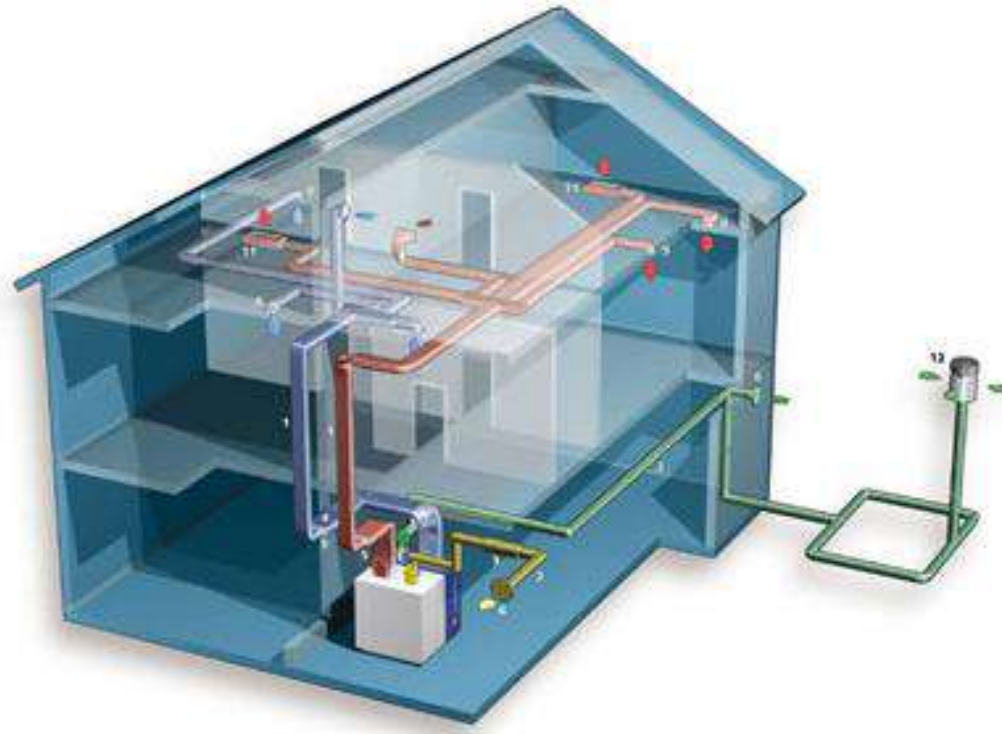


# Impianti Aeraulici: *Normativa e Tecnologie di Ventilazione*



**Ing. Benedetto Spoto**

# Normativa

La **UNI 10339** prescrive che gli impianti, assicurino:

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

**La ventilazione meccanica permette:**



- il rinnovo dell'aria negli ambienti senza necessità di aperture periodiche delle finestre, particolarmente fastidiose nella stagione invernale;
- il controllo della purezza dell'aria immessa, tramite adeguata filtrazione dell'aria esterna, aspetto particolarmente importante nelle aree urbane a causa dell'inquinamento atmosferico;
- la pressurizzazione (circa 30 Pa) dell'edificio per ridurre l'infiltrazione di aria esterna non trattata.

# Richiesta generica di progetto - offerta

1. Orientamenti, situazione topografica, ed edifici circostanti;
2. Caratteristiche architettoniche;
3. Locali o spazi disponibili per installazione apparecchiature per impianto ventilazione;
4. Carichi massimi ammissibili della strutture destinate a sostenere le apparecchiature (N/mq);
5. Posizionamento degli allacciamenti dei servizi esterni;
6. Destinazione d'uso degli ambienti;
7. Affollamenti di riferimento;
8. Potenze termiche cedute da fonti interne di calore tipo illuminazione, apparecchiature elettriche..etc;
9. Dettaglio degli eventuali usi variabili o discontinui
10. Altri eventuali elementi rilevanti ai fini del dimensionamento degli impianti come cappe estrazione aria e sorgenti di calore latente diverse dalla persone;

# Isolamento termico & ventilazione

La cura nella **progettazione** e nella **realizzazione** di costruzioni in grado di ridurre notevolmente la dispersione termica con l'ambiente esterno ha **determinato** indubbiamente un notevole risparmio **energetico** e la conseguente **riduzione** dei costi di gestione degli impianti di riscaldamento.

In alcuni casi l'incremento delle coibentazioni senza un'adeguata ventilazione ha favorito l'indesiderata formazione di muffe sulle pareti interne.

In realtà con ragionevole probabilità è possibile affermare che la **causa** dell'insorgere di **muffe** derivi dalla carenza di **ventilazione** e ad un riscaldamento dell'ambiente insufficiente.

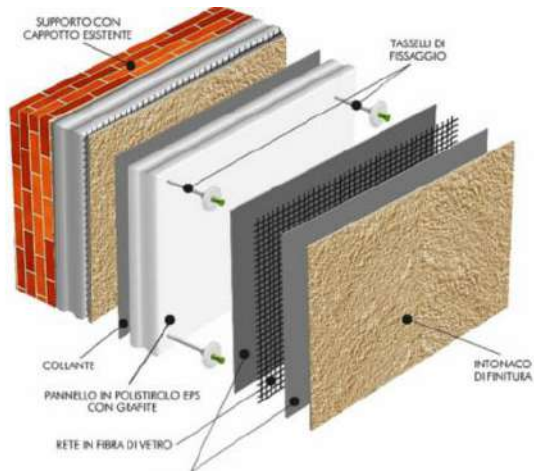
Il ricambio d'aria esigenza ancor più fondamentale in edifici molto isolati è sempre stato però considerato un aspetto secondario. La **produzione di vapore acqueo** nelle abitazioni civili in linea di massima è imputabile alla cottura dei cibi, alla respirazione umana, e all'asciugatura dei panni.

Tale **umidità** dovrebbe essere smaltita mediante la corretta ventilazione dell'ambiente interno.

Con queste condizioni il vapore acqueo presente nell'aria condensa sui punti più freddi delle murature interne (**ponti termici**) dando origine alla spiacevoli muffe.

# Isolamento termico & ventilazione

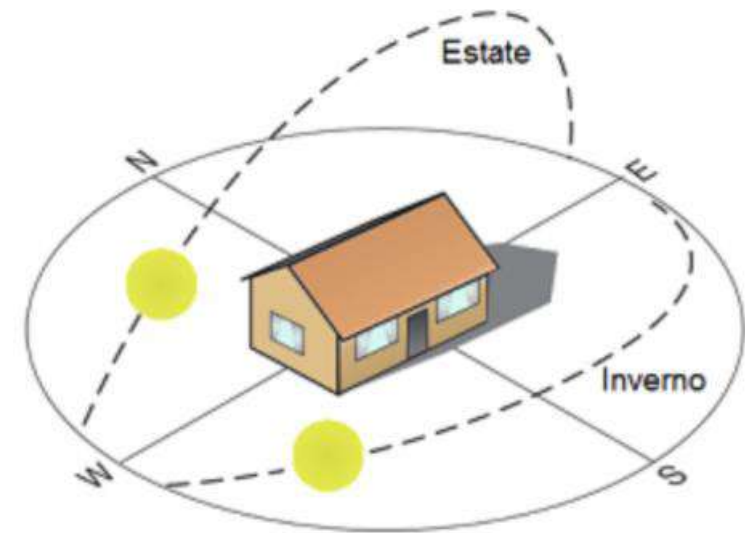
Senza una'adeguata ventilazione possono insorgere problemi nelle abitazioni



# Analisi dell'edificio ai fini delle scelte impiantistiche

La scelta della soluzione impiantistica da proporre per garantire il raggiungimento di condizioni termico igrometriche di benessere all'interno di un edificio, si basa sull'analisi preliminare di una serie di caratteristiche quali:

- localizzazione (latitudine, altitudine s.l.m.)
- orientamento, forma, altezza e vicinanza ad altri edifici
- destinazione/i d'uso



# Condizioni ambientali di benessere

Nella situazione estiva, si ritiene pertanto accettabile mantenere una temperatura interna di 26 °C con una umidità relativa variabile dal 40% al 60%, considerando che le persone abbiano vestiti leggeri e la velocità dell'aria non superi i 0,15 m/s.



Nella situazione invernale, in presenza di persone con un vestiario più pesante, la temperatura interna dovrebbe essere di circa 21 °C. Dato però che a termini di legge è imposto il valore di 20 °C, non è possibile superare questo limite e pertanto si è costretti consigliare, eventualmente un adeguamento del vestiario.

# Presenza di persone

Nei singoli locali é prevista la presenza di persone in proporzione a circa 1 persona ogni 8 m<sup>2</sup> salvo specifiche esigenze per i locali di riunione.



Si ricorda che una persona che svolge attività sedentaria produce:

## Stagione estiva

- 65 Watt di calore sensibile e 70 Watt di calore latente

## Stagione invernale:

- 90 Watt di calore sensibile e 45 Watt di calore latente



*Il calore sensibile non è comunque considerato ai fini del calcolo*



# Ricambi d'aria nel caso di ventilazione naturale

Per gli edifici residenziali si assume convenzionalmente un numero di ricambi d'aria pari a 0,3-0,5 vol/h;

Il numero dei volumi d'aria ricambiati in 1 h (valore medio nelle 24 ore) si può calcolare come segue :

$$n = 0,15 \frac{(24 - t_{oc})}{24} + \frac{\varphi \cdot t_{oc} \cdot i_a \cdot A_p}{2400 \cdot V}$$

Dove: 0,15 è il ricambio d'aria minimo in assenza di persone;

$\varphi$  è la portata d'aria esterna in metri cubi per ora per persona richiesta nel periodo di occupazione dei locali;

$t_{oc}$  è il periodo di occupazione giornaliero dei locali, espresso in ore;

$A_p$  è l'area utile del pavimento;

$i_a$  l'indice di affollamento dei locali, espresso in numero di persone per 100 m<sup>2</sup> di superficie calpestabile;

$V_a$  è il volume dell'aria nello spazio riscaldato ed è calcolato facendo riferimento alle dimensioni interne delle strutture edilizie.

I dati di portata d'aria esterna in metri cubi all'ora per persona e dell'indice di affollamento dei locali si desumono dalla UNI 10339.

# Esempio condizioni di progetto

## *Carichi di illuminazione e per apparati elettrici*

Per l'illuminazione degli uffici e la dotazione di apparecchiature elettriche si ipotizza un carico elettrico medio distribuito di **15 W/m<sup>2</sup>**; per corridoi ed atri tale carico é ridotto a **8 W/m<sup>2</sup>**.

## *Schermi alla radiazione solare*

Per tutte le superfici vetrate si puo' ipotizzare la presenza di schermi interni (veneziane o tende) di colore chiaro, in grado di garantire un coefficiente di ombreggiamento (shading factor) pari a **0,54**.

## *Livello di rumorosità*

All'interno degli ambienti, il livello di pressione sonora non dovrà superare il valore di **38-43 dB(A)**, in relazione al tipo di ufficio.

# Esempio condizioni di progetto

## *Portata aria*

Una portata di rinnovo pari a **25 m<sup>3</sup>/h** per persona, in locali di altezza consueta (2,8 m) adibiti ad uffici e caratterizzati da indici di affollamento medio corrispondenti a **8 m<sup>2</sup>** per persona, equivale ad un ricambio di **1,1 Vol/h**.

## *Parametri aria*

Con una tale portata, per controbilanciare i carichi sensibili e latenti generati dal singolo occupante, é necessario che l'aria sia immessa in ambiente con un differenziale di temperatura di circa **8 °C** e con un differenziale di umidità specifica pari a circa **3,3 gr/kg a.s.**

## *Infiltrazioni aria*

Nei locali in cui é previsto esclusivamente il riscaldamento invernale ed in quelli in cui non viene immessa direttamente aria primaria, si considera un' infiltrazione naturale di aria dall'esterno pari a **0,5 Vol/h**.

# Esempio condizioni di progetto

## *Gradiente termico*

La differenza di temperatura tra i vari punti di uno stesso ambiente non dovrebbe mai essere superiore a **1,5 °C** mentre la differenza di temperatura tra vari ambienti condizionati dovrebbe essere inferiore a **2,5 °C**.

## *Velocità aria*

La velocità dell'aria ideale per il benessere delle persone negli ambienti condizionati è compresa tra **0,1 e 0,3 m/s** (0,3 m/s è la velocità dell'aria che può sollevare un foglio di carta leggera posato su una scrivania).

*Una serie di esperienze condotte in merito ha poi rilevato che una variazione della velocità dell'aria di 0,07 m/s produce sulla sensazione di benessere lo stesso effetto di una variazione di 0,5 °C di temperatura*

# Norma UNI 10339: Portata aria esterna in edificio adibiti ad uso civile

Categorie di edifici	Portata di aria esterna o di estrazione	
	$Q_{ep}$ ( $10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ per persona)	$Q_{es}$ ( $10^{-3} \text{ m}^3/\text{s m}^2$ )
<b>EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA E ASSIMILABILI</b>		
<b>RESIDENZE A CARATTERE CONTINUATIVO</b>		
- Abitazioni civili:		
• soggiorni, camere da letto	11	-
• cucina, bagni, servizi		estrazioni
- Collegi, luoghi di ricovero, case di pena, caserme, conventi:		
• sale riunioni	9*	-
• dormitori/camere	11	-
• cucina	-	16,5
• bagni/servizi		estrazioni
<b>RESIDENZE OCCUPATE SALTUARIAMENTE</b>		
Vale quanto prescritto per le residenze a carattere continuativo		
<b>ALBERGHI, PENSIONI ecc.</b>		
• ingresso, soggiorni	11	-
• sale conferenze (piccole)	5,5*	-
• auditori (grandi)	5,5*	-
• sale da pranzo	10	-
• camere da letto	11	-
• bagni, servizi		estrazioni
<b>EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI</b>		
• uffici singoli	11	-
• uffici open space	11	-
• locali riunione	10*	-
• centri elaborazione dati	7	-
• servizi		estrazioni

# Norma UNI 10339: Indici di affollamento

Classificazione degli edifici per categorie	$n_s$
<b>EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA E ASSIMILABILI</b>	
- abitazioni civili: soggiorni, camere letto	0,04
- collegi, luoghi di ricovero, case di pena, caserme, conventi:	
• soggiorni	0,20
• sale riunioni	0,60
• dormitori	0,10
• camere letto	0,05
- alberghi, pensioni:	
• ingresso, soggiorni	0,20
• sale conferenze (piccole)	0,60
• camere letto	0,05
<b>EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI</b>	
• uffici singoli	0,06
• uffici open space	0,12
• locali riunione	0,60
• centri elaborazione dati	0,08

# Norma UNI 10339: Classificazione dei filtri

Classe	Efficienza del filtro
	E
1	M
2	M
3	M
4	M
5	A
6	A
7	A
8	A
9	A
10	AS
11	AS
12	AS
13	AS
14	AS

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

# Norma UNI 10339: Classi ed efficienza di filtrazione richieste per categorie di edifici

Classificazione degli edifici per categorie	Classe ** di filtri		Efficienza di filtrazione**
	min.	max.	
<b>EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA E ASSIMILABILI:</b>			
- 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
<b>EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI</b>			
• uffici in genere	5	7	M + A
• locali riunione	5	7	M + A
• centri elaborazione dati	6	9	M + A



## Parametri di qualita' accettabile dell'aria esterna

Contaminante	Lungo termine			Breve termine		
	Concentrazione media			Concentrazione media		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm	periodo	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm	periodo h
Biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ )	80	0,03	1 anno	365	0,14	24
Particolato totale	75*	-	1 anno	260	-	24
Monossido di carbonio (CO)	-	-	-	40 000	35	1
Monossido di carbonio (CO)	-	-	-	10 000	9	8
Ossidanti (03) (Ozono)	-	-	-	235	0,12	1
Biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ )	100	0,055	1 anno	-	-	-
Piombo	1,5	-	3 mesi	-	-	-

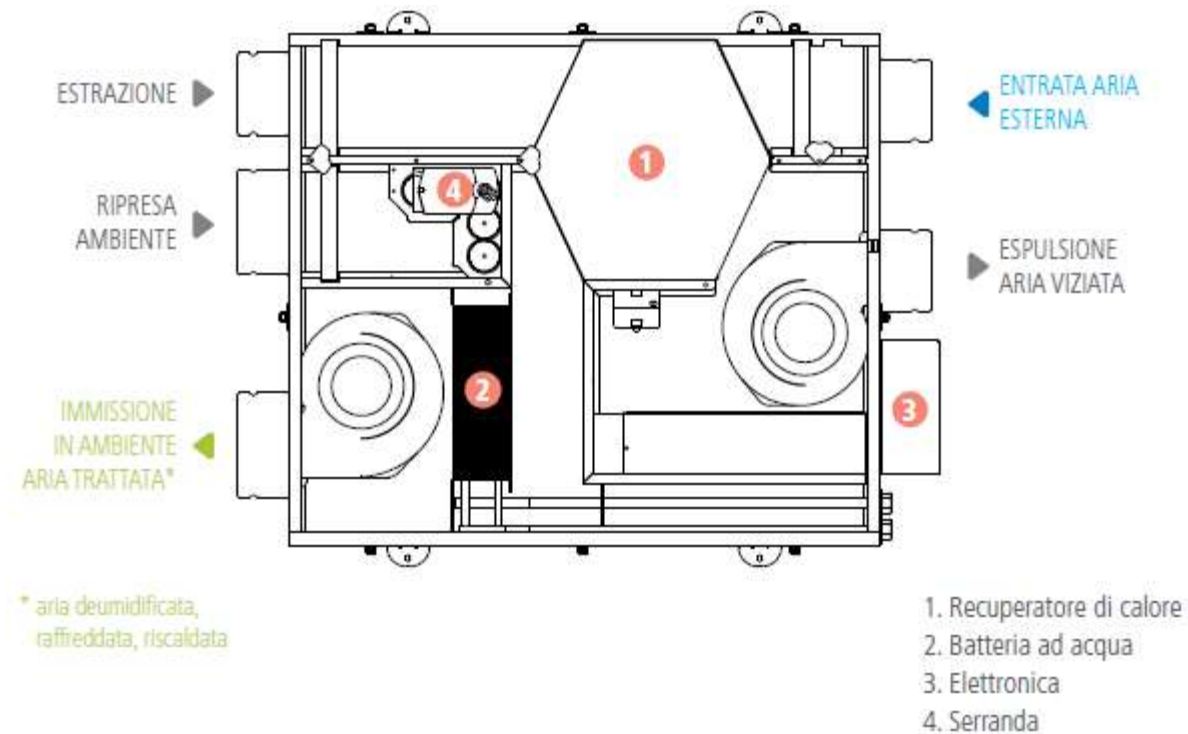
\* Media aritmetica.

Nota - *Dati definiti dalla statunitense Environmental Protection Agency (E.P.A. - Agenzia per la protezione dell'ambiente) e tratti dalla norma Ashrae Standard 62-1989 "Ventilazione per una accettabile qualità dell'aria interna".*

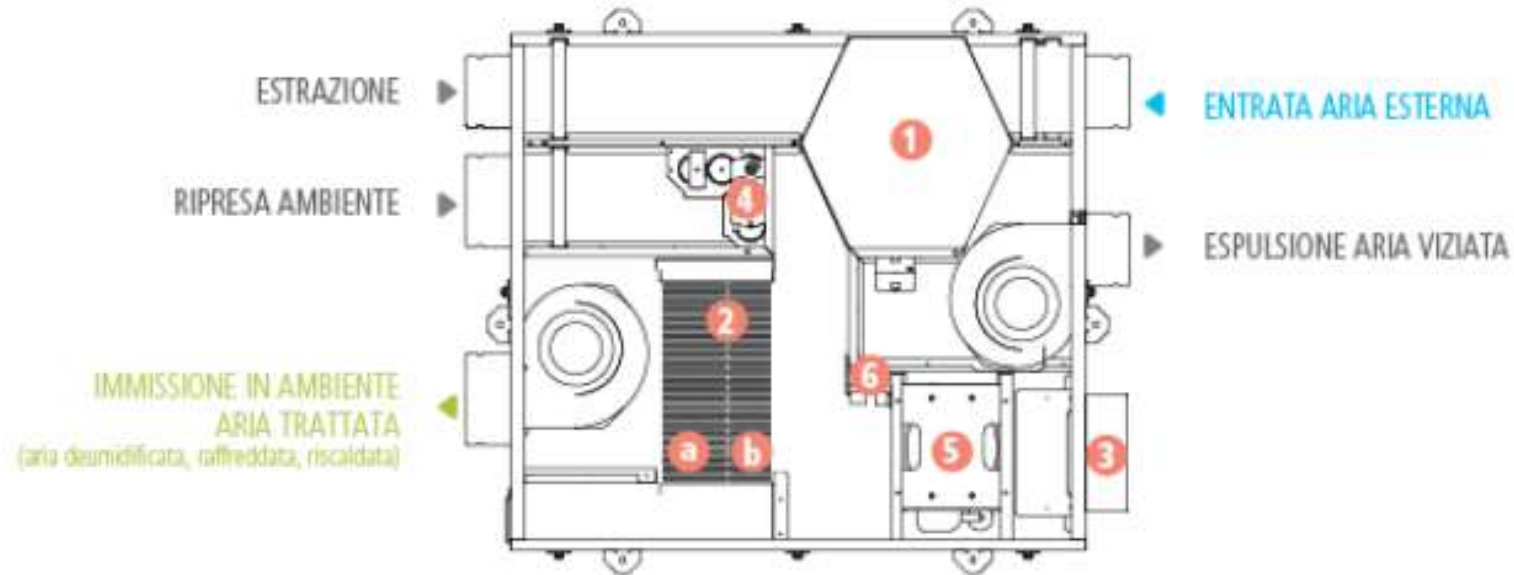
# Norma UNI 10339: Velocità dell'aria

Categorie di edifici	Velocità dell'aria, $v$ , m/s	
	riscaldamento	raffrescamento
<b>EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA E ASSIMILABILI:</b> - 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
<b>EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI:</b> - uffici in genere, locali riunione, centri elaborazione dati	da 0,05 a 0,15	da 0,05 a 0,20

# Esempio macchine VMC senza compressore

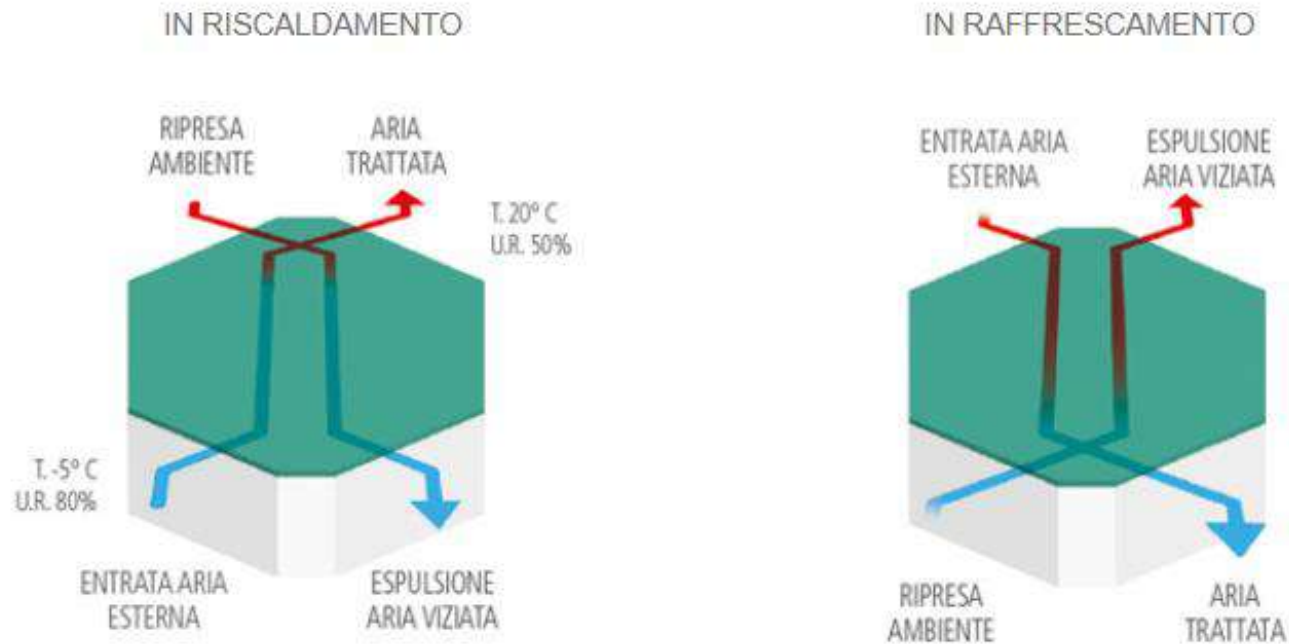


# Esempio macchine VMC con compressore



1. Recuperatore di calore
- 2a. Batteria ad acqua
- 2b. Evaporatore e condensatore
3. Scatola elettrica
4. Serranda
5. Compressore
6. Scambiatore a piastre

# Funzionamento recuperatore di calore

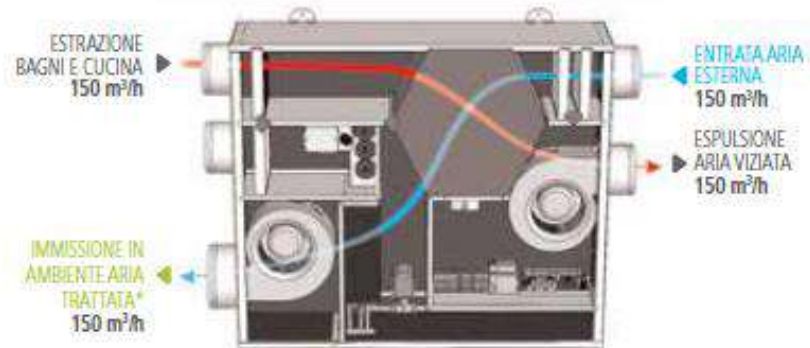


Il recuperatore di calore a doppio flusso ad altissima efficienza è formato da particolari condotti d'aria di forma triangolare, nei quali transita sia aria calda che fresca in controcorrente. Questa configurazione permette di avere la massima superficie di scambio sulla quale l'energia può essere trasferita e riutilizzata con un'efficienza maggiore del 90%.

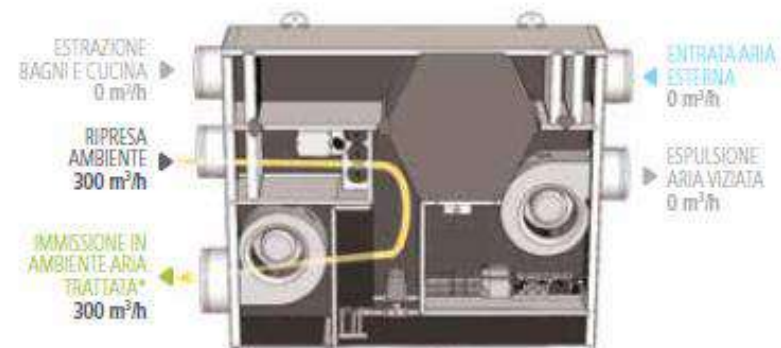
*1100 x 910 x 260 mm*

# Funzionamento macchine VMC

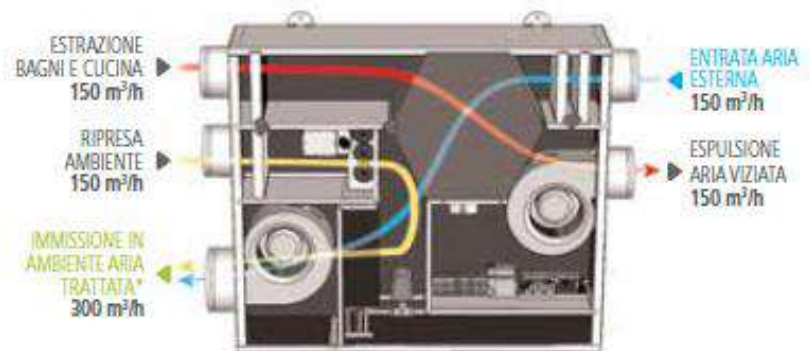
Solo ricambio aria



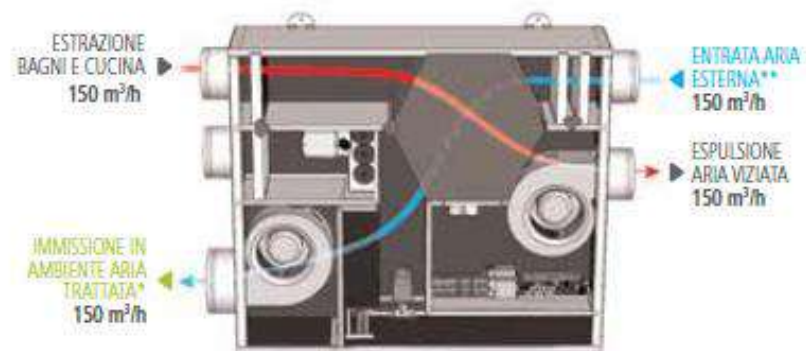
Solo trattamento aria



Ricambio e trattamento aria

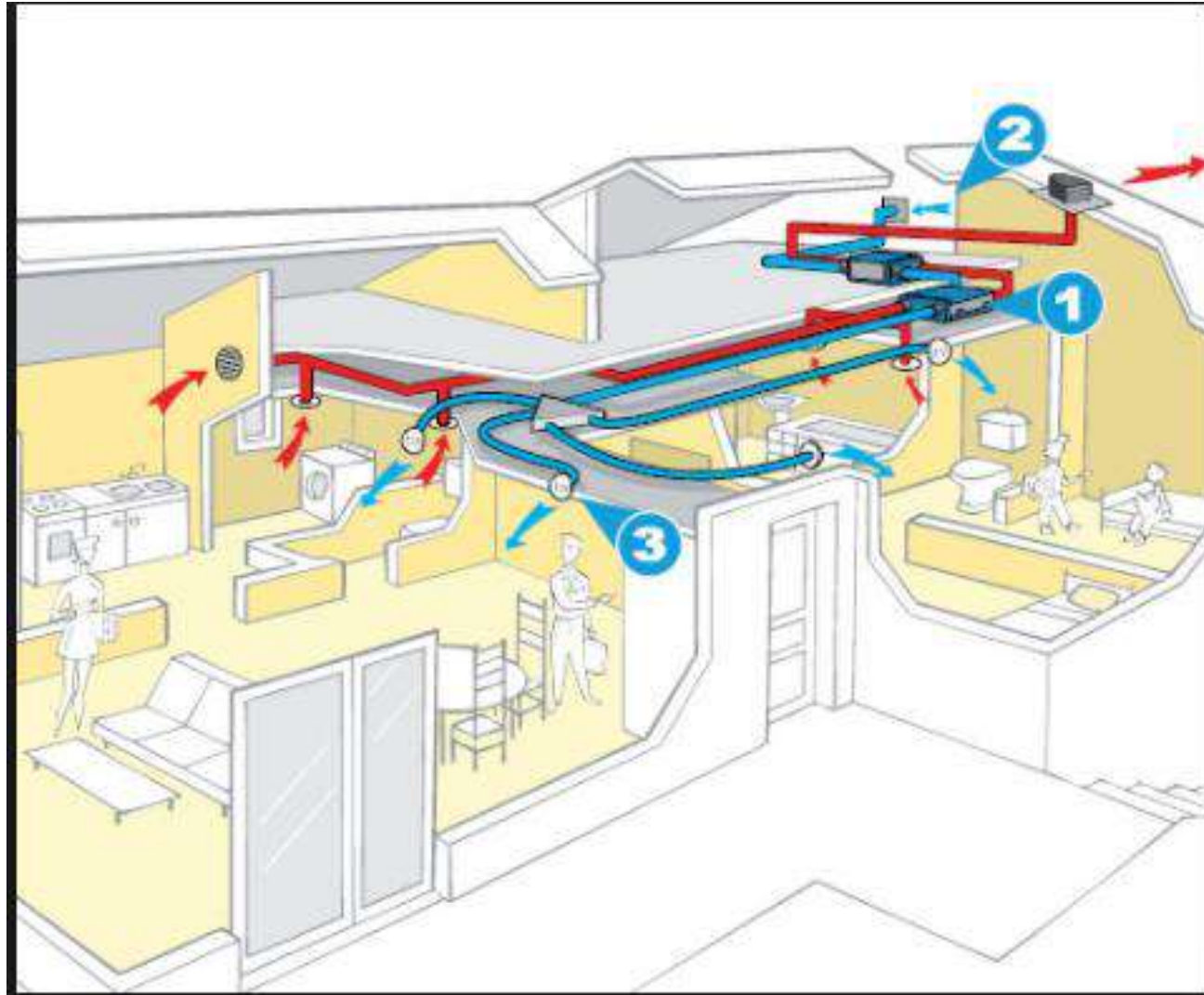


Free cooling

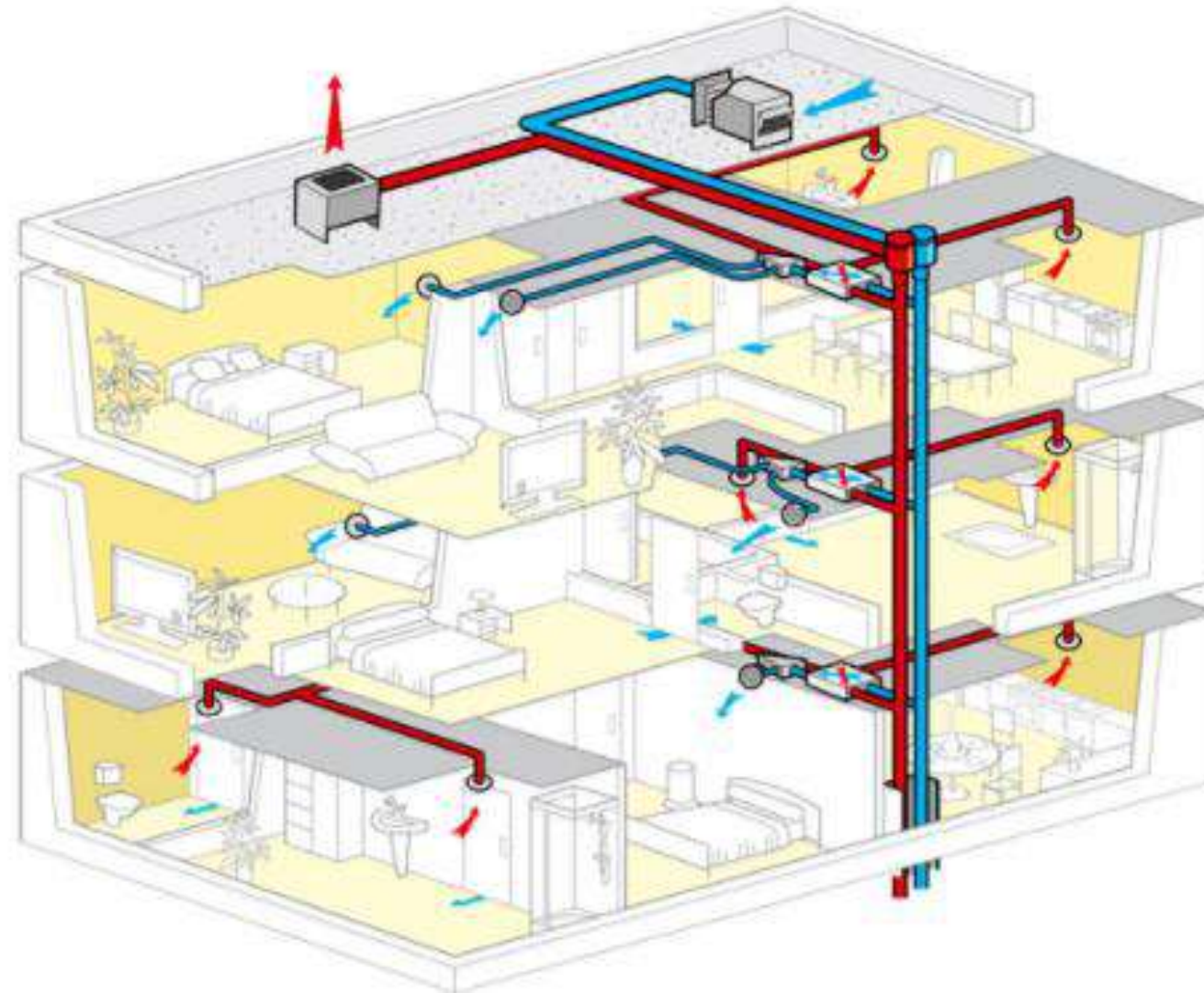


\*aria deumidificata, raffreddata, riscaldata.

# Impianto mono/bi familiare con VMC



# Impianto centralizzato con VMC





GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ing. Benedetto Spoto

Email: [benedetto.spoto@pycos.it](mailto:benedetto.spoto@pycos.it)

Cell: 3452892067