

**POSIZIONE DI AiCARR SUL D.LGS. 28/11
PER GLI ASPETTI RIGUARDANTI LE RINNOVABILI TERMICHE:
ERRATA CORRIGE**

Il Documento sulla posizione di AiCARR sul D.Lgs. 28/11 per gli aspetti riguardanti le rinnovabili termiche è stato tradotto in lingua inglese per essere pubblicato sul sito di REHVA (*Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations*).

Nel procedere alla traduzione, AiCARR ha notato alcune imprecisioni nel testo, che ha provveduto a correggere.

Nelle pagine successive troverete l'errata corrige del documento che è stato inviato in forma cartacea a tutti i Soci AiCARR e che è stato disponibile sul sito fino al 28 febbraio 2012.

Il documento che è scaricabile a partire da quella data contiene già le dovute correzioni.

AiCARR ringrazia i propri Soci e tutti coloro che hanno dimostrato grande interesse per questo documento: abbiamo ad oggi avuto più di 2000 contatti.



AiCARR
Cultura e Tecnica per Energia Uomo e Ambiente

situazione di una pompa di calore acqua – acqua che sfrutta come sorgente fredda due flussi d'acqua, uno a temperatura superiore, non sempre disponibile, e uno a temperatura inferiore.

SPF_{PdC} corrisponde al COP medio ed è uguale a 2,66 (rapporto tra l'energia prodotta dalla pompa di calore e l'energia elettrica assorbita dai compressori: 2.000/750).

Utilizzando il calcolo corretto, ovvero quello puntuale, per $COP = 2$ risulta $REP = 0,8$ e quindi non si ha produzione di energia da fonte rinnovabile, mentre per $COP = 4$ la quantità di energia da fonte rinnovabile calcolata applicando la (1.1) è pari a 750 kWh, che rappresenta il 37,5% sul totale.

Se il calcolo viene invece effettuato sulla media stagionale, secondo il D.Lgs. 28/11, la quantità di energia da fonte rinnovabile diventa pari a 0 kWh, perché $SPF_{PdC} = 2,66$ è inferiore al valore limite di 2,875. Questo è ovviamente un errore grave, perché si rischia di scartare una soluzione che invece riesce a coprire buona parte dell'energia prodotta da fonte rinnovabile richiesta dal Decreto per il periodo di riscaldamento.

L'impostazione media stagionale può portare anche a sovrastimare la percentuale di energia rinnovabile. Se solamente cambiassero leggermente le quantità prodotte dalla pompa di calore acqua - acqua, ad esempio se si aumentasse a 1250 kWh l'energia prodotta a $COP = 4$, e di conseguenza si diminuisse a 750 kWh l'energia prodotta a $COP = 2$, SPF_{PdC} diventerebbe uguale a 2,91 (2.000 kWh prodotti diviso 687,5 kWh assorbiti dai compressori), quindi superiore al limite minimo di 2,875 e pertanto la quantità di energia prodotta da fonte rinnovabile sarebbe 1.313 kWh, pari al 65,6% sul totale, secondo l'attuale impostazione del Decreto. Questo è ovviamente un errore, perché dei 1.250 kWh prodotti a $COP = 4$, solamente 937,5 kWh, pari a una percentuale del 46,8% sul totale del fabbisogno totale, deriverebbero da fonte energetica rinnovabile.

L'impostazione attuale del Decreto comporta due conseguenze negative, descritte nei paragrafi successivi, in quanto penalizza le pompe di calore alimentate con altri combustibili, in particolare il metano, e non tiene conto dell'influenza di una eventuale integrazione con altri generatori.

1.2.1.2.1 - La penalizzazione delle pompe di calore alimentate con altri combustibili

Le pompe di calore possono essere alimentate anche con fonti energetiche diverse da quella elettrica. Infatti, esistono sia pompe di calore con ciclo frigorifero a compressione collegate a motori endotermici (sistema Total Energy), sia pompe di calore che lavorano con cicli diversi (pompe di calore ad assorbimento). Entrambe le tecnologie sono descritte nell'Allegato A.

Queste tipologie di pompe di calore sono fortemente penalizzate, in quanto sono caratterizzate dall'utilizzo diretto di Energia Primaria e quindi i loro valori di SPF_{PdC} , se inseriti direttamente nella (1.1), forniscono valori di E_{RES} inferiori a quelli delle pompe di calore elettriche. Ciò avviene perché, come già detto, la (1.1) non considera il Rapporto di Energia Primaria, ma solo l'energia finale.

Per capire quanto questa impostazione sia sbagliata, si consideri un ciclo frigorifero in grado di avere un COP medio stagionale pari a 4, con un compressore collegato in un caso alla rete elettrica e in un altro ad un motore con rendimento elettrico del 30% e rendimento termico del 50%. Nel secondo caso tutta l'energia termica del raffreddamento del motore viene recuperata e utilizzata per il riscaldamento. I bilanci energetici sono schematizzati in Figura 1.3. Come si può notare, in termini di REP la pompa di calore con motore endotermico si comporta meglio, perché sfrutta il recupero di calore del motore, tuttavia è penalizzata dal D.Lgs. 28/11, in quanto la quantità di energia da fonte rinnovabile è calcolata in base alla (1.1).

L'Esempio Numerico 3 evidenzia questa criticità.

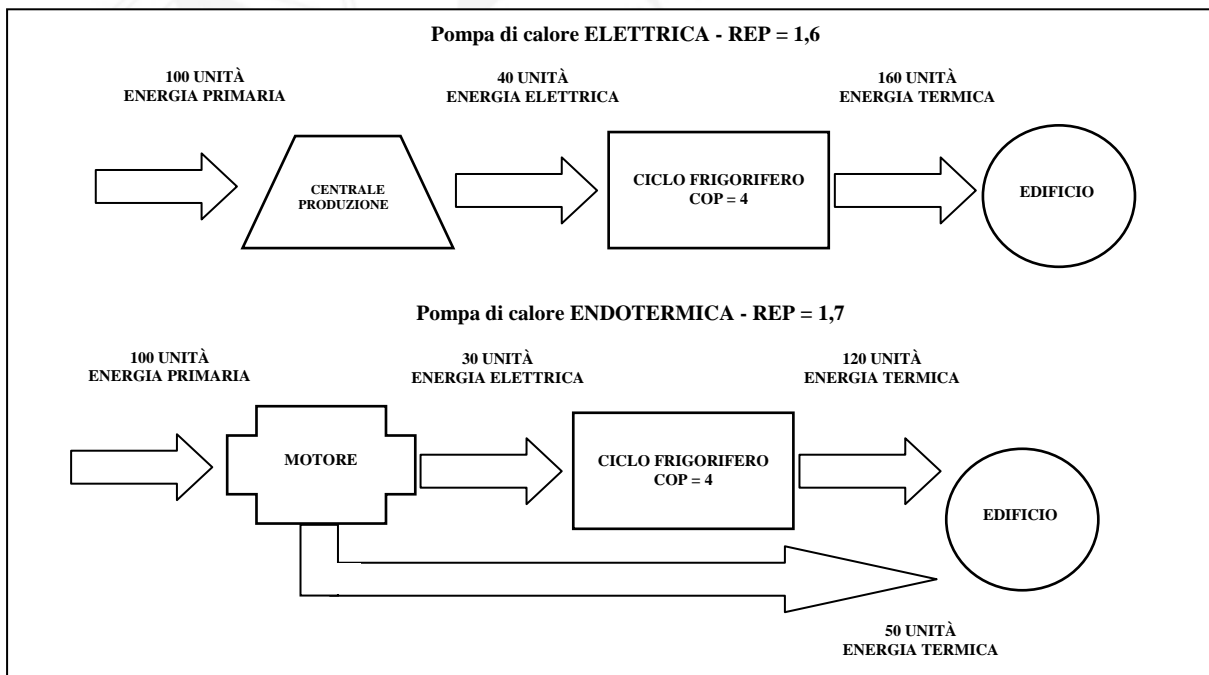


Fig. 1.3 - Bilancio di energia su pompe di calore con compressore elettrico e con compressore alimentato ad un motore endotermico. Il COP del ciclo frigorifero è uguale in entrambi i casi

sfruttamento della sorgente e delle caratteristiche del terreno. Le condizioni del terreno tendono a raggiungere un "equilibrio di lungo periodo" dopo un certo numero di anni di funzionamento della pompa di calore, solitamente dopo almeno 8 anni. La diminuzione del valore di temperatura del terreno provoca naturalmente, a parità di resa, una diminuzione del rendimento termodinamico della macchina, e con questo una diminuzione nel prelievo di calore dal terreno e un aumento del richiamo di calore dal terreno circostante, il che spiega il raggiungimento di un equilibrio. Tuttavia il punto di equilibrio, in termini di valore di temperatura del terreno, non sempre è compatibile con il funzionamento corretto della pompa di calore; in questo caso si parla di "deriva termica", la cui efficienza si riduce al diminuire del valore della temperatura.

Se il sistema funziona anche in estate è possibile rigenerare la sorgente, grazie al calore di condensazione. Una eventuale deriva termica con un aumento del valore della temperatura del terreno porta ad un miglioramento dell'efficienza invernale e quindi va considerato un fenomeno sempre positivo.

Il Metodo AiCARR prevede di considerare come energia da fonte rinnovabile anche un'aliquota dell'energia restituita al terreno durante la stagione estiva, secondo l'equazione:

$$E_{RES,rig} = \frac{1}{y} E_{g,Est} = \frac{1}{y} E_{PdC,Est} \left(1 + \frac{1}{EER_S} \right) \quad \text{se} \quad E_{PdC,Est} \left(1 + \frac{1}{EER_S} \right) < E_{g,Inv}$$

$$E_{RES,rig} = \frac{1}{y} E_{g,Inv} \quad \text{se} \quad E_{g,Est} > E_{g,Inv} \quad (1.14)$$

dove:

- $E_{RES,rig}$ = energia da fonte rinnovabile derivante dalla rigenerazione della sorgente;
- $E_{PdC,Est}$ = energia frigorifera prodotta dalla pompa di calore geotermica;
- $E_{g,Est}$ = energia ceduta alla sorgente geotermica nel funzionamento estivo;
- EER_S = coefficiente di prestazione medio stagionale della pompa di calore in funzionamento estivo;
- $E_{g,Inv}$ = energia sottratta alla sorgente geotermica nel periodo invernale;
- y = coefficiente di integrazione: corrisponde al numero di anni necessari per la rigenerazione del terreno (si può considerare uguale a 10).

Logica alla base dell'equazione (1.14)

L'equazione nasce per calcolare una frazione dell'energia termica di scarto prodotta durante il funzionamento invernale, come rigenerazione della sorgente geotermica.

Il problema è la riduzione delle prestazioni della pompa di calore nel raggiungimento dell'equilibrio di lungo periodo, quando questa sia usata nel solo funzionamento invernale. Utilizzando la pompa di calore anche in funzionamento estivo, si restituisce alla sorgente terreno una quantità di energia termica pari alla somma dell'intera quantità di energia frigorifera prodotta e della quantità di energia assorbita dal compressore. AiCARR propone di considerare come energia da fonte rinnovabile una frazione di tale quantità totale, funzione del numero di anni necessari per la rigenerazione.

L'Esempio Numerico 12 aiuta a comprendere meglio.

ESEMPIO NUMERICO 12

Calcolare l'ulteriore quantità di energia prodotta per rigenerazione da fonte energetica rinnovabile utilizzando una pompa di calore geotermica che produca 100.000 kWh con $SPF_{PdC} = 4$, nelle ipotesi che in estate lavori con $EER_S = 4$ e che il fabbisogno estivo sia $E_{PdC,Est} = 50.000$ kWh nel primo caso e 300.000 kWh nel secondo caso.

L'energia sottratta dal terreno nel funzionamento invernale è uguale a 75.000 kWh, pari al rapporto tra l'energia prodotta in inverno e SPF_{PdC} $[100.000(1-1/4)] = 75.000$.

Pertanto, l'ulteriore quantità di energia da fonte rinnovabile è:

Caso 1: $E_{PdC,Est} = 50.000 + (50.000 \cdot 1/4) = 62.500$ kWh (minore di $E_{g,Inv} = 75.000$ kWh)

$$E_{RES,rig} = \frac{1}{y} E_{PdC,Est} \left(1 + \frac{1}{EER_S} \right) = \frac{1}{10} 62.500 \left(1 + \frac{1}{4} \right) = 6.250 \text{ kWh}$$

Caso 2: $E_{g,Est} = 300.000 + (300.000 \cdot 1/4) = 375.000$ kWh (maggiore di $E_{g,Inv} = 75.000$ kWh)

$$E_{RES,rig} = \frac{E_{g,Inv}}{y} = \frac{75.000}{10} = 7.500 \text{ kWh}$$

NOTA: L'equazione (1.14) rimane la stessa anche quando si impone un calcolo basato sulla somma dei risultati puntuali, come previsto nel paragrafo 2.1. Infatti il calcolo della $E_{RES,rig}$ può essere fatto solo su valori medi stagionali.

1.9 - Il teleriscaldamento ed i sistemi cogenerativi e trigenerativi alimentati da combustibili fossili

Il teleriscaldamento deve essere considerato come un sistema in grado di sfruttare le fonti energetiche rinnovabili solamente se collegato a sistemi cogenerativi e trigenerativi. Non bisogna assolutamente prendere in considerazione i sistemi di teleriscaldamento i cui generatori siano esclusivamente caldaie.

La logica è sempre la stessa: bisogna premiare solamente sistemi a basso consumo energetico, quindi con alti valori di REP_S .

Nel caso di sistemi cogenerativi e trigenerativi diventa ancora più importante ragionare in termini di energia primaria per essere coerenti con il sistema di incentivazione definito dal DM 5 settembre 2011, emanato dal Ministero per lo Sviluppo Economico, inerente la cogenerazione ad alta efficienza.

L'effetto dei sistemi cogenerativi e trigenerativi deve essere considerato nel seguente modo:

- 1) quando sono collegati anche a pompe di calore elettriche, per la quota parte di energia termica recuperata per produrre l'elettrica necessaria alle stesse pompe di calore (cfr. paragrafo 2.3.1), bisogna operare in analogia a quanto fatto nel caso delle pompe di calore con motore endotermico;
- 2) nei sistemi cogenerativi senza pompe di calore oppure per la quota parte restante dell'energia elettrica utilizzata da altre utenze che non siano pompe di calore elettriche, il recupero di calore del motore deve essere considerato riduzione del carico termico;
- 3) nei sistemi trigenerativi, la produzione di energia frigorifera deve essere considerata riduzione del fabbisogno per il raffrescamento estivo.

L'Esempio Numerico 13 aiuta a comprendere meglio i tre punti appena elencati.

ESEMPIO NUMERICO 13

Un sistema trigenerativo ha un rendimento elettrico medio stagionale pari al 30% e un rendimento termico medio stagionale pari al 50%. Il gruppo frigorifero ad assorbimento utilizzato d'estate ha $COP_S = 0,7$.

Il sistema è a servizio di un edificio il cui fabbisogno è pari a 1.100.000 kWh termici in funzionamento invernale ed a 1.000.000 kWh termici in funzionamento estivo.

Il sistema produce 300.000 kWh elettrici in funzionamento invernale e altri 300.000 kWh elettrici in funzionamento estivo.

La copertura del fabbisogno invernale è assicurata:

- da una pompa di calore con $SPF_{PdC} = 4$ (consumo elettrico 150.000 kWh) per 600.000 kWh;
- dal sistema trigenerativo per 500.000 kWh.

Quindi nel funzionamento invernale il sistema trigenerativo produce 300.000 kWh elettrici, dei quali 150.000 kWh a servizio della pompa di calore.

La produzione di energia termica invernale dal recupero di calore del motore è pari a 500.000 kWh (valore che si ottiene dividendo il valore di 300.000 kWh elettrici per il rendimento elettrico, pari a 0,3, e moltiplicando il risultato per il rendimento termico, pari a 0,5), dei quali 250.000 kWh sono prodotti come recupero dalla produzione di energia elettrica a servizio della pompa di calore.

Sintetizzando si ha:

Funzionamento invernale – punto 1

Il sistema si comporta come una pompa di calore a motore endotermico, per la quota parte di produzione di energia elettrica pari alle necessità della pompa di calore, che lavora con $REP_S = 1,7$ (somma del prodotto del valore del rendimento elettrico per quello di SPF_{PdC} e del valore del rendimento termico ($0,3 \cdot 4 + 0,5 = 1,7$), come mostrato in Figura 1.3 di pagina 13. Di conseguenza, dalla (1.6) si ottiene $SPF_{C,Sist} = 1,7/0,4 = 4,25$ e la percentuale di energia da fonte rinnovabile è pari al 76,4%.

Quindi, l'energia da fonte rinnovabile prodotta dal sistema pompa di calore – trigeneratore è pari a 650.000 kWh; infatti, 600.000 kWh sono prodotti dalla pompa di calore, 250.000 kWh sono recuperati dal motore, e la loro somma, pari a 850.000, deve essere moltiplicata per la percentuale di energia da fonte rinnovabile calcolata in base alla (1.6), che è uguale a 0,764.

Funzionamento invernale – punto 2

Il recupero di calore del motore nel funzionamento invernale è pari a 500.000 kW, dei quali 250.000 kWh sono calcolati come quota parte del sistema pompa di calore – trigeneratore ed i restanti 250.000 kWh devono essere considerati come riduzione dei fabbisogni termici.

Funzionamento estivo – punto 3

In estate la produzione di energia termica come recupero dal motore è ugualmente pari a 500.000 kWh termici che vengono inviati ad un gruppo frigorifero ad assorbimento, per produrre 350.000 kWh frigoriferi, da considerare come riduzione del fabbisogno estivo.

Riepilogo finale:

- Fabbisogno termico invernale: 850.000 kWh, dati dalla differenza tra il fabbisogno termico ed il recupero dal motore, pari a $1.100.000 - 250.000$, come al punto 2
- Fabbisogno termico estivo: 650.000 kWh, dati dalla differenza tra il fabbisogno termico e la produzione del gruppo frigorifero ad assorbimento alimentato dal recupero del motore, come al punto 3
- Fabbisogno termico totale: 1.500.000 kWh, pari alla somma del fabbisogno estivo e di quello invernale
- $REP_{S,Sist} = 1,7$
- $SPF_{C,Sist} = 4,25$
- Energia prodotta da fonte rinnovabile, secondo la (1.6) = 650.000 kWh
- Percentuale di energia da fonte rinnovabile sul fabbisogno totale: 43,3%
- Ulteriore energia da produrre con fonte rinnovabile in estate: 100.000 kWh.

1.10 - Il solare termico

Anche nel caso di solare termico, per la produzione di energia sia per l'acqua calda sanitaria e il riscaldamento che per il raffrescamento, il Metodo AiCARR si basa sul SPF , considerando il consumo elettrico per gli ausiliari: