

## 1 CRITERI PROGETTUALI

La progettazione impiantistica di un sistema di riscaldamento con generatori d'aria calda a scambio diretto deve tenere conto di tre aspetti essenziali:

- ▶ La determinazione del fabbisogno di potenza per il riscaldamento e il ricambio d'aria degli ambienti
- ▶ La determinazione della tipologia e della numerosità di generatori da installare
- ▶ Il posizionamento dei generatori

### 1.1 DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO DI POTENZA TERMICA

La determinazione della potenza termica necessaria al riscaldamento di un edificio deve necessariamente tenere conto di una molteplicità di fattori, quali ad esempio le dimensioni e la geometria dell'ambiente da riscaldare, le dispersioni dell'involucro, le necessità di ricambio d'aria, l'anzianità dell'edificio stesso, eventuali apporti di calore gratuiti (legati ai processi produttivi che possono svolgersi all'interno dell'edificio riscaldato).

Si possono individuare tre metodologie per il calcolo della potenza termica:

- ▶ Calcolo analitico
- ▶ Calcolo approssimato
- ▶ Dimensionamento indicativo di massima

#### 1.1.1 Calcolo analitico

Il calcolo analitico, affidato esclusivamente ad un professionista della progettazione, permette di determinare con la massima precisione e nel pieno rispetto di tutti i requisiti di legge il fabbisogno termico per il riscaldamento e la ventilazione di un edificio.

Tipicamente questo calcolo è obbligatorio per la realizzazione della fase esecutiva del progetto, a cui è necessario allegare le relazioni di calcolo che danno conto analiticamente della potenza installata. In questo scenario non ci sono approssimazioni: il calcolo è effettuato con la massima precisione e con piena aderenza alla situazione reale.

Il calcolo analitico è quindi possibile solo tramite l'ausilio di software di calcolo specializzati, che richiedono una completa conoscenza delle caratteristiche dell'edificio specifico.

È assolutamente sempre consigliato quando si vuole realizzare un impianto di riscaldamento ed è obbligatorio al di sopra di una soglia di potenza termica determinata dalle leggi vigenti.

#### 1.1.2 Calcolo approssimato

Allo scopo di poter determinare in un modo più approssimativo la potenza termica necessaria, prima di passare alla fase esecutiva di calcolo analitico, è possibile utilizzare uno strumento gratuito di utilizzo molto più semplice ed immediato, disponibile sul sito Robur. Si tratta di un software che permette di determinare il fabbisogno termico in prima approssimazione, in funzione di alcune semplici caratteristiche dell'edificio, generalmente note o stimabili senza eccessive approssimazioni.

Il software richiede di inserire:

- ▶ Temperatura desiderata in ambiente
- ▶ Temperatura esterna di progetto
- ▶ Dimensioni dell'edificio (lunghezza, larghezza, altezza media)
- ▶ Superficie delle pareti
- ▶ Superficie vetrata
- ▶ Caratteristiche di dispersione delle superfici (categorizzate per tipologie prefissate, per semplificare la scelta)
- ▶ Numero di ricambi d'aria orari
- ▶ Eventuale sovradimensionamento richiesto

Questo software non sostituisce comunque gli strumenti necessari a determinare, con esattezza, a norma di legge e da parte di un

professionista abilitato, i reali fabbisogni energetici per il riscaldamento dell'edificio, che sono indispensabili per la progettazione esecutiva.

#### 1.1.3 Dimensionamento indicativo di massima

Allo scopo di fornire esclusivamente un'indicazione di larga massima circa il fabbisogno presunto di potenza, utile magari quando si sta valutando l'ordine di grandezza di un investimento, ma non c'è ancora alcun dato disponibile o anche solo stimabile sull'edificio, è possibile avvalersi di una formula di calcolo estremamente semplice che permette, sia pure con grandissima approssimazione, di avere un'idea della potenza termica che potrebbe essere necessaria per il riscaldamento dell'edificio.

Ovviamente un calcolo di questo genere non tiene in nessun conto i fabbisogni per ventilazione, che andranno invece opportunamente computati quando si tratterà di fare un dimensionamento più accurato.

La formula da utilizzare per il dimensionamento puramente indicativo è:

$$W [W] = S [m^2] \times \Delta t [K] \times K [W/m^2 K]$$

dove:

- ▶ W è il fabbisogno di potenza termica dell'edificio in W
  - ▶ S è la superficie disperdente dell'edificio (pavimento, pareti, soffitto) in m<sup>2</sup>
  - ▶ Δt è la differenza di temperatura tra la temperatura esterna di progetto e la temperatura desiderata all'interno dell'edificio, espressa in K
  - ▶ K è la trasmittanza media dell'involucro, espressa in W/m<sup>2</sup> K
- La trasmittanza media dell'involucro può essere stimata come segue:
- ▶ 0,4 per edifici industriali o artigianali di nuova costruzione con isolamento elevato
  - ▶ 0,9 per edifici industriali o artigianali recenti con isolamento medio
  - ▶ 1,5 per edifici industriali o artigianali generici con basso isolamento
  - ▶ 2,5 per edifici industriali o artigianali datati non isolati
  - ▶ 4,0 per locali temporanei in legno, lamiera o plastica, non isolati (ad esempio serre, tensostrutture, etc.)

Il valore medio di trasmittanza consigliato in assenza di qualunque informazione sull'edificio, a condizione che si tratti di un edificio esistente, è 1,5 W/m<sup>2</sup> K.

Sono possibili alcuni affinamenti dei risultati della formula di cui sopra che tengano conto:

- ▶ Delle minori dispersioni verso il pavimento (usualmente si considera una temperatura fissa di 2 o 5 °C, a seconda della zona).
- ▶ Delle minori dispersioni verso le pareti in presenza di locali contigui riscaldati (le dispersioni di fatto si azzerano) o anche non riscaldati (la differenza di temperatura è comunque inferiore rispetto alla temperatura esterna).
- ▶ Delle maggiori dispersioni dovute alle superfici vetrate (che possono avere, in assenza di doppi vetri, coefficienti di trasmittanza di 5 W/m<sup>2</sup> K o superiori).
- ▶ Degli apporti termici interni (ad esempio per processi di lavorazione che producano calore).
- ▶ Delle perdite per ventilazione (un minimo di 0,3 ricambi/ora è stimabile anche solo per l'apertura di porte e portoni verso l'esterno, ma il valore può crescere notevolmente se c'è un ricambio minimo dell'aria imposto per legge o sistemi di estrazione meccanica dell'aria all'interno dell'edificio).
- ▶ Degli effetti di stratificazione del calore in presenza di edifici di grande altezza.
- ▶ Degli effetti dovuti all'intermittenza nell'utilizzo del locale (mesa a regime dell'impianto).

Questo calcolo non sostituisce in nessun caso gli strumenti necessari a determinare, con esattezza, a norma di legge e da parte di un professionista abilitato, i reali fabbisogni energetici per il riscaldamento dell'edificio, che sono indispensabili per la progettazione esecutiva.

## 1.2 DETERMINAZIONE DELLA TIPOLOGIA E DELLA NUMEROSITÀ DI GENERATORI DA INSTALLARE

Una volta determinata, con uno dei metodi esposti al Paragrafo 1.1 p. 1, la potenza termica necessaria per il riscaldamento dell'edificio, è necessario individuare la corretta tipologia e numerosità dei generatori da installare.

Sulla scelta della tipologia sono già state date indicazioni nella Sezione A01, che vengono sinteticamente riassunte nella Tabella 1.1 p. 2 seguente:

Tabella 1.1 Guida alla scelta dei generatori

	G	K	R	M
<b>Efficienza</b>	fino al 105,7 %	fino al 96,2 %	fino al 94,5 %	fino al 88,8 %
<b>Tipo bruciatore</b>	premiscelato	premiscelato	premiscelato	atmosferico
<b>Modulazione bruciatore</b>	30-100%	50-100%	due livelli di potenza (60-100 %)	on/off
<b>Portata aria</b>	modulante o fissa	modulante	fissa	fissa
<b>Flusso d'aria</b>	assiale	assiale	assiale centrifuga lancio verticale	assiale centrifuga
<b>Modelli</b>	4 modelli	4 modelli	7 modelli assiali 4 modelli centrifughi 5 modelli a lancio verticale	7 modelli assiali 3 modelli centrifughi
<b>Controllo</b>	cronotermistato digitale di serie	cronotermistato digitale di serie	opzionale	opzionale
<b>Fascia di prezzo</b>	€€€€	€€€	€€	€

Per la scelta della numerosità dei generatori è utile considerare quanto segue:

- È sempre consigliato, quando possibile, installare più generatori di potenza inferiore piuttosto che un unico generatore di taglia maggiore. Questo permette di ottenere una migliore distribuzione del calore, una migliore gestione della potenza erogata, una minore emissione sonora ed espone a un minor rischio in caso di indisponibilità di uno degli apparecchi.
- Nello stesso locale è opportuno installare generatori della stessa taglia (o comunque simile), in modo da non creare zone con una maggiore movimentazione dell'aria.
- Pochi generatori più potenti hanno un costo di acquisto e installazione solo di poco inferiore a più generatori di minore potenza (nella misura di un 15/20 % circa).

## 1.3 POSIZIONAMENTO DEI GENERATORI A LANCIO LIBERO

La scelta del posizionamento dei generatori deve tenere in conto:

- Altezza di installazione
- Lancio del getto d'aria

Tabella 1.2 Altezza installazione generatori

	G30	G45	G60	G100	K32	K45	K60	K100
<b>Dati di installazione</b>								
altezza di installazione consigliata	m		3,0 ÷ 3,5					

	R15	R20	R30	R40	R50	R60	R80	M20	M25	M30	M35	M40	M50	M60
<b>Dati di installazione</b>														
altezza di installazione consigliata	m		2,2	2,5	3,0 ÷ 3,5			2,5	2,5 ÷ 3,0	3,0 ÷ 3,5				

Altezze inferiori a quella consigliata comportano l'ingresso dell'aria nelle zone occupate con velocità ancora sostenuta, con potenziale fastidio per gli operatori che ne sono investiti.

Altezze superiori a quella consigliata invece potrebbero creare un ristagno di aria fredda (più densa) nella zona prossima al pavimento, e quindi il flusso d'aria calda tenderebbe a "galleggiare" sopra lo strato di aria fredda, impedendo all'aria calda di arrivare nella zona occupata.

Quest'ultimo problema si potrebbe risolvere, almeno in parte,

- Eventuale presenza ed influenza di più generatori

Non va in ogni caso dimenticato che i generatori devono essere alimentati (e quindi va portata a ciascuno la tubazione del gas) e i fumi di combustione devono essere correttamente evacuati (e deve essere approvvigionata l'aria di combustione, se l'installazione deve essere di tipo C).



Per l'adduzione del gas combustibile, fare riferimento alla Sezione C01.09.



Per l'evacuazione dei prodotti della combustione e l'approvvigionamento dell'aria comburente fare riferimento alla sezione C01.10.

Per i generatori serie G deve anche essere assicurata la corretta evacuazione della condensa dei fumi di combustione.

### 1.3.1 Altezza di installazione

L'altezza ottimale consigliata da terra alla base del generatore va da 2,2 a 3,5 m, a seconda della taglia del generatore stesso, come riportato nelle Tabelle seguenti.

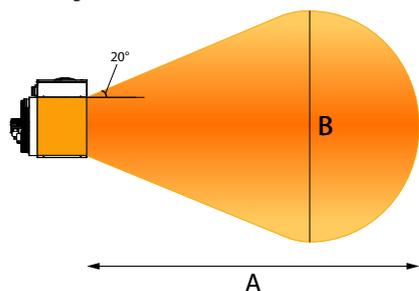
inclinando maggiormente le alette orientabili della griglia di mandata, con una conseguente riduzione del lancio d'aria del generatore.

### 1.3.2 Lancio d'aria

Il lancio d'aria di un generatore è la distanza dalla bocca dello stesso a cui la velocità residua dell'aria è ≤ 0,5 m/s.

La Figura 1.1 p. 3 seguente mostra la morfologia del lancio d'aria. La dimensione B (ampiezza del lancio d'aria) è pari a circa il 70% del valore del lancio d'aria per lo specifico modello di generatore.

Figura 1.1 Morfologia del lancio d'aria



A Lancio d'aria  
B Ampiezza del lancio d'aria

**movimento dell'aria prodotto dai ventilatori.**

La zona riscaldata è infatti molto maggiore di quella individuata tramite il solo valore del lancio d'aria e dipende dall'altezza dell'edificio e dagli ostacoli e correnti d'aria che il flusso d'aria in uscita dal generatore incontra sul suo percorso.

Per la scelta corretta dei generatori è fondamentale che il lancio d'aria non investa direttamente le pareti o eventuali ostacoli posti davanti al generatore stesso, in quanto questo vanificherebbe in parte il contributo del generatore al riscaldamento dell'ambiente e aumenterebbe le dispersioni (nel caso di lancio che investe una parete perimetrale).

Inoltre il lancio d'aria consente una completa miscelazione dell'aria calda in uscita dal generatore con l'aria ambiente (effetto induttivo), che riduce in modo sensibile la stratificazione dell'aria calda.

Nella Tabella 1.3 p. 3 seguente sono riassunti i lanci d'aria per tutti i modelli di generatori.

**i** Il lancio non indica la zona interessata dal riscaldamento, ma solo la zona direttamente interessata dal

Tabella 1.3 Lancio d'aria dei generatori

	G30	G45	G60	G100	K32	K45	K60	K100
<b>Funzionamento in riscaldamento</b>								
<b>lancio (velocità residua &lt; 0,5 m/s) (1)</b>	m	18,0	25,0	31,0	40,0	18,0	25,0	31,0

(1) Valori misurati in campo libero. In installazione reale il flusso termico può raggiungere distanze maggiori del valore indicato (in funzione dell'altezza dell'ambiente e dell'isolamento termico della copertura).

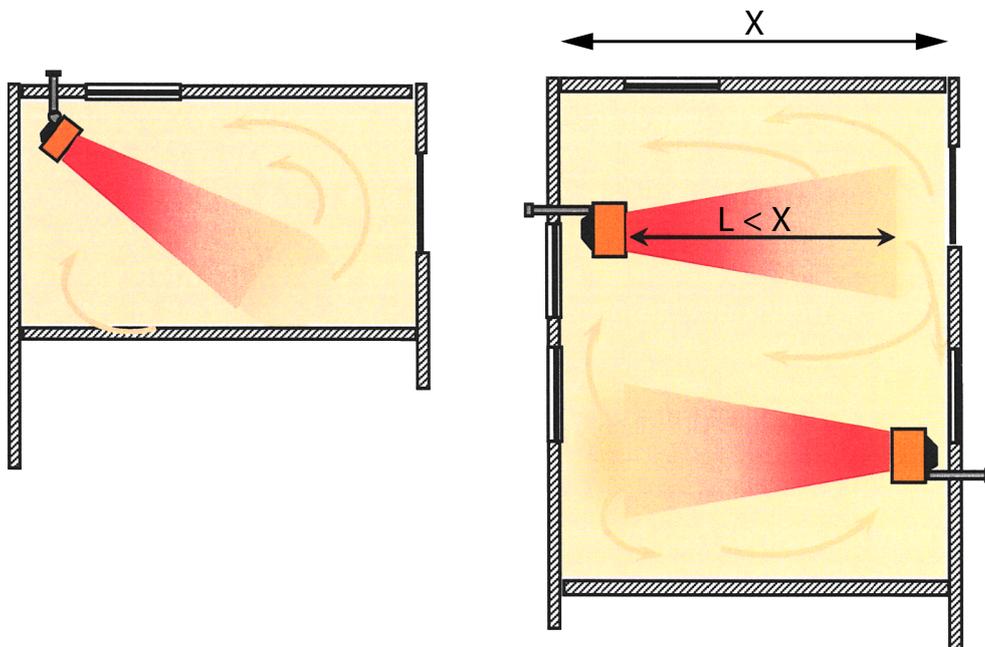
	R15	R20	R30	R40	R50	R60	R80	M20	M25	M30	M35	M40	M50	M60
<b>Funzionamento in riscaldamento</b>														
<b>lancio (velocità residua &lt; 0,5 m/s) (1)</b>	m	13,0	15,0	18,0	20,0	25,0	28,0	40,0	12,0	15,0	18,0	20,0	21,0	23,0

(1) Valori misurati in campo libero. In installazione reale il flusso termico può raggiungere distanze maggiori del valore indicato (in funzione dell'altezza dell'ambiente e dell'isolamento termico della copertura).

Nel posizionare il generatore, è opportuno che il lancio di questo sia all'incirca pari al 75% della distanza tra il generatore e la parete

opposta (Figura 1.2 p. 3).

Figura 1.2 Lancio aria generatori



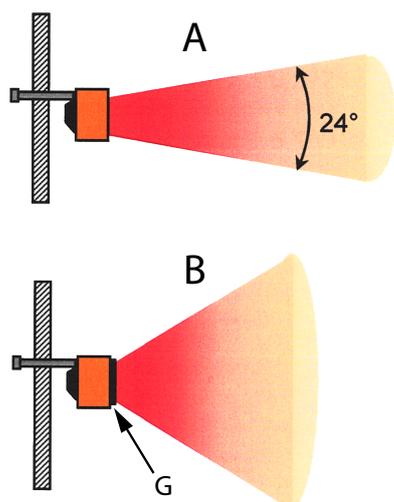
L Lancio d'aria del generatore  
X Distanza tra il punto di installazione del generatore e la parete opposta

Nel caso in cui l'edificio abbia una dimensione inferiore al lancio d'aria del generatore è consigliabile l'utilizzo di griglie verticali di diffusione, disponibili come accessorio.

Le griglie possono essere orientate con inclinazioni più o meno

accentuate rispetto alla direzione normale del lancio, ottenendo un cono di diffusione più corto e largo (Figura 1.3 p. 4).

Figura 1.3 Flusso d'aria uscente dal generatore



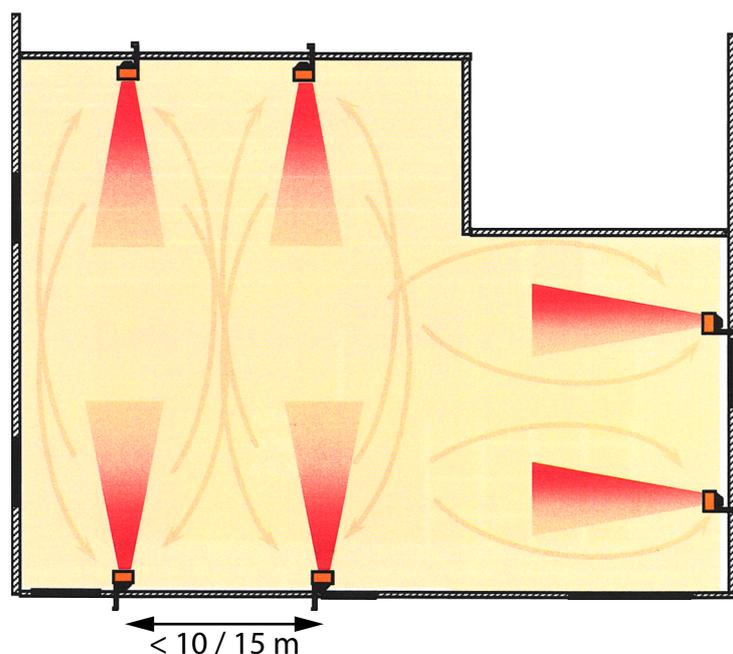
- A Flusso d'aria uscente dal generatore in assenza di griglie verticali
- B Flusso d'aria uscente dal generatore in presenza di griglie verticali
- G Griglie verticali opzionali

Maggiori informazioni sulle griglie sono reperibili nella Sezione C01.08.

### 1.3.3 Eventuale presenza di più generatori

Nel caso di installazione di più generatori a servizio del medesimo ambiente, è importante che gli stessi siano posizionati in modo da evitare da un lato la mutua interferenza dei getti d'aria calda, che porterebbe a un'eccessiva concentrazione di calore e a potenziali fastidiose turbolenze, e dall'altro un'eccessiva distanza tra i generatori stessi, che porterebbe a una distribuzione disomogenea del calore, con conseguenti zone di comfort inferiore. La scelta consigliata è di posizionare i generatori lungo il perimetro "freddo", con il lancio d'aria rivolto verso l'interno. Un esempio di questa configurazione è riportato nella Figura 1.4 p. 4 seguente.

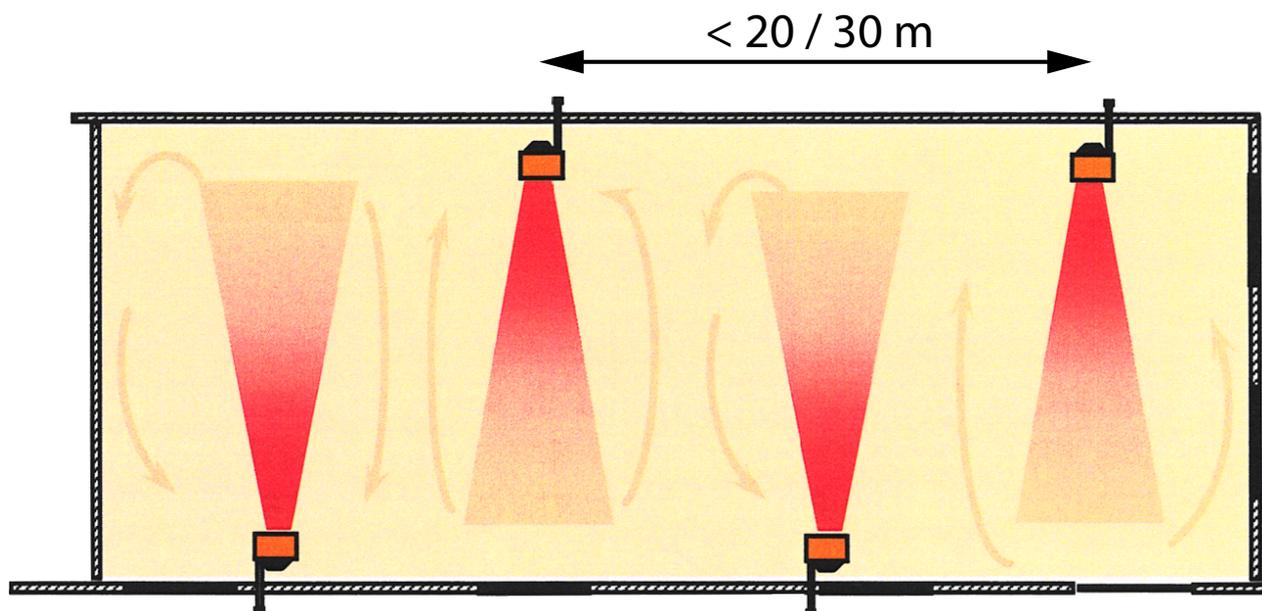
Figura 1.4 Esempio di installazione di generatori in grandi ambienti



Anche se il lancio d'aria non fosse sufficiente per sovrapporre i getti d'aria calda, questo non deve allarmare, in considerazione del fatto che la parte centrale dell'edificio, essendo la meno esposta alle dispersioni dalle pareti, ha usualmente bisogno di un minore apporto d'aria calda per essere riscaldata adeguatamente.

Va evitato di avere tutti i generatori posti su un solo lato dell'edificio se non si ha la certezza che il lancio raggiunga la zona fredda opposta, in quanto questo potrebbe portare a un ristagno di aria fredda in prossimità della parete opposta, che non sarebbe adeguatamente raggiunta dall'aria movimentata. In questi casi il consiglio è di installare i generatori su pareti e con direzioni di lancio contrapposte (Figura 1.5 p. 5).

Figura 1.5 Esempio di installazione con flussi contrapposti



In entrambi i casi si osserva come la distanza massima tra i flussi d'aria dei generatori è opportuno che non ecceda i 10/15 m.

### 1.4 POSIZIONAMENTO DEI GENERATORI CANALIZZABILI

I generatori d'aria calda canalizzabili consentono di trasferire l'aria calda prodotta in aree anche molto distanti dal generatore, utilizzando opportune condotte d'aria.

La scelta di utilizzare un generatore canalizzato ha anche un'altra finalità, quella cioè di immettere nelle zone che si vogliono riscaldare aria calda a bassa/bassissima velocità. È il caso, ad esempio, di produzioni dove la tipologia di lavorazione svolta richiede una movimentazione d'aria minima (filatura, lavorazione di materiale polveroso, presenza di polveri che possono essere sollevate da un eccessivo flusso d'aria).

Il posizionamento del generatore canalizzato può avvenire all'interno dello stesso locale oppure in un altro locale, diverso da quello riscaldato, per mezzo di una condotta d'aria, ma sempre all'interno degli edifici.

La presenza di un ventilatore centrifugo a servizio del generatore presuppone una maggiore rumorosità, che deve essere tenuta in opportuno conto nella scelta della posizione del generatore.

#### 1.4.1 Posizionamento in locale diverso da quello riscaldato

Nel caso il generatore sia posto in un locale diverso da quello riscaldato, è importante ricordarsi che:

- ▶ Il generatore aspira l'aria del locale ove è installato e la invia calda attraverso la canalizzazione. Il locale riscaldato quindi deve essere messo in comunicazione con quello del generatore.
- ▶ I locali possono essere messi in comunicazione tramite aperture o griglie di transito che non dovranno comunque mai essere ostruite o chiuse.
- ▶ In caso di presenza di griglie dotate di filtri aria, ricordarsi di mantenerli i filtri puliti con una manutenzione periodica che dipenderà dal grado di impurità nell'aria ambiente.
- ▶ Le griglie che consentono il ritorno dell'aria di ventilazione al generatore dovrebbero avere una sezione di passaggio pari ad almeno in doppio della sezione del canale di mandata, in modo

da ridurre velocità d'attraversamento, perdite di carico e rumorosità.

- ▶ Nel caso l'aria del ventilatore del generatore non possa essere presa dal locale riscaldato, sarà necessario prevedere nel locale di installazione una apertura che permetta l'afflusso dell'aria di ventilazione necessaria. Se questa viene prelevata dall'esterno, tenerne opportunamente conto nel calcolo del fabbisogno termico dell'edificio. Inoltre sarà da valutare la necessità di installazione all'interno del locale riscaldato di opportune serrande di sovrappressione.
- ▶ L'installazione di un generatore in un altro locale rispetto a quello riscaldato per questioni di prevenzione degli incendi non esime dalla verifica di tutte le norme di sicurezza e prevenzione incendi (ad esempio potrebbe essere necessaria l'installazione di una serranda tagliafuoco o di una parete divisoria di caratteristiche specifiche di resistenza al fuoco, calore e fumo).

#### 1.4.2 Progettazione della canalizzazione dell'aria

La canalizzazione dell'aria dovrà essere progettata e dimensionata tenendo conto di:

- ▶ portata aria minima da garantire al generatore (portata aria alla massima prevalenza utile)
- ▶ minima perdita di carico applicabile sulla mandata
- ▶ prevalenza massima utile del ventilatore centrifugo

Quest'ultimo dato è utile per il corretto dimensionamento del canale d'aria che non dovrà avere perdite di carico maggiori della prevalenza del ventilatore.

A titolo informativo, ricordiamo che le perdite di carico di maggiore entità in una condotta d'aria non sono costituite dai tratti rettilinei di canale, ma da perdite di carico localizzate come restringimenti, cambi di direzione e soprattutto le bocchette di emissione del calore nell'ambiente.

L'applicazione di una perdita di carico minima sulla mandata dell'aria calda, ove necessaria, serve a far funzionare il ventilatore centrifugo all'interno della propria curva di lavoro.

Per le canalizzazioni d'aria per i generatori di taglia medio/grande, si suggerisce di utilizzare, per il dimensionamento della canalizzazione, il metodo a perdita di carico costante (rastremazione dei canali nello sviluppo in lunghezza).



Ulteriori informazioni sulla canalizzazione dell'aria sono

disponibili nella Sezione C01.06.



Ulteriori informazioni sulle curve caratteristiche dei ventilatori e sulla prevalenza residua disponibile per i vari modelli sono disponibili nella Sezione C01.07.