico, come ti ho mostrato nella figura. Disegni una curva parallela a quelle nere che passa per il tuo punto di funzionamento. (io l'ho disegnata in blu)

La devi tracciare fino ad arrivare sulla scala delle velocità sulla destra. Anche in questo secondo caso devi poi interpolare il giusto numero di giri.

**ATTENZIONE:** cerca di essere abbastanza preciso sulla velocità di rotazione. Se infatti fai girare il ventilatore troppo piano, ti ritrovi con meno pressione di quella di cui hai bisogno.

Se invece esageri, rischi di mandare fuori assorbimento il ventilatore.

### **Ricavata la velocità di funzionamento del ventilatore, ti manca un solo dato: la potenza assorbita.**

In base a questo valore potrai infatti determinare la taglia del motore elettrico da installare.

Anche in questo caso devi procedere per via grafica, interpolando le curve sul grafico.

Ho tracciato per tua comodità una curva in rosso, che passa per il punto di funzionamento e scorre parallela alle altre linee rosse delle potenze assorbite.

Come già fatto per la velocità, anche in questo caso devi usare uno dei due metodi che ti ho mostrato per ricavare graficamente il valore della potenza assorbita dal ventilatore.

Potresti anche usare il valore del rendimento per ricavare, tramite la sua formula inversa, quanti kW assorbe la ventola.

Trovi tutte le formule per il calcolo del rendimento e della potenza assorbita dal ventilatore in questo articolo del mio blog:

<https://ventilazionesicura.it/calcolo-potenza-ventilatore-centrifugo/>

Purtroppo però – a meno che il punto non capiti su una delle rette inclinate – è più complicato interpolare il valore del rendimento, e rischieresti quindi di commettere gravi errori di imprecisione.

Adesso che hai determinato la potenza assorbita dal ventilatore, sei quasi pronto per ordinare al tuo fornitore.

### **Ti manca solo da scegliere la giusta potenza del motore elettrico da accoppiare alla ventola.**

Se infatti vuoi evitare spiacevoli sorprese, devi tenere un minimo di margine rispetto alla massima potenza assorbita dal ventilatore.

Fai attenzione a considerare tutti i casi di funzionamento per stabilire qual è il valore massimo dell'assorbimento. Se infatti hai una condizione di lavoro con una densità più alta di quella delle curve che hai usato, devi correggere la potenza usando questa formula:

$$P_{a2} = P_{a1} * \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

La taglia del motore elettrico la calcoli poi maggiorando di un 10% (quindi ti basta moltiplicare per 1,1) la massima potenza assorbita.

Se poi devi utilizzare una trasmissione a cinghie e/o un inverter, allora quello che ti consiglio è di aggiungere un ulteriore 10% alla potenza massima.

Ecco fatto. Hai finito.

### **Finalmente hai tutte le informazioni necessarie per acquistare il tuo ventilatore.**

Se ti è sembrato un po' complicato e hai paura di commettere qualche errore in una delle varie fasi che ti ho mostrato, NON ti preoccupare.

È del tutto normale.

Oggi svolgo interamente questa procedura anche 7-8 volte al giorno. Ovviamente al posto di grafici su carta, oggi utilizzo un software che esegue al posto tutte le interpolazioni che ti ho mostrato.

Ma quando ho iniziato più di 14 anni fa, ogni volta mi incasinavo e dovevo ricominciare tutto da capo.

Quindi leggi anche più di una volta questo documento e prova a ripetere i calcoli che ti ho mostrato.

[www.ventilazionesicura.it](http://www.ventilazionesicura.it)

Copyright Ventilazione Sicura™ 2018

Vedrai che alla fine, con un po' di pazienza, anche per te risulterà un gioco da ragazzi scegliere un ventilatore da un catalogo.

Se invece dopo aver letto questa guida, pensi che il tuo tempo ha più valore se lo dedichi ai tuoi progetti facendo quello che sai fare meglio piuttosto che perderlo scarabocchiando delle curve di ventilatori, puoi sempre decidere di contattarmi e lasciare che sia io a scegliere per **te il ventilatore perfetto per il tuo impianto.**

Ti basta compilare con i tuoi dati il modulo di contatto che trovi a questo indirizzo:

<https://ventilazionesicura.it/contattami>

ed entro massimo 48 ore ti contatterò per capire come aiutarti nella scelta del ventilatore da installare nel tuo impianto.

*Mai più guasti improvvisi!*

Il Signore delle Ventole.

