



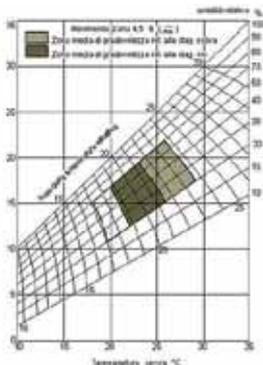


GUIDA TECNICA  
INDICI  
CENTRI ASSISTENZA

# 1. IL BENESSERE DEGLI AMBIENTI CONFINANTI

L'uomo passa buona parte della sua vita in ambienti chiusi o confinati, siano essi residenziali o lavorativi: in tali ambiti, le condizioni di temperatura, umidità e la concentrazione di inquinanti nell'aria possono essere diverse rispetto a quelle dell'aria esterna, per la presenza sia di esseri viventi sia di apparecchiature in funzione all'interno dei locali. Gli impianti termotecnici hanno quindi lo scopo di ricreare quella che viene chiamata **condizione di benessere**. Si definisce **condizione di benessere termoigrometrico** lo stato psicofisico in cui un individuo si ritiene soddisfatto riguardo del microclima, non avendo sensazione né di caldo né di freddo, trovandosi quindi in condizione di **neutralità termica**.

Una condizione necessaria affinché ci sia comfort è che il sistema termodinamico del corpo umano sia in equilibrio, cioè che l'energia interna del corpo non aumenti né diminuisca. Questo però non è sufficiente a realizzare la condizione di comfort: infatti potrebbe essere verificata la condizione di equilibrio termodinamico, ma l'individuo potrebbe avere comunque la sensazione di caldo o di freddo (fig. 1.01).

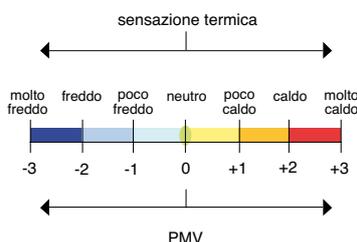


## INDICE PMV

Al fine di interpretare in maniera più semplice la situazione sono stati introdotti diversi strumenti che analizzano la sensazione di benessere o di stress al variare dei parametri che influenzano il microclima (ovvero quell'insieme di parametri ambientali come temperatura, umidità e velocità dell'aria di un dato punto individuato).

P. O. Fanger ha proposto l'indice di comfort globale PMV ("Predicted Mean Vote" cioè "voto medio previsto"), un indice adimensionale di sensazione di benessere o stress. ASHRAE ne ha recepito la scala psicofisica a 7 punti che fissa la corrispondenza tra un valore (voto) e la sensazione provata dall'individuo (fig. 1.02).

VOTO	SENSAZIONE
+3	Molto caldo
+2	Caldo
+1	Leggermente caldo
0	Neutro
-1	Leggermente freddo
-2	Freddo
-3	Molto freddo



Un valore 0 corrisponde alla condizione di comfort. Valori di +3, +2, +1, -1, -2, -3 indicano una sensazione più o meno marcata di insoddisfazione. La sensazione di caldo o freddo di un individuo è proporzionale al carico termico L espresso in Watt:

$$L = (M - W) - E_{res} - C_{res} - E - C - R - K$$

dove:

- M** = potenza sviluppata per attività metabolica (W)
- W** = potenza meccanica dissipata per attività lavorativa (W)
- E<sub>res</sub>** = potenza termica per evaporazione nella respirazione (W)
- C<sub>res</sub>** = potenza termica scambiata per convezione nella respirazione (W)
- E** = potenza termica per evaporazione nella traspirazione (W)
- C** = potenza termica scambiata per convezione (W)
- R** = potenza termica scambiata per irraggiamento (W)
- K** = potenza termica scambiata per conduzione (W).

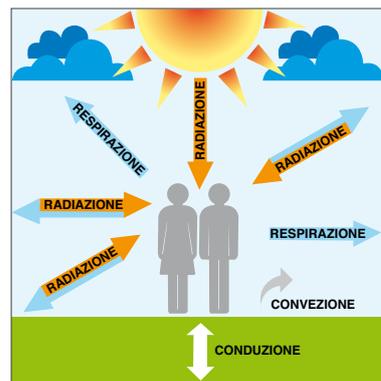
I parametri che intervengono nel determinare le condizioni di benessere sono:

## PARAMETRI AMBIENTALI

- temperatura dell'aria ambiente, che influenza gli scambi termici convettivi,
- temperatura media radiante, che influenza gli scambi termici radiativi,
- velocità relativa dell'aria, che influenza gli scambi termici convettivi,
- umidità relativa dell'aria, che influenza lo scambio evaporativo del corpo.

## PARAMETRI INDIVIDUALI

- dispendio metabolico M, correlato all'attività svolta,
- potenza meccanica W utilizzata per attività lavorative (usualmente trascurata),
- resistenza termica conduttiva ed evaporativa del vestiario (CLO).



## L'INFLUENZA DELLE VARIABILI SUL COMFORT

Si è visto come alla determinazione del comfort per un individuo in un ambiente confinato concorrono sei parametri (trascurando la potenza meccanica utilizzata per l'attività lavorativa), quattro dei quali ambientali e due individuali.

## PARAMETRI INDIVIDUALI:

Due sono le variabili individuali che influenzano il bilancio termico: dispendio metabolico e resistenza termica conduttiva ed evaporativa del vestiario.

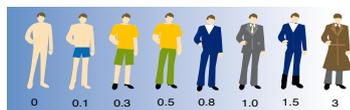
1) Il dispendio energetico metabolico viene solitamente espresso come potenza media oraria per superficie corporea erogata da un soggetto durante una attività lavorativa. Definendo l'unità tecnica MET secondo la quale 1 MET = 58.15 W/m<sup>2</sup> ed essendo 1 Kcal/h = 1.163 W

La norma ISO 7730 indica i seguenti valori caratteristici (considerando una superficie media di una persona pari a 1.8 m<sup>2</sup>):

ATTIVITÀ	MET	W/m <sup>2</sup>	Kcal/h
Sdraiato, a riposo	0.8	47	73
Seduto, a riposo	1		90
Attività sedentaria	1.2	70	108
In piedi, a riposo	1.2	70	108
Attività leggera, in piedi	1.6	93	145
Attività media, in piedi	2	117	182
Attività pesante	3	175	271

Maggiore è il valore dell'indice MET, più è accentuata la sensazione di "caldo" e meno è sentita la sensazione di "freddo".

2) La resistenza termica del vestiario è misurata con l'unità tecnica CLO: 1 CLO è definito come il gradiente termico di 0.18 °C su un'area di 1 m<sup>2</sup> attraversata da un flusso termico di 1 Kcal/h (1 CLO = 0.155 m<sup>2</sup>K/W).



Nudità	0 CLO
Calzoncini	0.1 CLO
Vestiti leggeri estivi	0.5 CLO
Insieme di capi leggeri	0.7 CLO
Completo invernale	1-1.5 CLO

Maggiore è il valore dell'indice CLO, più è accentuata la sensazione di "caldo" e meno è sentita la sensazione di "freddo".

#### PARAMETRI AMBIENTALI:

Quattro sono i parametri ambientali da considerare:

- 1) temperatura dell'aria ambiente,
- 2) temperatura media radiante,
- 3) velocità relativa dell'aria,
- 4) umidità relativa dell'aria.

1 - 2) In ambienti "termicamente moderati" la temperatura dell'aria è molto simile (se non addirittura uguale) alla temperatura media radiante. In tal caso si definisce come temperatura operativa la media della temperatura dell'aria e della temperatura radiante. Le condizioni limite per la temperatura operativa valide per l'inverno e per l'estate con una attività metabolica di 1,2 MET sono:

- estate tra 23 e 26 °C (0,5 CLO)
- inverno tra 20 e 24 °C (1,0 CLO).

VELOCITÀ DELL'ARIA	ABBASSAMENTO TEMPERATURA C°	SENSAZIONE
< 0.25	< 1.0	Nessuna
0.26 - 0.50	1.1 - 1.6	Piacevole
0.51 - 0.	1.7 - 2.2	Piacevole con consapevolezza del movimento
0.76 - 1.00	2.3 - 2.8	Da piacevole a leggermente disagiata
1.01 - 1.50	2.9 - 3.9	Da leggermente a notevolmente disagiata
> 1.50	> 3.9	Necessità di interventi correttivi

3) La velocità dell'aria ambiente ha influenza sullo scambio termico per convezione tra l'individuo e l'ambiente. Al crescere della velocità dell'aria (mantenendo inalterati gli altri parametri) si ha una sensazione di disagio crescente.

Per ripristinare le condizioni di benessere occorre quindi variare il valore della temperatura operativa. Valori accettabili di velocità dell'aria sono inferiori a 1 m/s, anche se è buona norma non superare gli 0,15 m/s in inverno e 0,25 m/s in estate nella zona occupata.

4) Vi sono valori di umidità relativa consigliati, in genere compresi tra il 30% ed il 70%, non tanto inerenti alla sensazione termica avvertita quanto a motivazioni diverse: per valori inferiori al 30% si verifica secchezza delle mucose e quindi la diminuzione delle difese da germi e batteri, mentre per valori

superiori al 70% si hanno effetti sia sull'individuo (allergie) che sulle pareti dell'edificio (possibile formazione di condensa superficiale e conseguente formazione di muffe in corrispondenza dei ponti termici o comunque nei punti più freddi dell'involucro edilizio).

La ISO (International Organization for Standardization) raccomanda l'uso dell'indice PMV in presenza dei seguenti ambiti di variazione dei parametri condizionanti il bilancio termico:

- dispendio energetico = 1-4 MET
- resistenza termica da abbigliamento = 0-2 CLO
- temp. di bulbo secco = 10-30 °C
- temp. media radiante = 10-40 °C
- velocità dell'aria = 0-1 m/s
- pressione di vapore = 0-2,7 kPa

## 2. QUALITÀ DELL'ARIA

Til benessere termoigrometrico analizzato precedentemente non considera un altro importante fattore per gli ambienti interni: la qualità dell'aria.

L'aria è, nel suo stato normale, costituita da un miscuglio gassoso contenente i seguenti gas:

- azoto (78%),
- ossigeno (20,96%),
- argon e altri gas (1,01%),
- anidride carbonica (0,03%).

Inoltre è presente vapore acqueo in quantità variabile. La percentuale

di anidride carbonica può variare a seconda della zona geografica considerata; inoltre nelle aree urbane, per effetto dell'inquinamento industriale e veicolare, sono presenti biossido di zolfo, biossido di azoto, monossido di carbonio, composti di piombo, particelle disperse di pulviscolo ecc.

#### OSSIGENO (O<sub>2</sub>)

L'ossigeno è l'elemento indispensabile alla vita: l'uomo può continuare a vivere anche respirando solo ossigeno. La carenza di ossigeno porta a sintomi

che si manifestano con sensazione di apatia e stanchezza. Una riduzione di ossigeno del 25% può essere pericolosa per individui che soffrono di affezioni cardiache o respiratorie, ma se tale riduzione arriva al 50% anche soggetti in buone condizioni di salute ma non acclimatati possono correre seri rischi per la salute.

#### AZOTO e GAS INERTI (Ar, Ne, He, Kr, Xe)

L'azoto, come pure l'argon e gli altri gas inerti quali neon, elio, krypton e xeno, non ha effetti fisiologici.

## ANIDRIDE CARBONICA (CO<sub>2</sub>)

Non provoca effetti significativi sull'organismo umano, ma riveste una particolare importanza al fine della valutazione delle condizioni di benessere ambientali. Negli ambienti confinati infatti la purezza dell'aria è compromessa dagli occupanti e dalla loro attività, comprendendo in questo sia cause metaboliche che la presenza di macchinari di vario tipo. Con la respirazione viene immessa in ambiente anidride carbonica e contemporaneamente si ha riduzione della quantità di ossigeno. Si può stimare che il quantitativo medio di CO<sub>2</sub> prodotto da un individuo vari da 0,02 a 0,35 m<sup>3</sup>/h a seconda dell'attività svolta. Il limite massimo di sopportabilità di anidride carbonica per l'organismo umano è stimato in una concentrazione del 5%, sebbene già con concentrazioni minori si possano avere disturbi di vario genere.

## VAPORE ACQUEO (H<sub>2</sub>O)

Inquinante apparentemente innocuo, è in realtà da non sottovalutare per una serie di fenomeni negativi ad esso associati: l'umidità presente nell'aria può essere assorbita dalle pareti, peggiorandone il comportamento termico; inoltre un eccesso di umidità in ambienti non ben ventilati può portare a formazione di muffe nei punti più freddi (ponti termici, pareti retrostanti armadi ecc...).

## RADON (Rn)

Presente nella crosta terrestre, il Radon è un gas nobile inerte che se inalato non viene assorbito ma espulso con l'espiazione. Gli effetti dannosi sono prodotti dai suoi "discendenti" radioattivi che se inalati si depositano nell'epitelio bronchiale provocando malattie cancerogene che colpiscono l'apparato respiratorio. La concentrazione di Radon è molto bassa all'aria aperta, mentre può arrivare a livelli di pericolo in luoghi chiusi o sotterranei se non areati.

## MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

Gli effetti provocati dalla presenza di monossido di carbonio nell'aria variano a seconda delle concentrazioni e si manifestano con effetti sempre più gravi all'aumentare di queste: riduzione dell'attenzione e della memoria, crisi cardiache fino alla morte per asfissia. Generalmente negli ambienti confinati non industriali le concentrazioni di CO sono legate all'inquinamento veicolare importato dall'aria esterna, dalla presenza di fumo di tabacco e dalla presenza di impianti di riscaldamento o apparecchiature di cucina non adeguatamente ventilati.

## OZONO (O<sub>3</sub>)

In concentrazioni superiori a 0,05 ppm provoca secchezza delle mucose, mal di testa e, per valori oltre 1,7 ppm perfino edema polmonare. La fonte principale per l'inquinamento da ozono in ambienti non industriali è costituita da un utilizzo intenso di macchine fotocopiatrici e stampanti laser. Si tenga presente che il tempo di dimezzamento dell'ozono è piuttosto breve (circa 30 minuti).

## PARTICOLATO AERODISPERSO

Ad ogni atto respiratorio, particelle di particolato vengono trattenute negli alveoli polmonari e lungo le vie respiratorie per essere poi riespulte attraverso il muco. Tuttavia alcune particelle nocive possono restare intrappolate negli alveoli polmonari e causare complicazioni nel lungo termine. Inoltre il particolato aerodisperso può essere il veicolo meccanico per altri contaminanti chimici, fisici o biologici.

## COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (VOC)

Sono stati identificati e classificati numerosi composti organici in fase gassosa presenti nell'aria degli ambienti confinati:

- VVOC ("Very volatile organic compounds"), composti molto volatili.
- VOC ("Volatile organic compounds"), composti organici volatili in senso stretto.
- SVOC ("Semivolatili organic compounds"), composti organici semivolatili.
- POM ("Particulate organic matter"), composti associati con il particolato.

La classe dei VOC riveste particolare importanza; è costituita da composti il cui punto di ebollizione è compreso tra un limite inferiore di 50-100 °C e superiore di 240-260 °C. Idrocarburi alifatici, aromatici e clorurati, aldeidi, terpeni, alcoli, esteri e chetoni rientrano in questa classe.

I VOC possono causare effetti che vanno dal disagio sensoriale a gravi alterazioni dello stato di salute. Se presenti in concentrazioni elevate, alcuni VOC possono provocare effetti al sistema nervoso centrale (in genere tali effetti si riscontrano però con concentrazioni molto superiori rispetto a quelle riscontrabili negli ambienti confinati). Alcuni VOC sono riconosciuti come cancerogeni (p.es. il benzene). Fonti di inquinamento da VOC sono il fumo di sigaretta, i materiali di costruzione, gli arredi mobili, le moquette e i rivestimenti, che possono determinare continue emissioni nell'arco di settimane o mesi. Anche la

presenza di stampanti o fotocopiatrici (soprattutto in fase di riscaldamento) o l'utilizzo di materiali di pulizia, colle, adesivi e solventi possono aumentare la concentrazione di composti organici volatili nell'aria.

## CONTAMINANTI BIOLOGICI

Sono rappresentati da particelle organiche aerodisperse, costituite da microrganismi (sia vitali che non vitali), pollini, spore, acari ecc... Sorgenti di inquinamento microbiologico negli ambienti indoor sono rappresentate principalmente dall'uomo, dalla presenza di acqua stagnante, di manufatti tessili, di alimenti, di piante e di rifiuti. Altre fonti possono essere rappresentate da umidificatori o condizionatori d'aria a seguito del proliferare di microrganismi in caso di pulizia inadeguata delle macchine (Legionella, Actinomyces...). In alcuni soggetti particolarmente sensibili sono possibili manifestazioni allergiche causate da muffe, spore fungine, amebe, alghe, batteri, escrementi e derivati da acari, insetti e parassiti, pollini, endotossine, ecc...

Il rimedio più efficiente per mantenere l'aria pulita è l'individuazione delle sorgenti di inquinamento e la loro totale rimozione, cosa che purtroppo non è sempre possibile o realizzabile. Una buona ventilazione è pertanto spesso l'unico rimedio.

## 3. NORME DI RIFERIMENTO

**Norma UNI 13779:2005** "Ventilation for non residential buildings – Performance requirements for ventilation and room conditioning systems" (Ventilazione degli edifici non residenziali – Requisiti prestazionali per i sistemi di ventilazione e condizionamento). La norma classifica la qualità dell'aria interna ottenuta in 4 categorie, da IDA 1 (alta qualità) a IDA 4 (bassa qualità). A seconda della categoria che si desidera ottenere devono essere assicurate determinate portate d'aria. I parametri di comfort e qualità dell'aria devono essere raggiunti solo nella zona occupata e non in tutto l'ambiente

Per la valutazione della qualità dell'aria si può fare una classificazione in base:

- alla concentrazione di CO<sub>2</sub>,
- alla concentrazione di specifici inquinanti,
- alla qualità dell'aria percepita dagli occupanti,
- al tasso di ricambio d'aria per persona occupante il locale,
- al tasso di ricambio d'aria per metro quadrato di superficie.

CATEGORIA	UNITÀ	AREA NON FUMATORI	AREA FUMATORI
IDA 1	m <sup>3</sup> /h pers. litri/s pers	>54 >15	>108 >30
IDA 2	m <sup>3</sup> /h pers. litri/s pers	36-54 10-15	72-108 20-30
IDA 3	m <sup>3</sup> /h pers. litri/s pers	22-36 6-10	43-72 12-20
IDA 4	m <sup>3</sup> /h pers. litri/s pers	<22 <6	<43 <12

### LEGISLAZIONE E NORMATIVE

Il fabbisogno di aria fresca di una persona è espresso in m<sup>3</sup>/h. In ambienti abitativi e negli uffici è consigliata una fornitura d'aria compresa tra 22 e 54 m<sup>3</sup>/h, quantità che può ridursi a circa 36 m<sup>3</sup>/h in caso di ventilazione meccanica e controllata. Maggiori forniture sono necessarie in ambienti più affollati (sale riunioni, mense, ristoranti) o in casi particolari (quali per es. i locali adibiti a fumatori, per i quali occorre sottostare a normative specifiche come, nel caso italiano, la Legge n.3 del 16 Gennaio 2003). Occorre precisare che la normativa tecnica non è "cogente"; fino a che non sia recepita all'interno di una legge o di un regolamento ha cioè valore di riferimento ma non obbligatorietà di applicazione.

**Norma UNI 10339** "Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta di offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura".

Un impianto di ventilazione, sia esso meccanico o naturale, deve garantire:

- l'immissione di una quantità minima di aria esterna a seconda della tipologia dell'ambiente;
- la filtrazione minima convenzionale dell'aria esterna e dell'aria di ricircolo;
- la movimentazione dell'aria nel volume convenzionale occupato (la zona occupata è definita come quella parte di ambiente; delimitato dal pavimento, da una superficie orizzontale posta a 1,8m dal pavimento e da superfici verticali poste a 0,6m dalle pareti e dalle apparecchiature per la climatizzazione).

**Legge 16 Gennaio 2003 n°3** tutela la salute dei non fumatori. L'articolo 51 ha previsto il divieto di fumo in tutti i locali chiusi ad eccezione di:

- quelli privati non aperti ad utenti o al

pubblico,

- quelli riservati ai fumatori e come tali contrassegnati.

Il divieto coinvolge qualsiasi attività privata (di servizi e commerciale) che si svolga con uso di locali chiusi (privi di collegamento continuo con l'esterno) aperti al pubblico, senza formalità e senza il bisogno di particolari permessi, negli orari stabiliti. Vengono stabiliti dei requisiti strutturali dei locali per fumatori, di cui devono essere dotati i locali chiusi negli esercizi e nei luoghi di lavoro riservati ai fumatori e come tali contrassegnati.

*Requisiti tecnici I locali per fumatori devono:*

- essere delimitati da parete tutta altezza su quattro lati,
- essere dotati di ingresso con porta a chiusura automatica, abitualmente in posizione di chiusura,
- essere forniti di adeguata segnaletica contrassegnata da scritta "AREA PER FUMATORI" e, in caso di mancato o inadeguato funzionamento degli impianti di ventilazione supplementare "VIETATO FUMARE PER GUASTO ALL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE", determinando la contestuale esclusione della scritta indicativa dell'area riservata,
- non rappresentare un locale obbligato di passaggio per i non fumatori,
- all'ingresso recare l'indicazione del numero massimo di persone ammissibili in base alla portata dell'impianto,
- essere mantenuti in depressione non inferiore a 5 Pa,
- in caso di esercizi ristorazione, avere una superficie destinata ai fumatori inferiore alla metà della superficie complessiva di somministrazione dell'esercizio.

*Caratteristiche dei mezzi di ventilazione. I mezzi di ventilazione devono:*

- essere dotati di idonei mezzi meccanici di ventilazione forzata, in modo da garantire una portata d'aria di ricambio supplementare esterna

o immessa per trasferimento da altri ambienti limi trofi dove è vietato fumare,

- far sì che l'aria di ricambio sia adeguatamente filtrata,
- far sì che la portata d'aria supplementare minima da assicurare sia pari a 30 l/s per ogni persona, sulla base di un indice di affollamento pari allo 0,7 persone/mq,
- essere fatti in modo tale che l'aria proveniente dai locali per fumatori sia espulsa all'esterno attraverso idonei impianti e non ricircolata.

*Cartellonistica - Nei locali dove è vietato fumare si devono apporre:*

- cartelli con la dizione "VIETATO FUMARE".

**Direttiva ATEX 94/9/CE** requisiti di sicurezza per apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive. In sintesi tale direttiva definisce i requisiti tecnico costruttivi riguardante tutte quelle apparecchiature come macchine, ventilatori, dispositivi fissi e mobili, canalizzazioni e valvole, che devono essere utilizzate in ambienti classificati potenzialmente esplosivi in accordo alla seguente Direttiva.

**Direttiva 1999/925/CE** prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori, che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive.

Per ottemperare a quanto richiesto dalla direttiva, il datore di lavoro è obbligato ad eseguire o far eseguire una valutazione dei rischi di esplosione all'interno dei confini aziendali, da personale abilitato ad eseguire tale valutazione. Eventuali aree potranno essere classificate conformi alla direttiva ATEX 94/9/CE.

## TABELLA RICAMBI D'ARIA PER TIPOLOGIA DI LOCALE UNI 10339

Nella tabella seguente sono indicate le portate di aria esterna e di estrazione da adottare per le diverse tipologie edilizie. L'indice di affollamento (ns) identifica il numero di persone presenti per ogni metro quadrato di superficie calpestabile come specificato dalla UNI 10339. Per effettuare il calcolo procedere come segue:

• **Nel caso il calcolo dovesse essere fatto in base al numero di persone**, moltiplicare il numero in tabella per le persone che stazionano nell'ambiente. Per trasformare la portata d'aria in m<sup>3</sup>/h moltiplicare il valore ottenuto per 3,6.

• **Se non si conosce il numero delle persone** moltiplicare il valore in tabella dell'indice di affollamento per la superficie del locale da calcolare e procedere come precedentemente descritto.

• **Nel caso il calcolo dovesse essere fatto in base alla superficie del locale**, moltiplicare il numero in tabella per la superficie dell'ambiente. Per trasformare la portata d'aria in m<sup>3</sup>/h moltiplicare il valore ottenuto per 3,6.

• **Nel caso il calcolo dovesse essere fatto in base al volume del locale** moltiplicare il numero in tabella per il volume dell'ambiente.

CATEGORIE DI EDIFICI		PORTATA D'ARIA				
<i>(tratto da norma UNI 10339:1995 - 30/06/1995 - Impianti aerulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura)</i>		Indice di affollamento	In base alla superficie litri/s al m <sup>2</sup>	In base a volume (ricambi orari)	In base all'affollamento (litri/s pers.)	
EDIFICI RESIDENZIALI	ABITAZIONI CIVILI	SOGGIORNI E CAMERE DA LETTO	0.04		11	
		CUCINA, BAGNI E SERVIZI		4		
	ABITAZIONI COLLETTIVE	SALE RIUNIONI	0.6			9
		CAMERE	0.05			11
		CUCINE		16.5		
		BAGNI E SERVIZI			4	
	ALBERGHI	INGRESSO E SOGGIORNI	0.2			11
		SALE CONFERENZE	0.6			5.5
		SALE DA PRANZO	0.6			10
		CAMERE	0.05			11
		BAGNI DI CAMERE			4	
		SERVIZI			8	
UFFICI	SINGOLI	0.06			11	
	OPEN SPACE	0.12			11	
	SALE RIUNIONI	0.6			10	
	CED	0.08			7	
	SERVIZI			8		
OSPEDALI	DEGENZE	0.08			11	
	CORSIE	0.12			11	
	CAMERE STERILI	0.08			11	
	SALE MEDICHE, SOGGIORNI	0.05			8.5	
	TERAPIE FISICHE	0.2			11	
	SERVIZI			8		
EDIFICI PUBBLICI	CINEMA, TEATRI, SALE RIUNIONI	AREE PUBBLICHE, SALE, SALE RIUNIONI SENZA FUMATORI	1.5		5.5	
		PALCOSCENICI, STUDI TV	1.5		12.5	
		SALE RIUNIONI CON FUMATORI	0.7		30	
		SERVIZI			8	
		BORSE TITOLI	0.5		10	
	MUSEI, BIBLIOTECHE E LUOGHI DI CULTO	SALE DI ATTESA			8	
		SALE MOSTRE	0.3			6
		SALE LETTURA	0.3			5.5
		DEPOSITI LIBRI		1.5		
		LUOGHI DI CULTO	0.8			6
	BAR, RISTORANTI, SALE DA BALLO	SERVIZI			8	
		BAR	0.8			11
		PASTICCERIE	0.8			6
		SALE DA PRANZO	0.6			10
		SALE DA BALLO	1			16.5
EDIFICI COMMERCIALI	GRANDI MAGAZZINI	CUCINE		16.5		
		SERVIZI			8	
		PIANI INTERRATI	0.25			9
	NEGOZI E REPARTI	PIANI SUPERIORI	0.25			6.5
		BARBIERI, PARRUCCHIERI	0.2			14
		ABBIGLIAMENTO, CALZATURE, MOBILI, OTTICI, FIORISTI, FOTOGRAFI	0.1			11.5
		ALIMENTARI, LAVASECCO, FARMACIE	0.1			9
	ZONE PUBBLICHE DI BANCHE, QUARTIERI FIERISTICI	0.2			10	
	EDIFICI SPORTIVI	PISCINE, SAUNE	SALA VASCA	0.3	2.5	
			SPOGLIATOIO, SERVIZI			8
SAUNE				2.5		
PALAZZETTI SPORTIVI			1.5			6.5
PALESTRE		BOWLING	0.6			10
		CAMPI GIOCO	0.2			16.5
		ZONE SPETTATORI	1.5			6.5
		SPOGLIATOIO, SERVIZI			8	
SERVIZI PUBBLICI			8			
EDIFICI SCOLASTICI	ASILI NIDO, SCUOLE MATERNE	0.4			4	
	AULE SCUOLE ELEMENTARI	0.45			5	
	AULE SCUOLE MEDIE INFERIORI	0.45			6	
	AULE SCUOLE MEDIE SUPERIORI	0.45			7	
	AULE UNIVERSITARIE	0.6			7	
	SERVIZI			8		
	BIBLIOTECHE, SALE LETTURA	0.3			6	
	AULE MUSICA E LINGUE	0.5			7	
	LABORATORI	0.3			7	
SALE INSEGNANTI	0.3			6		

## 4. REGOLAMENTI DI RIFERIMENTO

La volontà Comunitaria di promuovere il sempre più efficace utilizzo delle risorse energetiche, col triplice fine di ridurre la dipendenza dalle fonti non rinnovabili, contenere le emissioni di gas inquinanti e promuovere la competitività delle aziende europee favorendo lo sviluppo di tecnologie d'avanguardia e limitando la diffusione dei prodotti, più economici e meno sofisticati, provenienti da altre aree geografiche, ha trovato negli ultimi anni espressione nelle Direttive:

- **2009/125/CE**, sulla progettazione ecocompatibile delle apparecchiature che, in qualche modo, impattano sul consumo di energia;
- **2010/31/UE**, relativa alla prestazione energetica degli edifici.

La loro emanazione, e il successivo recepimento da parte dei paesi membri dell'Unione, sta impegnando le aziende produttrici in un intenso programma di sviluppo imposto dalla necessità di adeguare, in tempi rapidi, la propria offerta alle mutate esigenze del mercato determinate dall'affermazione di nuovi standard.

### Direttiva 2009/125/CE: ErP

La Direttiva 2009/125/CE ErP (Energy related Products) rielabora ed amplia i contenuti della precedente **Direttiva 2005/32/CE EuP** (Energy using Products), fissando un quadro per l'elaborazione di specifiche comunitarie per la progettazione ecocompatibile dei prodotti (ad esclusione dei mezzi di trasporto passeggeri e merci), connessi all'energia nell'intento di garantire la libera circolazione nel mercato interno. Essa prevede l'elaborazione delle specifiche cui i prodotti oggetto delle misure di esecuzione devono ottemperare per essere immessi sul mercato e/o posti in servizio. Scopo della Direttiva è "contribuire allo sviluppo sostenibile accrescendo l'efficienza energetica e il livello di protezione ambientale, migliorando allo stesso tempo la sicurezza dell'approvvigionamento energetico".

Alle aziende interessate è altresì richiesto di applicare criteri di progettazione orientati alla riduzione degli impatti ambientali lungo tutte le fasi del ciclo di vita dei prodotti. Vengono a tal fine utilizzate tecniche di Valutazione del Ciclo di Vita (Life Cycle Assessment - LCA), che consentono di analizzare l'impatto ambientale di un apparecchio, dall'estrazione e trasformazione delle materie prime, alla produzione, al trasporto, all'utilizzo, fino allo smaltimento. Alla base della Direttiva c'è la consapevolezza che proprio nella fase progettuale si determina il grado di inquinamento provocato durante il ciclo di vita. Il miglioramento del rendimento energetico dei prodotti contribuisce, inoltre, a garantire la

sicurezza dell'approvvigionamento energetico, presupposto indispensabile per un'attività economica solida e sostenibile.

La Direttiva 2009/125/CE ErP trova applicazione concreta in una serie di Regolamenti, redatti da Commissioni di esperti nominati dalla Comunità e riferiti alle diverse tipologie di apparecchi, che definiscono i requisiti minimi di progetto cui i fabbricanti sono chiamati ad attenersi per realizzare prodotti efficienti ed a basso impatto ambientale, secondo un criterio di crescente difficoltà inteso a trarre vantaggio e promuovere al contempo il progresso tecnologico.

Ogni Regolamento ha valore di Legge Comunitaria; tale status ne determina la preminenza su eventuali norme contrastanti in vigore nei singoli Stati membri e ne comporta la valenza giuridica a partire dalla data di promulgazione, senza necessità di successivo recepimento da parte dei singoli Parlamenti.

Tra i Regolamenti già promulgati, di particolare interesse per il settore della ventilazione sono quelli relativi a:

- Ventilatori per applicazioni non residenziali,
- Condizionatori domestici,
- Ventilatori per il comfort estivo,
- Stand by.

### Regolamento (CE) N° 327/2011

Relativo alla progettazione ecocompatibile dei ventilatori di potenza elettrica assorbita nel punto di massima efficienza (BEP - Best Efficiency Point) compresa tra 125 W e 500 kW, fissa un valore minimo di efficienza per ciascuna tipologia di apparecchi presenti sul mercato:

- ventilatori assiali
- ventilatori centrifughi
- ventilatori elico-centrifughi (a flusso misto)
- ventilatori tangenziali

A partire dal 1° gennaio 2013, data della sua entrata in vigore, non potranno più essere immessi sul mercato e/o posti in servizio nei paesi membri della UE ventilatori di efficienza inferiore a quella minima ammessa. Tale limite verrà ulteriormente innalzato a partire dal 1.1.2015.

### Regolamento (CE) N° 206/2012

Prende in considerazione:

- i prodotti per il condizionamento di capacità fino a 12 kW (condizionatori split, multi-split, single duct - portatili singolo condotto, double duct - portatili e fissi a doppio condotto),
  - i ventilatori per il comfort estivo: ventilatori a soffitto, oscillanti, a torre e compatti (box fan).
- Rispetto al passato, nel caso dei condizionatori di tipo split (caratterizzati

cioè dalla presenza di un'unità esterna abbinata ad almeno un'unità interna), la classificazione tiene ora conto del contributo all'effetto serra (e dunque al riscaldamento del pianeta), indotto dal refrigerante adottato nell'ipotesi di sua emissione in atmosfera. Il nuovo Regolamento impone inoltre una procedura di test significativamente più onerosa, che presuppone l'effettuazione di prove in corrispondenza di tre set alternativi di temperature, tipici delle tre aree climatiche in cui è stata suddivisa l'Europa.

I risultati di tali verifiche portano alla dichiarazione dei valori medi di efficienza in modalità Raffrescamento (SEER - Seasonal Energy Efficiency Ratio) e Riscaldamento (SCOP - Seasonal Coefficient Of Performance), alla base del sistema di etichettatura energetica di cui al **Regolamento CE N° 626/2011**.

Nel caso invece dei ventilatori cosiddetti "Comfort" (con tale denominazione vengono identificati gli apparecchi tipicamente utilizzati per raffrescare gli ambienti durante i periodi estivi), devono essere invece tenuti in considerazione parametri che in precedenza non erano significativi e che invece ora dovranno trovare spazio nella documentazione tecnica di prodotto, sia distribuita in formato cartaceo che messa on-line in formato elettronico.

### Regolamento (CE) N. 1275/2008 Stand By

Pone un limite ai consumi di energia elettrica, nei modi stand-by (inteso come qualsiasi condizione che fornisca esclusivamente la funzione di riattivazione, o esclusivamente la funzione di riattivazione e la semplice indicazione che la funzione di riattivazione è attivata), e spento. Dal 7.1.2013 devono essere rispettate le seguenti specifiche:

- Consumo di energia in «modo spento»  $\leq 0,5$  W
- Consumo di energia in «modo stand-by»  $\leq 0,5$  W
- Consumo di energia in qualsiasi condizione che fornisca esclusivamente la visualizzazione di informazioni o dello stato o esclusivamente la combinazione della funzione di riattivazione e della visualizzazione di informazioni o dello stato  $\leq 1,0$  W.

### Direttiva 2010/31/UE

La Direttiva 2010/31/UE, relativa alla prestazione energetica degli edifici, ne promuove il miglioramento della prestazione energetica, tenendo conto delle condizioni locali e climatiche esterne, nonché delle prescrizioni relative al clima degli ambienti interni ed all'efficacia sotto il profilo dei costi. Le disposizioni della Direttiva

riguardano:

- il quadro comune generale di una metodologia per il calcolo della prestazione energetica integrata degli edifici e delle unità immobiliari;
- l'applicazione di requisiti minimi alla prestazione energetica di edifici e unità immobiliari di nuova costruzione;
- l'applicazione di requisiti minimi alla prestazione energetica di:
  - edifici esistenti, unità immobiliari ed elementi edilizi sottoposti a ristrutturazioni importanti;
  - elementi edilizi che fanno parte dell'involucro dell'edificio e hanno un impatto significativo sulla prestazione energetica dell'involucro dell'edificio quando sono rinnovati o sostituiti;

- sistemi tecnici per l'edilizia quando sono installati, sostituiti o sono oggetto di un intervento di miglioramento;
  - i piani nazionali destinati ad aumentare il numero di edifici a energia quasi zero;
  - la certificazione energetica degli edifici o delle unità immobiliari;
  - l'ispezione periodica degli impianti di riscaldamento e condizionamento d'aria negli edifici;
  - i sistemi di controllo indipendenti per gli attestati di prestazione energetica e i rapporti di ispezione.
- Tra i Regolamenti attuativi della Direttiva, meritevole di interesse è il N°626/2011, che prende il posto della

precedente Direttiva sull'etichettatura dei prodotti per il condizionamento 2002/31/CE.

### Regolamento (CE) N° 626/2011

Questo regolamento sancisce che, a partire dall'1.1.2013, i condizionatori immessi sul mercato europeo siano identificati da una nuova Etichetta Energetica, che contempla tre nuove classi (A+, A++ ed A+++ e impone l'esclusione (graduale per gli apparecchi di tipo split e multi-split, subitanea per quelli privi di unità esterna), dei prodotti delle classi E, F e G.

## 5. VENTILAZIONE

### EFFICIENZA DELLA VENTILAZIONE

Non sempre la ventilazione è effettuata in maniera corretta e questo comporta che, a parità di portata d'aria, uno stesso ambiente risulti meglio ventilato di un altro con le stesse caratteristiche e di conseguenza abbia una qualità dell'aria migliore.

L'efficienza di ventilazione viene definita come la capacità di un sistema di ventilazione di rimuovere gli inquinanti da un ambiente confinato. Un sistema ad alta efficienza permette quindi di raggiungere una qualità dell'aria ottimale con portate d'aria di rinnovo inferiori rispetto ad un sistema a bassa efficienza.

L'efficienza di ventilazione dipende da fattori quali:

- caratteristiche dell'impianto,
- caratteristiche e posizionamento dei terminali di distribuzione,
- tipologia del locale.

Viene quantificata in un parametro adimensionale: valori inferiori ad 1 indicano che nel volume trattato sono possibili formazioni di "sacche" d'aria che vengono rinnovate meno frequentemente rispetto al valore di progetto.

Maggiore è il valore dell'efficienza di ventilazione, più il sistema di ventilazione garantisce una uniforme miscelazione dell'aria in tutto il volume trattato (fatta eccezione per il sistema di ventilazione a dislocamento).

In caso di utilizzo di particolari diffusori a turbolenza, il valore dell'efficienza di ventilazione può essere superiore ad 1: questo significa che il sistema è particolarmente efficiente ed è possibile ridurre la portata d'aria complessiva pur garantendo il rinnovo dell'aria ambiente e di conseguenza evitare di sovradimensionare inutilmente l'impianto.

Nella tabella qui sotto alcuni valori convenzionali per l'efficienza di ventilazione secondo ASHRAE STANDARD 62.1-2004.

Gli impianti di ventilazione possono essere divisi in due categorie:

1. impianti di ventilazione di tipo civile o domestico,
2. impianti di ventilazione di tipo industriale.

L'entità in gioco è sempre comunque la portata, cioè la quantità di aria da espellere o da introdurre in un locale in un periodo di tempo dato. Viene normalmente espressa in m<sup>3</sup>/h o in m<sup>3</sup>/s o in l/s.

La scelta del ventilatore dovrà essere fatta:

- per tipologia di locale: civile, commerciale, industriale;
- per volume del locale stesso;
- per tipo di fluido da convogliare e sue caratteristiche:
  - aria pulita,

- aria + polvere,
- convogliamento fluidi particolari;
- per tipo di configurazione del possibile impianto:
  - ventilatore da parete con scarico in canalizzazione,
  - ventilatore da parete con scarico diretto all'esterno,
  - ventilatori da vetro,
  - ventilatori specifici per lunghe canalizzazioni,
  - ventilatori per impianti centralizzati;
- posizionamento dell'entrata e dell'uscita dell'aria;
- condizioni particolari: temperatura, umidità;
- portata e pressione necessaria;
- livello sonoro;
- tipo di alimentazione: monofase o trifase.

APPLICAZIONE	EFFICIENZA DI VENTILAZIONE
Immissione di aria fredda dall'alto	1.0
Immissione di aria calda dall'alto con temperatura di immissione <8°C rispetto alla temperatura ambiente	1.0
Immissione di aria calda dall'alto con temperatura di immissione >8°C rispetto alla temperatura ambiente	0.8
Immissione di aria dal basso con perfetta miscelazione	1.0
Immissione di aria fredda dal basso ed estrazione dell'alto (ventilazione a dislocamento)	1.2
Immissione di aria calda dal basso ed estrazione dall'alto	0.7

## TIPOLOGIE DI VENTILAZIONE

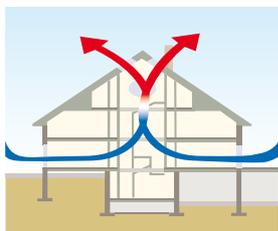
### VENTILAZIONE NATURALE

La ventilazione naturale degli edifici viene realizzata tramite le aperture sull'involucro edilizio: camini, finestre o aperture su tetto, sfruttando l'effetto camino, le differenze di temperatura e pressione, l'irraggiamento solare differenziato, la presenza di atri aspiranti o torri di ventilazione...



Nei vecchi edifici le infiltrazioni attraverso gli infissi garantivano in qualche misura un ricambio dell'aria interna, mentre nei nuovi edifici, per ridurre le dispersioni termiche verso l'esterno, l'introduzione di infissi più efficienti fa sì che le infiltrazioni siano molto limitate.

Il sistema più diffuso consiste nella apertura delle finestre; l'efficacia è maggiore se le finestre sono poste su lati opposti dell'ambiente. Possono bastare pochi minuti per realizzare il ricambio dell'aria.



L'effetto camino può essere sfruttato per la ventilazione naturale: affinché si abbia una ventilazione continua occorre predisporre una presa d'aria esterna ed opportuni passaggi d'aria tra un locale e l'altro. L'aria entra dalla presa d'aria esterna e viene espulsa tramite il camino. In alcune condizioni il flusso d'aria potrebbe invertirsi ed è pertanto necessario inserire nell'impianto un ventilatore (ventilazione ibrida).

Negli stabilimenti industriali è possibile operare il ricambio dell'aria tramite opportuni esalatori posizionati a tetto, la cui apertura può essere manuale o automatica.

In alcuni edifici è possibile inoltre sfruttare il flusso ascensionale che si genera in ambienti centrali, quali gli atri per la ventilazione continua di ambienti che si affacciano sugli stessi.

In termini di portate d'aria, studi energetici indicano che l'apertura delle finestre corrisponde a ricambi attorno a 1,2 vol/h contro valori standard dei sistemi

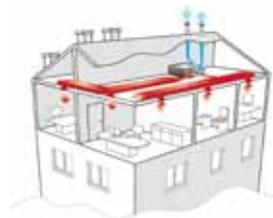
meccanici di 0,5 vol/h o 0,4 vol/h nel caso di sistemi igroregolabili. I sistemi a tiraggio naturale corrispondono a tassi di 0,8 vol/h, mentre sistemi per infiltrazione attraverso le finestre a 0,05 vol/h.

### VENTILAZIONE MECCANICA

Per ovviare alla mancanza di controllo della portata, svantaggio insito nella ventilazione naturale, è possibile progettare un sistema di ventilazione meccanico che garantisca il corretto ricambio dell'aria negli ambienti.

In questi impianti, la portata d'aria viene garantita tramite l'utilizzo di uno o più ventilatori.

Possiamo distinguere in impianti con o senza canalizzazioni.



I primi consistono nel posizionare uno o più ventilatori a parete o a soffitto. Nel caso più semplice avremo uno o più ventilatori di estrazione e una serie di aperture che consentano l'afflusso di aria all'interno dell'ambiente. Il posizionamento e l'ampiezza delle aperture devono essere tali da consentire una ventilazione il più uniforme possibile nell'ambiente.

Le aperture possono essere sostituite da ventilatori di immissione, posizionati solitamente su pareti opposte rispetto a quelli di estrazione.

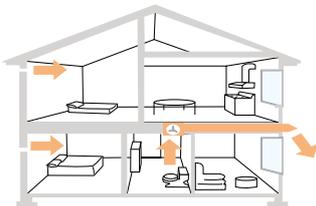
Impianti di questo tipo sono spesso realizzati in ambienti industriali.

A volte non è possibile collocare su di una parete i ventilatori: si ricorre in questi casi a canalizzazioni che convogliano l'aria fino a terminali di immissione o di ripresa. In ambito residenziale e commerciale, la preferenza va verso impianti canalizzati che hanno il vantaggio di avere il ventilatore in posizione remota, con vantaggi in termini di silenziosità negli ambienti.

La ventilazione meccanica si divide in semplice flusso e doppio flusso.

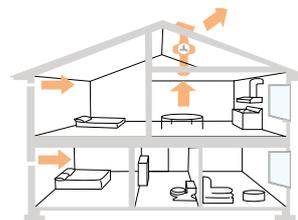
#### SEMPLICE FLUSSO: estrazione

Gli impianti di questa tipologia realizzano l'aspirazione di aria dall'ambiente e la convogliano tramite canalizzazioni all'esterno, generalmente a tetto. 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; a volte tali feritoie vengono posizionate dietro i radiatori in modo che l'aria in ingresso sia parzialmente riscaldata prima di diffondersi negli ambienti.

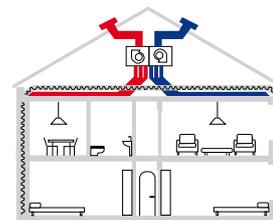
Affinché l'impianto funzioni è necessario che tutti i locali asserviti siano attraversati dal flusso d'aria e questo comporta che le porte interne debbano avere griglie di transito idonee al passaggio dell'aria e dimensionate in modo da non avere eccessive perdite di carico e non permettere all'aria di avere in ambiente velocità superiori a 1m/s.



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.

#### DOPPIO FLUSSO: estrazione e immissione

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.



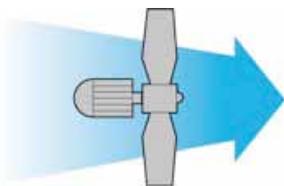
Anche l'immissione è realizzata tramite canalizzazioni e bocchette, con un circuito separato dal precedente.

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.

## 6. MACCHINE PER LA VENTILAZIONE

Un ventilatore è una macchina che ha lo scopo di imprimere movimento all'aria.



È costituito da un motore (tipicamente elettrico) che mette in rotazione una ventola o girante la quale trasferisce l'energia al fluido.

La pressione totale fornita da un ventilatore corrisponde all'incremento della pressione totale subita dal flusso tra la sezione di aspirazione e quella di mandata. La pressione totale è la somma della pressione dinamica (legata al quadrato della velocità del fluido) e della pressione statica (atta a vincere le resistenze opposte dal circuito al passaggio del fluido).

A seconda della traiettoria del flusso dell'aria e quindi della tipologia delle giranti utilizzate, si classificano varie tipologie di ventilatori.

### VENTILATORI ASSIALI

La girante è costituita da un mozzo centrale cui sono collegate le pale; viene posta in rotazione all'interno di un involucro cilindrico, la cosiddetta cassa.



La direzione del flusso è parallela all'asse di rotazione della ventola: l'aria quindi attraversa la girante ricevendo energia da essa e procede in direzione quasi rettilinea, in quanto a causa della rotazione della ventola, al flusso viene trasmesso anche un movimento rotatorio.

Per limitare il movimento rotatorio, possono essere installate in serie giranti controrotanti oppure è possibile utilizzare apposite alette raddrizzatrici a valle della girante che hanno anche lo scopo di trasformare questa componente della velocità in pressione statica.

Le prestazioni di un ventilatore assiale dipendono dal tipo di pala, dal profilo alare, dal numero di pale utilizzate, dalla superficie delle pale stesse, dall'angolo di calettamento.

La cassa è spesso flangiata e questo consente l'accoppiamento con canali circolari. Essendo il flusso d'aria assiale, sono ideali per il funzionamento "in-line".

In termini prestazionali, i ventilatori as-

siali hanno in genere buone portate con pressioni statiche non eccessivamente elevate. Esistono però soluzioni costruttive che consentono di incrementare le pressioni statiche, utilizzando per esempio più ventole come nel caso di ventilatori multistadio.

Invertendo il senso di rotazione della girante si ha l'inversione del senso del flusso d'aria; questo può essere utile in alcune tipologie di impianti dove al variare delle condizioni interne può essere necessaria l'immissione oppure l'estrazione di aria. In genere un ventilatore reversibile è progettato per ottimizzare il funzionamento nel convogliare aria in un senso: invertendo la rotazione il rendimento subisce una diminuzione, quindi anche la portata d'aria decresce.

Il campo di impiego di questi ventilatori spazia dall'ambito industriale a quello commerciale e residenziale. Esecuzioni particolari li rendono idonei per applicazioni speciali: convogliamento di fluidi corrosivi, funzionamento ad alte temperature (con flusso biforcuto), funzionamento in locali con atmosfera potenzialmente esplosiva (con motore, giranti e pale antisintilla) ecc...

### VENTILATORI ELICOIDALI

Simili ai ventilatori assiali, i ventilatori elicoidali montano una girante a flusso assiale. La differenza tra un ventilatore elicoidale ed uno assiale consiste nella assenza della cassa, spesso sostituita da un boccaglio. Le prestazioni di questi ventilatori sono buone in termini di portata, ma con pressioni statiche limitate. In genere sono impiegati in assenza di condotto (funzionamento a bocca libera) o con canalizzazioni di lunghezza molto limitata.

Nel funzionamento a bocca libera, l'aria, proveniente da tutte le direzioni, attraversa la girante e da qui prosegue in direzione quasi assiale.

Anche i ventilatori elicoidali, come i ventilatori assiali possono essere realizzati in versione reversibile.

Nell'impiantistica trovano impiego in ambito industriale (ventilazione di capannoni industriali) o commerciale (ventilazione di serre, stalle ecc...) fino al residenziale (estrazione di aria da bagni).

### VENTILATORI CENTRIFUGHI

Una girante centrifuga è costituita da un certo numero di pale posizionate lungo le direttrici di un cilindro messo in rotazione attorno al proprio asse. Oltre alla girante le altre componenti di un ventilatore centrifugo sono la coclea, un involucro a forma di chiocciola al cui interno ruota la girante e ovviamente il motore.

La coclea ha in corrispondenza della parte centrale della girante una apertura

(bocca di aspirazione).

Messa in rotazione, la girante, a causa delle forze aerodinamiche che si sviluppano, richiama aria nella sua parte centrale attraverso la bocca di aspirazione e convoglia questa aria radialmente.

La coclea consente di indirizzare l'aria attraverso una bocca (di mandata) con moto "quasi" rettilineo.

La direzione dell'aria subisce quindi una deviazione di 90° tra la bocca di aspirazione e la bocca di mandata.

È possibile realizzare ventilatori a semplice aspirazione (con cioè una sola bocca di aspirazione) o a doppia aspirazione (in questo caso le bocche di aspirazione sono posizionate l'una opposta all'altra in corrispondenza delle basi del cilindro che forma l'involucro della girante).

A seconda della forma delle pale possiamo distinguere i seguenti tipi di pala:

- pale diritte radiali,
- pale in avanti (curvate cioè in direzione del senso di rotazione),
- pale rovesce (curvate all'indietro rispetto al senso di rotazione).

Ventilatori a pale diritte radiali hanno in genere modeste prestazioni.

Trovano applicazione nel trattamento di aria particolarmente sporca, in quanto a causa della loro configurazione non consentono l'accumulo di sporcizia sulla girante; per questo vengono talvolta definiti autopulenti.

I ventilatori a pala in avanti hanno prestazioni maggiori in termini di portata d'aria rispetto ad altri ventilatori centrifughi.

Ventilatori a pala rovescia sviluppano invece pressioni molto elevate.

In generale, rispetto a ventilatori assiali ed elicoidali, a parità di portata i ventilatori centrifughi sviluppano pressioni statiche maggiori e questo li rende particolarmente idonei al funzionamento in impianti che prevedano una canalizzazione.

Contrariamente ai ventilatori assiali, i centrifughi non sono reversibili; invertendo cioè il senso di rotazione non si ha l'inversione del flusso d'aria.

### VENTILATORI A FLUSSO MISTO

Come il nome suggerisce, il ventilatore a flusso misto (o a impulso assiale) combina le caratteristiche di un ventilatore assiale con quelle di un ventilatore centrifugo, nonostante abbia un disegno più simile al convenzionale tipo assiale.

Le pale sono fissate ad un mozzo conico. Il flusso d'aria entra in direzione assiale e viene espulso verso l'esterno con un angolo genericamente compreso tra 30° e 50° rispetto all'asse di rotazione.

La cassa, che contiene appositi deflettori, ha il compito di indirizzare il flusso



in direzione assiale e solitamente è sagomata in modo da convertire l'energia cinetica in pressione statica utile. In termini prestazionali sviluppano pressioni statiche maggiori rispetto a ventilatori assiali e possono raggiungere livelli di rendimento simili a quelli di ventilatori centrifughi a pale rovesce, col vantaggio rispetto a questi di essere più compatti.

### VENTILATORI DOMESTICI

Sono ventilatori di piccola portata adatti all'estrazione di aria esausta da un ambiente.



Prelevano direttamente l'aria dall'ambiente in cui sono installati e la convogliano all'esterno in maniera diretta o mediante una canalizzazione. Ne esistono sia con gruppi ventilanti elicoidali, idonei per scarico diretto all'esterno o canalizzazioni di lunghezza limitata, sia con gruppi ventilanti centrifughi, i quali avendo una prevalenza maggiore riescono a convogliare l'aria lungo canalizzazioni più estese.

Vengono utilizzati spesso per l'estrazione da locali quali bagni.

Possono essere dotati di dispositivi di funzionamento automatico (si attivano nel caso di superamento di una soglia stabilita di umidità, o di inquinamento dell'aria, o di presenza di persone nel locale e così via).

### TORRETTA



La torretta è un ventilatore che provvede all'estrazione dell'aria da tetto. È costruito in maniera da poter essere applicato all'esterno.

Può essere installato

per funzionamento a bocca libera, aspirando aria direttamente dall'ambiente ed espellendola all'esterno in direzione radiale o verticale a seconda della tipologia della macchina. La girante è spesso di tipo centrifugo a scarico radiale, ma esistono anche torrini con girante assiale (che consentono anche l'inversione del flusso e quindi l'immissione di aria in ambiente) o con girante a flusso misto; nella versione con girante centrifuga o a flusso misto è possibile raccordare il torrino ad una canalizzazione per l'estrazione dell'aria prelevata dall'ambiente.

### IN-LINE

Un ventilatore in-line è studiato per essere posizionato lungo una condotta d'aria.

Ne esistono con giranti centrifughe, assiali ed a flusso misto.

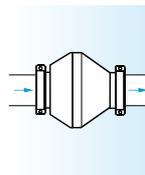
A parità di diametro delle bocche di aspirazione ed espulsione e a parità di

portata d'aria, il centrifugo risulta il ventilatore con maggiore pressione statica, seguito da quello a flusso misto ed infine dall'assiale.

In termini di ingombro, il più compatto risulta essere l'assiale, seguito dal ventilatore a flusso misto mentre il centrifugo ha dimensioni maggiori.

Anche la rumorosità è solitamente maggiore in un centrifugo.

I ventilatori in-line hanno il vantaggio di poter essere inseriti facilmente in una qualsiasi posizione lungo la canalizzazione e per questo motivo sono molto impiegati nell'impiantistica.



### VENTILATORI CASSONATI

Sono ventilatori posizionati all'interno di appositi involucri (tipicamente a forma di parallelepipedo) che oltre ad avere la funzione antinfortunistica e di protezione del ventilatore da agenti atmosferici, isolano acusticamente la macchina e fungono da plenum per i ventilatori contenuti all'interno.



I più comuni montano all'interno gruppi ventilanti centrifughi a coclea, ma ne esistono anche con gruppi centrifughi o a flusso misto senza coclea: in tal caso la cassa verrà conformata internamente per consentire l'indirizzamento del flusso dell'aria ed il recupero di parte dell'energia cinetica in pressione statica.

### RECUPERATORI DI CALORE

Un recuperatore di calore è una unità ventilante a doppio flusso, provvede cioè alla immissione nell'ambiente da trattare di aria "pulita" e contemporaneamente all'estrazione dall'ambiente stesso dell'aria viziata. I due flussi scambiano calore all'interno della macchina stessa (o meglio all'interno del cuore della macchina stessa, lo scambiatore) così che il flusso più caldo cede parte della sua energia termica a quello più freddo.

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.

**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.



### CLASSIFICAZIONE dei recuperatori di calore.

I recuperatori di calore si possono classificare secondo vari criteri. Un primo criterio è quello che distingue la MODALITÀ DI RECUPERO.

In questo caso distingueremo tra:  
- RECUPERATORI STATICI  
- RECUPERATORI DINAMICI

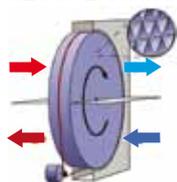
### RECUPERATORI STATICI

Negli scambiatori di questa tipologia, lo scambio termico avviene tra i due flussi d'aria che lambiscono una parete che li separa e attraverso cui viene scambiato calore. I due flussi non vengono a contatto fisicamente tra di loro. Esempi



di recuperatori statici sono scambiatori di calore a piastre, batterie accoppiate, scambiatori a tubi...

### RECUPERATORI DINAMICI



Negli scambiatori dinamici due flussi d'aria vengono messi alternativamente a contatto con un elemento dotato di capacità termica: è tale

elemento che trasmette il calore da un flusso all'altro riscaldandosi a contatto con il flusso più caldo e raffreddandosi a contatto con il flusso più freddo. Esempi di recuperatori dinamici sono i recuperatori rotativi, le ruote entalpi-

che...  
Un altro criterio di classificazione è quello che si basa sul TIPO DI RECUPERO, vale a dire se si ha recupero della sola parte sensibile del calore o anche di quella latente.

Si hanno in tale caso:

- RECUPERATORI SENSIBILI (recupero della sola parte sensibile del calore)
- RECUPERATORI ENTALPICI O TOTALI (recupero della parte sensibile e di quella latente del calore).

### RECUPERATORI SENSIBILI

In tali recuperatori i due flussi d'aria non vengono a contatto diretto tra di loro; lo scambio termico avviene solo in base alla differenza di temperatura dei due flussi che lambiscono le pareti dello scambiatore. Esempi di questa tipologia sono gli scambiatori con pacchi di scambio in metallo o PVC a flussi incrociati o in controcorrente o rotativi (in alluminio).



### RECUPERATORI TOTALI

In macchine a recupero entalpico o totale lo scambiatore è in grado di trasmettere anche il carico latente da un flusso d'aria all'altro tramite trasferimento di vapore. Questo avviene attraverso il partico-

lare materiale con cui è costruito lo scambiatore: speciale carta impregnata o particolari materiali metallici lavorati in modo da rendere la superficie rugosa, materiali polimerici, silica gel, zeolite, allumina.



### I VANTAGGI DELLE UNITÀ DI RECUPERO CALORE

- Sono unità a doppio flusso, quindi rinnovano l'aria ambiente.
- Grazie ai filtri a bordo macchina vengono tenuti sotto controllo gli agenti inquinanti introdotti in ambiente.
- Pre-riscaldano o pre-raffrescano l'aria di rinnovo recuperando energia termica a costo zero dall'aria estratta, energia che in un impianto di ventilazione senza recupero di calore andrebbe perduta (con conseguente spreco economico e danno ambientale).
- Grazie al recupero energetico è possibile dimensionare in maniera più contenuta gli apparecchi dell'impianto di riscaldamento e condizionamento (caldaie, climatizzatori, roof-top, refrigeratori d'acqua ecc).
- Riducono l'usura delle apparecchiature degli impianti termotecnici.
- Nel tempo l'impianto si ripaga gradatamente da solo.

### APPLICAZIONI DEI VENTILATORI

A seconda dell'impiego previsto per il ventilatore occorre scegliere la corretta tipologia di girante. Ciascun modello infatti ha le proprie peculiarità, pertanto risulterà più idoneo a svolgere certi compiti rispetto ad un altro; inoltre al variare dei parametri relativi all'aria da trattare ed all'ambiente in cui occorre inserire un ventilatore occorre operare un'oculata scelta della macchina.

### APPLICAZIONI SPECIALI

I ventilatori di ciascuna tipologia sopra descritta possono essere realizzati per impieghi particolari.

- **Funzionamento ad alte temperature o funzionamento in emergenza**, come i ventilatori impiegati per l'evacuazione di fumi in caso di incendio: in questo caso il motore non deve essere investito dal flusso dell'aria (come accade per i ventilatori assiali biforcuto o per i ventilatori centrifughi con trasmissione a cinghia). Per temperature molto elevate occorre impiegare materiali di costruzione appositi quali acciai speciali.



- **Convogliamento di aria contenente contaminanti corrosivi**: si devono proteggere le parti investite dal flusso dell'aria con pellicole, vernici protettive o trattamenti particolari.

I ventilatori idonei per il funzionamento in ambienti acidi spesso hanno la struttura in materiale plastico.



- **Funzionamento in ambienti con rischio di esplosione**: vengono denominati antideflagranti e per la loro costruzione sono impiegati materiali e accuratezze costruttive tali da non produrre scintille durante il funzionamento. Altre esecuzioni particolari possono rendersi necessarie per incrementare la resistenza ad agenti atmosferici (pioggia, umidità, radiazione solare), per il convogliamento di aria contenente polvere abrasiva o per evitare la formazione di muffe od altro.



## 7. SCELTA DI UN VENTILATORE

Per scegliere il ventilatore adatto ad una rete di condotti è necessario stabilire due dati essenziali:

- la portata d'aria necessaria,
- la pressione che il ventilatore dovrà sviluppare per vincere le resistenze del circuito aeraulico.

Fissata la portata d'aria in funzione della tipologia e destinazione d'uso dell'ambiente da ventilare, occorre calcolare le perdite di carico della rete di canalizzazioni o più in generale del circuito aeraulico.

Tali perdite sono in funzione della portata dell'aria, dalla presenza o meno di elementi come filtri e serrande nell'impianto, diametro e lunghezza delle canalizzazioni.

*Introduciamo alcune terminologie normalmente utilizzate.*

### PORTATA

È la quantità d'aria che un ventilatore è in grado di spostare per unità di tempo.

Si esprime in m<sup>3</sup>/h oppure l/s.  
Un m<sup>3</sup> corrisponde a 1.000 litri.

### PRESSIONE DINAMICA

L'aria, così come tutti i fluidi in movimento, esercita una certa pressione contro gli ostacoli che incontra lungo il suo percorso; è quello che si sperimenta mettendo una mano davanti ad un ventilatore: all'aumentare della velocità di rotazione (e quindi all'aumentare della portata d'aria) percepiamo una forza crescente applicata alla nostra mano.

La pressione dinamica è quella legata al movimento dell'aria e viene definita come:

$$PD = \frac{1}{2} \rho v^2$$

Dove:

PD è la pressione dinamica (Pa),  
ρ è la densità dell'aria (1,225 kg/m<sup>3</sup> in condizioni standard a livello del mare),  
v è la velocità dell'aria (m/s).

### PRESSIONE STATICA

È la pressione che mantiene il moto dell'aria opponendosi alla resistenza causata dagli attriti di tubazioni e dalla presenza di ostacoli.

È definita come:

$$PS = P_0 - P_A$$

Dove:

PS è la pressione statica (Pa),  
P<sub>0</sub> è la pressione assoluta nel punto considerato (Pa),  
P<sub>A</sub> è la pressione atmosferica barometrica (Pa).

Consideriamo una canalizzazione di grande sezione percorsa da una certa quantità d'aria che fluisce liberamente; se aggiungiamo un diaframma che ne riduce la sezione libera di passaggio aumenta la resistenza del condotto, la portata diminuisce e si crea a monte

del diaframma una certa pressione all'interno del condotto.

Questa pressione, non legata alla velocità dell'aria è chiamata pressione statica.

### PRESSIONE TOTALE

È la pressione generata dal ventilatore per mettere in movimento l'aria e vincere la resistenza che si oppone a tale movimento.

$$PT = PS + PD \text{ (Pa)}$$

La pressione di misura in mm c.a. oppure in Pa; 1 mm c.a. corrispondono a 9,81 Pa.

### POLI/GIRI MOTORE

In funzione del numero di poli il motore ha un numero di giri maggiore o minore. Più è basso il numero, maggiori sono i giri del motore corrispondendo a portate e pressione più elevate ma anche a rumorosità maggiori.

### GRADO DI ISOLAMENTO

È la protezione contro le dispersioni elettriche sull'involucro; si divide in 2 classi:

- Classe I sono prodotti dove è concreta la possibilità di toccare parti conduttrici;
- Classe II sono prodotti dove non è possibile toccare parti in tensione, per questi prodotti non si necessita di messa a terra.

### GRADO DI PROTEZIONE MECCANICA

È il grado di protezione dell'involucro contro il contatto di corpi solidi esterni e contro l'accesso a parti pericolose (1<sup>a</sup> cifra).

La 2<sup>a</sup> cifra indica la protezione contro la penetrazione di liquidi; più sono alte tali cifre, maggiore è la protezione dell'involucro.

### Lp dB(A)

Indica la pressione sonora generata dalle vibrazioni meccaniche, cambia in funzione della distanza tra sorgente e l'utente.

Raddoppiando la distanza i valori di Lp diminuiscono di 6 dB.

### Lw dB(A)

Indica la quantità di energia sotto forma di onde che una sorgente acustica emette ad ogni secondo.

### CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO

Per stabilire quale pressione statica debba sviluppare il ventilatore per garantire la portata d'aria richiesta occorre considerare tutti gli elementi componenti il circuito aeraulico che

possono introdurre perdite di carico cioè riduzioni di pressione.

Le perdite di carico sono espresse nel Sistema Internazionale in Pa.

Gli elementi da considerare sono quindi:

- perdite all'entrata del sistema,
- perdite dovute all'attrito nei condotti,
- perdite provocate da variazioni di sezione,
- perdite create da cambiamenti di direzione,
- perdite causate dalla divisione del flusso in diversi rami,
- perdite dovute ad ostruzioni griglie, diffusori,
- perdite provocate dai filtri,
- perdite generate da batterie di scambio termico,
- perdite all'uscita del sistema.

### PERDITE DI CARICO NEI CONDOTTI

Anche una canalizzazione rettilinea di breve lunghezza a sezione costante rappresenta una resistenza al flusso dell'aria a causa dell'attrito tra l'aria in movimento e le pareti interne della canalizzazione.

Le perdite di carico risultano tanto più elevate quanto più alta è la velocità dell'aria (proporzionalmente al quadrato della velocità) e quanto più rugose sono le superfici della canalizzazione. Visto che portata volumetrica e velocità sono legate dalla relazione:

$$v = Q / A$$

dove:

v = velocità media nel condotto (m/s)

Q = portata d'aria (m<sup>3</sup>/s)

A = sezione del condotto (m<sup>2</sup>), si

ottiene che a parità di portata le perdite di carico crescono al diminuire della sezione: dimezzando la sezione le perdite di

carico quadruplicano.

Per tenere conto della diversa rugosità dei canali, si introduce un fattore moltiplicativo K, tanto più elevato quanto meno lisce sono le pareti.

Le perdite di carico nel caso di un breve tratto di condotto rettilineo risultano essere:

$$\Delta P = K * \frac{1}{2} \rho v^2 = K * \frac{1}{2} \rho (Q/A)^2$$

dove ρ la densità media dell'aria,  
v la velocità media dell'aria.

Per canali circolari di lunghezza L e diametro D possiamo considerare:

$$K = f * (L/D)$$

Per canali rettangolari di lunghezza L e sezione a x b avremo:

$$K = f * L/D_h$$

D<sub>h</sub> = 2\*(a\*b) / (a+b) = diametro idraulico.

f rappresenta il fattore di attrito.

Esso varia in funzione delle proprietà dell'aria, della velocità, delle dimensioni del condotto e dell'effettiva rugosità delle pareti.

Nella tabella qui di fianco, alcuni esempi di valore del coefficiente di correzione K delle perdite di pressione in funzione del materiale di costruzione dei condotti.

#### PERDITE DI CARICO ACCIDENTALI

Il calcolo delle perdite di carico accidentali, dovute cioè a variazioni di sezione delle condotte, alle curve, alle biforcazioni e all'ingresso e uscita dal condotto, viene effettuato tramite un fattore di perdita K della pressione dinamica:

$$\Delta P = K \cdot \frac{1}{2} \rho v^2.$$

Nella tabella di seguito, alcuni esempi.

Tipologia di condotto	Coefficiente di correzione K
Lamiera zincata con giunti ogni 1.2m	1.00
Lamiera zincata con lavorazione molto accurata	0.90
Lamiera zincata senza giunti	0.95
Alluminio	0.90
Legno liscio o masonite	1.30
Eternit	1.50
Muratura lisciata	1.55
Intonaco civile	1.75

Tipologia	Coefficiente di correzione K	Note
Ingresso in tabulazione	da 0.10 a 1.25	Valori minori per ingressi con invito, maggiori per ingressi senza invito
Uscita dal condotto	1.00	
Curve a 90° a segmenti rettilinei in canalizzazioni circolari o rettangolari	da 0.20 a 1.30	K diminuisce all'aumentare del numero di segmenti e all'aumentare del rapporto tra raggio di curvatura e diametro (idraulico) del condotto
Curve a 90° in canalizzazioni circolari o rettangolari	da 0.10 a 1.00	K diminuisce all'aumentare del rapporto tra raggio di curvatura e diametro (idraulico) del condotto
Giunto a 90° in canalizzazione rettangolare con un'aletta deflettrici interne	da 0.80 a 1.40	Valori bassi di K si hanno per valori R/W pari a 0,5 (R=raggiocurvatura deflettore, W=larghezza tubazione)
Curve a 90° in canalizzazione circolare con alette deflettrici interne	0.3	
Curve a 90° in canalizzazione circolare con alette deflettrici interne	da 0.10 a 0.50	K diminuisce all'aumentare del raggio di curvatura
Curve a 45°	da 0.10 a 0.70	
Biforcazione a T	1.40	K varia in funzione della ripartizione delle portate
Biforcazione a Y	da 0.10 a 1.00	K varia in funzione della ripartizione tra le portate e dell'angolo tra le uscite e l'ingresso
Diminuzione di sezione con diffusore (angolo diffusore tra 15° e 45°)	0.10	
Aumento di sezione con diffusore (fino a 45°)	da 0.15 a 0.90	Valori maggiori per angoli maggiori
Diminuzione di sezione senza diffusore	da 0.10 a 0.45	In funzione del rapporto tra le superfici delle sezioni
Diminuzione di sezione senza diffusore	da 0.10 a 1.00	In funzione del rapporto tra le superfici delle sezioni

In generale le perdite di carico risultano quindi maggiori quando si ha una brusca variazione di sezione o un cambio brusco di direzione. Per ottenere valori migliori (più bassi) di K e quindi minori perdite di carico risulta quindi utile progettare le canalizzazioni in modo che le curve siano dolci, vi siano modeste variazioni nelle sezioni; l'impiego di alette deflettrici nelle curve abbate di molto le perdite di carico.

Data la proporzionalità diretta alla pressione dinamica e quindi al quadrato della velocità media dell'aria, l'utilizzo di canali a sezione maggiore abbate

in maniera significativa le perdite di carico.

#### PERDITE DI CARICO NEI COMPONENTI D'IMPIANTO

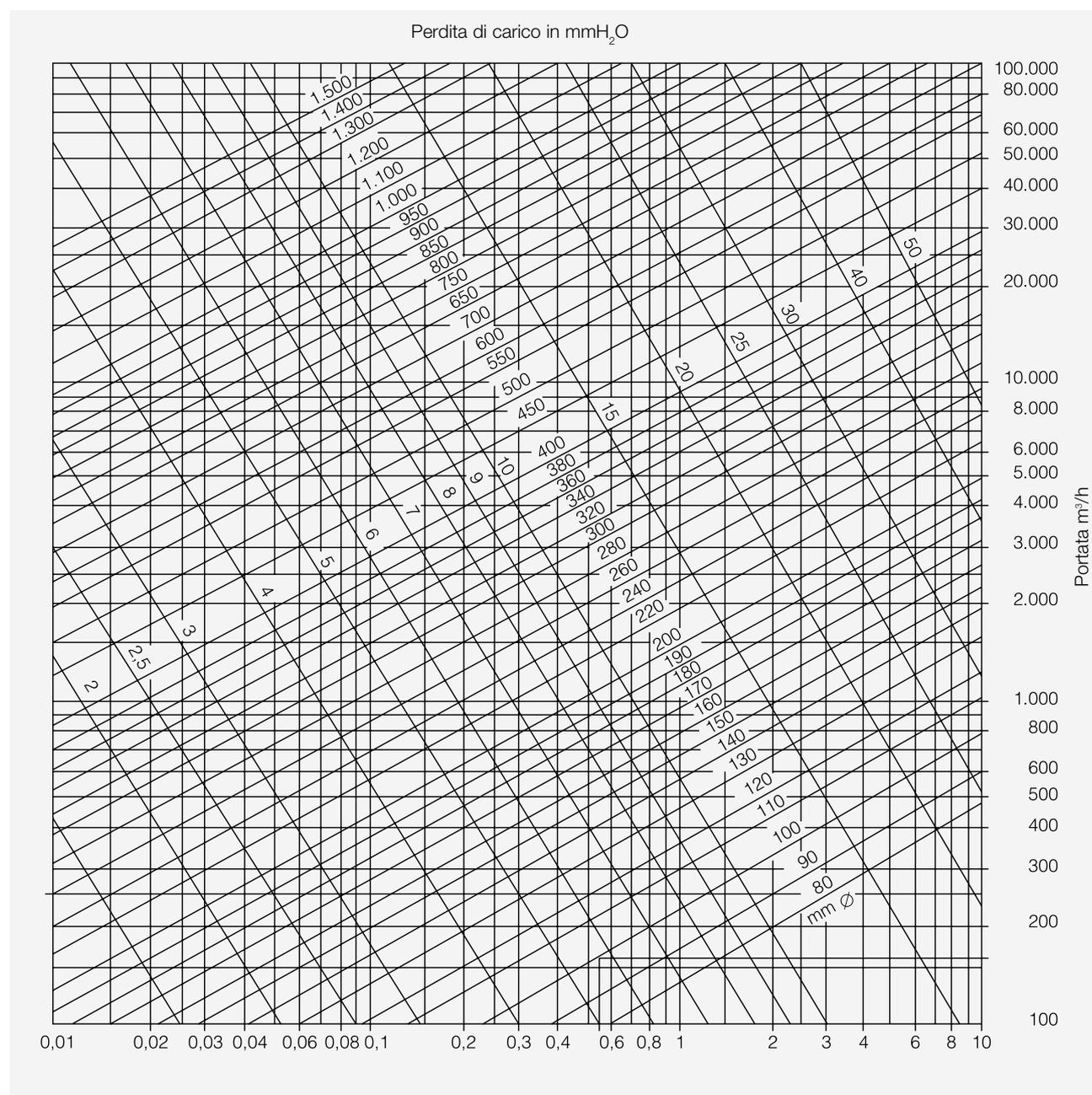
Altri elementi che comportano una resistenza nel circuito aerale sono componenti dell'impianto stesso quali i filtri, le batterie di scambio termico e i terminali di distribuzione.

Le perdite di carico di tali componenti sono dichiarate dai costruttori.

Per i filtri non basta conoscere la perdita di carico a filtro pulito; durante

l'utilizzo infatti la perdita di carico del filtro aumenta a causa della parziale occlusione della sezione di passaggio dovuta al fatto che il filtro trattiene le impurità presenti nell'aria che lo attraversa e che sono indesiderate in ambiente. Le case costruttrici consigliano una perdita di carico limite oltre la quale occorre pulire o sostituire il filtro.

### DIAGRAMMA DELLE PERDITE DI CARICO



## 8. CONSIGLI DI INSTALLAZIONE

### PER USO ALL'INTERNO DEI CONDOTTI

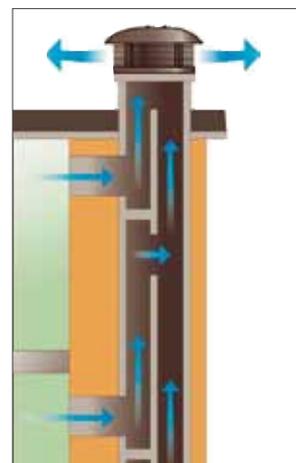


In caso di aspirazione mediante condotti, esistono i CA V0, aspiratori centrifughi assiali per espulsione in condotto di ventilazione, in plastica autoestinguente V0, protetti contro gli spruzzi d'acqua.



### PER VENTILARE TUTTA LA CASA MEDIANTE UN UNICO ASPIRATORE

Una buona soluzione per il ricambio dell'aria, è la ventilazione centralizzata mediante una torretta. Installata sulla sommità della canna comune di esalazione, studiata per un funzionamento continuo risolve radicalmente il problema, essendo ogni toilette normalmente dotata di una griglia che permette di determinare l'aria aspirata secondo le proprie esigenze.



### PER SCARICARE DIRETTAMENTE ALL'ESTERNO CON IL VETRO/MURO



Per ventilare efficacemente locali medi e grandi, domestici o commerciali è disponibile una gamma completa di aspiratori elicoidali da vetro e muro, con chiusura automatica, per espulsione dell'aria direttamente all'esterno. È possibile anche la reversibilità.



### PER INCASSARE E SCARICARE DIRETTAMENTE ALL'ESTERNO



Sono disponibili 3 aspiratori elicoidali da incasso, a scomparsa totale nel muro, con chiusura automatica, per espulsione dell'aria direttamente all'esterno.



### PER SCARICO DIRETTO ALL'ESTERNO, A MURO, VETRO E SOFFITTO

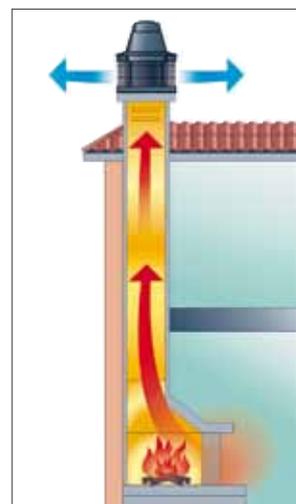


Una gamma completa di aspiratori elicoidali per ventilare in modo intermittente o continuo piccoli o medi locali, con e senza chiusura automatica, timer, pull cord, umidostato, e rilevatore di presenza.



### PER I CAMINETTI CHE FUMANO

Tiracamino è un attivatore di tiraggio per i caminetti che fanno fumo. Ma non solo. Installandolo si potrà godere del proprio caminetto acceso senza alcun problema di ritorno del fumo e, a caminetto spento, si potrà ricambiare l'aria di tutto l'appartamento.



### PER SCARICO IN CANALIZZAZIONE



Una gamma completa di aspiratori centrifughi da condotto, da muro/soffitto/controsoffitto o false pareti, per ventilare in modo intermittente o continuo piccoli o medi locali domestici o commerciali. Disponibili con e senza timer, umidostato e microprocessore elettronico.



### PER USO IN CUCINA



Per qualsiasi esigenza di espulsione di fumi ed odori dalla cucina sono disponibili due serie di cappe (cappe freestanding Vortice e cappe sottopensile Vortex), oltre ad un modello di centrifugo sottocappa, tutti per espulsione in condotto di ventilazione.



**CAPPE**

Sono obbligatorie per l'espulsione all'esterno dei prodotti della combustione dei gas e dei fumi, odori, umidità generati dalla cottura dei cibi. Nel caso di utilizzo di cappe aspiranti, se in cucina c'è uno scaldacqua non di tipo stagno, è necessaria la maggiorazione del foro di rientro dell'aria secondo la portata d'aria della cappa.

**CANNE FUMARIE**

È una componente importantissima dell'impianto ed è vietato scaricare nello stesso condotto i fumi dello scaldacqua della caldaia assieme ai fumi, vapori, umidità della cucina. Normalmente la canalizzazione per lo scaldabagno e caldaia è di diametro 12 cm, mentre quello della ventilazione di diametro 10cm.

**ELETTROASPIRATORE**

È consentito se non esiste la canna di esalazione. Deve essere messo in funzione insieme all'accensione dei fornelli. Se in cucina c'è uno scaldacqua non di tipo stagno, l'apertura di ventilazione va maggiorata in base alla potenza dell'elettroaspiratore.

**APERTURA DI VENTILAZIONE**

Ogni fiamma brucia ossigeno, che è indispensabile sostituire nei locali ove avviene la combustione, come per esempio in cucina, sui fornelli di cottura, nel forno a gas o nello scaldacqua o caldaia.

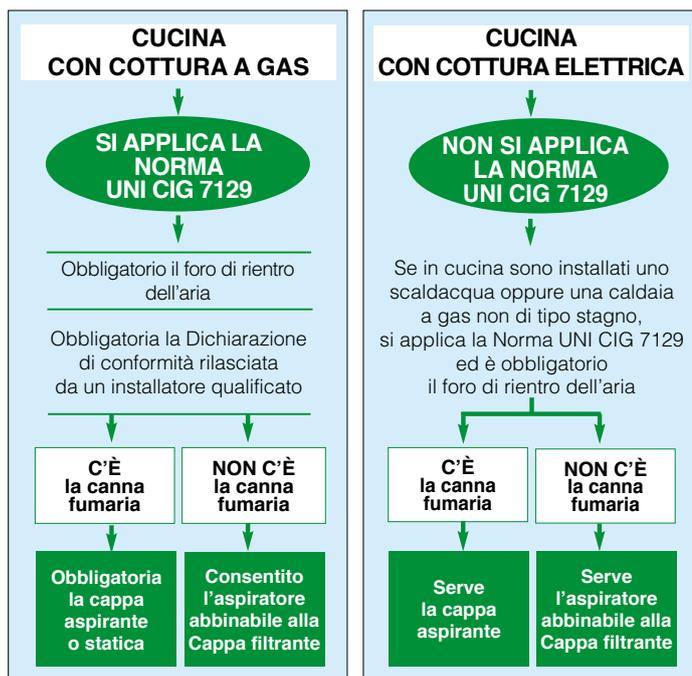
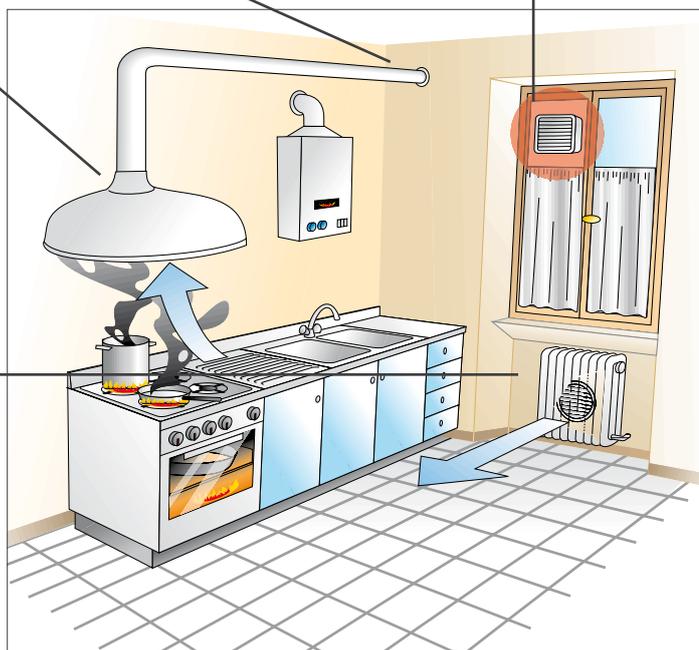
Se non esiste un adeguato condotto di rientro dell'aria, singolo o collettivo, è quindi obbligatorio realizzare in cucina un foro di ventilazione con una dimensione di 6 cm<sup>2</sup> per ogni kW installato, ma con un minimo di 100 cm<sup>2</sup>. Il foro deve essere preferibilmente situato vicino al pavimento, non ostruibile e protetto da griglie o reti.

La dimensione dell'apertura di ventilazione cambia se il piano cottura ha o non ha il dispositivo di sicurezza sulla fiamma. Occorre sommare la portata termica di tutti gli apparecchi a gas, come forno e scaldabagno di tipo B, installati nel locale.

Con dispositivo (sup. netta in cm <sup>2</sup> )	Portata termica totale installata	Senza dispositivo (sup. netta in cm <sup>2</sup> )
100	sino a 15,7 kW	200
150	sino a 25,0 kW	250
200	sino a 33,3 kW	300
250	sino a 41,7 kW	350

Dimensione dell'apertura di ventilazione nel caso di installazione di una cappa aspirante o di un elettroaspiratore: misure da aggiungere alla dimensione del foro di ventilazione già previsto.

Portata massima in m <sup>3</sup> /h della cappa o dell'aspiratore	Velocità entrata aria in m/s	Sezione netta aggiuntiva passaggio aria in cm <sup>2</sup>
fino a 50	1	140
oltre 50 fino a 100	1	280
oltre 100 fino a 150	1	420



## IMPIANTI ELETTRICI NEI LOCALI CONTENENTI BAGNI E DOCCE

### CAMPO DI APPLICAZIONE

Le prescrizioni particolari della presente Sezione si applicano alle vasche da bagno, ai piatti doccia ed alle loro Zone circostanti dove il rischio relativo ai contatti elettrici è aumentato dalla riduzione della resistenza del corpo e del contatto del corpo con il potenziale di terra.

*Nota: per i locali contenenti bagni ad uso medico, possono essere necessarie prescrizioni speciali.*

Le prescrizioni della presente Sezione si applicano anche alle cabine da doccia prefabbricate. Una vasca monoblocco per idromassaggi costruita in conformità alle Norme CEI-33 o 62-5 può essere installata nei locali da bagno secondo i requisiti di questa Sezione.

### CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE

Le prescrizioni della presente Sezione sono basate sulle dimensioni di quattro Zone:

- **Zona 0:** volume interno alla vasca da bagno o al piatto doccia;
- **Zona 1:** volume delimitato dalla superficie verticale circoscritta alla vasca da bagno od al piatto doccia o, in assenza del piatto doccia, dalla superficie verticale posta a 0,6 m dal soffione della doccia; dal pavimento; e dal piano orizzontale situato a 2,25 m al di sopra del pavimento; se, tuttavia, il fondo della vasca da bagno o del piatto doccia si trova a più di 0,15 m al di sopra del pavimento, il piano orizzontale viene situato a 2,25 m al di sopra di questo fondo;
- **Zona 2:** volume delimitato dalla superficie verticale della Zona 1; dalla superficie verticale situata a 0,60 m dalla superficie precedente e parallela ad essa: dal pavimento; e dal piano situato a 2,25 m sopra il pavimento;
- **Zona 3:** volume delimitato dalla superficie verticale esterna della Zona 2; dalla superficie verticale situata a 2,40 m dalla superficie precedente e parallela ad essa; dal pavimento; e dal piano situato a 2,25 m sopra il pavimento.

*Le dimensioni sono misurate tenendo conto della presenza di pareti e di riapri fissi.*

### REGOLE COMUNI

Dal momento che la Norma 61-1 non tiene ancora conto delle marcature e delle prove secondo il sistema IP, e che la sua revisione, che prenderà in considerazione tali marcature e prove,

potrà richiedere alcuni anni, le marcature con gocce d'acqua (e le relative prove) possono venire usate provvisoriamente in luogo dei codici IP con le seguenti equivalenze approssimative:

	per il grado di protezione IPX1
	per il grado di protezione IPX4
	per il grado di protezione IPX5
	per il grado di protezione IPX7

Non è consigliabile la doppia marcatura dal momento che le prove sono differenti.

Per alcuni componenti elettrici, quali prese a spina ed apparecchi di comando non automatici, per i quali le Norme (del CT 23) non considerano la classificazione IPX1, si ammette di regola l'impiego del tipo ordinario per installazione incassata verticale.

I componenti elettrici devono avere almeno i seguenti gradi di protezione:

- **nella Zona 0:** IPX7
- **nella Zona 1:** IPX4 o, nei casi in cui,

nei bagni pubblici o destinati a comunità, per la pulizia sia previsto l'uso di getti d'acqua: IPX5;

- **nella Zona 2:** IPX4 o, nei casi in cui, nei bagni pubblici o destinati a comunità, per la pulizia sia previsto l'uso di getti d'acqua: IPX5;
- **nella Zona 3:** IPX1 o, nei casi in cui, nei bagni pubblici o destinati a comunità, per la pulizia sia previsto l'uso di getti d'acqua: IPX5.

### LE 4 ZONE

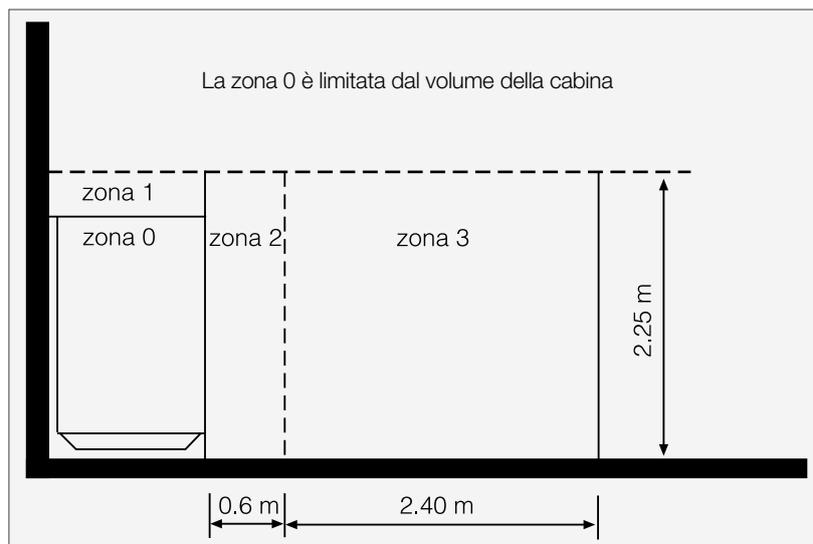
I locali da bagno e doccia, ai fini di una corretta installazione dell'impianto elettrico, vengono divisi in quattro zone. Al di fuori delle zone indicate l'ambiente si considera ordinario anche se interno al locale da bagno.

**Dispositivi di protezione, sezionamento e di comando.**

Nella zona 0 non devono essere installati dispositivi di protezione, di sezionamento e di comando.

Gli apparecchi utilizzati posti nella Zona 2 possono essere provvisti di un interruttore di comando se questo è incorporato negli stessi.

Nella Zona 1 non devono essere installati dispositivi di protezione, di sezionamento e di comando con l'ec-



*La Zona 1 in assenza del piatto doccia, nel caso in cui il soffione della doccia sia mobile, è delimitata dalla superficie verticale posta a 0,6 m dal soffione agganciato ed orizzontalmente dal pavimento e dal piano orizzontale situato a 2,25 m al di sopra del pavimento. Le zone 1, 2 e 3 non si estendono all'esterno del locale attraverso le aperture, se queste sono munite di serramenti. Nel caso di cabine prefabbricate la Zona 0 si estende a tutto l'interno della cabina come mostrato nella seguente figura.*

cezione di interruttori di circuiti SELV alimentati a tensione non superiore a 12 V in c.a. od a 30 V in c.c. e con la sorgente di sicurezza installata al di fuori delle Zone 0,1 e 2.

*Con riferimento alle prescrizioni relative alle Zone 1 e 2, la sorgente di sicurezza si può installare in queste zone se essa è una sorgente elettrochimica (per esempio una batteria) od un'altra sorgente indipendente da circuiti a tensione più elevata.*

*Nella Zona 1 è possibile installare gettoniere necessarie per esempio in campeggi al funzionamento di docce, dal momento che queste gettoniere sono assimilabili ad interruttori.*

Nella Zona 2 non devono essere installati dispositivi di protezione, di sezionamento e di comando con l'eccezione di:

- interruttori di circuiti SELV alimentati a tensione non superiore a 12 V in c.a. od a 30 V in c.c. e con la sorgente di sicurezza installata al di fuori delle Zone 0,1 e 2; e di
- prese a spina alimentate da trasformatori di isolamento di Classe II di bassa potenza incorporati nelle stesse prese a spina previste per alimentare rasoi elettrici.

Nella Zona 3 prese a spina, interruttori ed altri apparecchi di comando sono permessi solo se la protezione è ottenuta mediante:

- separazione elettrica (art.413.5) individualmente; o
- SELV (art.411.1); o
- interruzione automatica dell'alimentazione, usando un interruttore differenziale avente corrente differenziale nominale non superiore a 30 mA.

*Nota: Nelle Zone 1,2 e 3 sono ammessi tiranti isolanti per azionare interruttori e pulsanti, del tipo con azionamento a mezzo di tiranti, a condizione che tali interruttori soddisfino le prescrizioni (allo studio) della Norma CEI 23-9.*

## ALTRI COMPONENTI ELETTRICI

Nella Zona 0 non si possono installare apparecchi utilizzatori.

Le prescrizioni che seguono non si applicano agli apparecchi utilizzatori alimentati con SELV in accordo con le condizioni dell'art. 411.1 e di 701.411.3.7.

Nella Zona 1 si possono installare solo scaldacqua.

Nella Zona 2 si possono installare solo:

- scaldacqua;
- apparecchi di illuminazione di Classe I, apparecchi di riscaldamento di Classe I ed unità di Classe

I per vasche da bagno per idromassaggi che soddisfino le relative Norme, previste per generare per es. aria compressa per vasche da bagno per idromassaggi a condizione che i loro circuiti di alimentazione siano protetti per mezzo di interruzione automatica dell'alimentazione usando un interruttore differenziale avente corrente differenziale nominale non superiore a 30 mA;

- apparecchi di illuminazione di Classe II, apparecchi di riscaldamento di Classe II ed unità di Classe II per vasche da bagno per idromassaggi che soddisfino le relative Norme previste per generare per esempio aria compressa per vasche da bagno per idromassaggi.

Unità per vasche da bagno per idromassaggi che soddisfano le relative Norme previste per generare per esempio aria compressa per vasche da bagno per idromassaggi possono tuttavia venire installate nella parte della Zona 1 che si trova sotto la vasca da bagno a condizione che siano soddisfatte le prescrizioni di 701.413.1.6 e che tale Zona situata al di sotto della vasca da bagno sia accessibile solo con l'aiuto di un attrezzo.

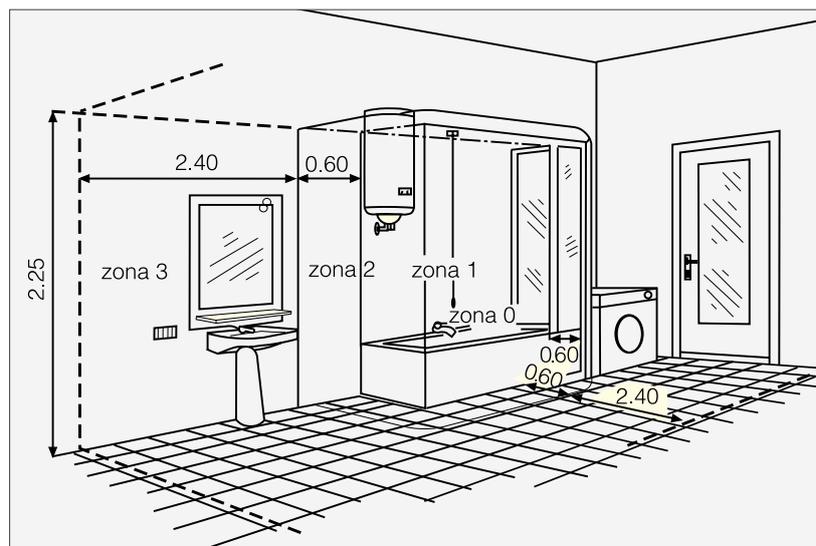
Nelle Zone 1, 2 e 3 possono essere installati elementi riscaldanti annegati nel pavimento e previsti per riscaldare il locale, purché siano ricoperti da una griglia metallica messa a terra o da uno schermo metallico messo a terra e collegato al collegamento equipotenziale supplementare specificato in 701.413.1.6.

tenziale supplementare specificato in 701.413.1.6.

Nelle Zone 1 e 2 possono venire installati anche altri apparecchi utilizzatori fissi purché alimentati da un sistema SELV. Per unità per vasche da bagno per idromassaggi devono intendersi unità funzionali previste apposite Norme (allo studio).

Agli effetti della sicurezza delle persone gli apparecchi utilizzatori alimentati da prese a spina della Zona 3 devono essere utilizzati in modo che nessuna loro parte entri nelle Zone 2,1 e 0. Gli scaldacqua a pompa di calore non possono essere installati nelle Zone 1 e 2.

Potranno esserlo in futuro se le Norme relative agli scaldacqua prevederanno prescrizioni particolari per gli scaldacqua con pompa di calore destinati ad essere installati nelle Zone 1 e 2.



*Gli apparecchi ventilatori aspiratori di Classe II con grado di protezione almeno IPX4 possono essere assimilati agli apparecchi di riscaldamento di Classe II e come tali essere installati all'interno della Zona 2.*

*Si raccomanda tuttavia che i loro circuiti di alimentazione siano protetti mediante un interruttore differenziale avente corrente differenziale nominale di intervento non superiore a 30 m.*

## I VENTILATORI INDUSTRIALI PER ELIMINARE IL CALORE ECCESSIVO

L'impiego dei ventilatori è consigliabile anche per ripristinare condizioni microclimatiche, alterate dal calore. L'aumento della temperatura interna dell'ambiente pregiudica le condizioni di lavoro degli occupanti e incide negativamente sulla produttività. Per realizzare un impianto di ventilazione teso a diminuire la temperatura ambientale, occorre naturalmente determinare il ricambio d'aria necessario in funzione delle quantità di calore da disperdere. È necessario quindi accertare preventivamente quali sono le cause e le concause che agiscono sull'innalzamento della temperatura.

### COME QUANTIFICARE LE CAUSE DI CALORE

I fattori da prendere in considerazione sono fondamentalmente due:

1. apporto di calore dovuto all'attività degli occupanti, 2. dispersione nell'ambiente di calore dovuta ai processi di produzione, che deve essere estesa anche ai motori, elettrici e non, ai trasformatori, all'illuminazione, etc. Nelle tabelle seguenti è riportato il rendimento e la dispersione calorica delle persone e quella dei corpi illuminanti.

### COME DETERMINARE IL RICAMBIO DELL'ARIA PER ELIMINARE IL CALORE ECCESSIVO

Una volta determinate quali siano le sorgenti di calore che contribuiscono ad un determinato innalzamento della temperatura, bisogna quantificare la quantità di calore disperso nell'ambiente, tenendo conto che ogni watt dissipato corrisponde a circa 0,86 kcal/h. La portata d'aria necessaria per disperdere il calore la calcoliamo in base all'apporto calorico totale in kcal ed alla seguente formula:

$$Q = \text{volume aria richiesto in m}^3/\text{h} = \frac{\text{Numero kcal/h}}{0,288 \times t \text{ (}^\circ\text{C)}}$$

dove t è il salto termico massimo ammissibile tra l'ambiente preso in considerazione e la temperatura dell'aria di ricambio. Esempio di calcolo: In una cabina viene installato un trasformatore di 300kW avente un rendimento del 90%, la temperatura massima dell'ambiente per un corretto funzionamento deve essere di 40°C mentre la temperatura massima dell'aria di ricambio nel periodo estivo raggiunge i 30°C. La quantità di calore dissipata dal trasformatore è pari al 10% della potenza

nominale ossia 30kW. La quantità di calore in kcal/h risulta essere:  $30.000 \times 0,86 = 25.800 \text{ kcal/h}$ . Il t risulta:  $t = (\text{temperatura interna}) - (\text{temperatura esterna}) = 40 - 30 = 10$ . La quantità d'aria da assicurare risulta quindi:

$$Q \text{ (m}^3/\text{h)} = \frac{25.800}{0,288 \times 10^\circ\text{C}} = 8.958 \text{ m}^3/\text{h}$$

RENDIMENTO MACCHINE ELETTRICHE	
RENDIMENTO	DISPERSIONE DI CALORE
Motori elettrici 70-95%	dal 5 al 30%
Trasformatori circa 90%	circa 10%
Gruppi raddrizzatori 80-97%	dal 2.5 al 20%
Alternatori 87-98%	dal 2 al 23%

DISPERSIONE DEL CALORE DA PARTE DI PERSONE ED APPARECCHI ILLUMINATI	
Adulti a riposo	100 kcal/h
Adulti lavoro normale	120 kcal/h
Adulti lavoro di fatica	140-200 kcal/h
Bambini	60 kcal/h
Lampada a gas	4÷6 kcal/h per candela
Lampada elettrica ad incandescenza a filo metallico	1 kcal/h per candela
Lampada elettrica ad arco	0,6÷0,8 kcal/h per candela

## GUIDA PRATICA DIMENSIONAMENTO CLIMATIZZATORI

La tabella qui di fianco permette di calcolare in modo pratico e veloce le frigorifiche necessarie per condizionare un locale e quindi in definitiva per scegliere i prodotti ad esso più adatti. Questo metodo è generico, ha un buon grado di affidabilità ma i dati risultanti devono essere certificati da personale qualificato.

### Note

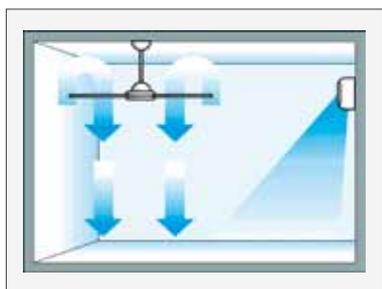
- Questo calcolo presume che non vi siano fonti di calore particolarmente accentuate nei locali sovrastanti, sottostanti o adiacenti all'ambiente da condizionare.
- I climatizzatori installati all'ombra aumentano il rendimento.
- La tabella si riferisce ad usi domestici standard con valori di temperatura esterna massima di 35°C e un'umidità relativa del 50%.
- Il climatizzatore scelto secondo il calcolo effettuato con questa tabella permetterà di abbassare la temperatura interna di circa 6°C rispetto a quella esterna.
- Il calcolo permette di ottenere la potenza frigorifera necessaria in BTU/h. Per trasformare i BTU/h in unità di misure differenti, utilizzare i seguenti coefficienti:  
da BTU/h a W = moltiplicare per 0,293  
da BTU/h a Kcal/h = moltiplicare per 0,252.

Apparecchiature elettriche presenti	..... W..... x 3.4 = BTU/h	..... W..... x 3.4 = BTU/h
<b>Occupanti</b>		
persone con attività normale	..... N°..... x 200 = BTU/h	..... N°..... x 200 = BTU/h
persone con attività moderata	..... N°..... x 350 = BTU/h	..... N°..... x 350 = BTU/h
persone con attività pesante	..... N°..... x 600 = BTU/h	..... N°..... x 600 = BTU/h
<b>Pavimenti</b>	..... m²..... x 25 = BTU/h	..... m²..... x 25 = BTU/h
<b>Finestre o vetrine</b>		
a nord	..... m²..... x 150 = BTU/h	..... m²..... x 150 = BTU/h
a sud	..... m²..... x 400 = BTU/h	..... m²..... x 400 = BTU/h
a est	..... m²..... x 300 = BTU/h	..... m²..... x 300 = BTU/h
a ovest	..... m²..... x 500 = BTU/h	..... m²..... x 500 = BTU/h
<b>Soffitti</b>		
con locali sovrastanti	..... m²..... x 30 = BTU/h	..... m²..... x 30 = BTU/h
con tetto isolato	..... m²..... x 140 = BTU/h	..... m²..... x 140 = BTU/h
con tetto non isolato	..... m²..... x 200 = BTU/h	..... m²..... x 200 = BTU/h
<b>Pareti esterne</b>		
a nord	..... m²..... x 20 = BTU/h	..... m²..... x 20 = BTU/h
a sud	..... m²..... x 60 = BTU/h	..... m²..... x 60 = BTU/h
a est	..... m²..... x 55 = BTU/h	..... m²..... x 55 = BTU/h
a ovest	..... m²..... x 65 = BTU/h	..... m²..... x 65 = BTU/h
<b>Pareti interne</b>	..... m²..... x 20 = BTU/h	..... m²..... x 20 = BTU/h
<b>Rientri d'aria (locali pubblici)</b>	..... m²..... x 120 = BTU/h	..... m²..... x 120 = BTU/h
<b>Ricambi aria</b>	..... m²..... x 8 = BTU/h	..... m²..... x 8 = BTU/h
	<b>TOTALE</b>	<b>BTU/h</b>

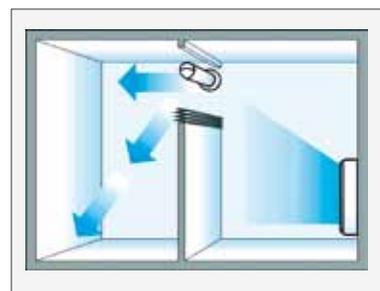
## CLIMATIZZATORE + VENTILATORE = VERO BENESSERE

L'uomo vive meglio se l'aria che lo circonda è in movimento e non stagnante.

In un ambiente condizionato la lieve brezza, creata per esempio da un ventilatore da soffitto che funziona alla minima velocità, non è avvertibile dalle persone ma offre il massimo comfort e aumenta sensibilmente la sensazione di fresco e quindi di benessere.



La conseguenza è anche una ridotta necessità di diminuzione della temperatura e quindi un risparmio di energia. L'aria fresca prodotta dal climatizzatore, che ristagna verso il pavimento (gambe molto più fredde del viso), è diffusa e resa omogenea dal ventilatore in tutto il locale, creando la situazione ideale ed evitando fastidiosi sbalzi di temperatura.



## COMFORT ANCHE NEI PUNTI PIÙ LONTANI DAL CLIMATIZZATORE

L'aria tende a concentrarsi nella zona del locale più vicina al climatizzatore. Gli ambienti di grandi dimensioni o con forme particolari (ad esempio a "L") avranno zone più fredde e zone anche sensibilmente più calde.

Un ventilatore con emissione dell'aria direzionale (ad esempio l'Ariante Tower) permette, opportunamente posizionato, di diffondere il fresco molto efficacemente in tutto l'ambiente.

## COME FUNZIONA IL CLIMATIZZATORE CON POMPA DI CALORE

Il climatizzatore con pompa di calore ha una resa energetica ben superiore a quella dei sistemi di riscaldamento normalmente usati (stufa elettrica o caldaia a gas).

Nei condomini ove siano presenti impianti di riscaldamento centralizzati, i climatizzatori dotati di pompa di calore possono venire impiegati nelle mezze stagioni per il riscaldamento degli ambienti (quando non è ancora in funzione l'impianto termico centralizzato), oppure in quelle fasce orarie in cui l'impianto termico centralizzato per contratto non può essere fatto funzionare. Questo permette, quindi, un miglioramento sensibile del comfort ambientale.

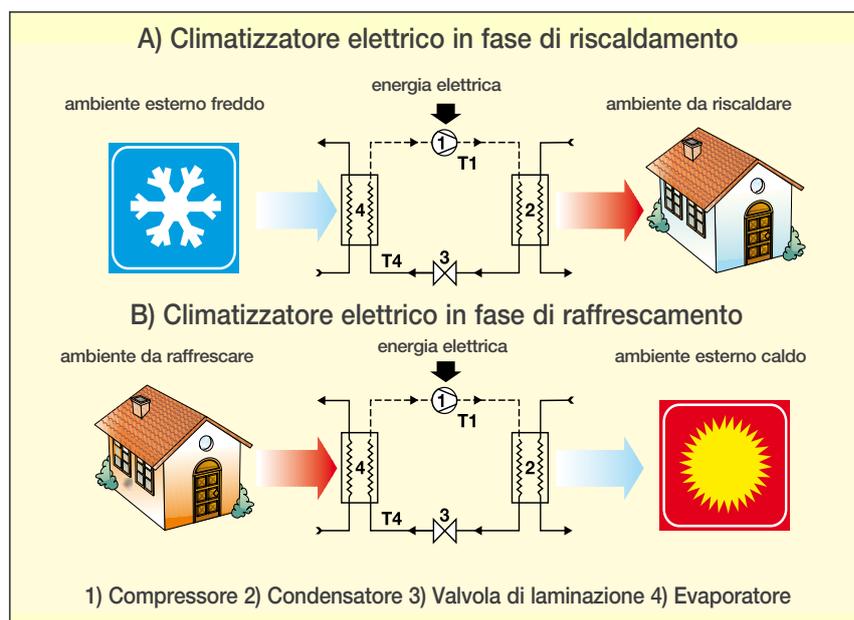
Come si può notare dallo schema A (vedi figura qui di fianco), il fluido refrigerante, che circola normalmente allo stato liquido all'interno del circuito chiuso prima della valvola di laminazione (3), si raffredda a causa del restringimento della sezione di passaggio successiva: a questo punto la temperatura del fluido è inferiore a quella dell'ambiente esterno (anche se freddo). Il fluido evapora nello scambiatore /evaporatore dell'unità esterna (4) assorbendo calore dall'ambiente stesso. Diventato gas, esso passa attraverso il compressore (1) e si riscalda ulteriormente ad una temperatura T1 superiore a quella dell'ambiente da riscaldare.

Al termine del suo giro il fluido così riscaldato passa attraverso lo scambiatore

di calore/condensatore dell'unità interna dove cede calore all'ambiente. In entrambe le condizioni quando prende calore dall'esterno e quando lo cede all'interno viene aiutato da ventilatori posti uno nell'unità esterna e altro nell'unità interna.

In base a ciò che si è detto sul funzionamento del climatizzatore in fase di riscaldamento, l'uso di questo apparecchio permette che l'energia termica "utile" sia sempre superiore a quella assorbita dalla rete di alimentazione. In poche parole, si fornisce all'ambiente da riscaldare un quantitativo di energia termica pari a quella prelevata dall'esterno (del tutto gratuita) sommata a quella necessaria per far funzionare il compressore.

## QUANTO RENDE?



Il coefficiente di efficacia del climatizzatore viene così calcolato:

$$\text{COP} = \frac{\text{energia termica fornita dall'ambiente}}{\text{energia elettrica consumata dall'apparecchio}}$$

Nelle normali condizioni di funzionamento questo rapporto è sempre maggiore ad 1.

Si ha quindi un vantaggio economico, che è tanto maggiore quanto è più grande il COP.

Questo valore non è costante ma variabile in funzione della temperatura dell'aria esterna: più questa è alta maggiore è il COP, più è bassa più basso è il COP.

In linea generale, perché il climatizzatore abbia una buona resa in fase di riscaldamento, è necessario che la temperatura esterna non scenda al di sotto dei 6-7°C. Rispettando questa condizione le apparecchiature attualmente sul mercato hanno un valore di COP mediamente compreso tra 2,5 e 3,5. Tal valore varia molto rispetto alla zona climatica dove il climatizzatore lavora: sarà maggiore nell'Italia meridionale e nelle isole, minore nell'Italia settentrionale.

#### È CONVENIENTE?

Se per riscaldare un ambiente utilizziamo una stufetta elettrica, un radiatore a olio o un termoventilatore, è necessario prelevare dalla rete di alimentazione l'esatta quantità di energia utile per il riscaldamento, per esempio 2000W. È però possibile ottenere lo stesso risultato utilizzando un climatizzatore con pompa di calore. Se supponiamo che il climatizzatore lavori

con un COP pari a 3, per ottenere la stessa quantità di calore si dovrà prelevare solo il 33% di energia elettrica in quanto il rimanente 67% verrà preso direttamente dall'ambiente esterno. Se ne ricava che con la stessa resa si potrà risparmiare fino al 67% rispetto al sistema tradizionale.

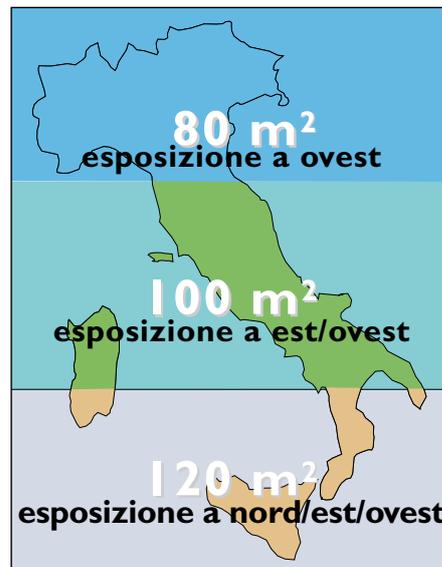
#### ALCUNI ESEMPI

Nelle abitazioni in costruzione o in quelle che devono essere completamente ristrutturate potrebbe essere utile prevedere l'installazione di un climatizzatore con pompa di calore. Questo significa dire al proprio installatore di eseguire la predisposizione così da poterlo installare subito od in un secondo tempo.

Al fine di fornire comunque un'indicazione, anche se di massima, si può dire che un impegno di potenza elettrica installata di 3kW può essere sufficiente a soddisfare le esigenze di riscaldamento e raffrescamento di un appartamento avente le seguenti caratteristiche:

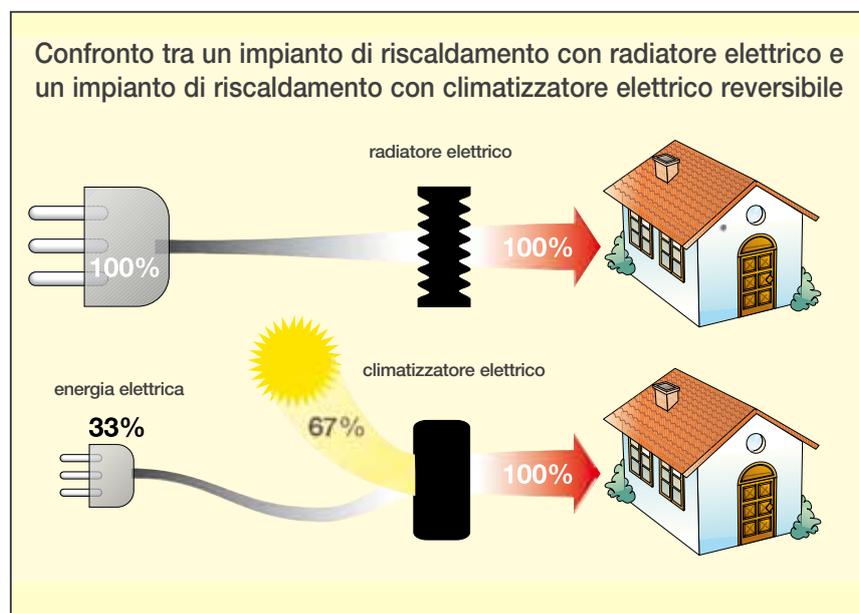
1. sia ubicato in un condominio, ad un piano intermedio in una località sul livello del mare;
2. abbia una superficie totale di non più di 80 m<sup>2</sup> in una zona dell'Italia settentrionale esposta ad ovest;
  - oppure abbia una superficie di 100 m<sup>2</sup> e sia ubicato in una zona dell'Italia centrale esposto a est o ovest;
  - oppure abbia una superficie di 120 m<sup>2</sup> e sia ubicato in una zona dell'Italia meridionale o isole esposto a nord, est, ovest.

Da ciò si nota come le condizioni cli-



matiche del luogo in cui viene installato un climatizzatore possono far variare il tipo di installazione e la scelta del prodotto.

Inoltre i possessori di un appartamento che usufruiscono di un contratto di 3kW possono richiedere agli erogatori di energia elettrica una fornitura a parte dedicata all'alimentazione del solo climatizzatore con pompa di calore, venendo così a godere di tutti i benefici che ne conseguono.



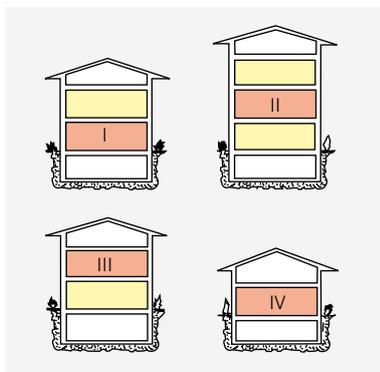
## GUIDA AL DIMENSIONAMENTO DEL RISCALDAMENTO ELETTRICO

## COME DIMENSIONARE IL RISCALDAMENTO

I dati forniti sono relativi ad una costruzione moderna con le pareti esterne in mattoni forati di cm 26 di spessore con intonaco di 2 cm in malta di cemento sia sulla faccia esterna sia su quella interna, spessore totale della parete cm 30, pareti esterne dotate di finestre con una superficie approssimativa del 10% della superficie delle pareti stesse, finestre chiuse da un serramento di vetro semplice di mm 4-5 e legno, solai delimitanti orizzontalmente i vani in laterizio forato da cm 18 di spessore, ricambio d'aria orario pari al 50% del volume del vano.

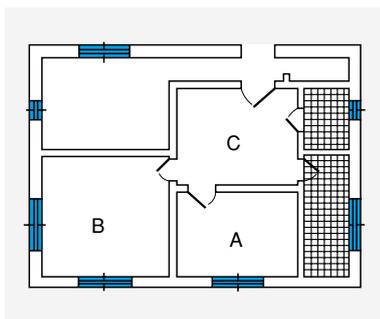
## Determinare la posizione dell'unità abitativa nello stabile:

- I) sopra una cantina non riscaldata sotto un piano riscaldato;
- II) tra due piani riscaldati;
- III) sotto un solaio non riscaldato sopra un piano riscaldato;
- IV) piano unico situato sopra una cantina non riscaldata sotto un solaio non riscaldato.



## Determinare la posizione del vano dell'unità abitativa:

- A. vano con una parete esterna;
- B. vano con due pareti esterne;
- C. vano senza pareti esterne.



## Individuare la temperatura minima esterna della località

Per dimensionare correttamente il riscaldamento del locale è molto importante determinare il minimo valore di temperatura che mediamente raggiunge la località considerata nel periodo più freddo.

## Determinare la differenza tra la temperatura interna desiderata e la temperatura esterna

Dopo avere stabilito la temperatura desiderata nel locale, calcolare la differenza con la temperatura esterna. Esempio:

Temperatura interna desiderata =  $18^{\circ}$   
 Temperatura minima esterna =  $-3^{\circ}$   
 $(+18^{\circ}) - (-3^{\circ}) = 21^{\circ}$ : differenza tra temperatura interna desiderata e temperatura minima esterna.  
 Aggiungere a questo valore  $-0,5^{\circ}\text{C}$  per ogni 100 metri d'altitudine della località ove sta la casa.

## Procedere al calcolo come segue

A questo punto si sono individuati i dati necessari per effettuare il calcolo. Segnare sulla colonna D del normogramma a lato il dato della differenza tra temperatura interna desiderata e temperatura minima esterna. Segnare sulla colonna F o G il tipo di posizione dell'unità abitativa e del vano.

*N.B.: utilizzare la colonna F quando si desidera un utilizzo continuato dell'impianto di riscaldamento. La colonna G per un utilizzo di 6 ore giornaliere.*

Tracciando una retta dal punto segnato sulla colonna D e il punto sulla colonna F o G si ottiene sulla colonna E il valore dei Watt per metro cubo. A questo punto basta moltiplicare i W/metro cubo per i metri cubi del locale ottenendo così la potenza totale necessaria.

Potete evitare l'uso della calcolatrice per la moltiplicazione utilizzando le seguenti istruzioni: segnare sulla colonna L i metri cubi del locale (lato x lato x altezza); unendo con una retta il punto della colonna E con il punto della colonna L si troverà, sulla colonna H, il valore finale dei Watt necessari a riscaldare il vano.

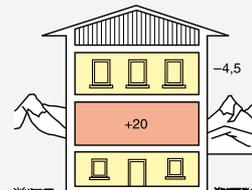
*N.B.: nel caso di vano esposto a Nord aumentare del 10%.*

## Esempio pratico

Appartamento al secondo piano tra due piani riscaldati: **Caso II**

## Metri cubi del locale

lato x lato x altezza  
 $4 \times 3,5 \times 2,7 = 37,8 \text{ m}^3$

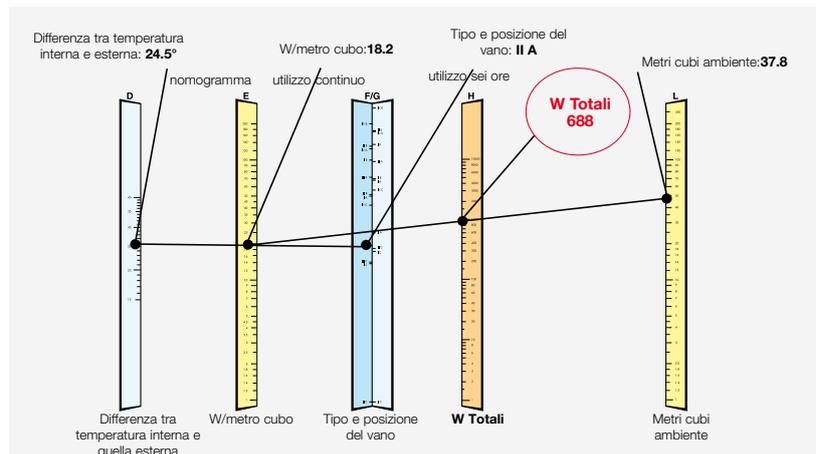
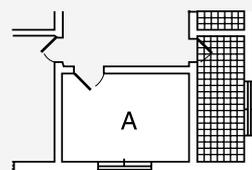


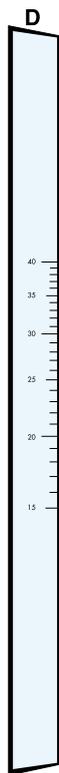
Vano con una parete esterna:

## Case A

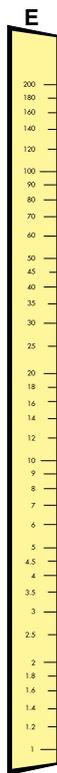
Località: SALÒ (BS)  
 Temperatura esterna =  $-4^{\circ}$   
 100 metri di altitudine =  $-0,5^{\circ}$   
 $(-4^{\circ}) + (-0,5^{\circ}) = -4,5^{\circ}$   
 Temperatura interna desiderata  $+20^{\circ}$   
 (utilizzo continuo)

Differenza tra temperatura interna e quella esterna:  $(+20^{\circ}) - (-4,5^{\circ}) = 24,5^{\circ}$



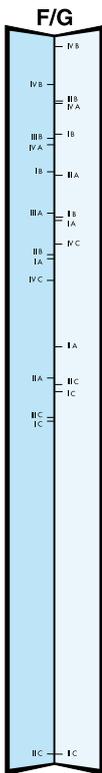


normogramma



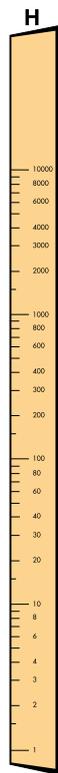
W/metri cubi

utilizzo continuo



Tipo e posizione del vano

utilizzo 6 ore



W Totali



Metri cubi ambiente

Differenza tra temperatura interna e quella esterna

**NEGLI AMBIENTI CON SOFFITTI ALTI IL CALORE SALE E SI DISPERSIVE, LA CONSEGUENZA È UN AUMENTO ANCHE NOTEVOLE DELLE SPESE DI RISCALDAMENTO**

**Il problema della stratificazione e dispersione del calore.**

È ampia la tipologia degli ambienti con soffitti "alti". Alcuni esempi sono i capannoni industriali, le palestre, le chiese, i teatri, i garages, gli hangars, i campi da tennis coperti, le stalle, i magazzini, le biblioteche, le officine per la riparazione di autoveicoli, le fabbriche, i laboratori ecc...

In inverno, quando questi ambienti vengono riscaldati, si assiste ad un fenomeno fisico alquanto comune: l'aria calda, che ha un peso specifico inferiore a quella fredda, sale velocemente verso il soffitto stratificandosi. La differenza di temperatura che si può riscontrare tra pavimento e soffitto può raggiungere anche i 13°C.

In più il calore si disperde verso l'esterno uscendo soprattutto dalle vetrate o dal soffitto male coibentato. Si può dire che più alto è il soffitto, maggiore è la quantità di calore che occorre immettere nel locale per ottenere una temperatura ottimale ad altezza d'uomo.

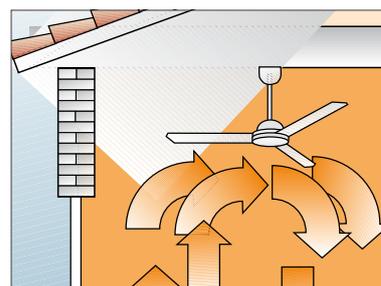
La conseguenza è che in questi ambienti gli impianti che generano calore sono sottoposti ad un lavoro continuo e costoso (in quanto il termostato rileverà sempre la mancanza dei gradi di temperatura necessari) e che ciò comporta un notevole spreco di energia e di denaro e la mancanza di riscaldamento dove veramente serve.

**LA RIDUZIONE DELLE SPESE DI RISCALDAMENTO PERMETTE IN MOLTI CASI DI AMMORTIZZARE GIÀ NEL PRIMO ANNO IL COSTO DELL'IMPIANTO DEI VENTILATORI**

**Considerare le caratteristiche dell'ambiente.**

Per riscaldare questi ambienti di notevoli dimensioni normalmente vengono utilizzati aerotermi o generatori d'aria calda che sono generalmente direzionati solo in alcuni punti del locale. Si creano così zone di temperature diverse anche di molti gradi centigradi. Ne consegue la necessità di una omogenea distribuzione del calore. Questi e altri fattori simili devono essere ben considerati per installare un numero adeguato di ventilatori a soffitto. Il risultato deve essere un impianto ottimale che distribuisce con uniformità il calore ad altezza d'uomo. È quindi utile ed economicamente

valido installare un impianto di Nordik ovunque si riveli una differenza termica tra il pavimento e il soffitto eccedente i 3°C.



**Grandi benefici in tempi brevi**

È stato calcolato che il costo di un impianto razionale di ventilatori a soffitto Vortice, grazie alle sue prestazioni aerauliche, si ammortizza spesso durante il primo anno di funzionamento.

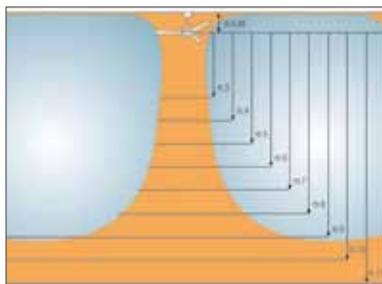
È quindi molto conveniente considerando in quanto poco tempo ci potrà essere un effettivo risparmio economico.

In più tale impianto non serve solo in inverno per il recupero dell'aria calda ma è utile anche in estate per creare una gradevole e persistente sensazione di benessere consentendo di lavo-

rare in un microclima con aria "viva" e non stagnante. In estate può essere anche un valido supporto ad un eventuale impianto di condizionamento.

#### L' EFFICACIA DEL VENTILATORE RISPETTO ALL' ALTEZZA DI INSTALLAZIONE

Nella tabella si può notare che aumentando la distanza tra pavimento e soffitto si riduce il numero dei ventilatori richiesti. Questo perché più in alto vengono installati maggiore è la loro efficacia.



### LA DEPURAZIONE DELL'ARIA E LA VENTILAZIONE FORZATA: DUE SISTEMI NON IN COMPETIZIONE

Quando ci chiudiamo nella nostra casa dimentichiamo fuori dalla porta i problemi, ci sentiamo al sicuro in uno "spazio protetto".

Anche se non è così, perché il pericolo per la nostra salute è nell'aria che respiriamo.

Le soluzioni sono alla portata di tutti e richiedono un investimento economico modesto, largamente positivo, naturalmente, se considerato nell'ottica del rapporto costo-benefici.

I sistemi di disinquinamento non sono in competizione tra loro e vanno scelti alla luce di esigenze diverse.

#### QUANDO SCEGLIERE LA DEPURAZIONE DELL'ARIA

- In tutti quegli ambienti con presenza di pollini, fumo o polveri, che si vogliono depurare mantenendo invariata la temperatura e inalterato il tasso di umidità;
- nei locali domestici, nei locali pubblici e nei locali di lavoro situati in zone con un intenso traffico veicolare (il cui inquinamento può arrivare anche e oltre il terzo piano di un palazzo);
- nei locali abitati da persone che soffrono di malattie allergiche causate da pollini;
- durante la stagione estiva, in abbinamento ad un impianto di condizionamento dell'aria, per depurare i locali forzatamente chiusi;
- in ambienti nei quali è doveroso o opportuno mantenere un'atmosfera controllata igienicamente: camere che ospitano bambini, anziani, studi dentistici, cliniche, ospedali, ecc.

#### QUANDO SCEGLIERE LA VENTILAZIONE FORZATA

- Sempre nei bagni ciechi, pubblici o privati, poiché la ventilazione forzata garantita dall'utilizzo di aspiratori elettrici in questi servizi è prevista dalla legge 166;

- sempre nelle toilette e nelle sale da bagno in generale poiché, per la particolare funzione dell'ambiente, si rende necessario un ricambio dell'aria veloce e l'eliminazione dell'umidità originata dall'uso di vasche, docce o alla presenza di panni da asciugare;

- sempre nelle cucine, nelle quali è indispensabile eliminare velocemente i fumi, gli odori, l'umidità, (nelle cucine sono comunque sconsigliati i depuratori, giacché la presenza di elevate quantità di particelle oleose in sospensione ne intaserebbero rapidamente i filtri);

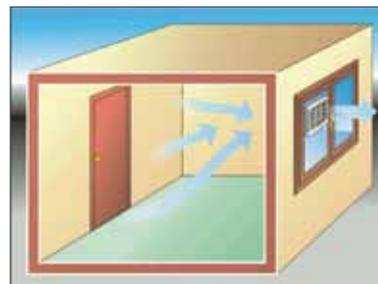
- in tutti quei locali in cui si desidera eliminare velocemente assieme all'inquinamento interno anche l'umidità;

- in tutti i locali, sia domestici che pubblici o di lavoro, nei quali tassi elevati di inquinamento (fumo di tabacco o altro) rendono consigliabile per preservare la salute un rapido ricambio dell'aria;

- in tutti i locali pubblici, in particolare bar, ristoranti, pizzerie, ecc., nei quali la frequente apertura delle porte vanificherebbe l'uso dei depuratori e di conseguenza, un ricambio adeguato dell'aria.



Qui sopra, il meccanismo di funzionamento dei Vortronic, che depurano l'aria facendola circolare nei loro filtri.



Qui sopra, il meccanismo di funzionamento degli aspiratori, che permettono il ricambio dell'aria nell'ambiente, sostituendola con un'altra più pulita.