

Dimensionamento

dei riscaldamenti centrali a legna

1. Introduzione

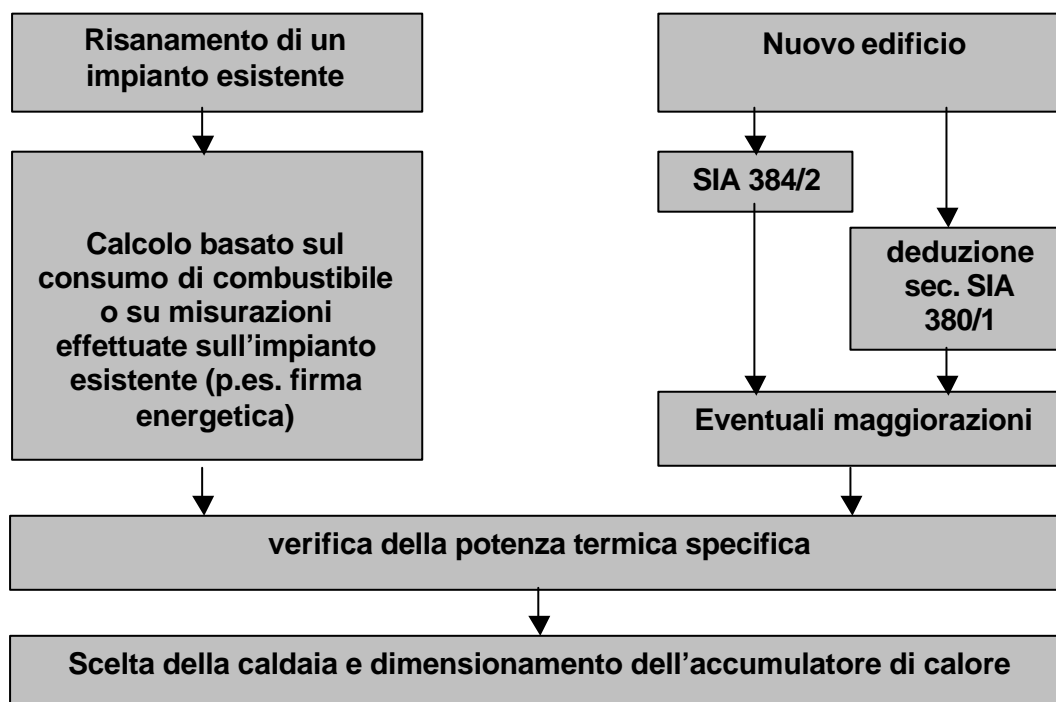
Il dimensionamento corretto dei riscaldamenti centrali a legna permette un esercizio vantaggioso dal punto di vista economico ed energetico, in sintonia con l'uso razionale dell'energia negli edifici.

Questa scheda tecnica è destinata soprattutto agli specialisti del settore degli impianti di riscaldamento.

2. Procedura

Lo schema seguente illustra la procedura da adottare per il corretto dimensionamento di riscaldamenti centrali a legna in immobili esistenti e in nuovi edifici.

Procedura di calcolo per un dimensionamento corretto



3. Risanamento (sostituzione caldaia esistente)

In caso di risanamento è possibile determinare la potenza termica (realmente necessaria) del nuovo riscaldamento centrale a legna sulla base del **consumo annuo medio di combustibile** o tramite **misurazioni del tasso di carico del vecchio impianto**.

3.1. Determinazione della potenza termica sulla base del consumo di combustibile o di energia elettrica

3.1.1. Sostituzione di caldaie a olio o a gas

La potenza termica realmente necessaria può essere determinata sulla base del consumo annuo di combustibile, tramite le formule di Weiersmüller [1] qui riportate. Esse corrispondono al diagramma, rispettivamente al disco di Weiersmüller. Il calcolo è basato su sull'ipotesi di una temperatura ambiente di 20 °C e fornisce buoni risultati soprattutto per edifici abitativi provvisti di caldaie con una potenza non superiore a 100 kW.

Altopiano svizzero

Con acqua calda ¹⁾	Senza acqua calda ²⁾
$\dot{Q}_{term.nec} = \frac{\text{consumo}^3}{300^4} \text{ [kW]}$	$\dot{Q}_{term.nec} = \frac{\text{consumo}^3}{265^4} \text{ [kW]}$

Sopra gli 800 m s.l.m.

Con acqua calda ¹⁾	Senza acqua calda ²⁾
$\dot{Q}_{term.nec} = \frac{\text{consumo}^3}{330^4} \text{ [kW]}$	$\dot{Q}_{term.nec} = \frac{\text{consumo}^3}{295^4} \text{ [kW]}$

$\dot{Q}_{term.nec}$ = potenza termica necessaria alla temperatura esterna determinante [kW]

¹⁾ Preparazione dell'acqua calda sanitaria (a.c.s.) tramite la caldaia durante tutto l'anno

²⁾ Preparazione dell'acqua calda sanitaria (a.c.s.) tramite l'elettricità durante tutto l'anno

³⁾ In litri di olio e.l. (1kg di olio corrisponde a ca. 1.19 litri)
(1 m³ di gas corrisponde a ca. 0.93 litri di olio)

⁴⁾ Coefficiente di conversione

Occorre ricordare che queste formule si riferiscono ad edifici abitativi dotati di un isolamento termico tradizionale e di una caldaia con un rendimento annuo fra il 70% e l'85%. Se la caldaia esistente ha un **rendimento molto scarso** (< 70%) si rischia un **sovradimensionamento**.

N.B.: Sopra gli 800 m.s.m il coefficiente va aumentato: da 300 --> 330 e da 265 --> 295
Per località in Ticino in zone di bassa altitudine (Lugano, Bellinzona, Locarno, Medrisio), il coefficiente va ridotto: da 300 --> 285 e da 265 --> 260

Esempio di calcolo

Oggetto: casa plurifamiliare, Altopiano svizzero, superficie di riferimento energetico (SRE) 400 m², buon isolamento termico, produzione a.c.s. tramite la caldaia durante tutto l'anno. Consumo annuo medio di 5'280 litri di olio.

$$\dot{Q}_{term.nec} = \frac{5'280}{300} = 17.6 \text{ kW}$$

La potenza termica necessaria è dunque di circa **18 kW**. Per la verifica del risultato si può calcolare la potenza termica specifica corrispondente.

$$\frac{18'000 \text{ W}}{400 \text{ m}^2} = 45 \text{ W/m}^2$$

Il valore risultante di 45 W/m² corrisponde ad un edificio abitativo esistente provvisto di un buon isolamento termico e viene dunque confermato (cfr. capitolo 6).

Attenzione: Nei seguenti casi le formule forniscono risultati piuttosto approssimativi, e si rende dunque necessario raccogliere ulteriori informazioni per procedere a eventuali correzioni (cfr. anche capitolo 5):

- Consumo elevato di a.c.s. (p.es. cucine collettive, impianti sportivi)
- Apporti di calore interni (apparecchi elettrici, ecc.) e esterni (irradiazione solare) elevati
- Utilizzazione limitata ad alcuni periodi dell'anno
- Abbassamento della temperatura durante i fine settimana
- Presenza di impianti di ventilazione e condizionamento
- Produzione di calore per processi industriali.

3.1.2. Sostituzione di caldaie a legna a carica manuale (ciocchi)

La potenza termica necessaria può essere calcolata sulla base del consumo annuo di combustibile utilizzando le seguenti formule. I calcoli si basano sull'ipotesi di una temperatura dei locali di 20°C, sulla preparazione dell'acqua calda sanitaria con la caldaia durante tutto il periodo di riscaldamento, e si riferiscono a riscaldamenti centrali a legna di vecchio tipo, caratterizzati da un grado di utilizzazione annuale $\eta_A = 50\%$ (grado di rendimento annuo). I nuovi impianti a legna dimensionati in modo ottimale presentano un grado di utilizzazione annuale $\eta_A = 65-70\%$. La sostituzione di un vecchio riscaldamento centrale a legna può quindi portare ad una sensibile riduzione del fabbisogno di combustibile.

Altopiano svizzero

Tipo di legna: legno duro ¹⁾	Tipo di legna: legno tenero ²⁾
$\dot{Q}_{term.nec} = \frac{\text{consumo}^{3)}}{1.8^{4)}} \text{ [kW]}$	$\dot{Q}_{term.nec} = \frac{\text{consumo}^{3)}}{2.5^{4)}} \text{ [kW]}$

Sopra gli 800 m s.l.m.

Tipo di legna: essenze dure ¹⁾	Tipo di legna: essenze tenere ²⁾
$\dot{Q}_{term.nec} = \frac{\text{consumo}^{3)}}{2^{4)}} \text{ [kW]}$	$\dot{Q}_{term.nec} = \frac{\text{consumo}^{3)}}{2.8^{4)}} \text{ [kW]}$

$\dot{Q}_{term.nec}$ = potenza termica necessaria alla temperatura esterna determinante [kW]

¹⁾ essenze dure: faggio, quercia, frassino, castagno, alberi da frutta ecc.

²⁾ essenze tenere: abete rosso, abete bianco, pino silvestre, pioppo, ecc.

³⁾ In steri, 1 stero = catasta di legna in pezzi di 1 m x 1 m x 1 m (3 m³ di cippato di legna = 1 stero di legna in ciocchi),

⁴⁾ Coefficiente di conversione

N.B.: Sopra gli 800 m s.l.m. il coefficiente di conversione va aumentato da 1.8 -> 2 e da 2.5 -> 2.8

Esempio di calcolo

Oggetto: abitazione rurale, Altopiano svizzero, superficie di riferimento energetico (SRE) 160 m², buon isolamento termico del solaio, doppie finestre ermetiche. Consumo annuo medio di 24 steri di legna di conifere (abete rosso).

$$\dot{Q}_{term.nec} = \frac{24}{2.5} = 9.6 \text{ kW}$$

La potenza termica necessaria è dunque di circa **10 kW**.

$$\frac{10'000 \text{ W}}{160 \text{ m}^2} = 62.5 \text{ W/m}^2 \text{ (fabbisogno specifico di potenza termica)}$$

Il valore risultante di 62.5 W/m² corrisponde ad un edificio abitativo esistente provvisto di un isolamento termico convenzionale e viene dunque confermato (cfr. capitolo 6).

Nei seguenti casi le formule forniscono risultati piuttosto approssimativi, e si rende dunque necessario raccogliere ulteriori informazioni per procedere a eventuali correzioni (cfr. anche capitolo 5):

- Grado di utilizzazione annuale (η_A) del riscaldamento centrale e legna da sostituire sensibilmente superiore a $\eta_A = 50\%$

- Importanti apporti di calore interni (apparecchi elettrici, ecc.) e esterni (irradiazione solare, collettori solari per supporto al risc.)
- Utilizzazione limitata ad alcuni periodi dell'anno

3.1.3. Sostituzione di riscaldamenti elettrici a resistenza

La potenza termica necessaria può essere calcolata sulla base del consumo annuo di corrente elettrica utilizzata per riscaldare l'immobile e produrre l'acqua calda sanitaria, applicando le formule sottoindicate. Qualora non sia possibile stabilire il consumo tramite le misurazioni del contatore di energia elettrica, il fabbisogno di potenza termico deve essere calcolato seguendo la procedura applicata nel caso di edifici nuovi come specificato al punto 4.2.

I calcoli si basano sull'ipotesi di una temperatura dei locali di 20°C.

Altopiano svizzero

$$\dot{Q}_{term.nec} = \frac{\text{consumo di energia elettrica}^{1)}}{2'100^{2)}}$$

Sopra gli 800 m s.l.m.

$$\dot{Q}_{term.nec} = \frac{\text{consumo di energia elettrica}^{1)}}{2300^{2)}}$$

$\dot{Q}_{term.nec}$ = potenza termica necessaria alla temperatura di dimensionamento [kW]

¹⁾ Consumo di energia elettrica per riscaldare l'edificio e produrre l'acqua calda [kWh]

²⁾ Coefficiente di conversione

3.1.4. Misurazione del tasso di carico (firma energetica)

Questo metodo permette di analizzare in modo dettagliato i diversi regimi di funzionamento delle caldaie ad olio o a gas (non modulanti) ed è utilizzato in particolare quando non è possibile stabilire la potenza termica richiesta sulla base consumo annuo di combustibile, oppure nel caso di edifici di grandi dimensioni con impianti di potenza superiore a 100 kW (scuole, ospedali, stabili amministrativi e industriali, ecc.).

Per ottenere dei dati significativi è necessario un rilevamento del tasso di carico orario del bruciatore (α) e della temperatura esterna sull'arco di circa tre settimane, durante le quali la temperatura esterna dovrà avere variazioni di una certa ampiezza (p. es. da -5 a +10 °C). Per maggiori dettagli si rimanda all'Allegato A1, alla pubblicazione [7] *Dimensionamento e sostituzione di caldaie* e alla documentazione del corso "La firma energetica", SUPSI, 1999.

4. Edifici nuovi

4.1. Potenza termica calcolata secondo la raccomandazione SIA 384/2 *Fabbisogno di potenza termica degli edifici [2]*

Questo metodo si applica agli edifici nuovi o, in caso di importanti risanamenti energetici anche a edifici esistenti, e consente di stabilire il fabbisogno di potenza termica di ogni singolo locale. Questi calcoli sono indispensabili per il dimensionamento dei radiatori o del riscaldamento a pavimento. A partire dai valori di ogni singolo locale si stabilisce poi il fabbisogno totale di potenza termica per l'intero edificio.

4.2. Determinazione del fabbisogno di potenza termica, sulla base della racc. SIA 380/1 *L'energia nell'edilizia [2]*

Una volta stabilito il fabbisogno di energia termica per riscaldamento Q_r in base alla raccomandazione SIA 380/1, si possono utilizzare i dati di base calcolati (valori U e superfici corrispondenti, nonché il volume riscaldato dell'edificio) per ottenere il fabbisogno totale di potenza termica $\dot{Q}_{tot.Ed}$.

$$\begin{aligned}\dot{Q}_{Tr,e} &= \Sigma (U_e \cdot A_e) \cdot (t_i - t_e) && (U = \text{coefficiente di trasmissione termica, prima: } k) \\ \dot{Q}_{Tr,non.risc.} &= \Sigma (U_{n.r.} \cdot A_{n.r.}) \cdot (t_i - t_{n.r.}) \\ \dot{Q}_{Tr,s} &= \Sigma (U_s \cdot A_s) \cdot (t_i - t_{suolo}) \\ \dot{Q}_{Vent} &= f \cdot 0.3 \cdot V \cdot (t_i - t_e) \\ \dot{Q}_{tot.Ed} &= \dot{Q}_{Tr,e} + \dot{Q}_{Tr,non.risc.} + \dot{Q}_{Tr,s} + \dot{Q}_{Vent}\end{aligned}$$

$\dot{Q}_{Tr,e}$ = fabbisogno di potenza termica per la trasmissione verso l'esterno [W]

$\dot{Q}_{Tr,non.risc.}$ = fabbisogno di potenza termica per la trasmissione verso locali non riscaldati [W]

$\dot{Q}_{Tr,s}$ = fabbisogno di potenza termica per la trasmissione verso il terreno [W]

\dot{Q}_{Vent} = fabbisogno di potenza termica per la ventilazione [W]

$\dot{Q}_{tot.Ed}$ = fabbisogno di potenza termica per l'intero edificio [W]

$U_e, U_{n.r.}, U_s$ = coefficiente di trasmissione termica verso l'esterno, verso locali non riscaldati, verso il terreno [W/m²K]

V = volume riscaldato netto dell'edificio [m³]

$A_{e., n. r., s.}$ = superficie dell'elemento di costruzione [m²]

f = prodotto della densità dell'aria per il rispettivo calore specifico
(Altopiano svizzero: 0.32; 1'000 m s.l.m.: 0.30; 2'000 m s.l.m.: 0.26)

0.3 = tasso di ricambio d'aria minimo [h⁻¹]

t_i = temperatura ambiente interna del locale [°C]

t_e = temperatura esterna determinante [°C]

$t_{n.r.}$ = temperatura dei locali non riscaldati * [°C]

t_s = temperatura del terreno * [°C]

*) secondo SIA 384/2

N.B.: Per un dimensionamento corretto dei radiatori o riscaldamento a pavimento è indispensabile eseguire il calcolo secondo SIA 384/2. Lo stesso vale nel caso di impianti di ventilazione meccanica.

Esempio di calcolo

Oggetto: casa monofamiliare, costruzione massiccia, superficie di riferimento energetico (SRE) 180 m², volume riscaldato 360 m³, Q_r= 204 MJ/m²a, senza produzione di acqua calda, situata a Berna.

Superfici

- 110 m² tetto
- 120 m² di pareti esterne
- 30 m² di finestre, inclusi i telai
- 90 m² di superfici verso locali non riscaldati
- 30 m² di superfici verso terreno

Valore U

0.25 W/m ² K
0.30 W/m ² K
1.60 W/m ² K
0.40 W/m ² K
0.40 W/m ² K

Temperature di dimensionamento secondo SIA 384/2

- temperatura interna dei locali $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- temperatura esterna determinante $t_e = -8 \text{ }^\circ\text{C}$
- temperatura garage/cantina non riscaldati $t_{n. r.} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$
- temperatura del suolo $t_s = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

Fabbisogno di potenza termica per trasmissione verso **l'esterno**:

$$\dot{Q}_{Tr,e} = [(0.25 \cdot 110) + (0.3 \cdot 120) + (1.6 \cdot 30)] \cdot [20 - (-8)] = \mathbf{3122 \text{ W}}$$

Fabbisogno di potenza termica per la trasmissione verso **locali non riscaldati**:

$$\dot{Q}_{Tr,non.risc.} = [(0.4 \cdot 90) \cdot (20 - 5)] = \mathbf{540 \text{ W}}$$

Fabbisogno di potenza termica per la trasmissione verso **il terreno**:

$$\dot{Q}_{Tr,s} = [(0.4 \cdot 30) \cdot (20 - 0)] = \mathbf{240 \text{ W}}$$

Fabbisogno di potenza termica per **la ventilazione**:

$$\dot{Q}_{Vent} = [(0.32 \cdot 0.3 \cdot 360) \cdot [20 - (-8)]] = \mathbf{968 \text{ W}}$$

Il fabbisogno totale di potenza termica per l'edificio ammonta quindi a:

$$\dot{Q}_{tot.Ed} = 3122 + 540 + 240 + 968 = \mathbf{4870 \text{ W}}$$

La maggiorazione per la rimessa in moto (rilancio) e la compensazione delle perdite di distribuzione alla ripartizione del calore è pari al 15% (cfr. capitolo 5). Si ottiene dunque una **potenza termica necessaria** di:

$$\dot{Q}_{term.nec} = 4870 \text{ W} \cdot 1.15 = \mathbf{5600 \text{ W}}$$

La potenza termica specifica si calcola come segue:

$$\frac{5600 \text{ W}}{180 \text{ m}^2} = 31 \text{ W/m}^2$$

Per la **verifica** della potenza termica specifica vedi capitolo 6.

5. Maggiorazioni del fabbisogno totale di potenza termica $\dot{Q}_{tot.Ed}$

Le maggiorazioni del fabbisogno di potenza termica possono essere dovute a:

- Potenza necessaria alla produzione di a.c.s. (acqua calda sanitaria)
- Potenza termica per compensare le perdite di distribuzione del calore
- Potenza termica richiesta per impianti di ventilazione meccanica o per la produzione di calore di processo (calore industriale)

Edifici abitativi:

Di regola in edifici adibiti ad abitazioni e provvisti di impianti automatici di riscaldamento a legna (a base di cippato o pellets) non si applica alcuna maggiorazione per il riscaldamento dell'a.c.s.. Nel caso di riscaldamenti centrali a legna a carica manuale (ciocchi) e dotati di accumulatore si deve tener conto del fabbisogno termico per riscaldare l'a.c.s., ma per contro non si applica una maggiorazione per riportare in temperatura l'edificio dopo l'abbassamento notturno. Siccome le due maggiorazioni si compensano, la potenza termica necessaria nel caso di installazioni automatiche a legna (a base di cippato o pellets) e quella di un riscaldamento centrale a pezzi di legna sono pressoché equivalenti.

Edifici amministrativi:

La maggior parte degli edifici amministrativi presenta un modesto fabbisogno di a.c.s.. Una maggiorazione della potenza non è pertanto necessaria. Eventuali supplementi per impianti di ventilazione e climatizzazione nonché per la produzione di calore di processo (calore industriale) vanno conteggiati separatamente.

Per edifici tradizionali, siano essi abitativi o meno, la potenza termica necessaria può quindi essere calcolata come segue:

$$\dot{Q}_{term.nec} = (\text{da } 1.10 \text{ a } 1.15) \cdot \dot{Q}_{tot.Ed}$$

$\dot{Q}_{term.nec}$ = potenza termica necessaria [kW]

$\dot{Q}_{tot.Ed}$ = fabbisogno termico totale [kW]

6. Verifica dei risultati

La verifica dei risultati può basarsi sulla potenza termica specifica, che a sua volta viene calcolata dividendo la potenza termica per la superficie di riferimento energetico (superficie riscaldata lorda dell'edificio).

Tipo di edificio	W/m ²
Abitazioni esistenti con isolamento termico "normale"	50 ... 70
Abitazioni esistenti con buon isolamento termico	40 ... 50
Nuovi edifici, conformi alle attuali prescrizioni	30 ... 40
Edifici amministrativi tradizionali	60 ... 80

Osservazione: Il calcolo della potenza termica specifica è soltanto uno strumento di verifica approssimativo. Per ottenere un dimensionamento corretto bisogna attenersi ai metodi descritti in precedenza.

7. Combustibile “legna”

Legna in pezzi (ciocchi, squarconi)

Prima di scegliere la caldaia, occorre chiarire con chi gestirà l'impianto di riscaldamento quali sono i tipi di legna che verranno utilizzati.

Il fabbisogno annuo di combustibile può allora essere stimato applicando le seguenti formule:

Altopiano svizzero

Tipo di legna: essenze dure ³⁾

$$\text{Fabbisogno annuo di legna}^{1)} = \dot{Q}_{term.nec} \times 1.4^{2)} \text{ [steri]}$$

Tipo di legna: essenze tenere ⁴⁾

$$\text{Fabbisogno annuo di legna}^{1)} = \dot{Q}_{term.nec} \times 1.9^{2)} \text{ [steri]}$$

Sopra gli 800 m s.l.m.

Tipo di legna: essenze dure ³⁾

$$\text{Fabbisogno annuo di legna}^{1)} = \dot{Q}_{term.nec} \times 1.6^{2)} \text{ [steri]}$$

Tipo di legna: essenze tenere ⁴⁾

$$\text{Fabbisogno annuo di legna}^{1)} = \dot{Q}_{term.nec} \times 2.1^{2)} \text{ [steri]}$$

$\dot{Q}_{term.nec}$:= potenza termica necessaria alla temperatura determinante [kW]

¹⁾ Fabbisogno annuo di combustibile, in steri di legna

²⁾ Coefficiente di conversione

³⁾ Essenze dure: faggio, quercia, frassino, castagno, betulla, alberi da frutta ecc.

⁴⁾ Essenze tenere: abete rosso, abete bianco, pino silvestre, pioppo ecc.

Il contenuto massimo di acqua (umidità relativa) della legna non deve superare il 20%. I requisiti precisi devono essere chiariti d'intesa con il fabbricante della caldaia a ciocchi a carica manuale, che è tenuto a confermare l'idoneità della caldaia per i tipi di legna che verranno usati. Egli dovrà inoltre comunicare per iscritto eventuali restrizioni. La lunghezza e lo spessore massimi della legna che si potrà utilizzare viene prescritto dal tipo di caldaia scelta.

Cippato (anche chiamati trucioli)

Il fabbisogno annuo di combustibile può essere stimato applicando le seguenti formule:

Altopiano svizzero

essenze dure ³⁾ : contenuto di acqua a = 20 - 40%

$$\text{Fabbisogno annuo di combustibile}^{1)} = \dot{Q}_{term.nec} \times 3.2^{2)} \text{ [m}^3\text{T]}$$

Essenze tenere ⁴⁾ : contenuto di acqua a = 20 - 40%

Residui di lavorazione del legno duro: tasso di umidità a = 20 - 40%

$$\text{Fabbisogno annuo di combustibile}^{1)} = \dot{Q}_{term.nec} \times 5.0^{2)} \text{ [m}^3\text{T]}$$

Sopra gli 800 m s.l.m.

Essenze dure ³⁾ : contenuto di acqua a = 20 - 40%

$$\text{Fabbisogno annuo di combustibile}^{1)} = \dot{Q}_{term.nec} \times 3.5^{2)} \text{ [m}^3\text{T]}$$

Essenze tenere ⁴⁾ : contenuto di acqua a = 20 - 40%

Residui di lavorazione del legno duro: contenuto di acqua a = 20 - 40%

$$\text{Fabbisogno annuo di combustibile}^{1)} = \dot{Q}_{term.nec} \times 5.5^{2)} \quad [\text{m}^3\text{T}]$$

1) Fabbisogno annuo di cippato (truciolato) in metri cubi [m³T]

2) Coefficiente di conversione

3) Essenze dure: faggio, quercia, frassino, castagno, betulla, alberi da frutta ecc.

4) Essenze tenere: abete rosso, abete bianco, pino silvestre, pioppo ecc.

Per gli impianti a cippato con una potenza inferiore ai 70 kW, è opportuno utilizzare cippato con un contenuto di acqua a inferiore al 40% (w < 40%).

Pellets

Il fabbisogno annuo di combustibile può essere stimato applicando le seguenti formule:

Altopiano svizzero

$$\text{Fabbisogno annuo di combustibile}^{1)} = \dot{Q}_{term.nec} \times 650^{2)} \quad [\text{kg di pellets}]$$

Sopra gli 800 m s.l.m.

$$\text{Fabbisogno annuo di combustibile}^{1)} = \dot{Q}_{term.nec} \times 720^{2)} \quad [\text{kg di pellets}]$$

1) Fabbisogno annuo di combustibile in kg di pellets (kg); massa specifica: 650 kg/m³

2) Coefficiente di conversione

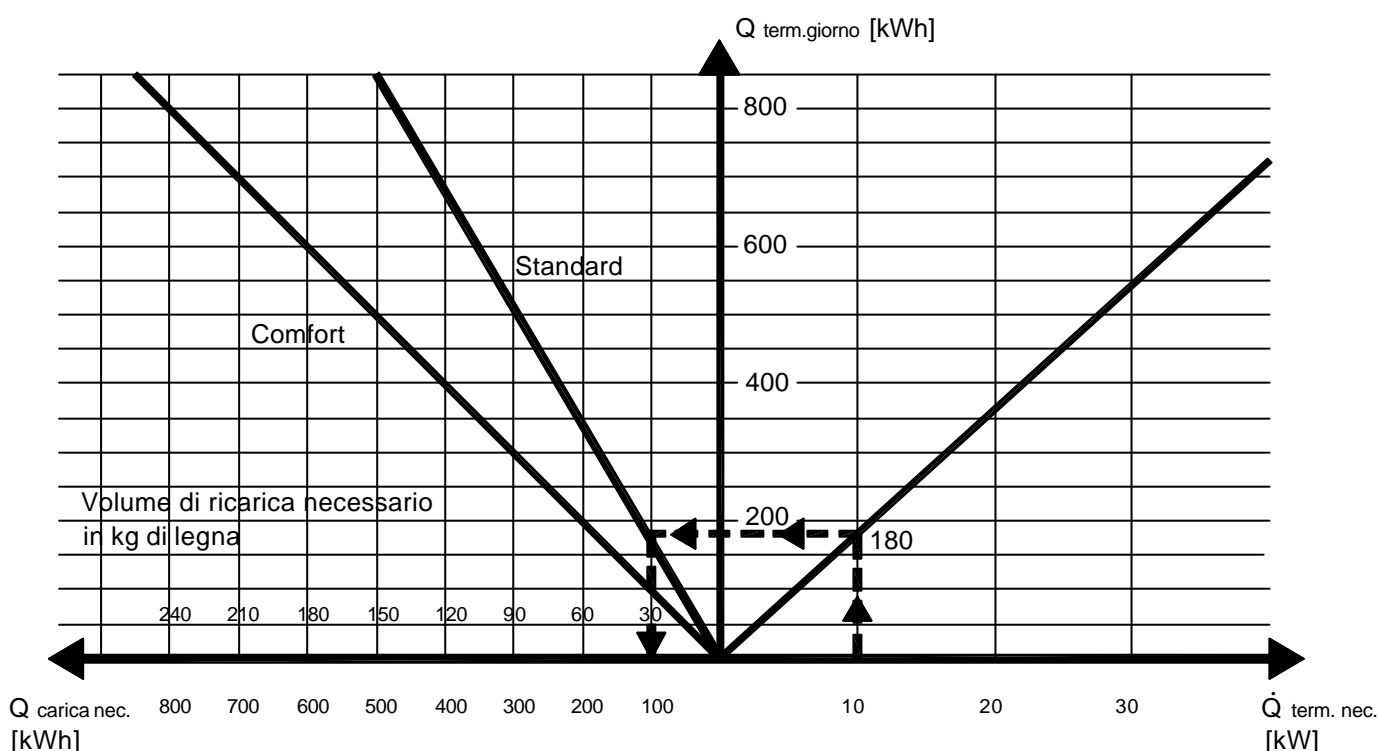
8. Dimensionamento di riscaldamenti centrali a legna

8.1. Caldaia a carica manuale, per legna in pezzi, con accumulatore di calore

La scelta della caldaia a ceppi di legna può essere attuata con l'aiuto del nomogramma qui illustrato, il quale combina fra loro i seguenti parametri:

- $\dot{Q}_{term.nec}$ = potenza termica necessaria (kW) alla temperatura determinante (cfr. cap. da 3 a 6)
- $Q_{term.giorno}$ = fabbisogno giornaliero di energia termica alla temperatura determinante [kWh]
- $Q_{term.giorno} = \dot{Q}_{term.nec} \times 18 \text{ h}$

Dimensionamento della caldaia per legna in pezzi a carica manuale



Procedimento

- 1) Inserire $\dot{Q}_{term.nec}$
- 2) Stabilire, con chi si occuperà dell'impianto, il livello di comfort desiderato
- 3) Scegliere, sulla base delle indicazioni fornite dal fabbricante, la caldaia che, con il tipo di legna definito, per ogni carica è in grado di fornire almeno il calore utile $Q_{car.nec}$, (cfr. capitolo 7), o che dispone del volume di carica necessario.

$Q_{carica.nec}$ = calore utile necessario per carico risp. per ricarica della caldaia

Osservazione: per un dimensionamento ottimale della caldaia è bene optare, per quanto possibile, per il livello di comfort di gestione "Standard".

Comfort di gestione dell'impianto di riscaldamento

Decisivo per il dimensionamento della caldaia a carica manuale funzionante con legna a pezzi di legna, è il comfort che l'impianto deve offrire a livello di gestione, nel senso di frequenza delle cariche della caldaia:

Standard

- **Con una temperatura esterna media di 4 °C, è sufficiente un'unica carica al giorno**
- Sull'arco dei 220 giorni che compongono il periodo di riscaldamento annuale, durante 50 giorni la caldaia deve essere ricaricata due volte al giorno.

Comfort

- **Alla temperatura determinante, è sufficiente un'unica ricarica**
Il comfort, accresciuto grazie al fatto che non occorre più ricaricare la caldaia due volte al giorno bensì una sola (alla temperatura determinante), implica per contro un raddoppio del volume di carica della caldaia, nonché un incremento del volume necessario dell'accumulatore di calore. Tutto ciò implica importanti perdite di calore e riduce pertanto il grado di utilizzazione anno η_A .

Esempio di dimensionamento di una caldaia per legna in pezzi a carica manuale

Si sceglie la caldaia a legna tenendo conto dell'esempio di calcolo del capitolo 3.1.2.

$\dot{Q}_{term.nec.} = 10 \text{ kW}$ (punto di partenza sul nomogramma)

--> $Q_{term. giorno.}$ ammonta a 180 kWh

Comfort di gestione desiderato: standard

--> $Q_{carica nec.} = 100 \text{ kWh}$

Scelta della caldaia

La scelta della caldaia si base sui dati forniti dal fabbricante:

Caldaia per legna in pezzi tipo A caratterizzata dai seguenti dati tecnici:

- calore utile per carico di legna tenera:
 $Q_{carica} = 135 \text{ kWh}$; il requisito $Q_{carica} > Q_{carica nec.}$ è pertanto soddisfatto
- potenza termica nominale $\dot{Q}_{term.nom} = 24 \text{ kW}$
- potenza termica minima secondo omologazione $\dot{Q}_{term.min} = 12 \text{ kW}$

Dimensionamento dell'accumulatore di calore

Il volume minimo dell'accumulatore $V_{acc.}$ è definito dalle formule o dal diagramma della norma CEN EN 303-5 qui di seguito illustrati:

$$V_{acc.} = 15 \cdot Q_{car.} \cdot (1 - 0.3 \times \dot{Q}_{term.nec} / \dot{Q}_{term.min}) \quad [l]$$

$V_{acc.}$ = volume minimo dell'accumulatore [l]

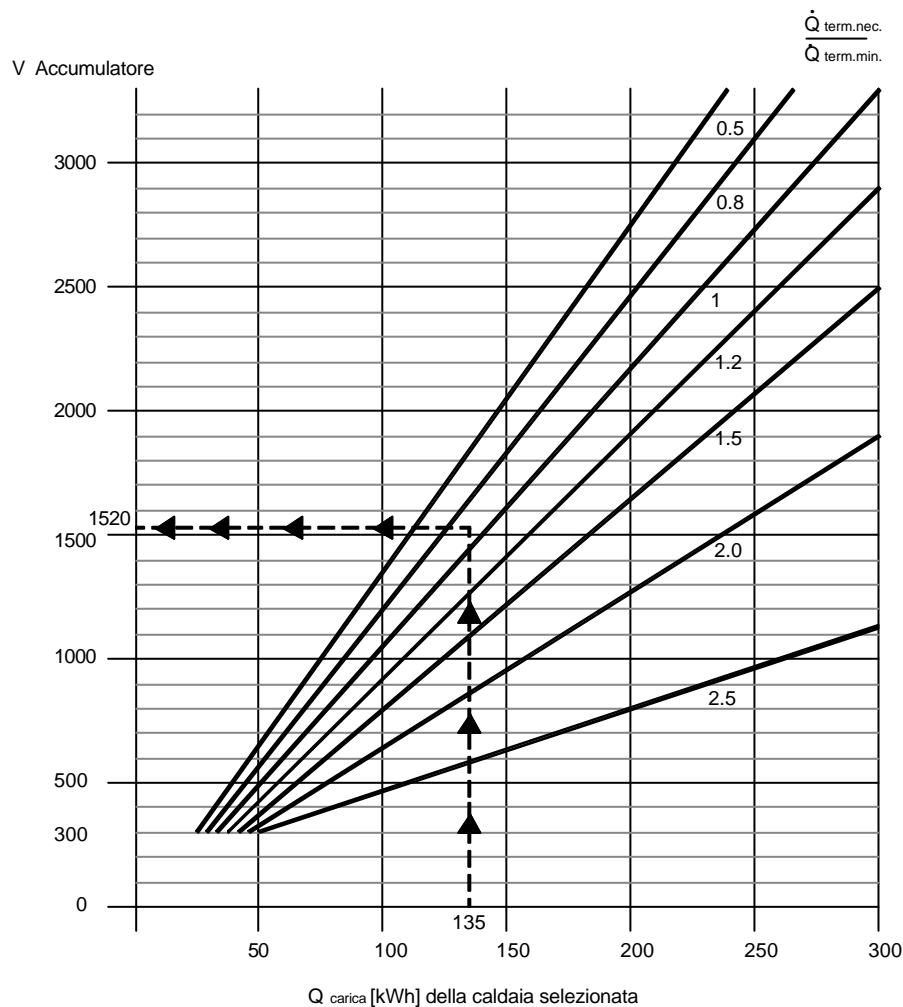
$\dot{Q}_{term.nom}$ = potenza termica nominale [kW]

TB = durata della combustione [h]

$Q_{carica} = Q_{term. nom.} \times TB =$ calore utile per carica [kWh]

$\dot{Q}_{term.nec}$ = potenza termica necessaria [kW]

$\dot{Q}_{term.min}$ = potenza termica minima [kW], in presenza della quale sono ancora soddisfatte le esigenze sulle emissioni delle CEN. Nel caso di una caldaia con potenza regolabile la $\dot{Q}_{term.min}$ si situa attualmente attorno al 50% del carico nominale della caldaia.



Determinante per il volume necessario dell'accumulatore è la potenza termica minima $\dot{Q}_{term.min}$. Quanto più $\dot{Q}_{term.min}$ è contenuta per rapporto alla potenza termica nominale $\dot{Q}_{term.nom}$, tanto più ridotto risulta essere il volume richiesto dell'accumulatore. Nel caso di caldaie omologate, la $\dot{Q}_{term.min}$, verificata al momento dell'esame di omologazione, figura sulla documentazione tecnica.

Il calcolo del volume raccomandato dell'accumulatore che si deduce dal diagramma è basato sull'ipotesi di un salto termico andata/ritorno di 55 °C (per es. 85 °C – 30 °C), per una temperatura esterna di + 10 °C e con una richiesta di potenza termica $\dot{Q}_{term.nec}$ pari al 30% della potenza termica alla temperatura determinante. Vista la notevole differenza di temperatura, è necessario rispettare i criteri illustrati nel capitolo 9.

Esempio di dimensionamento dell'accumulatore di calore

Il dimensionamento dell'accumulatore di calore avviene sulla base dei dati esposti nell'esempio che illustra il dimensionamento della caldaia per legna in pezzi:

$$\dot{Q}_{term.nec} / \dot{Q}_{term.min} = 10 \text{ kW} / 12 \text{ kW} = 0.83$$

$$Q_{carica} = 135 \text{ kWh} = \dot{Q}_{term.nom} \times TB$$

$$V_{acc.} = 15 \cdot 135 \text{ kWh} [1 - 0.3 \times (10 \text{ kW} / 12 \text{ kW})] \approx 1518 \text{ l}$$

$$V_{acc.} \text{ deducibile dal diagramma} \approx 1520 \text{ l}$$

8.2. Scelta della caldaia per riscaldamenti a cippato o a pellets

La potenza necessaria della caldaia $\dot{Q}_{cald.nec}$ [kW] corrisponde alla potenza termica necessaria $\dot{Q}_{term.nec}$ [kW], giusta i capitoli 3 e 5. Un sovradimensionamento della potenza della caldaia comporterebbe una diminuzione del tasso di carico della stessa e quindi un aumento delle perdite di conversione.

Per un esercizio ottimale sono necessarie:

- **una regolazione della potenza** fra il 30% e il 100%, in quanto il fabbisogno di potenza termica è soggetto a notevoli oscillazioni di carico;
- **l'installazione di un dispositivo di accensione automatica** per rendere superfluo il mantenimento della brace, fonte di perdite considerevoli, poichè la produzione di calore di un impianto a cippato o a pellets è necessaria soltanto per circa metà della stagione di riscaldamento (riduzione notturna, periodi di transizione).

9. Circuiti standard per caldaie a carica manuale con accumulatore di calore

In linea di principio è raccomandabile attenersi ai circuiti standard sperimentati con successo e proposti dal fornitore dell'impianto. Per quanto riguarda i sistemi che prevedono la combinazione di energia dal legno e energia solare è bene ricorrere ai circuiti standard illustrati nel raccoglitore Swissolar ENS, registro 5, capitolo 5.3.3, pagine 3 e 4 [3]. Per garantire una gestione energetica ottimale dell'accumulatore, è opportuno attenersi ai criteri esposti qui di seguito.

Sistema di resa del calore

Il criterio più importante è l'ottenimento di una temperatura di ritorno la più bassa possibile. Ciò presuppone che nell'intero sistema di riscaldamento l'acqua del circuito di andata non entri direttamente in contatto con quella del circuito di ritorno.

Circuito caldaia

La distribuzione di calore dalla caldaia al resto dell'impianto deve avvenire ad una temperatura di andata costantemente elevata. Il fabbricante della caldaia deve fornire un sistema di regolazione atto a mantenere queste condizioni di esercizio. Una possibilità consiste nel regolare a temperatura costante il circuito di andata, oppure nel regolare a temperatura costante il circuito di ritorno con valvole.

Accumulatore di calore

Al fine di ottenere una buona stratificazione dell'accumulatore di calore, occorre scegliere allacciamenti di dimensioni generose ed munirli, all'interno dell'accumulatore, di deflettori per frenare le turbolenze.

Tutti gli allacciamenti dovrebbero essere provvisti di un sifone onde evitare una circolazione monotubo (parassita), vale a dire che sono esclusi gli allacciamenti direttamente orientati verso l'alto o in orizzontale.

Per quanto attiene all'isolamento termico va osservato che, se si vogliono evitare importanti perdite di calore, è bene attenersi ai seguenti requisiti:

- isolamento termico laterale ben aderente con un allacciamento ermetico al coperchio isolante dell'accumulatore, per escludere qualsiasi effetto camino;
- isolare gli allacciamenti dell'accumulatore fino all'isolamento termico dello stesso;
- collegare più accumulatori in serie.

Scaldacqua

Il riscaldamento dell'acqua avviene di preferenza tramite l'impiego di uno scaldacqua situato all'interno dell'accumulatore di calore oppure con uno scaldacqua separato che disponga di uno scambiatore di calore tubolare interno sufficientemente grande.

Onde evitare che nella fase del caricamento dello scaldacqua separato la stratificazione dell'accumulatore subisca oscillazioni troppo grandi, possono essere adottate le seguenti misure:

- A: la condotta di ritorno dello scaldacqua arriva al centro dell'accumulatore;
- B: limitazione della temperatura di ritorno a < 50 °C; il processo di caricamento è interrotto in caso di superamento della temperatura di ritorno;
- C: limitazione a 150-250 l/h del flusso del sistema di caricamento dello scaldacqua.

Gruppo di riscaldamento

Dal momento che l'accumulatore elimina la pressione del circuito di andata e ritorno, il gruppo di riscaldamento va concepito come circuito con valvola a tre vie. Nel caso di sistemi di riscaldamento a bassa temperatura, occorre prevedere una miscelazione del circuito di resa del calore.

10. Osservazioni

- Isolare sistematicamente le condotte di distribuzione del calore nel pieno rispetto delle prescrizioni cantonali significa assicurarsi una riserva supplementare di potenza termica.
- I parametri di regolazione installati devono figurare sulla documentazione che illustra l'esercizio dell'impianto. Un contatore termico permette di controllare facilmente la potenza termica della caldaia e la resa del calore per carica.
- Per indicazioni generali sul legno quale fonte di energia come pure sull'impiego dei principali sistemi di combustione si consiglia di consultare il Vademecum "Energia del legno" [4].
- Sono disponibili ulteriori schede tecniche sul dimensionamento di impianti per la produzione di calore [5].

1. Bibliografia

- [1] Weiersmüller R. : *Abbau der Energieverschwendung*, Adeguamento della potenza della caldaia per mezzo di un disco di dimensionamento, Ingegneri e architetti svizzeri, 27-28/1980
- [2] Società svizzera degli ingegneri e architetti:
- Raccomandazione 380/1 *L'energia nell'edilizia*, 1998
 - Norma 384/1 *Zentralheizungen*, 1991
 - Raccomandazione 384/2 *Fabbisogno di potenza termica degli edifici*, 1982
- Ottenibili presso:
Società svizzera degli ingegneri e architetti, casella postale, 8039 Zurigo, tel. 01 283 15 60
- [3] SWISSOLAR: raccoglitore Solar ENS
Ottenibile presso:
SWISSOLAR, Seefeldstrasse 5a, 8008 Zurigo, tel. 01 250 88 33
- [4] Associazione svizzera per l'energia dal legno ASEL: *Vademecum energia dal legno*
Ottenibile presso:
Associazione svizzera per l'energia dal legno ASEL, Seefeldstrasse 5a, 8008 Zurigo, tel. 01 250 88 11
- [5] Opuscolo: *Dimensionamento di caldaie a nafta e a gas*, Ufficio federale dell'energia, Berna 1996
Ottenibile presso:
Ufficio centrale federale degli stampati e del materiale UCFSM, 3003 Berna, no d'ordinazione 805.161 i, fax 031 325 50 58
- [6] Opuscolo: *Dimensionierung von Wärmepumpen*, Ufficio federale dell'energia, Berna 1999
Ottenibile presso:
Ufficio centrale federale degli stampati e del materiale UCFSM, 3003 Berna, no d'ordinazione 805.161.1 d, fax 031 325 50 58
- [7] Opuscolo: *Dimensionamento e sostituzione di caldaie*, Ufficio federale dei problemi congiunturali, Berna, 1998
Ottenibile presso:
Ufficio centrale federale degli stampati e del materiale UCFSM, 3003 Berna, no d'ordinazione 724.617 i, fax 031 325 50 58