

1 CRITERI PROGETTUALI

La progettazione dell'impianto di riscaldamento di un edificio artigianale o industriale che prevede l'utilizzo di uno o più sistemi combinati di riscaldamento Caldaia deve tenere conto di questi aspetti essenziali:

- ▶ La determinazione del fabbisogno di potenza per il riscaldamento e il ricambio d'aria degli ambienti
- ▶ La determinazione dell'eventuale fabbisogno di potenza per ACS, con produzione di tipo istantaneo oppure ad accumulo
- ▶ La determinazione della tipologia e della numerosità degli aerotermi da installare
- ▶ Il posizionamento delle caldaie esterne e degli aerotermi interni

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 del fabbisogno di 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.

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:

$$W = S \times \Delta t \times K$$

dove:

- ▶ W è il fabbisogno di potenza termica dell'edificio in W
- ▶ S è la superficie disperdente dell'edificio (pavimento, pareti, soffitto) in m²
- ▶ Δt è la differenza 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/m² 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/m² 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/m² 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 DEGLI APPARECCHI 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 di sistemi Caldaia (o di singole caldaie Tech) da installare. Sulla scelta della tipologia sono già state date indicazioni nella Sezione D01, che vengono sinteticamente riassunte nella Tabella 1.1 p. 2.

Tabella 1.1 Modelli Caldaia disponibili

Modello	potenza utile ⁽¹⁾ kW	Aerotermi	Portata aria massima ⁽²⁾ m ³ /h	Delta T aria trattata min K
Sistemi combinati caldaia e aerotermo per solo riscaldamento				
Caldaria 35 Tech SMART Caldaria 35 Tech PLUS	33,4	1	3000	31,8
Caldaria 55.1 Tech Mono	49,2	1	7200	19,5
Caldaria 55.1 Tech Dual		2	6000 (3000 x 2)	23,4
Caldaria 55.1 Tech Trial		3	10800 (3600 x 3)	13,0
Caldaria 100.2 Tech Dual	98,1	2	14400 (7200 x 2)	19,5
Caldaria 100.2 Tech Trial		3	9000 (3000 x 3)	31,2
Caldaria 100.2 Tech Quadri		4	13200 [(3600 x 2) + (3000 x 2)]	21,2
Sistemi combinati caldaia e aerotermo per riscaldamento e produzione istantanea di ACS				
Caldaria 35 Tech SMART ACS Caldaria 35 Tech PLUS ACS	33,4	1	3000	31,8

1. La potenza termica è riferita al funzionamento a pieno regime con acqua 80/60 °C.

2. Tutti gli aerotermi sono dotati di 3 velocità di ventilazione, selezionabili attraverso apposito comando di regolazione (per approfondimenti vedere Sezione F01.07).

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

- È sempre consigliato, quando possibile, installare generatori dotati di più aerotermi di potenza minore piuttosto che maggiore, perché ciò permette di ottenere una più omogenea distribuzione del calore, una migliore gestione della potenza erogata e una minore emissione sonora.
- Nello stesso locale è opportuno installare aerotermi della stessa taglia o di quella più prossima, in modo da non creare zone con una maggiore movimentazione dell'aria rispetto ad altre.

1.3 POSIZIONAMENTO DELLE CALDAIE E DEGLI AEROTERMI

1.3.1 Caldaia

La scelta del posizionamento delle caldaie esterne deve tenere conto di:

- Posizione dei punti di allaccio del gas
- Disponibilità di una parete esterna idonea
- Distanza dagli aerotermi interni

Non va inoltre dimenticato che le caldaie esterne devono prevedere lo scarico dei prodotti di combustione e quello di evacuazione della condensa, che dovranno essere realizzati conformemente alle norme vigenti.

1.3.1.1 Posizione dei punti di allaccio del gas

La posizione ideale della caldaia esterna è quella su una parete esterna che corrisponde specularmente a quella di installazione dell'aerotermo interno.

In questo modo le tubazioni che collegano le due unità saranno minime, con il vantaggio di essere più economiche e meno disperdenti. Nei casi in cui questo non sia possibile potrà essere privilegiata la posizione della caldaia che richiede il minimo percorso del tubo di alimentazione gas, che dovrà essere dimensionato opportunamente, onde garantire l'adeguata portata e pressione alla caldaia.

1.3.1.2 Disponibilità di una parete esterna idonea

Le caldaie sono progettate per essere collocate all'esterno e installate su una parete in grado di sopportare il peso e le sollecitazioni della caldaia.

Per le caldaie sopra i 35 kW la parete sulla quale viene installata la

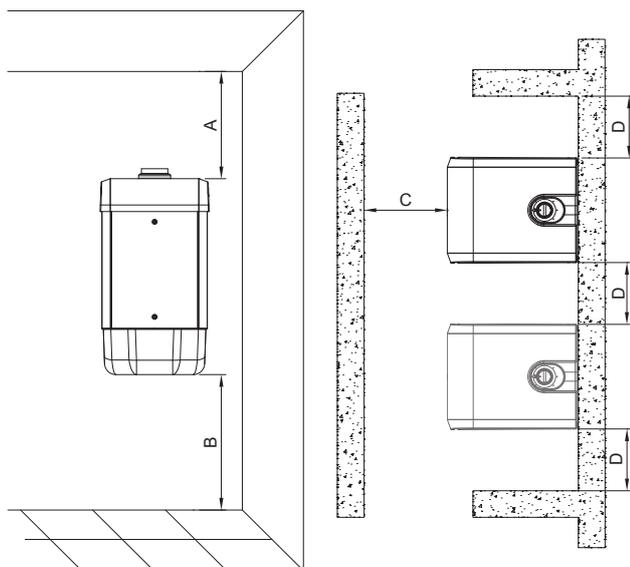
caldaia deve rispettare quanto previsto dalle norme di prevenzione incendi (si veda a tale proposito la Sezione F02.01).

In caso si voglia o si debba, per qualsiasi motivo, posizionare le caldaie in un ambiente chiuso, questo dovrà avere tutte le caratteristiche costruttive previste in caso di installazione in un locale di un apparecchio a gas di tipo B, cioè dotato di aspirazione dell'aria di combustione direttamente dal locale di installazione.

In caso la caldaia esterna venga installata su un supporto diverso da una parete, sarà necessario che il supporto sul quale la caldaia viene installata sia realizzato in modo da evitare che pioggia e neve penetrino nella caldaia dalla parte posteriore, che non è protetta dalle intemperie come invece le parti laterali, superiore e frontale.

Per consentire la manutenzione periodica della caldaia, l'installazione dovrà avvenire all'esterno rispettando le distanze indicate in Figura 1.1 p. 3 e comunque **ad una altezza da un piano di calpestio non superiore a 3 metri per garantire la corretta manutenzione in sicurezza.**

Figura 1.1 Distanze minime di rispetto



A > 250 mm
 B 0,5 ÷ 3 m
 C > 1 m
 D > 200 mm

1.3.1.3 Distanza dagli aerotermi

Ogni caldaia esterna è già dotata di un circolatore ad alta efficienza e prevalenza, in grado di portare l'acqua calda agli aerotermi interni. Per la prevalenza massima disponibile dei circolatori, fare riferimento ai dati tecnici dello specifico modello Caldaia utilizzato. Lunghezze eccessive o diametri eccessivamente ridotti delle tubazioni di collegamento possono provocare una riduzione della portata d'acqua nel circuito tale da penalizzare il funzionamento del sistema.

Si consiglia quindi di verificare che anche il percorso più sfavorito consenta di avere una adeguata portata d'acqua. Per il calcolo si faccia riferimento alle Tabelle 1.2 p. 3 e 1.3 p. 3.

Tabella 1.2 Perdite di carico

Portata acqua l/h	Perdite di carico in m c.a./m lineare - T media: 70 °C									
	Tubi in acciaio					Tubi in rame				
	¾"	1"	1" 1/4	1" 1/2	2"	20/22	25/28	32/35	39/42	51/54
900	0,032	0,010	0,003	-	-	0,036	0,012	0,004	-	-
1200	0,056	0,018	0,005	0,002	-	0,061	0,020	0,007	0,003	-
1500	0,084	0,027	0,007	0,003	-	-	0,031	0,010	0,004	-
1800	-	0,037	0,010	0,004	0,001	-	0,043	0,013	0,005	0,001
2100	-	0,050	0,013	0,006	0,002	-	0,053	0,017	0,007	0,002
2400	-	0,066	0,016	0,008	0,003	-	0,071	0,021	0,009	0,003
3000	-	-	0,024	0,011	0,004	-	-	0,028	0,012	0,004
3600	-	-	0,035	0,016	0,006	-	-	0,036	0,017	0,006
4200	-	-	0,046	0,021	0,007	-	-	0,054	0,022	0,007
Contenuto acqua l/m	0,37	0,59	1,20	1,39	2,22	0,31	0,49	0,80	1,19	2,04

Tabella 1.3 Lunghezze equivalenti

Lunghezza equivalente in metri	Tubi in acciaio				
	¾"	1"	1" 1/4	1" 1/2	2"
Curva 45°	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6
Curva a 90°	0,6	0,6	0,9	1,2	1,5
Curva 90° ampio raggio	0,6	0,6	0,6	0,6	0,9
Raccordo a T	1,5	1,5	1,8	2,4	3,0
Valvola di ritegno	1,5	1,5	2,1	2,7	3,3
Saracinesca	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3



Software di dimensionamento

Sul sito Robur è disponibile un software molto semplice ed intuitivo per il dimensionamento del circuito idraulico molto semplice ed intuitivo, che agevola in modo considerevole il calcolo o la verifica delle tubazioni scelte in funzione della configurazione di impianto.

1.3.2 Aerotermo

La scelta della posizione dell'aerotermo interno deve tener conto di:

- ▶ Altezza di installazione
- ▶ Lancio del getto d'aria
- ▶ Eventuale presenza ed influenza di più aerotermi

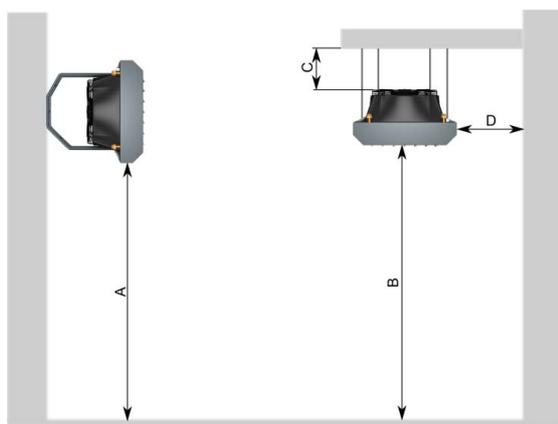
Ogni aerotermo, ad eccezione di quelli forniti con il modello

Caldaia 35 PLUS, dovrebbe essere dotato di comando che consenta la regolazione della velocità ed eventualmente anche del consenso di funzionamento. Per ulteriori dettagli relativi ai sistemi di controllo disponibili si rimanda alla Sezione F01.07.

1.3.2.1 Altezza di installazione

L'altezza ottimale consigliata da terra alla base dell'aerotermo dipende dalla sua taglia, come riportato nella Figura 1.2 p. 4.

Figura 1.2 Distanze di rispetto



- | | |
|-----------------|-----------------|
| Aerotermo 20 kW | Aerotermo 55 kW |
| Aerotermo 35 kW | A. 2,5 ÷ 4,5 m |
| A. 2,5 ÷ 3,0 m | B. 2,5 ÷ 8,0 m |
| B. 2,5 ÷ 6,0 m | C. > 0,3 m |
| C. > 0,3 m | D. > 0,5 m |
| D. > 0,5 m | |

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

È anche possibile, in alternativa, in modo particolare se l'edificio ha una altezza superiore a 6-7 m, utilizzare gli aerotermi con flusso d'aria verticale verso il basso, oppure utilizzare in accoppiamento agli aerotermi dei destratificatori Robur Air Tech, opportunamente dimensionati, che oltretutto possono essere gestiti insieme agli aerotermi per realizzare un sistema automatico di gestione della ventilazione all'interno dell'edificio.



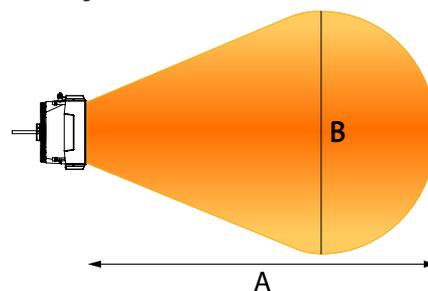
Per ulteriori informazioni sui dispositivi di controllo e sulle loro caratteristiche, si veda la Sezione F01.07.

1.3.2.2 Lancio d'aria

Il lancio d'aria di un aerotermo è la distanza dalla bocca dello stesso a cui la velocità residua dell'aria è indicativamente $\leq 0,5$ m/s.

La Figura 1.3 p. 4 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 aerotermo.

Figura 1.3 Morfologia del lancio d'aria



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

Il lancio non indica la zona interessata dal riscaldamento, ma solo la zona direttamente interessata dal 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 dall'aerotermo incontra sul suo percorso.

Per la scelta corretta degli aerotermi è fondamentale che il lancio d'aria non investa direttamente le pareti o eventuali ostacoli posti davanti all'aerotermo stesso, in quanto questo vanificherebbe in parte il contributo al riscaldamento dell'ambiente e aumenterebbe le dispersioni (nel caso di lancio che investa una parete perimetrale). Inoltre un corretto lancio d'aria consente una completa miscelazione dell'aria calda in uscita dall'aerotermo con l'aria ambiente (effetto induttivo), che riduce in modo sensibile la stratificazione dell'aria calda.

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

Nella Tabella 1.4 p. 4 sono riportati i lanci d'aria per i modelli di aerotermo disponibili.

Tabella 1.4 Lancio aria aerotermi

		Aerotermo 20 kW	Aerotermo 35 kW	Aerotermo 55 kW
Funzionamento in riscaldamento				
lancio (velocità residua < 0,5 m/s) (1)	m	20,0 (2)	17,0 (2)	28,0 (2)

- (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).
- (2) Range del flusso d'aria isoterma orizzontale, a velocità residua < 0,5 m/s

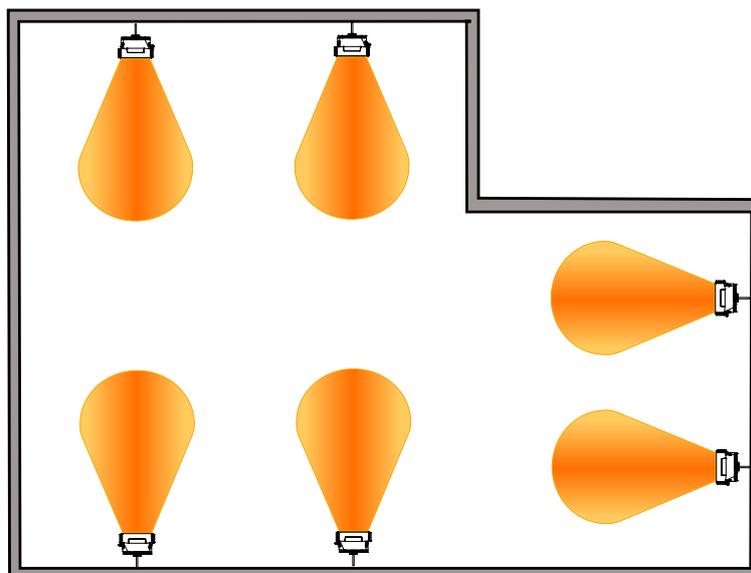
1.3.2.3 Eventuale presenza di più aerotermi

Nel caso di installazione di più aerotermi 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 gli aerotermi stessi, che porterebbe a una distribuzione disomogenea del calore, con conseguenti zone di comfort inferiore.

La scelta consigliata è di posizionare gli aerotermi 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. 5 seguente.

Figura 1.4 Esempio di installazione di aerotermi 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 gli aerotermi 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 gli aerotermi su pareti e con direzioni di lancio contrapposte (Figura 1.5 p. 5).

Figura 1.5 Distribuzione flussi aria

