

Sola Ing. Pierfranco

TERMOTECNICO

CERTIFICATORE ENERGETICO REGIONE PIEMONTE

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA REGIONE PIEMONTE

PROFESSIONISTA ANTINCENDIO ISCRITTO NEGLI ELENCHI MINISTERO INTERNI

Via A. Savoia Duca d'Aosta n. 22 - 10022 – Carmagnola (TO)

Tel.- Fax: 011.971.58.93

Cell.: 347-43.08.192

E-mail: pierfranco.sola@gmail.com

LEZIONE SUGLI IMPIANTI DI VENTILAZIONE MECCANICA

Lombriasco - Venerdì 16 Gennaio 2015

ARGOMENTI TRATTATI

- **INTRODUZIONE GENERALE SULL'ARGOMENTO**
- **LA NORMA TECNICA UNI 10339**
- **ELEMENTI BASE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA**
- **ESEMPIO DI IMPIANTO IN AMBITO NON RESIDENZIALE**
- **ESEMPIO DI IMPIANTO IN AMBITO RESIDENZIALE**
- **UN CENNO SUGLI ANEMOMETRI**
- **CONCLUSIONI**

INTRODUZIONE GENERALE SULL'ARGOMENTO

OBIETTIVI DELLA VENTILAZIONE MECCANICA

Gi impianti di ventilazione meccanica sono impianti che consentono di gestire il ricambio dell'aria di un ambiente con l'esterno.

Questo avviene senza l'apertura di finestre o porte, tramite condotte di ventilazione forzata, collegate con gli ambienti interni in modo da poter rimuovere l'aria viziata o inquinata ed immettere aria nuova.

Nella dizione comune tali impianti vengono anche definiti di ventilazione meccanica controllata (VMC).

La ventilazione meccanica può essere un sistema completamente indipendente oppure integrata nell'impianto di condizionamento.

A tal riguardo occorre però fare alcune puntualizzazioni proprio in merito alle definizioni degli impianti.

DEFINIZIONI RIGUARDANTI GLI IMPIANTI

Gli impianti sono realizzati con lo scopo di mantenere all'interno degli ambienti confinati condizioni termoigrometriche adeguate alla loro destinazione d'uso.

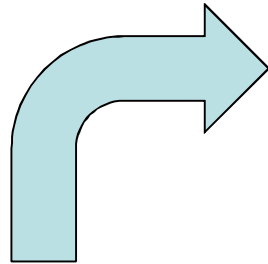
Possono essere essenzialmente classificati in:

- **1. Impianti di riscaldamento** (controllo della temperatura dell'aria in condizioni invernali);
- **2. Impianti di climatizzazione** (controllo della temperatura dell'aria in condizioni sia invernali che estive);
- **3. Impianti di condizionamento** (controllo di temperatura, umidità relativa, velocità e purezza dell'aria in condizioni sia invernali che estive);
- **4. Apparecchi autonomi** (controllo della temperatura dell'aria in un numero limitato di locali, in condizioni sia invernali che estive).

Gli impianti di condizionamento integrano sempre al loro interno anche la ventilazione meccanica e possono ancora essere suddivisi in due grandi famiglie.

DEFINIZIONI RIGUARDANTI GLI IMPIANTI

IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO



IMPIANTI A TUTT'ARIA

Il controllo di tutte le grandezze microclimatiche (temperatura, umidità relativa, purezza e velocità dell'aria) è effettuato esclusivamente mediante l'impiego di aria.

Sono utilizzati in edifici dove il volume da condizionare è costituito da **grandi ambienti** con condizioni termoigrometriche di progetto uniformi (teatri, cinema, auditorium, ecc.).

IMPIANTI AD ARIA PRIMARIA

L'aria ha il solo scopo di assicurare il giusto grado di purezza dell'aria ambiente, l'adeguato tasso di umidità e di controllare la velocità.

La temperatura è invece controllata mediante la presenza di terminali disposti in ambiente (es. ventilconvettori).

LA NORMA TECNICA UNI 10339

La Norma UNI 10339 attualmente in vigore risale all'anno 1995 ed è attualmente oggetto di aggiornamento e revisione.

Come recita il titolo tratta gli **“Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura”**.

Oltre ad essere una norma di settore con indicazioni di buona tecnica, con il passare del tempo ha assunto sempre maggior importanza e anche cogenza.

Ormai da parecchi anni infatti la UNI 10339 è richiamata nella gran parte dei regolamenti edilizi comunali e regolamenti d'igiene ogni qualvolta non venga rispettata l'aerazione naturale tramite il rapporto aerante minimo.

Inoltre, nell'ambito del risparmio energetico, da quando il DPR 59/09 ha stabilito l'obbligo di applicare le UNI TS 11300, indirettamente ha reso obbligatoria anche l'applicazione della UNI 10339 nella parte che riguarda i ricambi d'aria.

LA NORMA TECNICA UNI 10339

La UNI prescrive che gli impianti, al fine di garantire livelli di benessere accettabili per le persone, contemperando le esigenze di contenimento dei consumi energetici, assicurino:

- **un'immissione di aria esterna almeno pari a determinati valori minimi in funzione della destinazione d'uso dei locali;**
- **una filtrazione minima dell'aria;**
- **una movimentazione dell'aria con velocità entro determinati limiti.**

Il tutto per mantenere nel volume convenzionalmente occupato dalle persone, adeguate caratteristiche termiche, igrometriche e di qualità dell'aria.

Vediamo brevemente questi aspetti.

Le portate d'aria esterna e di estrazione da adottare per le diverse destinazioni d'uso degli edifici sono definite in determinate condizioni termiche e di pressione atmosferica e per impianti a regime.

Ai fini del contenimento energetico, è concessa anche la riduzione di tali portate d'aria esterna durante la fase di avvio dell'impianto.

LA NORMA TECNICA UNI 10339

Categorie di edifici	Portata di aria esterna o di estrazione		Note
	Q _{op}	Q _{es}	
	(10 ⁻³ m ³ /s per persona)	(10 ⁻³ m ³ /s per persona)	
EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA E ASSIMILABILI			
RESIDENZE A CARATTERE CONTINUATIVO			
Abitazioni civili:			
soggiorni, camere da letto	11	-	-
cucina, bagni, servizi		estrazioni	Nei servizi 4 vol/h
-omissis-			
EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI			
uffici singoli	11	-	-
uffici open space	11	-	-
locali riunione	10	-	-
centri elaborazione dati	7	-	-
servizi		estrazioni	Nei servizi 8 vol/h
-omissis-			
ATTIVITA' COMMERCIALI O ASSIMILABILI			
grandi magazzini: piano interrato	9	-	verificare regolamenti
grandi magazzini: piani superiori	6,5	-	-
negozi o reparti di grandi magazzini:			
barbieri, saloni di bellezza	14	-	-
abbigliamento, calzature, mobili, ottici, fioristi, fotografi	11,5	-	-
alimentari, lavasecco, farmacie	9	-	-
zone pubblico banche, quartieri fieristici	10	-	-
-omissis-			

Estratto da
prospetto III
della norma UNI 10339
(Portate di aria esterna).

*Per la visione completa
delle categorie consultare
la norma.*

NOTA BENE
 $10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 3,6 \text{ m}^3/\text{h}$

LA NORMA TECNICA UNI 10339

Classificazione degli edifici per categorie	ns (persone / m ²)
EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA E ASSIMILABILI	
RESIDENZE A CARATTERE CONTINUATIVO	
Abitazioni civili: soggiorni, camere da letto	0,04
-omissis-	
EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI	
uffici singoli	0,06
uffici open space	0,12
locali riunione	0,6
centri elaborazione dati	0,08
-omissis-	
ATTIVITA' COMMERCIALI O ASSIMILABILI	
grandi magazzini	0,25
negozi o reparti di grandi magazzini:	
alimentari, abbigliamento, calzature, mobili, ottici, fioristi, fotografi	0,1
barbieri, saloni di bellezza, lavasecco, farmacie ,zone pubblico banche	0,2
quartieri fieristici	0,2
-omissis-	

Estratto da
prospetto VIII
della norma UNI 10339
(Indici di affollamento "ns"
per ogni metro quadrato di
superficie).

*Per la visione completa
delle categorie consultare
la norma.*

LA NORMA TECNICA UNI 10339

Ai fini della qualità dell'aria interna, è importante, se non fondamentale, anche la posizione della presa d'aria esterna.

La norma definisce dove **non** deve essere collocata, e in particolare:

- in prossimità di una strada di grande traffico;
- in prossimità di una ribalta di carico/scarico automezzi;
- in prossimità di scarichi di fumi o prodotti della combustione;
- in punti vicini ad espulsioni industriali, di servizi igienici o comunque di aria viziata o contaminata;
- in vicinanza di torri di raffreddamento o torri evaporative;
- oppure ad un'altezza minore di 4 m dal piano stradale più elevato di accesso all'edificio.

In ogni caso, sia l'aria esterna, che quella di ricircolo, devono essere filtrate tramite l'impiego di filtri di classe appropriata, funzione dell'efficienza degli stessi.

Ogni filtro facente parte una determinata categoria (M: media efficienza, A: alta efficienza, AS: altissima efficienza), deve essere preceduto da un filtro avente efficienza compresa nella categoria precedente.

LA NORMA TECNICA UNI 10339

Classe	Efficienza del filtro	Campo di efficienza (%)				Metodo di prova
1	M			E <	65	ponderale
2	M	65	<	E <	80	ponderale
3	M	80	<	E <	90	ponderale
4	M	90	<	E		ponderale
5	A	40	<	E <	60	atmosferico
6	A	60	<	E <	80	atmosferico
7	A	80	<	E <	90	atmosferico
8	A	90	<	E <	95	atmosferico
9	A	95	<	E		atmosferico
10	AS	95	<	E <	99,9	fiamma sodio
11	AS	99,9	<	E <	99,97	fiamma sodio
12	AS	99,97	<	E <	99,99	fiamma sodio
13	AS	99,99	<	E <	99,999	fiamma sodio
14	AS	99,999	<	E		fiamma sodio

M = media efficienza | A = alta efficienza | AS = altissima efficienza e filtri assoluti

Estratto da
prospetto V
della norma UNI 10339
(Classificazione dei filtri).

LA NORMA TECNICA UNI 10339

Categorie di edifici	Classe di filtri		Efficienza di filtrazione
	min	max	
EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA E ASSIMILABILI			
Abitazioni civili	4	7	M*, M+A
Collegi, luoghi di ricovero, case di pena, caserme, conventi	4	7	M*, M+A
Alberghi, pensioni	5	7	M+A
EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI			
uffici in genere	5	7	M+A
locali riunione	5	7	M+A
centri elaborazione dati	6	9	M+A
-omissis-			
ATTIVITA' COMMERCIALI O ASSIMILABILI			
grandi magazzini	4	6	M*, M+A
negozi in genere	4	6	M*, M+A
alimentari, fotografi, farmacie	5	6	M+A
zone pubblico banche	4	6	M*, M+A
quartieri fieristici	2	3	M
omissis			

**Estratto da
prospetto VI
della norma UNI 10339**
(Classi di filtri ed efficienza
di filtrazione richieste per
varie categorie di edifici).

Nota:

M*= Da adottare per
efficienze sino a 4

*Per la visione completa
delle categorie consultare
la norma.*

LA NORMA TECNICA UNI 10339

La UNI individua anche i parametri e i tassi di concentrazione limite dei diversi inquinanti (Biossido di zolfo, Particolato, Monossido di Carbonio, Ozono, Biossido di Azoto, Piombo) per la valutazione della qualità dell'aria.

Prescrive che la distribuzione dell'aria debba garantire che il flusso d'aria immesso si misceli con l'aria ambiente in tutto il volume convenzionale occupato, con velocità dell'aria all'interno del locale entro determinati limiti.

Le condizioni termoigrometriche all'interno dei locali dipendono dal regime di funzionamento (riscaldamento / raffrescamento), dalla località di installazione e dall'utilizzo dell'ambiente interno (livello di attività metabolica prevista, resistenza del vestiario, tempo di permanenza).

Temperature e tassi di umidità devono essere mantenuti da un sistema di regolazione automatica. Nella norma sono indicate le condizioni "standard":

Funzionamento invernale:

- umidità relativa esterna: 60%;
- temperatura interna: 20°C;
- umidità rel. interna: tra 35% e 45%.

Funzionamento estivo:

- temperatura interna 26°C;
- umidità rel. interna: tra 50% e 60%

LA NORMA TECNICA UNI 10339

Categorie di edifici	Velocità dell'aria (m/s)	
	riscaldamento	raffrescamento
EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA E ASSIMILABILI Abitazioni civili, collegi, luoghi di ricovero, case di pena, caserme, conventi, alberghi, pensioni	Da 0,05 a 0,15	Da 0,05 a 0,20
EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI uffici in genere, locali riunione, centri elaborazione dati -omissis-	Da 0,05 a 0,15	Da 0,05 a 0,20
ATTIVITA' COMMERCIALI O ASSIMILABILI grandi magazzini, negozi in genere, zona pubblico banche quartieri fieristici -omissis-	Da 0,05 a 0,15 Da 0,10 a 0,20	Da 0,05 a 0,20 Da 0,10 a 0,20

**Estratto da
prospetto X
della norma UNI 10339**
(Velocità dell'aria "v" nel
volume convenzionale
occupato).

*Per la visione completa
delle categorie consultare
la norma.*

volume convenzionale occupato: Porzione del locale delimitata dalle seguenti superfici:

- il pavimento;
- una superficie orizzontale posta ad una altezza di 1,80 m al di sopra del pavimento;
- superfici verticali poste a distanza di 0,60 m da ciascuna delle pareti del locale o dalle apparecchiature per la climatizzazione ambientale.

ELEMENTI BASE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

TIPOLOGIE IMPIANTI

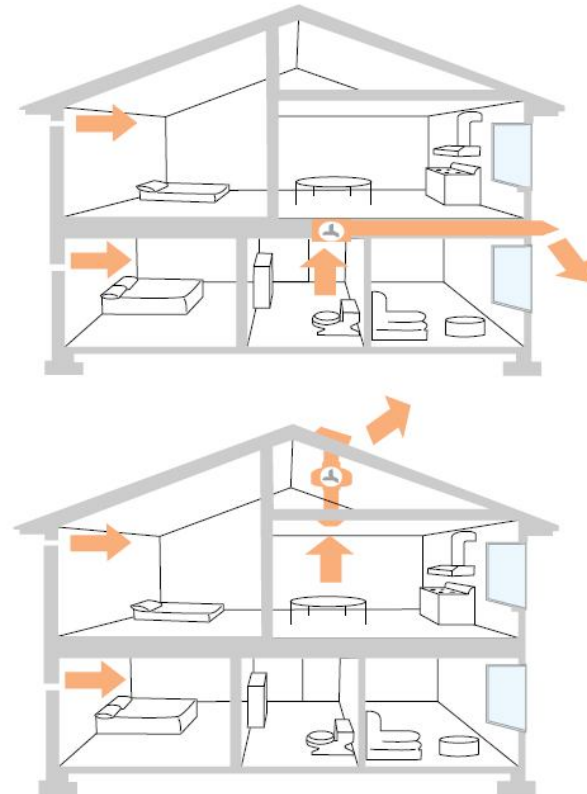
■ SEMPLICE FLUSSO

Gli impianti di questa tipologia realizzano l'aspirazione di aria dall'ambiente e la convogliano tramite canalizzazioni di varie lunghezze all'esterno.

Il ventilatore è solitamente collocato in posizione remota rispetto all'ambiente. La ripresa è effettuata tramite apposite feritoie posizionate sui muri perimetrali o sugli infissi.

In ambito residenziale l'aspirazione avviene di norma negli ambienti "umidi" (cucina, bagni, lavanderie...) mentre l'immissione avviene in soggiorno e nelle camere da letto.

In edifici amministrativi l'immissione avviene negli uffici e l'aspirazione dai corridoi tramite griglie collocate a soffitto e collegate alla canalizzazione di espulsione; il canale può essere portato in copertura dove normalmente si trovano anche i ventilatori.



ELEMENTI BASE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

TIPOLOGIE IMPIANTI

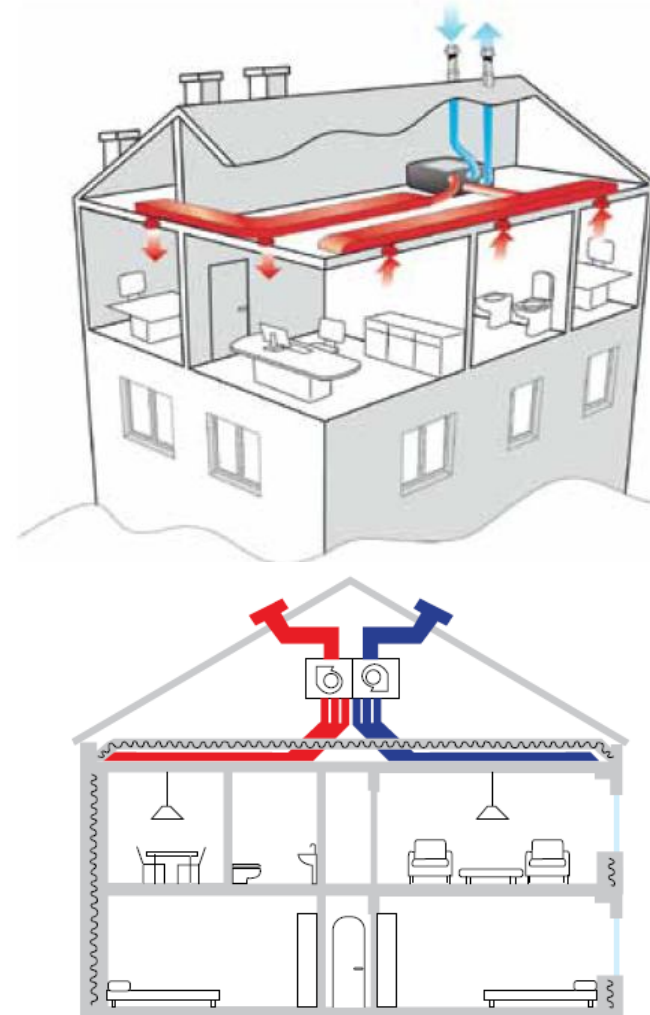
■ DOPPIO FLUSSO

Un impianto a doppio flusso provvede meccanicamente sia alla mandata che alla ripresa dell'aria in ambiente. L'estrazione avviene come descritto per un impianto a semplice flusso.

Anche l'immissione è realizzata tramite canalizzazioni e bocchette, con un circuito separato dal precedente. L'aria di rinnovo viene spinta da un ventilatore lungo la canalizzazione e viene distribuita in ambiente da diffusori. I flussi d'aria immessa ed estratta sono coordinati da un sistema di regolazione.

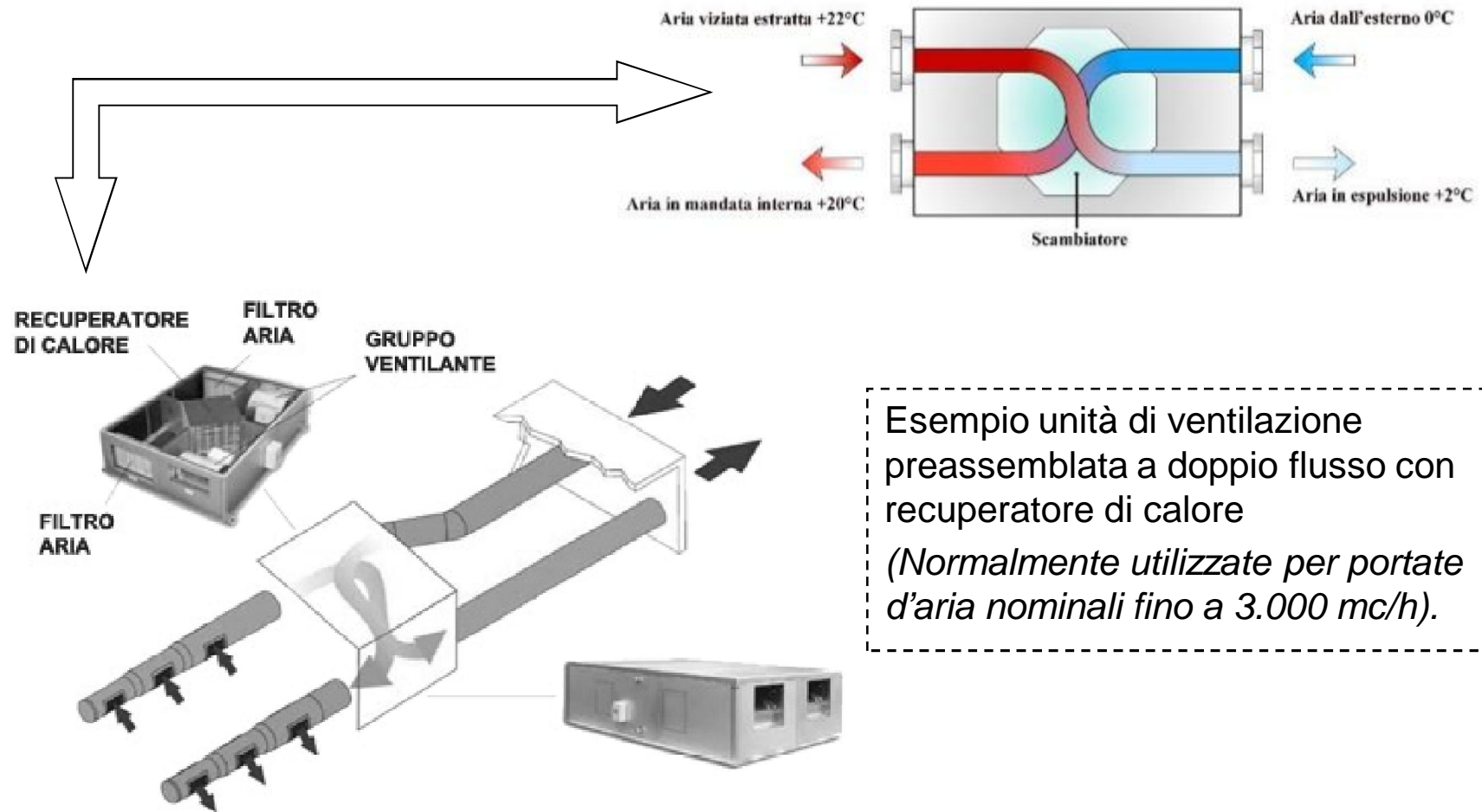
In sistemi più complessi è possibile trattare l'aria di rinnovo prima di immetterla nell'ambiente ossia filtrarla, raffreddarla o riscaldarla, umidificarla o deumidificarla.

Con sistemi a doppio flusso infine è possibile anche il recupero energetico dall'aria di espulsione attraverso i recuperatori di calore.



ELEMENTI BASE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

UNITA' DI VENTILAZIONE (doppio flusso)



Esempio unità di ventilazione preassemblata a doppio flusso con recuperatore di calore
(Normalmente utilizzate per portate d'aria nominali fino a 3.000 mc/h).

ELEMENTI BASE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

UNITA' DI VENTILAZIONE (doppio flusso)



Nella sua configurazione tipo il recuperatore energetico non è un generatore di calore né un refrigeratore d'aria, pertanto deve essere utilizzato ad integrazione di un impianto di riscaldamento e/o climatizzazione.

La macchina è costituita principalmente dai seguenti componenti:

Involucro - oltre ad avere la funzione di alloggiare i vari componenti della macchina provvede ad isolare acusticamente la stessa: può essere realizzato in lamiera zincata, lamiera plastofilmata, in semplice o doppia pannellatura o materiali plastici. All'interno può essere applicato un isolante acustico al fine di diminuire la rumorosità irraggiata.

Ventilatori - impongono il movimento all'aria: sono presenti un ventilatore di immissione (flusso dall'esterno del locale verso l'interno) ed un ventilatore di espulsione (flusso dall'interno del locale verso l'esterno).

Scambiatore di calore - è il cuore del recuperatore. È qui che avviene lo scambio termico tra i flussi di immissione e di espulsione. Esistono varie tipologie di pacco di scambio.

Filtri - all'interno della macchina sono solitamente inseriti dei filtri che hanno lo scopo di proteggere i motori dei ventilatori da eventuale pulviscolo, ma soprattutto di filtrare l'aria sia immessa che espulsa.

ELEMENTI BASE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

UNITA' DI VENTILAZIONE (doppio flusso)

■ IL RENDIMENTO ENERGETICO

Si possono dare molte definizioni di rendimento energetico, o efficienza di scambio termico (η) per una unità di recupero calore.

Generalmente è intesa come il rapporto tra la differenza reale ($\Delta T_{(reale)}$) e la differenza teorica ($\Delta T_{(teorico)}$) delle temperature delle arie in ingresso ed uscita (supposte le due portate in massa eguali):

$$\eta = \frac{\Delta T_{(reale)}}{\Delta T_{(teorico)}} \\ = \frac{(T \text{ aria immessa} - T \text{ aria esterna})}{(T \text{ aria interna} - T \text{ aria esterna})}$$

Per capire l'importanza dell'efficienza dello scambiatore di calore, di seguito riportiamo alcuni esempi pratici:

Aria esterna alla casa: - 5 °C
Aria interna alla casa: +20°C
Aria immessa tramite lo scambiatore: da determinare

$$\Delta T_{(teorico)} = 20 - (-5) = 25 \text{ °C}$$

$$\Delta T_{(reale)} = \eta * (\Delta T_{(teorico)}) = \eta * 25, \text{ cioè}$$

$$T \text{ aria immessa} = \eta * 25 + T \text{ aria esterna}$$

Per contro, con uno scambiatore di efficienza $\eta = 80\%$, sarà:

$$T \text{ aria immessa in casa} = 0.8 * 25 + (-5) = 15 \text{ °C.}$$

E ancora, se lo scambiatore ha una efficienza $\eta = 90\%$, si avrà:

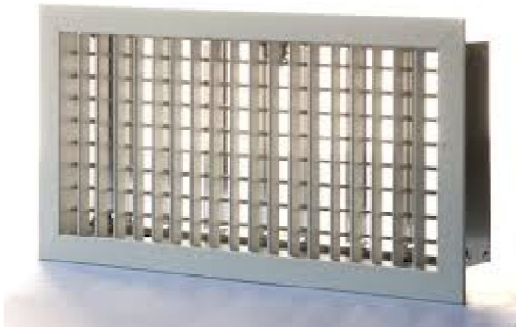
$$T \text{ aria immessa in casa} = 0.9 * 25 + (-5) = 17.5 \text{ °C.}$$

ELEMENTI BASE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

RETE DISTRIBUZIONE ARIA E TERMINALI DI IMMISSIONE-RIPRESA



Esempio reti
canalizzazioni aria
(Impianti medio-grandi)



(Immissione)



(Ripresa)

Esempio bocchette

ELEMENTI BASE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

CONCETTI FONDAMENTALI DI AERAUICA:

Velocità raccomandate massime [m/s] dell'aria nelle canalizzazioni

Applicazioni	Canali principali	Canali secondari/Finali
Teatri		
Auditorium	3.5/4.0	2.5/3.5
Ospedali		
Appartamenti		
Alberghi	4.0	3.0/3.5
Biblioteche		
Uffici privati		
Uffici direzionali	5.0/6.0	3.5/4.0
Uffici aperti		
Ristoranti	5.0/6.5	3.5/4.0
Banche		
Bar		
Magazzini	6.0/7.0	4.0/4.5
Industrie	6.5/9.0	4.5/6.0

$$\text{Portata} = \text{Sezione} \times \text{Velocità}$$

Esempio Calcolo Can. Rett.

Portata	1.000 mc/h	
Base	250 mm	
Altezza	250 mm	
Sezione	0,0625 mq	
Velocità	4,4 m/s	OK

Portata	1.000 mc/h	
Base	200 mm	
Altezza	200 mm	
Sezione	0,0400 mq	
Velocità	6,9 m/s	NO

Esempio Calcolo Can. Circ.

Portata	1.000 mc/h	
Diam.	250 mm	
Sezione	0,0491 mq	
Velocità	5,7 m/s	OK

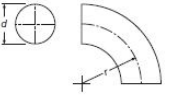
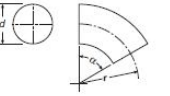
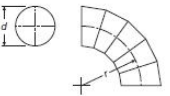
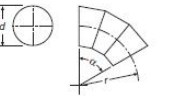
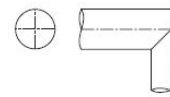
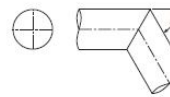
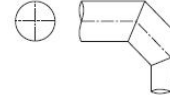
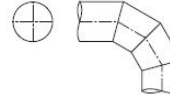
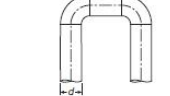
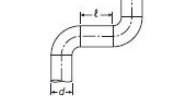
Portata	1.000 mc/h	
Diam.	200 mm	
Sezione	0,0314 mq	
Velocità	8,8 m/s	NO

ELEMENTI BASE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

CONCETTI FONDAMENTALI DI AERAUCA:

Esempio tabelle per la determinazione delle perdite di carico localizzate

Canali circolari - valori indicativi dei coefficienti ξ - curve

<p>Curva a 90°</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>r/d</th> <th>ξ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,50</td><td>0,9</td></tr> <tr><td>0,75</td><td>0,5</td></tr> <tr><td>1,00</td><td>0,4</td></tr> <tr><td>1,50</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>0,2</td></tr> </tbody> </table>	r/d	ξ	0,50	0,9	0,75	0,5	1,00	0,4	1,50	0,3	2,00	0,2	<p>Curve a 30°, 45° e 60°</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">r/d</th> <th colspan="3">ξ</th> </tr> <tr> <th>$\alpha=30^\circ$</th> <th>$\alpha=45^\circ$</th> <th>$\alpha=60^\circ$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,50</td><td>0,3</td><td>0,5</td><td>0,7</td></tr> <tr><td>0,75</td><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>1,00</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>1,50</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,2</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>0,1</td><td>0,1</td><td>0,1</td></tr> </tbody> </table>	r/d	ξ			$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$	0,50	0,3	0,5	0,7	0,75	0,2	0,3	0,3	1,00	0,1	0,2	0,3	1,50	0,1	0,2	0,2	2,00	0,1	0,1	0,1
r/d	ξ																																							
0,50	0,9																																							
0,75	0,5																																							
1,00	0,4																																							
1,50	0,3																																							
2,00	0,2																																							
r/d	ξ																																							
	$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$																																					
0,50	0,3	0,5	0,7																																					
0,75	0,2	0,3	0,3																																					
1,00	0,1	0,2	0,3																																					
1,50	0,1	0,2	0,2																																					
2,00	0,1	0,1	0,1																																					
<p>Curva a settori a 90°</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>r/d</th> <th>ξ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,50</td><td>1,1</td></tr> <tr><td>0,75</td><td>0,6</td></tr> <tr><td>1,00</td><td>0,4</td></tr> <tr><td>1,50</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>0,2</td></tr> </tbody> </table>	r/d	ξ	0,50	1,1	0,75	0,6	1,00	0,4	1,50	0,3	2,00	0,2	<p>Curve a settori a 30°, 45° e 60°</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">r/d</th> <th colspan="3">ξ</th> </tr> <tr> <th>$\alpha=30^\circ$</th> <th>$\alpha=45^\circ$</th> <th>$\alpha=60^\circ$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,50</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>0,7</td></tr> <tr><td>0,75</td><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,4</td></tr> <tr><td>1,00</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>1,50</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,2</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>0,1</td><td>0,1</td><td>0,1</td></tr> </tbody> </table>	r/d	ξ			$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$	0,50	0,4	0,6	0,7	0,75	0,2	0,3	0,4	1,00	0,1	0,2	0,3	1,50	0,1	0,2	0,2	2,00	0,1	0,1	0,1
r/d	ξ																																							
0,50	1,1																																							
0,75	0,6																																							
1,00	0,4																																							
1,50	0,3																																							
2,00	0,2																																							
r/d	ξ																																							
	$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$																																					
0,50	0,4	0,6	0,7																																					
0,75	0,2	0,3	0,4																																					
1,00	0,1	0,2	0,3																																					
1,50	0,1	0,2	0,2																																					
2,00	0,1	0,1	0,1																																					
<p>Curva con spigolo vivo a 90°</p>  <p>$\xi = 1,4$</p>	<p>Curve con spigolo vivo a 30°, 45° e 60°</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">r/d</th> <th colspan="3">ξ</th> </tr> <tr> <th>$\alpha=30^\circ$</th> <th>$\alpha=45^\circ$</th> <th>$\alpha=60^\circ$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,4</td><td>0,7</td><td>1,0</td><td></td></tr> </tbody> </table>	r/d	ξ			$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$	0,4	0,7	1,0																													
r/d	ξ																																							
	$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$																																					
0,4	0,7	1,0																																						
<p>Curva ad un segmento a 90°</p>  <p>$\xi = 1,3$</p>	<p>Curva a due segmenti a 90°</p>  <p>$\xi = 1,2$</p>																																							
<p>Curva doppia</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>l/d</th> <th>ξ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>< 1</td><td>4,0</td></tr> <tr><td>1 + 2</td><td>3,0</td></tr> <tr><td>> 2</td><td>2,0</td></tr> </tbody> </table>	l/d	ξ	< 1	4,0	1 + 2	3,0	> 2	2,0	<p>Curva e controcurva</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>l/d</th> <th>ξ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>< 1</td><td>3,5</td></tr> <tr><td>1 + 2</td><td>2,7</td></tr> <tr><td>> 2</td><td>2,0</td></tr> </tbody> </table>	l/d	ξ	< 1	3,5	1 + 2	2,7	> 2	2,0																							
l/d	ξ																																							
< 1	4,0																																							
1 + 2	3,0																																							
> 2	2,0																																							
l/d	ξ																																							
< 1	3,5																																							
1 + 2	2,7																																							
> 2	2,0																																							

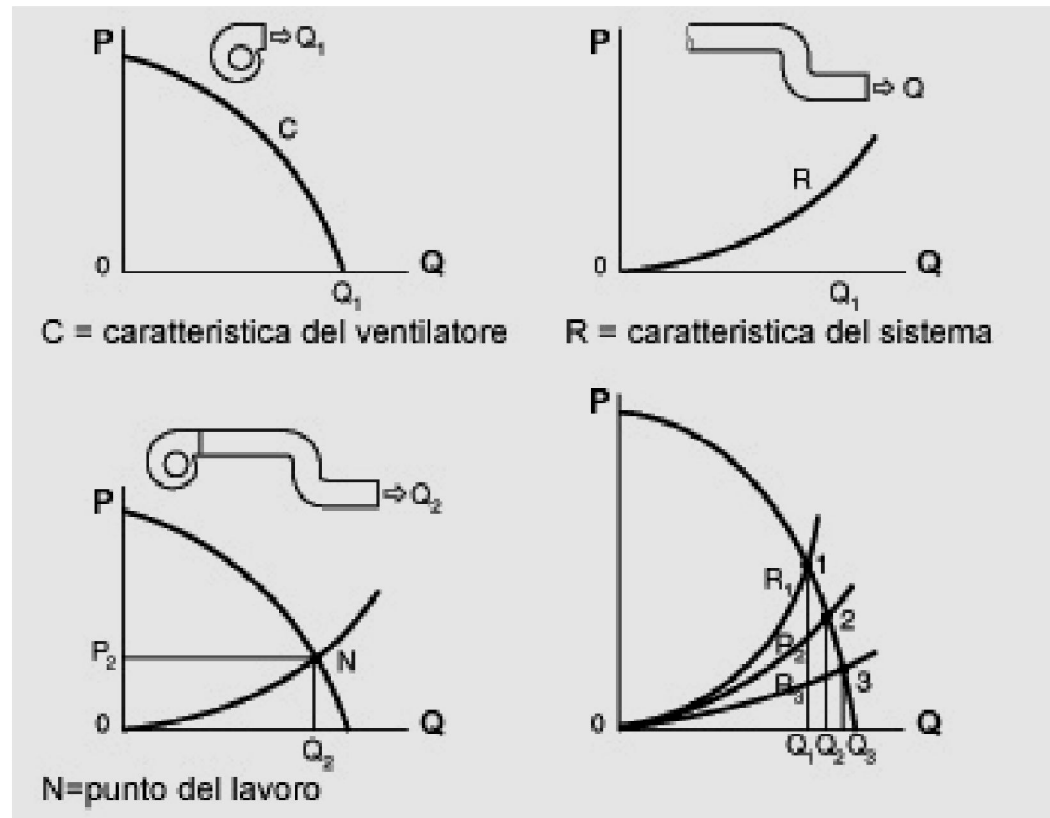
Perdite di carico localizzate per $\Sigma \xi = 1 \rightarrow 10$ (temperatura aria = 20°C - H = 0 m_{slm})

v	$\Sigma \xi$	$\Sigma \xi =$ sommatoria coefficienti perdite localizzate, adimensionale										$\Sigma \xi$	v
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1,0	z	0,06	0,12	0,18	0,25	0,31	0,37	0,43	0,49	0,55	0,61	z	1,0
1,5	z	0,14	0,28	0,41	0,55	0,69	0,83	0,97	1,10	1,24	1,38	z	1,5
2,0	z	0,25	0,49	0,74	0,98	1,23	1,47	1,72	1,96	2,21	2,45	z	2,0
2,5	z	0,38	0,77	1,15	1,53	1,92	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	z	2,5
3,0	z	0,55	1,10	1,66	2,21	2,76	3,31	3,86	4,41	4,97	5,52	z	3,0
3,2	z	0,63	1,26	1,88	2,51	3,14	3,77	4,40	5,02	5,65	6,28	z	3,2
3,4	z	0,71	1,42	2,13	2,84	3,54	4,25	4,96	5,67	6,38	7,09	z	3,4
3,6	z	0,79	1,59	2,38	3,18	3,97	4,77	5,56	6,36	7,15	7,95	z	3,6
3,8	z	0,89	1,77	2,66	3,54	4,43	5,31	6,20	7,08	7,97	8,85	z	3,8
4,0	z	0,98	1,96	2,94	3,92	4,91	5,89	6,87	7,85	8,83	9,81	z	4,0
4,2	z	1,08	2,16	3,24	4,33	5,41	6,49	7,57	8,65	9,73	10,8	z	4,2
4,4	z	1,19	2,37	3,56	4,75	5,94	7,12	8,31	9,50	10,7	11,9	z	4,4
4,6	z	1,30	2,59	3,89	5,19	6,49	7,78	9,08	10,4	11,7	13,0	z	4,6
4,8	z	1,41	2,83	4,24	5,65	7,06	8,48	9,89	11,3	12,7	14,1	z	4,8
5,0	z	1,53	3,07	4,60	6,13	7,66	9,20	10,7	12,3	13,8	15,3	z	5,0
5,2	z	1,66	3,32	4,97	6,63	8,29	9,95	11,6	13,3	14,9	16,6	z	5,2
5,4	z	1,79	3,59	5,36	7,15	8,94	10,7	12,5	14,3	16,1	17,9	z	5,4
5,6	z	1,92	3,85	5,77	7,69	9,61	11,5	13,5	15,4	17,3	19,2	z	5,6
5,8	z	2,06	4,13	6,19	8,25	10,3	12,4	14,4	16,5	18,6	20,6	z	5,8
6,0	z	2,21	4,41	6,62	8,83	11,0	13,2	15,5	17,7	19,9	22,1	z	6,0
6,2	z	2,36	4,71	7,07	9,43	11,8	14,1	16,5	18,9	21,2	23,6	z	6,2
6,4	z	2,51	5,02	7,53	10,0	12,6	15,1	17,6	20,1	22,6	25,1	z	6,4
6,6	z	2,67	5,34	8,01	10,7	13,4	16,0	18,7	21,4	24,0	26,7	z	6,6
6,8	z	2,84	5,67	8,51	11,3	14,2	17,0	19,8	22,7	25,5	28,4	z	6,8
7,0	z	3,00	6,01	9,01	12,0	15,0	18,0	21,0	24,0	27,0	30,0	z	7,0
7,2	z	3,18	6,36	9,54	12,7	15,9	19,1	22,3	25,4	28,6	31,8	z	7,2
7,4	z	3,36	6,72	10,1	13,4	16,8	20,1	23,5	26,9	30,2	33,6	z	7,4
7,6	z	3,54	7,08	10,6	14,2	17,7	21,2	24,8	28,3	31,9	35,4	z	7,6
7,8	z	3,73	7,46	11,2	14,9	18,7	22,4	26,1	29,8	33,6	37,3	z	7,8
8,0	z	3,92	7,85	11,8	15,7	19,6	23,5	27,5	31,4	35,3	39,2	z	8,0
8,5	z	4,43	8,86	13,3	17,7	22,2	26,6	31,0	35,4	39,9	44,3	z	8,5
9,0	z	4,97	9,93	14,9	19,9	24,8	29,8	34,8	39,7	44,7	49,7	z	9,0
9,5	z	5,53	11,1	16,6	22,1	27,7	33,2	38,7	44,3	49,8	55,3	z	9,5
10,0	z	6,13	12,3	18,4	24,5	30,7	36,8	42,9	49,1	55,2	61,3	z	10,0

ELEMENTI BASE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

CONCETTI FONDAMENTALI DI AERAUCA:

Curve caratteristiche e punto di lavoro



ESEMPIO DI IMPIANTO IN AMBITO NON RESIDENZIALE

(Descrizione e Calcoli)

Caso di studio

Ufficio open space destinato a call-center (nuova realizzazione).

Superficie netta in pianta complessiva: 183 m².

Impianto di ventilazione meccanica a doppio flusso (con recuperatore di calore).

Calcolo e verifica della portata d'immissione aria

Classificazione adottata in base a norma tecnica di riferimento UNI 10339:

Uffici open space (EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI).

Portata aria esterna da immettere secondo UNI 10339:

$11 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ (per persona) = 39,6 m³/h (per persona).

Affollamento UNI 10339: 0,12 pers. /m² x 183 m² = 22 persone

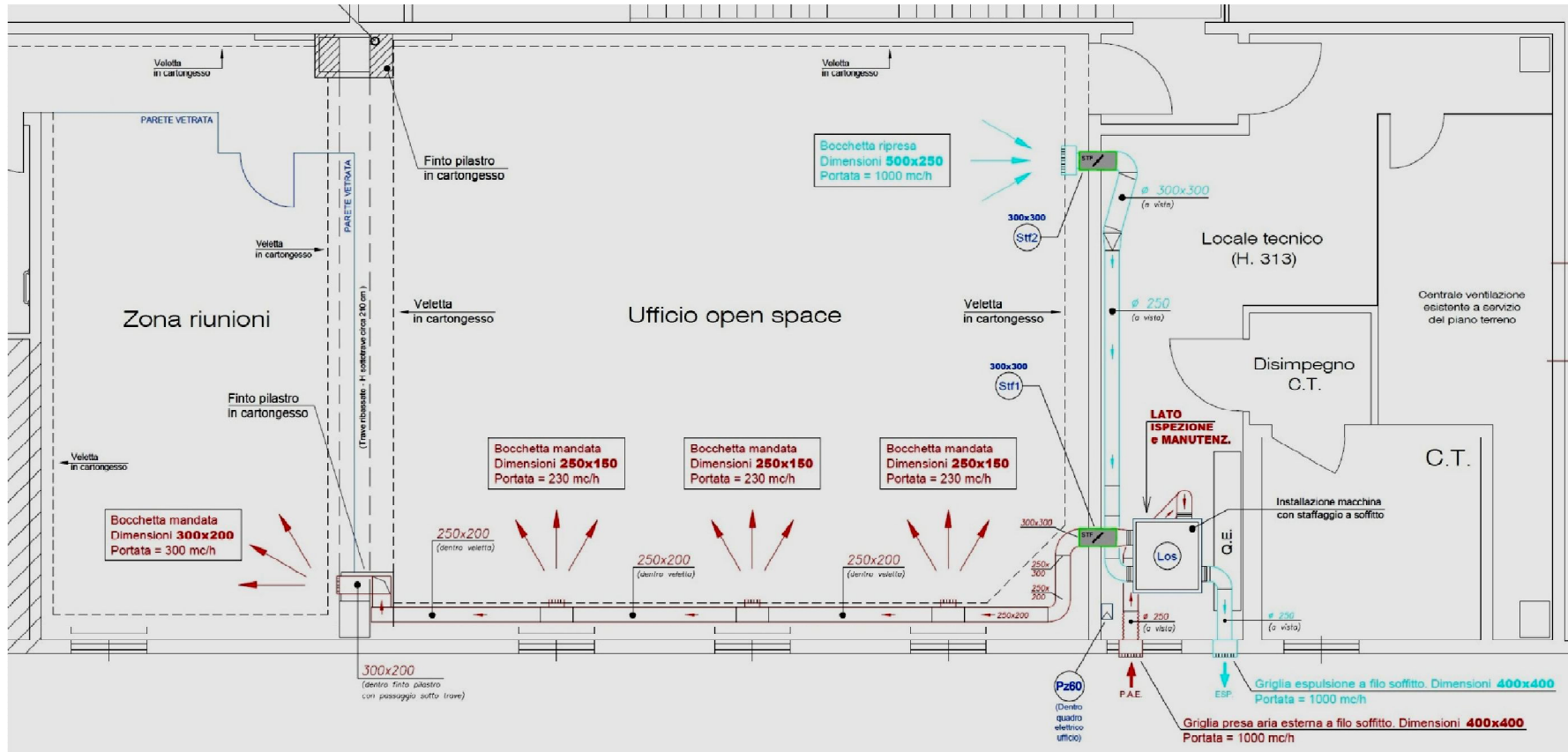
Si assume un affollamento massimo di 25 persone > 22 persone di calcolo.

Portata aria calcolata (richiesta): 25 pers. x 39,6 m³/(h pers.) = 990 m³/h

Portata aria di progetto: 1.000 m³/h > 990 m³/h

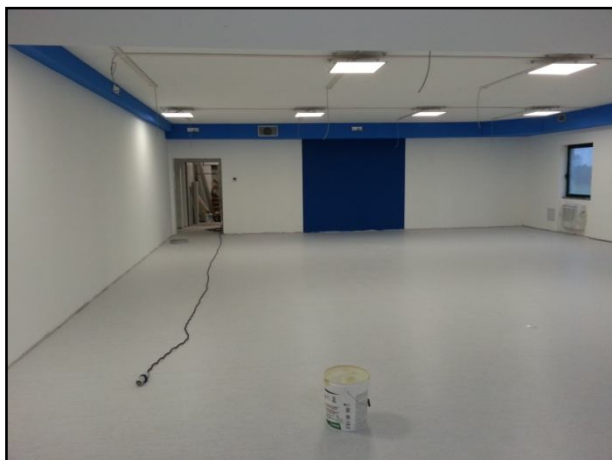
→ VERIFICA POSITIVA

ESEMPIO DI IMPIANTO IN AMBITO NON RESIDENZIALE (Tavola grafica di progetto)



ESEMPIO DI IMPIANTO IN AMBITO NON RESIDENZIALE

(Foto realizzazione)



ESEMPIO DI IMPIANTO IN AMBITO RESIDENZIALE

(Descrizione)

Caso di studio

Villetta a schiera a due piani fuori terra (nuova realizzazione).

Superficie netta in pianta complessiva: 176 m².

Impianto di ventilazione meccanica a semplice flusso (senza recuperatore di calore).

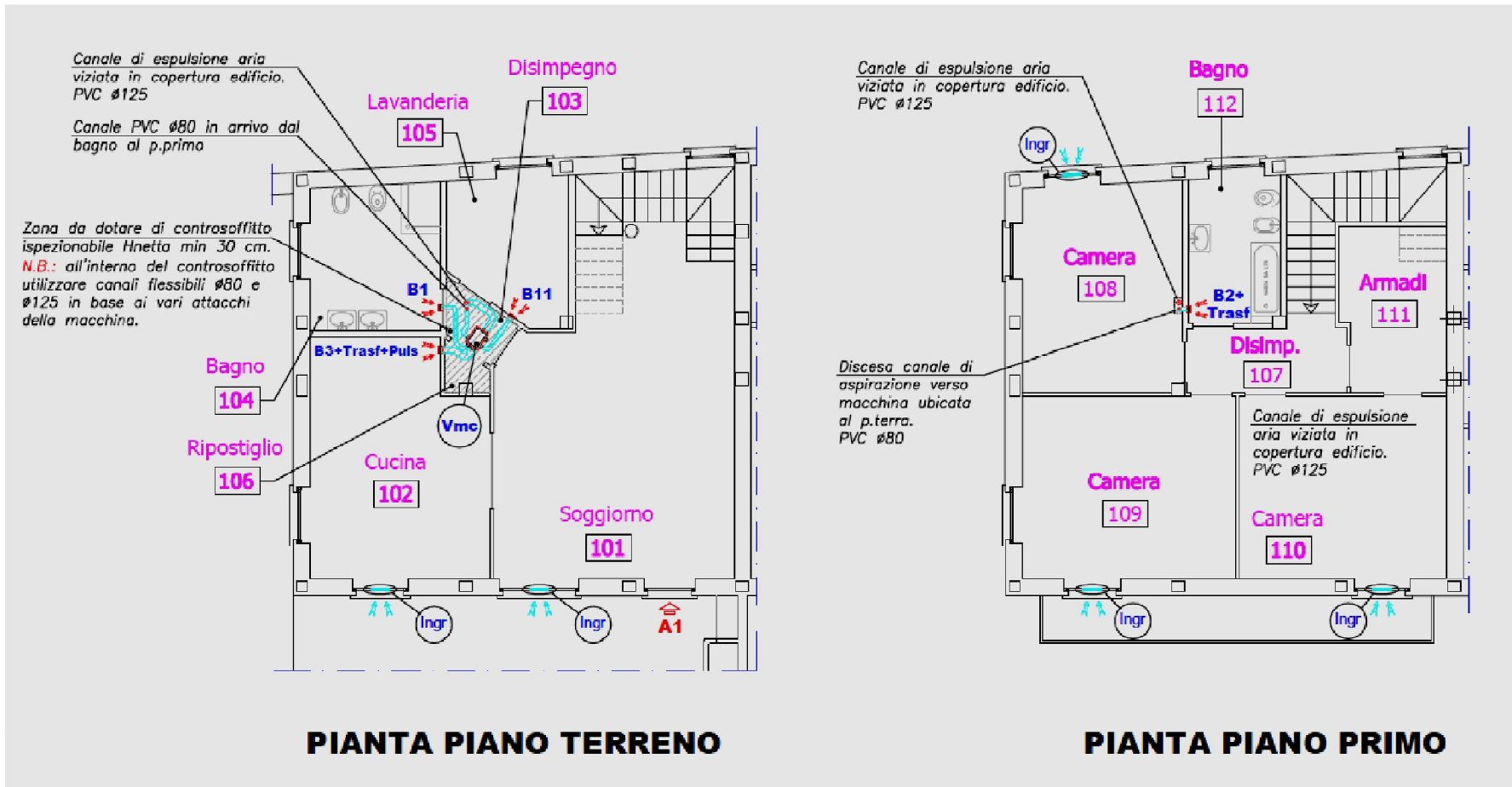
In ambito residenziale la ventilazione meccanica controllata (*sia quella a semplice flusso che la più completa e costosa doppio flusso*), ha finalità che prescindono della normativa in quanto la superficie aerante viene già soddisfatta e pertanto ci si potrebbe accontentare del ricambio d'aria naturale legato all'apertura dei serramenti.

In questo caso le prerogative della VMC sono le seguenti:

- **COMFORT.** Elevata qualità dell'aria, clima confortevole e sano in tutti i locali abitativi.
- **IGIENE.** Evita la formazione di muffe e condense, diluisce la concentrazione di virus e delle sostanze inquinanti.
- **RISPARMIO.** Meno perdite di calore, meno consumi energetici inutili e quindi minori costi di riscaldamento (*in particolare con sistemi a doppio flusso dotati di recuperatore di calore*).

ESEMPIO DI IMPIANTO IN AMBITO RESIDENZIALE

(Tavola grafica di progetto)



ESEMPIO DI IMPIANTO IN AMBITO RESIDENZIALE

(Foto realizzazione)



UN CENNO SUGLI ANEMOMETRI

ANEMOMETRO A VENTOLINA

Questa categoria utilizza per la determinazione della velocità dell'aria il moto rotatorio di una ventolina (avente dimensioni variabili in base alle applicazioni). L'anemometro a ventolina trova la sua miglior applicazione nelle misurazioni di flussi d'aria in entrata ed uscita di bocchette o condotti in genere.

Da tenere bene in considerazione, è il fatto che la ventolina è prettamente direzionale, quindi non si presta a rilevazioni in ambiente o dove vi sia la necessità di una rilevazione omnidirezionale.



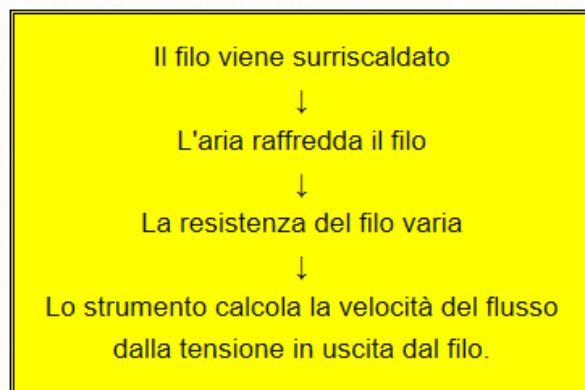
UN CENNO SUGLI ANEMOMETRI

ANEMOMETRO A FILO CALDO

È composto da una termoresistenza (filo con spessore di pochi micron), ovvero una resistenza il cui valore è proporzionale alla temperatura, che alimentata per mezzo di una corrente elettrica di intensità nota, tale da portarla ad una temperatura superiore a quella del fluido da misurare.

Questa resistenza viene immersa nel fluido di cui si vuole misurare la velocità. Il fluido raffredderà la resistenza in maniera proporzionale alla sua velocità permettendo di risalire alla stessa.

Utilizzato normalmente per determinare la velocità dell'aria nelle canalizzazioni.



CONCLUSIONI

L'argomento trattato in questa presentazione è molto vasto e denso di collegamenti interdisciplinari che naturalmente hanno portato a fare delle scelte di sintesi per ovvi motivi di tempo.

A mio parere è fondamentale innanzi tutto avere un quadro complessivo della normativa e dello stato dell'arte.

Sapendo poi che esistono delle specifiche problematiche da risolvere, di volta in volta sarà opportuno cercare i mezzi tecnici più idonei con il supporto di professionisti specializzati nel settore, in modo da raggiungere il miglior risultato prezzo/prestazioni.

Sola Ing. Pierfranco

TERMOTECNICO

CERTIFICATORE ENERGETICO REGIONE PIEMONTE

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA REGIONE PIEMONTE

PROFESSIONISTA ANTINCENDIO ISCRITTO NEGLI ELENCHI MINISTERO INTERNI

Via A. Savoia Duca d'Aosta n. 22 - 10022 – Carmagnola (TO)

Tel.- Fax: 011.971.58.93

Cell.: 347-43.08.192

E-mail: pierfranco.sola@gmail.com

Grazie per l'attenzione

Lombriasco - Venerdì 16 Gennaio 2015