

LE POMPE DI CALORE

La pompa di calore è una macchina in grado di **produrre energia estraendo calore da una fonte naturale** denominata “sorgente” (**aria, acqua o suolo**) e trasportandolo dentro l'edificio. I sistemi più diffusi, sono quelli di tipo **aria/aria** o **aria/acqua** che, sfruttando l'energia contenuta nell'aria, riscaldano rispettivamente aria o acqua. I sistemi aria/aria sono riconducibili principalmente alle pompe di calore mono o multisplit. I sistemi aria/acqua, invece, sono generalmente abbinati a un impianto idronico di distribuzione e l'emissione avviene, in generale, con radiatori, pannelli radianti o fancoil. Negli ultimi anni ha conosciuto un'importante crescita anche l'applicazione di **pompe di calore per la produzione di Acqua Calda Sanitaria (ACS)**. Questi sistemi sono incentivabili attraverso il meccanismo delle **detrazioni fiscali** o, in alternativa, attraverso il **Conto Energia Termico**.

Il mercato delle pompe di calore per la climatizzazione invernale o nell'ambito di sistemi reversibili (ossia in grado di riscaldare e raffreddare), ha subito, nel corso degli ultimi anni, un forte slancio che le ha portate a essere protagoniste importanti soprattutto nel comparto della nuova edificazione; tutto questo, in coerenza con la normativa sull'efficienza energetica in edilizia, di recente introduzione a livello italiano (D.M. 26 giugno 2015). Queste norme, infatti, hanno stimolato la realizzazione di edifici di tipo **NZEB (Nearly Zero Energy Building)** in cui, la combinazione di prestazioni ottimali dell'involucro edilizio e migliori performance dei sistemi impiantistici è essenziale. Negli ultimi anni ha iniziato a svilupparsi un interesse nei confronti di queste macchine anche nell'ambito delle riqualificazioni dell'edilizia esistente, con una maggiore preferenza per gli interventi realizzati in ambito terziario (uffici e commerciale).

L'evoluzione tecnologica ha portato queste macchine a diventare dei veri **“strumenti polifunzionali”**, in grado di climatizzare (sia in estate che in inverno), eventualmente purificare e deumidificare l'aria, sempre più efficienti e integrabili.

PRINCIPI E TIPOLOGIE



Il **funzionamento di una pompa di calore** per il riscaldamento è simile a quello di un frigorifero, ma invertito. In un frigorifero, il calore viene estratto dall'interno ed espulso all'esterno (all'interno dell'ambiente in cui il frigorifero è collocato). Una pompa di calore, sfruttando lo stesso principio, lavora all'inverso estraendo calore da una fonte naturale denominata “sorgente” (aria, acqua o suolo) e trasportandolo dentro l'edificio alla temperatura idonea, in funzione del tipo di impianto di riscaldamento. Il fluido che circola nella macchina (gas fluorurati) ha la capacità di assorbire calore dalla fonte naturale (“sorgente”) e poi, a seguito di una compressione che ne innalza la temperatura, cederlo al fluido termovettore dell'impianto di riscaldamento (“pozzo”).

L'energia resa al pozzo è da 3 a 6 volte maggiore di quella spesa dal compressore e fornita alla macchina.

LE POMPE DI CALORE

Le moderne pompe di calore, oggi sono in grado di garantire il mantenimento di condizioni ideali di benessere nell'ambiente facendo funzionare il climatizzatore a "velocità" e potenza variabili, senza continui arresti e accensioni tipici degli apparecchi più datati: velocità e potenza sono gradualmente e automaticamente adattati in base alla richiesta dell'ambiente. Questo garantisce sia un maggiore confort derivante dall'assenza di sbalzi di temperatura, sia una migliore efficienza su base annuale e quindi un risparmio stagionale sui consumi di energia.

Le tipologie di macchina principalmente utilizzate sia nelle ristrutturazioni che nel nuovo costruito sono la aria/aria e la aria/acqua; resta, invece, marginale l'utilizzo di macchine che sfruttano il suolo come sorgente di calore, sia per i costi sia per la necessità di ampi spazi.



I sistemi **aria/aria** sono principalmente realizzati con **mono o multisplit** singolarmente collegati, mediante linee frigorifere, all'unità esterna. I sistemi a split sono le macchine più diffuse nelle abitazioni (soprattutto nell'ambito del servizio di climatizzazione estiva), costituite da una o più unità interne (in genere a parete) che immettono aria nel vano in cui sono collocate e un'unità esterna che contiene il vero e proprio motore del sistema. Sono adeguati per la climatizzazione permanente di ambienti di dimensioni medie e piccole; essi sono in grado di riscaldare e raffrescare ambienti di piccole dimensioni in modo rapido. L'installazione di questi sistemi è piuttosto semplice e può richiedere minime opere murarie. Le condotte di distribuzione di questi sistemi possono essere realizzate sia in traccia nelle pareti che a canalina esterna. Deve essere considerata la necessità di avere spazio esterno utile per collocare l'unità esterna. Sono diffuse soluzioni di collocamento di questa unità a pavimento (poggiata sulla soletta della balconata) o appesa a parete. Deve essere considerato un peso medio di queste macchine pari a circa 40-50 kg e la necessità di collocarle in uno spazio sufficientemente aerato. Nelle soluzioni di installazione dell'unità motocondensante appesa a parete deve essere posta attenzione a eventuali limiti imposti dai Regolamenti Edilizi comunali o dai Regolamenti di Condominio. A ogni unità esterna, in sistemi multisplit, possono corrispondere da due a cinque unità interne, anche di differente potenza. Per abitazioni in cui si renda necessario riscaldare o raffrescare più vani, può essere utile abbinare due o tre macchine a servizio di differenti aree dell'appartamento. Nei sistemi multisplit, da ogni unità interna, deve essere previsto un collegamento idraulico doppio verso l'unità esterna (a tre unità interne corrispondono 6 tubi di collegamento verso l'unità esterna).

Nei **sistemi aria/acqua** generalmente si abbinano una pompa di calore a un impianto di **distribuzione di tipo idronico**. Un impianto idronico è un sistema di distribuzione in cui il calore viene trasportato attraverso l'acqua. Per esempio, un sistema a fancoil o a pavimento/soffitto/parete radiante o a radiatori, sono sistemi idronici, ossia ad acqua. Uno dei punti di forza dell'abbinamento di una pompa di calore a una distribuzione idronica si lega alla possibilità di sfruttare l'unica linea di distribuzione e il sistema di emissione sia per il riscaldamento che per il raffrescamento.

LE POMPE DI CALORE

Questi impianti possono essere alimentati totalmente ad energia elettrica (sia per freddo che per caldo con pompa di calore) o parzialmente con gas naturale, solo per il riscaldamento; in quest'ultimo caso vengono denominati sistemi ibridi o "bi-energetici". Sono particolarmente indicati per installazioni civili (residenziale e terziario) anche di grandi dimensioni. Rispetto ai sistemi a split, nelle ristrutturazioni, i sistemi idronici non richiedono la modifica dell'emissione; se adeguati, infatti, gli stessi sistemi di emissione presenti presso l'immobile possono essere collegati a una pompa di calore aria/acqua, tramite semplici adattamenti di centrale termica. Inoltre, l'utilizzo di pompe di calore abbinate a sistemi idronici permette di integrare in modo ottimale altre tecnologie rinnovabili, come il **solare termico** (per la produzione di ACS per il riscaldamento) e il **fotovoltaico** (per la produzione di energia elettrica per il funzionamento del sistema). Quest'ultimo è integrabile anche nei sistemi aria/aria. L'eventuale integrazione fra pompa di calore e solare termico richiede necessariamente l'installazione di un accumulo di acqua opportunamente dimensionato. Generalmente, quindi, è necessario avere a disposizione un vano idoneo (Centrale Termica) per poter collocare l'apparecchiatura impiantistica, più complessa rispetto all'impianto semplice.

Meritano un accenno anche gli impianti di tipo **VRF (Variable Refrigerant Flow)**, ultima generazione dei sistemi a split, ossia impianti a portata di fluido refrigerante variabile. Questo tipo di impianti permette di collegare diverse unità interne (anche più di 50-60) tramite l'impiego di soli due tubi abbattendo di molto i costi di installazione e gli oneri delle opere murarie. Inoltre le unità esterne possono essere collocate anche fino a 150 metri di distanza dalle unità interne o su diversi piani.



Sebbene i sistemi a pompa di calore possano essere alimentati anche con gas naturale, sono molto più commercializzati i sistemi ad alimentazione elettrica. La nicchia di mercato delle **pompe di calore a gas** (ad assorbimento GAHP – Gas Absorption Heat Pump o a motore endogeno GEHP – Gas Engine Heat Pump), molto più complessa da un punto di vista tecnologico, ha il pregio di poter utilizzare la rete capillare di distribuzione del gas, senza la necessità di ulteriori investimenti per l'adeguamento o potenziamento di altre reti. Rispetto alla pompa di calore elettrica, questa tecnologia utilizza una fonte primaria di energia, quindi con un costo di fornitura, al momento, inferiore. Da un punto di vista ambientale, invece, considerando il momento attuale, si può ritenere che l'elettricità risulti più vantaggiosa; per almeno un terzo, infatti, l'elettrico da rete deriva da fonte rinnovabile. L'eventuale prospettiva di alimentazione futura con **biometano**, consentirebbe una completa decarbonizzazione dei consumi per il riscaldamento attraverso un sistema piuttosto semplice e che non si complica con le integrazioni che richiederebbe una macchina elettrica alimentata da un impianto fotovoltaico. Un pregio delle macchine a gas rispetto alle elettriche, è che funzionano meglio anche a temperature particolarmente basse (temperature sotto lo zero).

LE POMPE DI CALORE

Da qualche anno è cresciuto anche il mercato degli **scaldacqua a pompa di calore**, ossia sistemi con pompa di calore dedicati esclusivamente alla produzione di acqua calda sanitaria, alternativa ai boiler elettrici o alle caldaie istantanee a gas naturale.

Questi sistemi possono essere di tipo monoblocco o split, a seconda che includano o meno al proprio interno l'unità motocondensante (l'unità denominata esterna). In generale, al crescere della dimensione del bollitore, è più facile avere a che fare con macchine dotate di unità esterna, in modo da ridurre la dimensione del blocco. Sono disponibili macchine monoblocco a partire dagli 80 litri (taglia media di un boiler elettrico) fino ai 200-300 litri per i sistemi split. Nella scelta di questi sistemi si deve tener conto che si tratta di pompe di calore aria/acqua e che, nel caso di impianti monoblocco, è previsto il prelievo e la restituzione di aria nello stesso ambiente di installazione o, tramite tubazioni, verso l'esterno o altri vani. Una macchina di questo tipo restituisce aria fredda e quindi tende a raffreddare l'ambiente in cui avviene la restituzione. Indirettamente, anche il solo prelievo di aria dal locale di installazione, tenderà a raffreddare l'ambiente. Per questo motivo, in genere, per applicazioni domestiche è consigliabile adottare sistemi con unità esterna o, se monoblocco, con prelievo e restituzione di aria convogliate. Oltre al funzionamento a pompa di calore, tutte queste macchine sono, in genere, allestite con una resistenza elettrica addizionale, di potenza intorno al kW, in grado di accelerare il riscaldamento dell'accumulo. L'unità esterna dovrà seguire gli stessi criteri di installazione all'esterno già indicati per gli impianti di riscaldamento. In genere i sistemi monoblocco possono essere installabili a parete come per i normali boiler elettrici a resistenza. Crescendo la capienza dell'accumulo è più facile avere macchine a basamento.



Per garantire un livello ottimale di prestazione delle pompe di calore e quindi un risparmio e una convenienza maggiori è opportuno che la temperatura dell'aria esterna risulti mite (o non particolarmente rigida) e che la temperatura a cui deve essere portato il fluido (l'acqua in impianti idronici o l'aria nei sistemi aria/aria) non debba essere eccessivamente elevata. Per questo motivo le pompe di calore garantiscono migliori prestazioni se abbinate a sistemi di riscaldamento funzionanti a basse temperature (per esempio l'emissione a fancoil o a pavimento/soffitto/parete radianti); inoltre è ottimale l'utilizzo di queste macchine in zone climatiche simili al centro o al sud Italia.

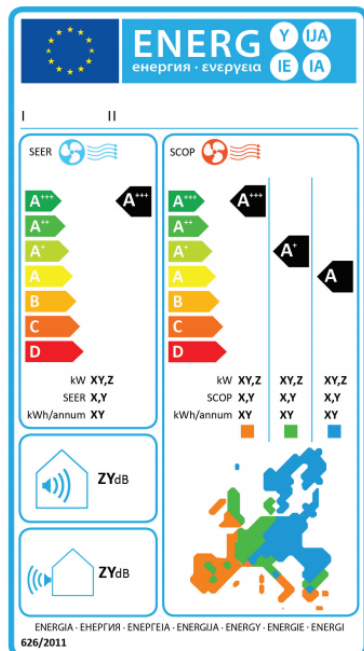
Il **COP (Coefficient Of Performance)** è il parametro che rappresenta il livello di prestazione di una pompa di calore; più è elevato, maggiore è la qualità della macchina e il risparmio energetico che questa è in grado di garantire rispetto ad altre tecnologie tradizionali. Per esempio un COP pari a 4 indica che per ogni kWh elettrico consumato dalla macchina, questa fornirà 4 kWh termici; ossia a fronte di un consumo pari a 1, produce calore per 4 (una caldaia a gas, mediamente, consumando 1 produce 0,9).

LE POMPE DI CALORE

Nelle pompe di calore a gas l'efficienza è rappresentata dal **GUE (Gas Utilisation Efficiency)**, calcolato con gli stessi criteri delle macchine elettriche.

Le macchine che garantiscono reversibilità (ciclo invernale e ciclo estivo) classificano la performance estiva con l'**EER (Energy Efficiency Ratio)**, un parametro simile al COP ma riferito alla fase di raffreddamento.

A seguito della pubblicazione del Regolamento n° 626/2011 della Comunità Europea, viene istituita l'**etichettatura energetica** per le pompe di calore. Per le macchine più diffuse, la classe energetica viene assegnata ai parametri denominati **SCOP e SEER** (Seasonal Coefficient Of Performance e Seasonal Efficiency Energy Ratio), ossia efficienze calcolate su base media stagionale, ovvero tenendo in considerazione anche le condizioni climatiche locali in cui la macchina può trovarsi ad operare. Per questo motivo, al variare del contesto climatico, potrà variare anche il livello di efficienza della macchina. L'etichetta presenta una graduazione delle sistema delle classi che in questo momento è variabile fra la classe A++ e la classe E. A partire dal 2019 il sistema introdurrà la classe A+++ e presenterà il suo limite basso in corrispondenza della classe D.



Classe	SEER	SCOP
A+++	SEER ≥ 8,5	SCOP ≥ 5,1
A++	6,1 ≤ SEER < 8,5	4,6 ≤ SCOP < 5,1
A+	5,6 ≤ SEER < 6,1	4,0 ≤ SCOP < 4,6
A	5,1 ≤ SEER < 5,6	3,4 ≤ SCOP < 4,0
B	4,6 ≤ SEER < 5,1	3,1 ≤ SCOP < 3,4
C	4,1 ≤ SEER < 4,6	2,8 ≤ SCOP < 3,1
D	3,6 ≤ SEER < 4,1	2,5 ≤ SCOP < 2,8
E	3,1 ≤ SEER < 3,6	2,2 ≤ SCOP < 2,5
F	2,6 ≤ SEER < 3,1	1,9 ≤ SCOP < 2,2
G	SEER < 2,6	SCOP < 1,9

Solo per pompe di calore a doppio condotto o a singolo condotto, la classe energetica viene assegnata alle prestazioni nominali ossia quelle riferite a delle condizioni di funzionamento predefinite e non variabili in base al contesto climatico di collocazione. Le macchine a singolo e doppio condotto sono quelle interamente collocate in ambiente interno, prive di unità alloggiata all'esterno.

LE POMPE DI CALORE

Classe	Doppio condotto		Singolo condotto	
	EER _{nominale}	COP _{nominale}	EER _{nominale}	COP _{nominale}
A+++	EER ≥ 4,1	COP ≥ 4,6	EER ≥ 4,1	COP ≥ 3,6
A++	3,6 ≤ EER < 4,1	4,1 ≤ COP < 4,6	3,6 ≤ EER < 4,1	3,1 ≤ COP < 3,6
A+	3,1 ≤ EER < 3,6	3,6 ≤ COP < 4,1	3,1 ≤ EER < 3,6	2,6 ≤ COP < 3,1
A	2,6 ≤ EER < 3,1	3,1 ≤ COP < 3,6	2,6 ≤ EER < 3,1	2,3 ≤ COP < 2,6
B	2,4 ≤ EER < 2,6	2,6 ≤ COP < 3,1	2,4 ≤ EER < 2,6	2,0 ≤ COP < 2,3
C	2,1 ≤ EER < 2,4	2,4 ≤ COP < 2,6	2,1 ≤ EER < 2,4	1,8 ≤ COP < 2,0
D	1,8 ≤ EER < 2,1	2,0 ≤ COP < 2,4	1,8 ≤ EER < 2,1	1,6 ≤ COP < 1,8
E	1,6 ≤ EER < 1,8	1,8 ≤ COP < 2,0	1,6 ≤ EER < 1,8	1,4 ≤ COP < 1,6
F	1,4 ≤ EER < 1,6	1,6 ≤ COP < 1,8	1,4 ≤ EER < 1,6	1,2 ≤ COP < 1,4
G	EER < 1,4	COP < 1,6	EER < 1,4	COP < 1,2

Il **principale limite** allo slancio sul mercato di questa tecnologia è rappresentato dal costo piuttosto elevato dell'energia elettrica; infatti, fin dagli anni '70, le bollette elettriche erano strutturate facendo riferimento a 4 scaglioni di consumo progressivi dove il prezzo specifico del kWh era via via crescente in funzione dello scaglione di consumo annuo in cui si ricadeva.

Inoltre, la **tariffa domestica** era di tipo "trinomia", ossia funzione di tre principali elementi: punto di consegna, potenza impegnata e consumo di energia elettrica. Questo tipo di sistema tariffario ha favorito i consumi bassi e, indirettamente, penalizzato alcune tecnologie particolarmente efficienti come le pompe di calore, la cui installazione comporta mediamente un importante aumento dei consumi elettrici e della potenza impegnata.

Già dal 1° luglio 2014 l'Autorità per l'energia elettrica, il gas e il sistema idrico ha introdotto la nuova **tariffa "D1"**, che è stata applicata, a livello sperimentale e su base volontaria, ai soli clienti domestici che riscaldavano la propria casa utilizzando esclusivamente pompe di calore elettriche. Questa tariffa prevedeva che il prezzo di ogni kWh consumato fosse costante, cioè indipendente dai consumi annui totali. Il sistema poteva essere gestito sia nell'ambito delle forniture di energia elettrica con contratti di mercato libero sia di maggior tutela.

La **deliberazione dell'Autorità per l'Energia 2 dicembre 2015 582/2015/R/EEL** ha modificato sostanzialmente il sistema della tariffazione elettrica ed entrerà a pieno regime nel corso del 2018, con l'introduzione di un'unica **tariffa "TD"**, valida per tutti gli utenti domestici. La modifica sostanzialmente introdotta prevede che i servizi di rete, i servizi di vendita e gli oneri generali di sistema non applicheranno più una tariffazione graduale ma una sorta di **tariffa flat**; resta invece progressivo il costo legato all'impegno di potenza che tuttavia subisce un sostanziale ridimensionamento. La riforma tariffaria, inoltre, prevede anche una maggiore articolazione delle taglie di potenza attivabili.

LE POMPE DI CALORE

LIVELLI DI PERFORMANCE

I **sistemi mono o multisplit aria/aria** hanno performance, fra loro, equivalenti. In regime estivo si può ritenere che il valore medio di SCOP (efficienza media stagionale) dei prodotti commercializzati si collochi in un range compreso fra 3,0 e 6,0, dove i prodotti migliori e più recenti sono classificati ai livelli più elevati dell'intervallo. Si tratta generalmente di tecnologie reversibili (utilizzabili sia per il riscaldamento che per il raffrescamento) che nel ciclo estivo registrano un valore di SEER (efficienza media stagionale) compreso fra 6,0 e 9,5.

I **sistemi idronici aria/acqua** hanno rese lievemente più basse rispetto ai sistemi aria/aria registrando valori di COP compresi fra i 4,0 e i 5,0, calcolati con 7 °C di temperatura dell'aria e 35 °C di temperatura dell'acqua da riscaldare. All'irrigidirsi delle temperature dell'aria esterna (-7 °C) le performance decrescono registrando valori di COP compresi fra 2,0 e 3,0. Anche i valori estivi sono mediamente più bassi rispetto a quanto registrato per i sistemi aria/aria: a fronte di una temperatura esterna dell'aria di 35 °C e una temperatura del pozzo pari a 18 °C, il coefficiente EER varia fra 3 e 4.

I **boiler elettrici a pompa di calore** presenti attualmente sul mercato sono in grado di ottenere un COP variabile fra 2,5 e 3,0 calcolati facendo riferimento all'installazione di macchine split o monoblocco ad aria convogliata e considerando una temperatura dell'acqua erogata dall'acquedotto pari a 10 °C, una temperatura di preparazione dell'acqua calda sanitaria pari a 55 °C e una temperatura dell'aria esterna di 10 °C. Evidentemente, la performance di queste macchine in regime estivo risulterà eccellente rispetto a quanto accade durante la stagione più fredda.

LIVELLI DI COSTO

Per i **sistemi monosplit** presenti attualmente sul mercato si evidenzia un prezzo medio della macchina compreso fra i 500 e i 1.500 € in funzione della tecnologia, del marchio, della taglia, della classe energetica. A questi vanno sommati circa 1.000 € di costi di posa e attivazione della macchina nel caso di assenza di un precedente impianto.

Per i **sistemi multisplit** il prezzo è influenzato dal numero di split previsti. Si ipotizza un sistema a 4 split e una unità esterna. Il prezzo sul mercato in questo caso varia fra i 2.000 e i 3.500 € (la variazione di prezzo è funzione degli stessi elementi indicati per i monosplit) a cui devono essere sommati circa 2.500 € di costi di posa e attivazione della macchina nel caso di assenza di un precedente impianto.

Per i **sistemi idronici**, deve essere considerato che in un retrofit possono generalmente sfruttare l'emissione e la distribuzione già esistenti. Tuttavia, molto spesso, in impianti preesistenti a radiatori, si può ritenere utile sostituire l'emissione con fancoil in modo da garantire temperature di mandata più basse e quindi più adeguate alla generazione realizzata con pompa di calore. Inoltre, nei sistemi a radiatori, non è possibile far circolare fluido freddo in regime estivo e quindi si perde la convenienza della reversibilità di questi sistemi.

LE POMPE DI CALORE

Sebbene si risparmi sull'emissione, tuttavia, i prezzi di questi impianti crescono rispetto ai sistemi aria/aria. Mediamente, se si considera una macchina da 8 kW per riscaldare, raffrescare una superficie di 100 m² e produrre A.C.S., il costo della sola macchina completa di accumulo, termostati, backup, pompe e accessori di centrale termica si aggira intorno agli 8.000 € a cui dovranno sommarsi i costi di installazione, raggiungendo i 10.000 € circa. In questo caso non sono considerati adeguamenti nei sistemi di emissione. Se invece si valuta la possibilità di operare su un impianto centralizzato a servizio di 10 unità immobiliari, di tipo idronico, i costi, a livello specifico, decrescono. Si valuta, infatti, una potenza utile di circa 60 kW (più macchine in cascata) e un costo complessivo dell'impianto intorno ai 50.000 €.

I **boiler elettrici a pompa di calore** presenti sul mercato registrano un costo medio compreso fra i 1.000 e i 2.500 €, al variare dei modelli e della capienza del bollitore. Il termine di confronto è il prezzo di un boiler elettrico tradizionale il cui costo medio è prossimo ai 350 €.

I MECCANISMI DI INCENTIVO

I sistemi a pompa di calore, di qualunque tipo (mono o multisplit, idronici, VRF), se installati al fine di garantire la copertura del servizio di riscaldamento e/o climatizzazione invernale e, eventualmente, anche estiva, possono accedere alle **detrazioni fiscali**. Allo stesso modo anche i boiler a pompa di calore hanno accesso alle detrazioni fiscali.

Il sistema di incentivo prevede la possibilità di detrarre, dall'IRPEF o dall'IRES che il contribuente deve versare allo stato, il 65% dei costi di fornitura e installazione ripartito in dieci rate annuali. L'entità massima della detrazione è pari a 30.000 €.

Il requisito principale di accesso è il valore del coefficiente COP nominale della macchina e del coefficiente EER, nel caso in cui la macchina sia reversibile. I valori minimi di riferimento per l'accesso al sistema sono riportati nella tabella seguente.

Inoltre, è richiesto che l'intervento sia inquadrabile come sostituzione, anche parziale, di un impianto preesistente; non è possibile incentivare la nuova installazione in contesti precedentemente sforniti di sistema di climatizzazione.

Valori limite	COP	EER
Sistemi aria/aria	3,9	3,4
Sistemi aria/acqua ≤ 35 kW	4,1	3,8
Sistemi aria/acqua > 35 kW	3,8	3,2
Boiler P.D.C.	2,6	---

LE POMPE DI CALORE

La seconda opzione di incentivo è rappresentata dal **Conto Energia Termico (CET)**. In questo caso i requisiti di accesso all'incentivo richiedono che sia garantito il rispetto dei valori minimi di COP, gli stessi riportati nella tabella precedente. Non è richiesto, per il Conto Termico, il rispetto dei valori di EER. Questo incentivo viene erogato tramite un bonifico sul conto corrente del beneficiario. Il valore dell'incentivo è funzione dell'efficienza della macchina, della potenza e del contesto geografico in cui l'impianto viene realizzato. L'entità dell'incentivo cresce all'aumentare della potenza, della performance (COP) e in funzione della maggiore rigidità climatica.

Si valutano di seguito alcuni scenari:

1. in caso di **pompa di calore aria/aria multisplit da 5 kW**, con COP 4,5, installata in zona climatica D;
2. in caso di **pompa di calore aria/acqua**, abbinata a sistema idronico, con potenza pari a 8 kW, con COP 4,5, installata in zona climatica D;
3. in caso di **pompa di calore aria/acqua**, abbinata a sistema idronico, con potenza pari a 60 kW, con COP 4,5, installata in zona climatica D.

Infine, per **boiler elettrici a pompa di calore**, viene riconosciuto il 40 % della spesa sostenuta, in due rate annuali, fino a un massimo di 400 € per bollitori di capienza entro i 150 litri e 700 € per maggiori capienze.

Nella tabella seguente sono sintetizzati i costi stimati nei tre scenari, il valore dell'incentivo da Conto Energia termico e il valore della detrazione fiscale. Fra parentesi viene riportato il numero di anni nei quali l'incentivo viene diluito.

	Costo dell'impianto	Incentivo CET totale	Valore della detrazione
Caso 1	6.000 €	650 € (2 rate)	3.900 € (10 rate)
Caso 2	10.000 €	1.916 € (2 rate)	6.500 € (10 rate)
Caso 3	50.000 €	14.700 € (5 rate)	32.500 € (10 rate)
BOILER	1.200 €	400 € (1 rata)	780 € (10 rate)

RISPARMI ENERGETICI E CONVENIENZA ECONOMICA

Si riassumono di seguito alcuni scenari in cui si analizzano consumi, costi energetici ed emissioni a confronto. Il primo scenario è riferito alla climatizzazione invernale di una unità immobiliare da 100 m², collocata in zona climatica D e con un consumo medio annuo di circa 90 kWh/m². Si confrontano consumi e costi riferibili ai tre sistemi. L'impianto a caldaia prevede un generatore tradizionale con rendimento medio pari al 90 %. L'opzione idronico prevede che l'emissione sia realizzata con fancoil.

	Consumi finali annui	Consumi di energia primaria	Costo dell'energia	Emissioni di CO ₂
Multisplit	2.291 kWh	4.467 kWh	458 €	802 kg
Idronico	3.108 kWh	6.060 kWh	622 €	1.088 kg
Caldaia	938 m ³ gas	9.450 kWh	844 €	1.818 kg

LE POMPE DI CALORE

In termini di convenienza economica, valutando il confronto rispetto all'ipotesi di installare una caldaia a gas, emerge che:

- l'impianto multisplit ha un rientro di investimento di 14 anni con il Conto Energia termico e di 8 con le detrazioni fiscali;
- l'impianto idronico, invece, ha una minore convenienza, con un rientro economico a circa 11 anni con l'opzione delle detrazioni fiscali e a oltre 20 nel caso del Conto Energia Termico.

Lo scenario seguente viene applicato a livello condominiale, considerando la climatizzazione invernale di 10 unità immobiliari da 100 m², collocata in zona climatica D e con un consumo medio annuo di circa 90 kWh/m². Si confrontano consumi e costi riferibili all'opzione caldaia e idronico. L'impianto a caldaia prevede un generatore tradizionale con rendimento medio pari al 90 %. L'opzione idronico prevede che l'emissione sia realizzata con fancoil.

	Consumi finali annui	Consumi di energia primaria	Costo dell'energia	Emissioni di CO ₂
Idronico	25.898 kWh	50.501 kWh	5.180 €	9.064 kg
Caldaia	9.375 m ³ gas	94.434 kWh	8.043 €	18.167 kg

In questo caso, il rientro economico è calcolabile in circa 8 anni con il sistema delle detrazioni fiscali e in circa 11 anni con il sistema del Conto Energia Termico.

Per i **boiler elettrici a pompa di calore** la valutazione considera un consumo medio di circa 150 litri al giorno di acqua calda sanitaria per una famiglia residente in un'abitazione di 100 m². Si pongono a confronto i consumi e i costi di gestione di un boiler elettrico tradizionale, uno a pompa di calore e una caldaia a gas naturale.

	Consumi finali annui	Consumi di energia primaria	Costo dell'energia	Emissioni di CO ₂
Boiler	2.156 kWh	4.205 kWh	431 €	755 kg
PDC	970 kWh	1.892 kWh	194 €	340 kg
Caldaia	238 m ³ gas	2.397 kWh	214 €	461 kg

Con le detrazioni fiscali, rispetto a un boiler elettrico tradizionale, la pompa di calore presenta un rientro economico in 4 anni. Con il Conto Energia Termico si calcola un ritorno di investimento comparabile.