

PROMEMORIA 8 | 2022

## Pompe di calore con inverter

Sul mercato svizzero, le pompe di calore con inverter sono sempre più diffuse. Per mettere in funzione queste pompe di calore e ottimizzarne l'esercizio sono richieste competenze specifiche. Il presente promemoria elenca e chiarisce i requisiti, le disposizioni e le informazioni più importanti sull'argomento.

Con la tecnologia a inverter, la potenza termica della pompa di calore viene adeguata automaticamente allo specifico fabbisogno termico dell'edificio, in funzione della temperatura della fonte di calore. Se combinato con un corretto bilanciamento idraulico e con un'impostazione ottimizzata della curva di riscaldamento, questo sistema migliora il comfort e dunque il benessere. Allo stesso tempo si riducono drasticamente i consumi di corrente della pompa di calore. Poiché a una riduzione della potenza termica (commisurata allo specifico fabbisogno) corrisponde una minore potenza elettrica di azionamento, le pompe di calore con inverter sono maggiormente compatibili con gli impianti fotovoltaici rispetto a quelle prive di inverter. In tal modo si favorisce infatti l'utilizzo della corrente autoprodotta.



## Come funziona la tecnologia a inverter

La velocità del compressore è determinata dalla frequenza di rete. Nella rete di distribuzione questa frequenza è mantenuta costante a 50 Hz. Gli inverter consentono di modulare in modo variabile la frequenza per il compressore, regolando così la velocità e quindi la potenza. Una riduzione della frequenza provoca una riduzione della velocità del compressore e dunque della potenza.

Ciò significa che per il calcolo della potenza di un compressore con inverter non è più possibile prendere a riferimento le ore di esercizio.

## Progettazione e requisiti di configurazione

Per la configurazione e il dimensionamento di una pompa di calore con inverter, non è sufficiente basarsi sull'usuale punto di riferimento (ad es. A2W35 o B0W35).

È necessario ottimizzare l'impianto in base alle specificità dell'immobile, affidando la progettazione a uno specialista di riscaldamento. Bisogna evitare che la potenza termica massima della pompa di calore con inverter superi di molto quella effetti-

vamente richiesta secondo la temperatura esterna di progetto. La potenza massima deve avvicinarsi il più possibile al fabbisogno dell'edificio.

L'efficienza ottimale di una pompa di calore con inverter viene raggiunta non alla velocità massima del compressore, bensì al 70% circa della sua velocità massima, a seconda del prodotto e del tipo. Questa caratteristica è in linea con la distribuzione di Gauss della temperatura esterna, il cui valore massimo è di circa +4 °C.

### Formula empirica per la determinazione della potenza massima della pompa di calore

Il valore  $Q_{h\text{Edificio}}$  deve collocarsi tra il 75% e il 100% della potenza della pompa di calore  $Q_{pc\text{max}}$ .

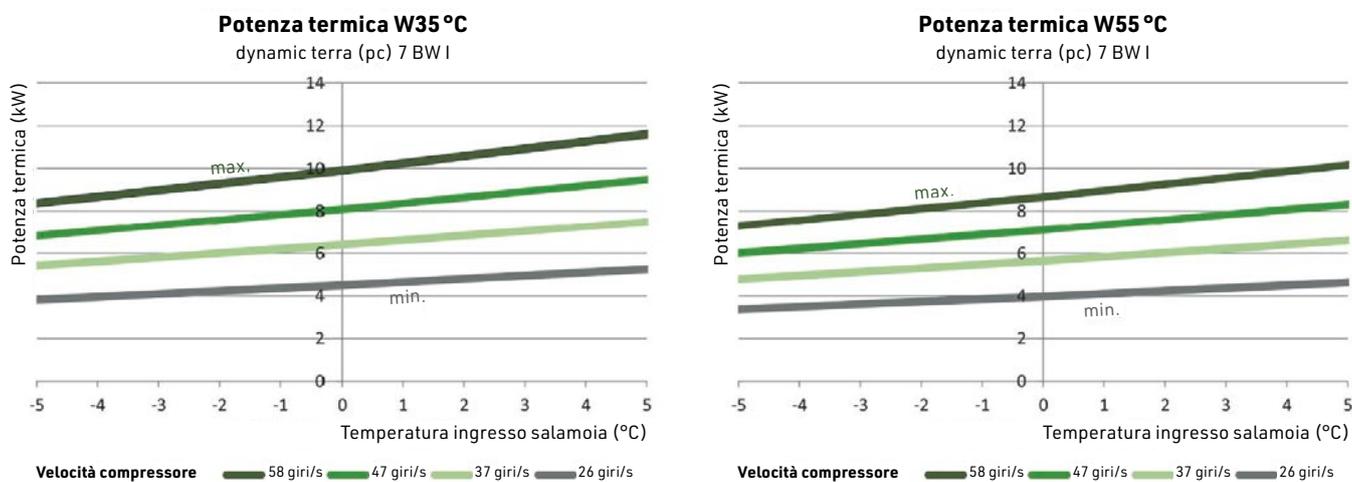
Si tratta della stessa procedura utilizzata per la configurazione di una pompa di calore on/off. La differenza è che bisogna considerare un determinato intervallo di esercizio.

Per ottimizzare l'esercizio di una pompa di calore con inverter è necessario impiegare pompe di circolazione a velocità variabile.

Applicazione salamoia/acqua B0W35		
• Efficienza energetica del riscaldamento ambiente «clima medio» 35 °C	$\eta_s$	209
• Efficienza energetica del riscaldamento ambiente «clima medio» 55 °C	$\eta_s$	158
• Efficienza energetica della preparazione di acqua calda profilo di consumo / $\eta_{wh}$ 35 °C / 55 °C	$\eta_s$	XL / 100
• Coefficiente di prestazione stagionale «clima medio» 35 °C / 55 °C	SCOP	5.4 / 4.2
Dati sulle prestazioni di riscaldamento max. e min. secondo SN EN 14511		
• Potenza termica max. B0W35	kW	7.9
• Potenza termica min. B0W35	kW	1.8
• Potenza termica max. W10W35	kW	10.0
• Potenza termica min. W10W35	kW	2.6
Dati sulle prestazioni di riscaldamento nominali secondo SN EN 14511		
• Potenza termica nominale B0W35	kW	4.1
• Coefficiente di prestazione B0W35	COP	4.7
• Potenza termica nominale W10W35	kW	5.6
• Coefficiente di prestazione W10W35	COP	6.5

**Dati non sufficienti per una corretta configurazione**

[FIG. 1] Esempio di dati tecnici non sufficienti: mancano i valori della potenza per il funzionamento a carico parziale.



**[FIG. 2]** Altro esempio con dati più completi: si vedono anche i valori della potenza per il funzionamento a carico parziale (fonte: Heim AG Heizsysteme). Le temperature della fonte di calore devono essere realistiche. Temperatura della fonte di calore per sonde geotermiche secondo la norma SIA 384/6.

Nell'esempio riportato alla **[FIG. 2]** sono indicati quattro intervalli di potenza (rispettivamente a 26, 37, 47 e 58 Hz) in rapporto a diverse temperature di riscaldamento. Queste informazioni sono già di per sé un utile ausilio per la progettazione di una pompa di calore con inverter.

Se oltre ad una tabella è presente un grafico, è possibile ricavare i corretti valori della potenza per tutti gli intervalli.

È necessario determinare in anticipo e il più precisamente possibile la potenza termica necessaria per il riscaldamento dell'edificio e il fabbisogno di acqua calda sanitaria. Occorre inoltre tenere conto di eventuali tempi di blocco prolungati delle aziende elettriche.

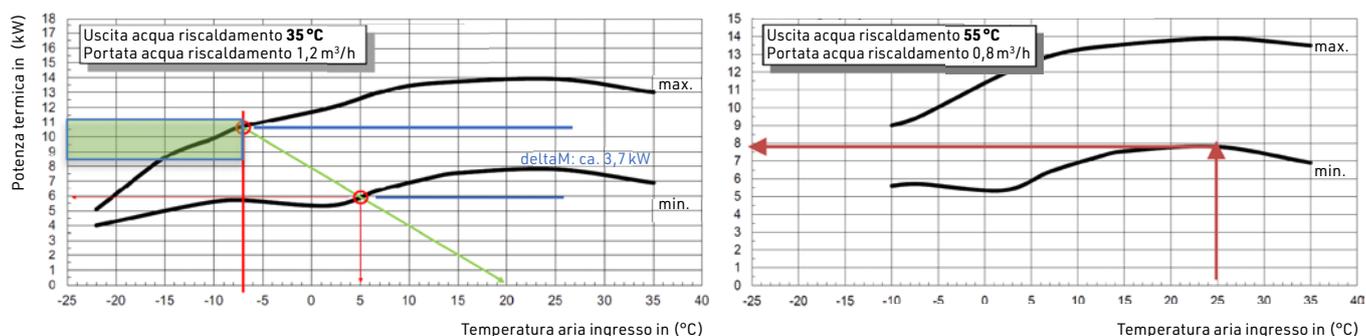
La potenza termica massima richiesta per il riscaldamento degli ambienti e per la preparazione di acqua calda sanitaria è determinante per il dimensionamento di una pompa di calore secondo la temperatura esterna di progetto, anche quando è presente un inverter.

Se una pompa di calore aria/acqua viene fatta funzionare in modalità notturna silenziosa, la potenza termica disponibile di notte sarà minore, il che a sua volta inciderà sull'esercizio della pompa stessa. A seconda della potenza termica prevista in modalità silenziosa, può essere necessario prevedere una riserva che consenta di erogare la quantità di energia richiesta il mattino successivo.

I grafici seguenti (vedi **[FIG. 3]** e **[FIG. 4]**) permettono di determinare i valori della potenza richiesti.

### Pompa di calore aria/acqua

Conoscendo la potenza termica richiesta (circa 11,0 kW) secondo la temperatura esterna di progetto (qui -7 °C) si ottiene la rispettiva curva di riscaldamento (linea verde). Il grafico della **[FIG. 3]** mostra che nell'intervallo da -7 °C a +5 °C la pompa di calore può adeguare la potenza termica richiesta (esercizio modulante), mentre al di sotto della curva caratteristica del



**[FIG. 3]** Figura a sinistra: configurazione invernale «riscaldamento», figura a destra: produzione di acqua calda in estate. Area verde: intervallo ideale di configurazione (fonte: Meier Tobler AG).

carico minimo (con temperature esterne elevate) la pompa passa in modalità on/off.

Valori di potenza richiesti: per il carico dell'acqua calda in modalità estiva, la potenza è al minimo a una temperatura esterna di +20°C. Questo valore serve per la superficie dello scambiatore di calore nell'accumulatore di acqua calda.

### Pompa di calore con sonda geotermica

Il grafico della [FIG. 4] mostra che, a una temperatura della fonte di calore di 0°C, la pompa di calore funziona in modalità modulante nell'intervallo di potenza compreso tra 5,5 kW e 19 kW (linea rossa). Se la potenza è inferiore, la pompa di calore passa in modalità on/off. Questa macchina è pertanto in grado di coprire una potenza termica normalizzata compresa tra circa 17 e 19 kW. Se la temperatura del terreno aumenta, aumenta anche l'intervallo di potenza e la pompa di calore anticipa l'avvio del ciclo.

Bisogna tuttavia considerare che le procedure di configurazione possono variare a seconda dello specifico fabbricante o fornitore.

### SCOP (Seasonal Coefficient of Performance)

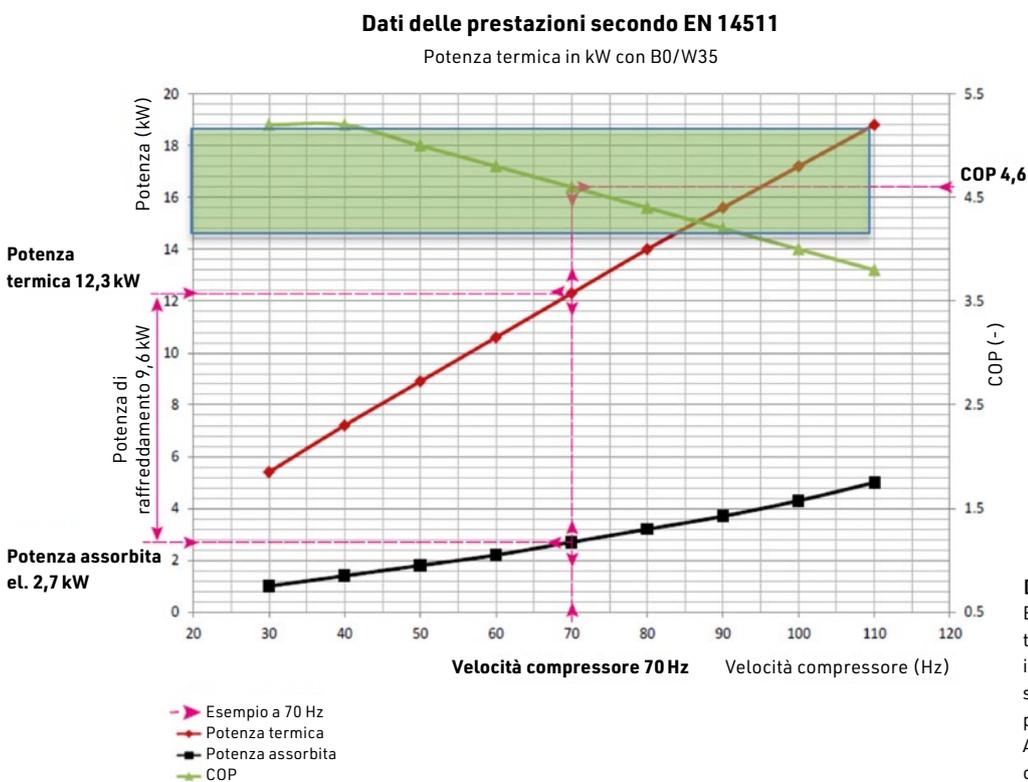
Determina il coefficiente di lavoro annuo di una pompa di calore in diversi stati operativi, ponderati in base alle zone climatiche. In caso di modalità riscaldamento, per la misurazione vengono considerate temperature esterne pari a 12, 7, 2 e -7 gradi Celsius. In Svizzera lo SCOP viene indicato dalle ditte fornitrici per l'immissione sul mercato.

### COP (Coefficient of Performance)

Il COP corrisponde al rapporto tra la potenza termica utile e quella consumata da una pompa di calore a condizioni di esercizio standard.

### CLA (coefficiente di lavoro annuo)

Rapporto tra l'energia termica resa e l'energia elettrica consumata nell'arco di un anno.



[FIG. 4] Dati delle prestazioni secondo EN 14511: esempio di buona scheda tecnica, con dati relativi all'intero intervallo di potenza per B0W35. Gli stessi dati sono riportati anche per B0W45 e B0W55 (fonte: CTC AG). Area verde: intervallo ideale di configurazione.

## Precondizioni per la messa in funzione e l'esercizio

### Nota

Per attenersi all'attuale strategia di ottimizzazione dei consumi energetici è bene evitare incrementi nella curva di riscaldamento. Per ogni K di incremento l'efficienza della pompa di calore diminuisce del 2,0-2,5 %.

La messa in funzione di una pompa di calore con inverter è leggermente più complessa rispetto a quella di una pompa on/off. A seconda dello specifico fabbricante o fornitore, occorre ricavare i punti di funzionamento per gli intervalli di potenza richiesti e testarli con la pompa di calore effettivamente utilizzata. Durante la messa in funzione i parametri vanno impostati correttamente.

Bisogna verificare con quale potenza (minima e massima) è possibile utilizzare la modalità carico acqua calda sanitaria in stato di fine carico. Per la messa in funzione è necessario conoscere i parametri operativi e impostarli di conseguenza, a

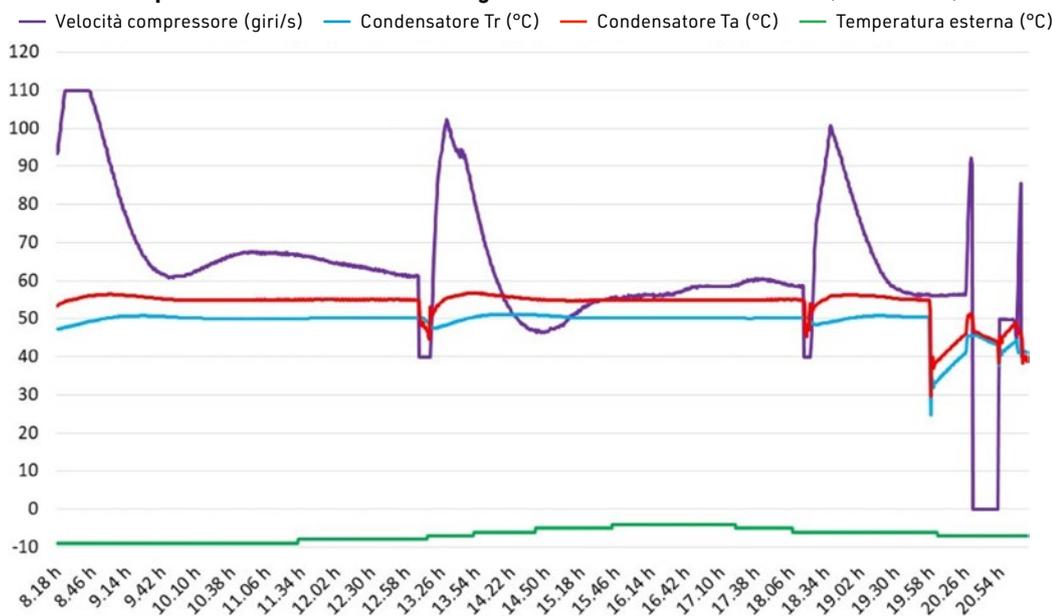
seconda dell'accumulatore di acqua calda in uso (eventualmente combinato). La serpentina elettrica è ammessa solo per il riscaldamento di emergenza in caso di guasto della pompa di calore per la produzione di acqua calda (vedi anche le leggi cantonali sull'energia).

Queste operazioni presuppongono che la ditta installatrice abbia già svolto i lavori preliminari, come il collegamento idraulico (come da schema → 3 punti, sifone termico ecc.) e la regolazione ovvero il bilanciamento delle portate massiche con relativo protocollo, nonché la definizione (da parte dell'installatore) dei parametri di regolazione, in relazione a curva di riscaldamento (nuovo edificio: riscaldamento a pavimento <35°C; radiatori <50°C), carico acqua calda sanitaria (= <60°C) e limite di riscaldamento (nuovo edificio 14-16°C).

A differenza delle pompe di calore on/off tradizionali, le varianti con inverter consentono di adeguare la potenza termica al fabbisogno termico dell'edificio. Questo permette di evitare cicli di accensione troppo frequenti. Gli apparecchi funzionano più a lungo a carico parziale, cosa che di regola si traduce in una maggiore efficienza.

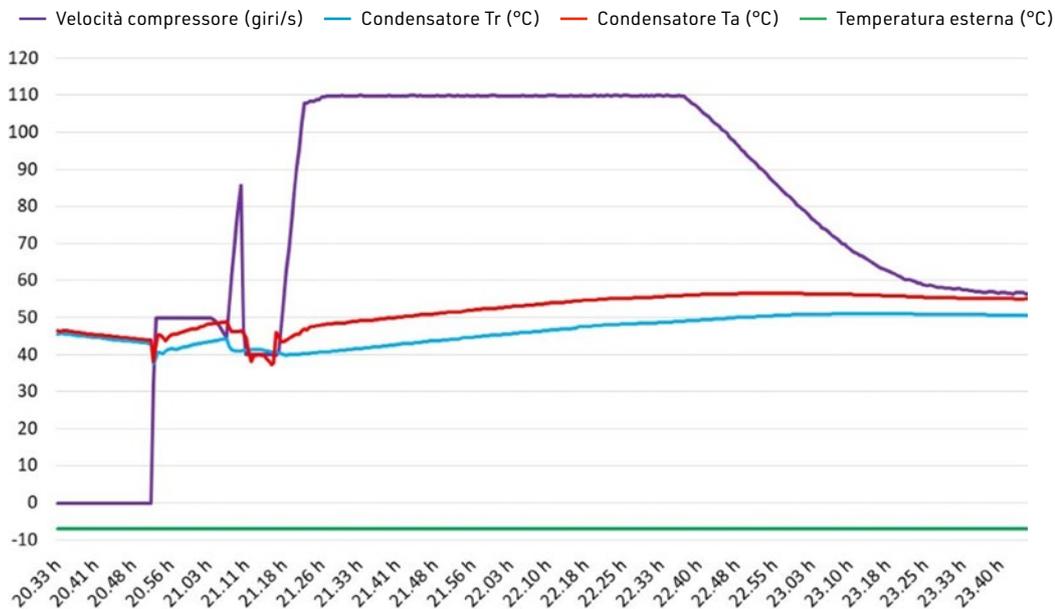
## Esempi di fasi operative e regolazioni di pompe di calore con inverter

### Pompa di calore con inverter ben regolata in modalità riscaldamento (12.02.2021)



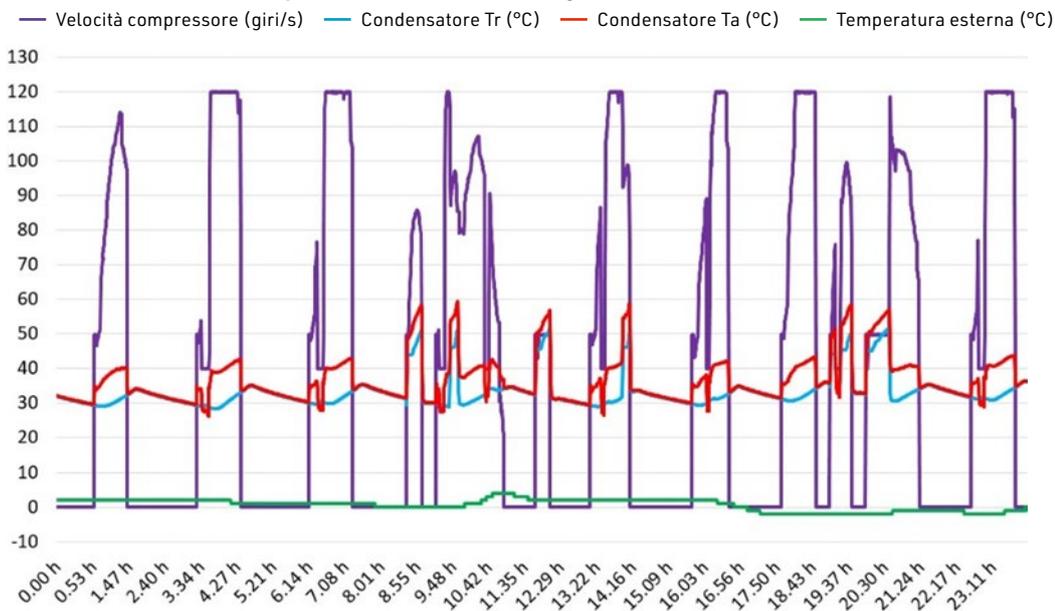
**[FIG. 5]** Inverter ben regolato: questa macchina funziona bene in modalità riscaldamento. Dopo che è stata incrementata, la velocità torna a circa 60 Hz. Nell'arco della giornata la pompa di calore si è spenta brevemente una sola volta (alle ore 20.30). Dopo la riaccensione, l'incremento della velocità può essere gestito dal regolatore (fonte: CTC AG).

**Pompa di calore con inverter ben regolata in modalità carico acqua calda (12.02.2021)**



**[FIG. 6]** Inverter ben regolato: buona resa di funzionamento in modalità carico acqua calda sanitaria. La velocità sale immediatamente a 110 Hz, dopodiché scende progressivamente a 60 Hz una volta raggiunto lo stato di fine carico (fonte: CTC AG).

**Pompa di calore con inverter regolata male (24.01.2021)**



**[FIG. 7]** Inverter regolato male: anziché modulare la velocità, la pompa di calore si è riavviata ben 12 volte nell'arco della giornata. Si può notare che la pompa di calore non riduce la velocità, ma si ferma ogni volta (fonte: CTC AG).

I regolatori delle pompe di calore consentono quasi sempre di determinare il tempo di funzionamento e la frequenza di attivazione. Nelle pompe di calore con inverter, i tempi di funzionamento medi (tempi di funzionamento e intervalli di attivazione visualizzati) dovrebbero essere superiori a 1-2 ore. In caso contrario significa che la macchina è stata regolata male o configurata con dimensioni eccessive.

## Vantaggi e svantaggi delle pompe di calore con inverter

Le possibilità di regolazione delle pompe di calore con inverter offrono diversi vantaggi rispetto alle pompe on/ff.

### Prolungamento della vita utile

Le pompe di calore normali richiedono spesso cicli di spegnimento e accensione molto ravvicinati tra loro per regolare la quantità di calore, il che aumenta notevolmente il consumo di elettricità rispetto alle pompe di calore con inverter. Inoltre le pompe di calore on/off funzionano sempre a pieno carico. Le pompe di calore con inverter raggiungono invece il punto di massima sollecitazione solo raramente, cosa che tendenzialmente ne prolunga la vita utile. La potenza massima è richiesta solo per qualche ora all'anno (quando si raggiungono le temperature esterne più basse secondo il calcolo del carico termico).

### Parametri operativi sofisticati

Le pompe di calore con tecnologia a inverter permettono regolazioni molto differenziate. Questo consente tra le altre cose di ottimizzare la velocità del compressore adeguandola alla temperatura esterna, sia in modalità riscaldamento che per la produzione di acqua calda.

Per questo fabbricanti e fornitori limitano fortemente le possibilità di intervento a livello di regolazione. Date le innumerevoli combinazioni possibili, un'errata configurazione dei parametri può provocare malfunzionamenti, cali di efficienza o veri e propri guasti della pompa di calore. Tutte le regolazioni che si

discostano dai valori standard vanno pertanto sempre concordate con il fabbricante o fornitore.

### Configurazione dell'impianto

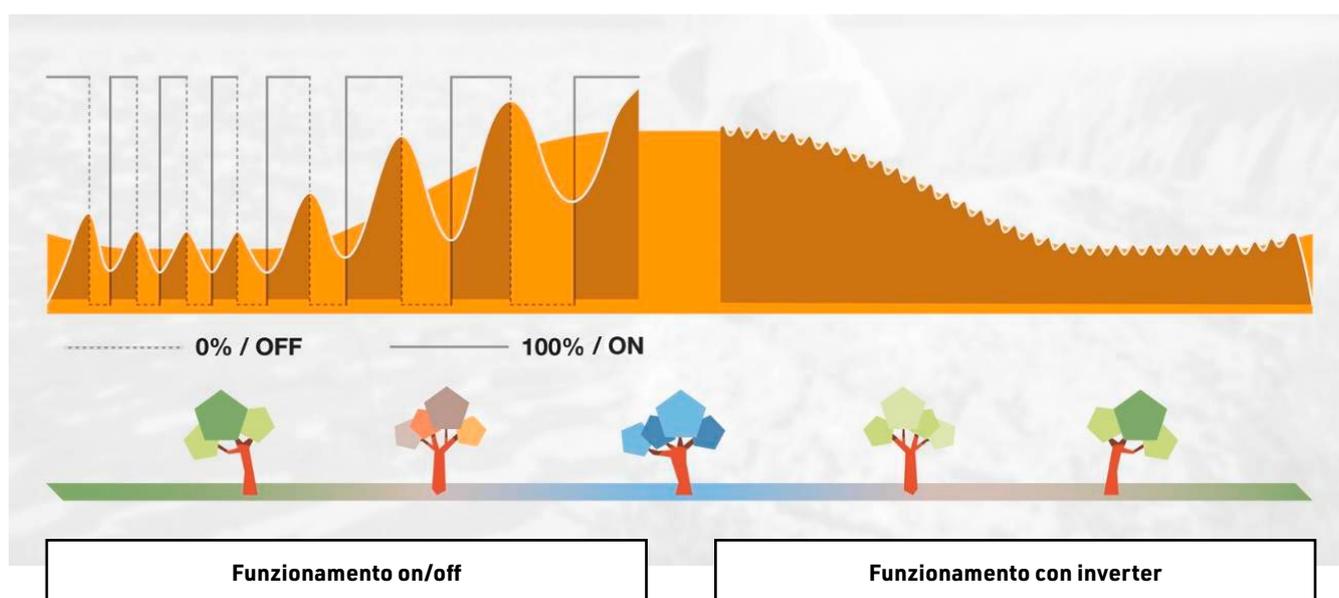
Ogni volta che si predispongono una pompa di calore è importante configurare correttamente la potenza termica e i componenti dell'impianto, nonché eseguire il bilanciamento idraulico. In caso di pompe di calore con inverter, tuttavia, gli effetti negativi di un'errata configurazione si notano molto di più. Poiché i parametri di regolazione sono molto precisi, un'eccessiva potenza e portate errate provocano una riduzione dell'efficienza.

### Aumento dell'efficienza e riduzione dei costi

Le pompe di calore con inverter vengono talvolta chiamate anche pompe di calore modulanti o a potenza variabile, in quanto adattano continuamente la potenza erogata a quella richiesta. In altri termini, queste pompe di calore aumentano la potenza termica all'aumentare del fabbisogno.

In questo modo si evitano temperature di mandata troppo alte o troppo basse, le quali renderebbero necessario lo spegnimento o l'accensione della pompa di calore. Quest'ultima risulta pertanto più efficiente. Le pompe di calore con tecnologia a inverter permettono così di incrementare il coefficiente di lavoro annuo. Parallelamente si riducono anche i costi per l'energia.

Le pompe di calore con inverter sono maggiormente compatibili con un impianto fotovoltaico rispetto alle normali pompe di calore on/off, poiché richiedono una potenza di azionamento inferiore al di fuori dei periodi di picco per la produzione di calore, con cicli di funzionamento più lunghi e regolari.



**[FIG. 8]** Raffronto tra funzionamento on/off e funzionamento con inverter (fonte: CTA AG).

---

#### Ulteriori informazioni

- Leggi cantonali sull'energia ([www.endk.ch](http://www.endk.ch))
- Pompe di calore come modulo di sistema (<https://www.wp-systemmodul.ch/it/>)
- SNV, norma SN EN 14511 «Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti e refrigeratori per cicli di processo con compressore elettrico» ([www.snv.ch](http://www.snv.ch))
- SNV, norma EN 14825 «Condizionatori d'aria, refrigeratori di liquido e pompe di calore, con compressore elettrico, per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Metodi di prova e valutazione a carico parziale e calcolo del rendimento stagionale» ([www.snv.ch](http://www.snv.ch))

#### Nota

L'utilizzo di questo promemoria presuppone competenze professionali e va adattato alle concrete circostanze di lavoro. Si declina qualsiasi responsabilità.

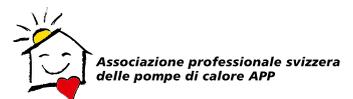
#### Informazioni

Per eventuali domande o richieste di informazioni ulteriori è possibile rivolgersi al caposettore Riscaldamento di [suissetec](mailto:info@suissetec.ch): +41 43 244 73 33, [info@suissetec.ch](mailto:info@suissetec.ch)

#### Autori

Questo promemoria (testi ed elementi grafici) è stato realizzato dalla commissione tecnica Riscaldamento di [suissetec](mailto:info@suissetec.ch).

Hanno partecipato alla sua realizzazione le seguenti organizzazioni:



---

**Questo promemoria è stato offerto da:**