

Come dare una mano alla transizione elettrica delle case italiane?



di Marco Borgarello,
Lorenzo Croci,
Francesca Talamo,
Ennio Brugnetti,
Francesco D'Oria,
RSE, Gruppo Efficienza Energetica

Conviene installare una pompa di calore per riscaldare una abitazione? Ci sono le condizioni economiche per stimolare le famiglie all'uso di una nuova tecnologia? Uno studio RSE ne valuta la convenienza analizzando i principali fattori in gioco

Per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione previsti dalla proposta di nuovo Piano Nazionale Energia e Clima (PNIEC) sarà necessario al 2030 incrementare di ulteriori 4,5 milioni l'installato di pompe di calore (PdC) impiegate come impianto di riscaldamento

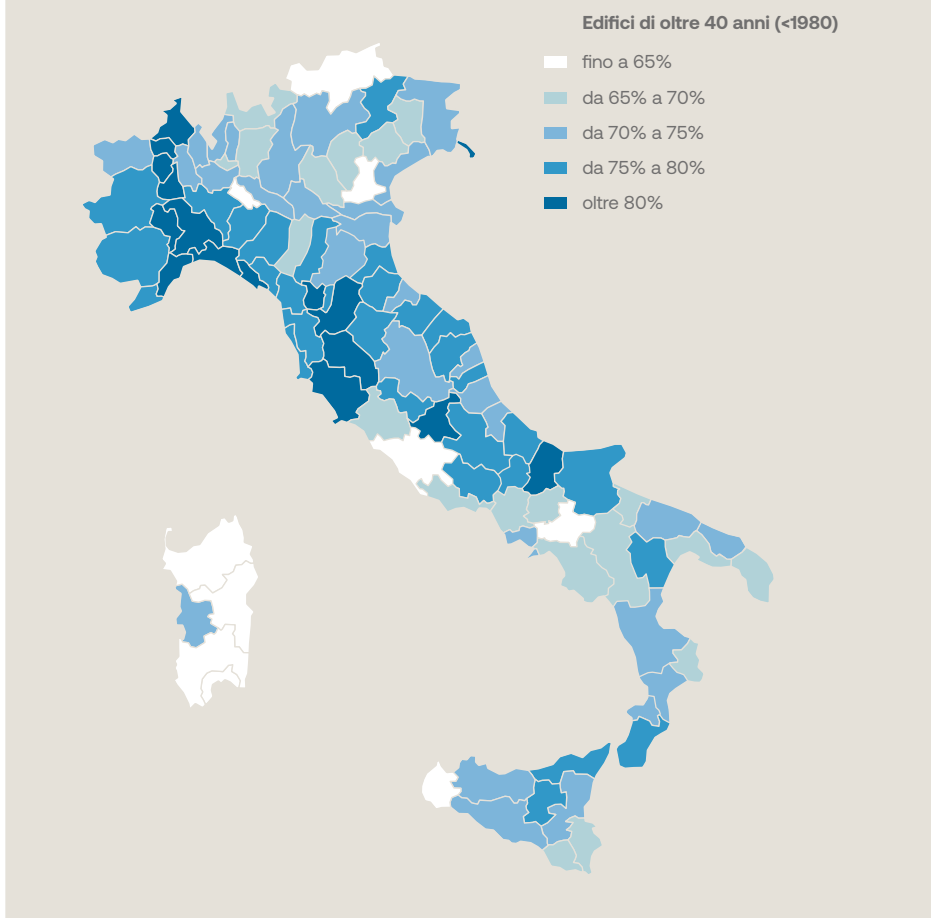
prevalente, rispetto allo scenario *as usual*. Secondo stime RSE, il nostro Paese può già contare su un parco di circa 22 milioni di climatizzatori installati al 2023, per una potenza frigorifera di 132 GW, di cui circa il 38 per cento, pari a 50 GW, nel settore residenziale. La stima di 22



Figura 1

Quota di edifici residenziali edificati prima del 1980

Fonte elaborazione RSE su dati Cresme 2022



milioni di macchine è stata ricavata in base ai dati di vendita annuali forniti dall'associazione di categoria Assoclimate e assumendo una vita utile media delle macchine pari a 15 anni. Tale stima, superiore a valutazioni realizzate da altri stakeholder, considera l'intero stock di climatizzatori installati in Italia, compresi quelli di piccola taglia (split e multisplit) ed esclusi i portatili.

È un quadro incoraggiante, che evidenzia l'interesse che tale tecnologia riscuote nelle famiglie italiane. Ma occorre fare di più, soprattutto in considerazione del fatto

che attualmente quasi 7 famiglie su 10 utilizzano un sistema di riscaldamento alimentato a gas.

Dati tali presupposti, appare utile domandarsi se vi siano, al momento le condizioni economiche per superare la naturale barriera al cambiamento e stimolare le famiglie all'uso di una nuova tecnologia o se vi siano ancora condizioni al contorno che ne possano ostacolare lo sviluppo. Come dare quindi una mano alla transizione elettrica delle abitazioni italiane?

Partiamo dunque dai fondamentali: le pompe di calore rappresenta-

no una delle tecnologie chiave per raggiungere gli obiettivi energetici e climatici dell'UE per il 2030 e la neutralità climatica per i sistemi di riscaldamento e raffreddamento entro la metà del secolo. Nell'ambito del piano *REPowerEU* per eliminare gradualmente la dipendenza dell'UE dalle importazioni di combustibili fossili, la Commissione Europea ha previsto l'installazione di ulteriori 10 milioni di pompe di calore nei prossimi 5 anni. Sebbene la crescita del mercato nel 2021 e nel 2022 – cumulativamente pari a poco meno di 5 milioni di nuove unità –

Nell'ambito del REPowerEU, per eliminare gradualmente la dipendenza dalle importazioni di combustibili fossili, la Commissione europea ha previsto l'installazione di ulteriori 10 milioni di pompe di calore nei prossimi 5 anni

stia già superando tale aspettativa, sta diventando sempre più chiaro che l'attuale tasso di diffusione da solo non sarà sufficiente a realizzare una profonda trasformazione del settore del riscaldamento, in vista del raggiungimento dell'obiettivo *Fit for 55*.

In ambito nazionale, l'esigenza di decarbonizzazione ha portato alla definizione di una serie di Piani e norme che stanno traghettando l'Italia verso la riduzione delle emissioni di CO₂ e alla realizzazione di una serie di misure volte ad efficientare il parco edilizio esistente.

Un passaggio di questo improntato percorso è delineato dal Piano Nazionale Energia e Clima (PNIEC), la cui versione revisionata alla luce

delle indicazioni espresse dalla Commissione europea è stata inviata dal MASE alla Commissione stessa il 1° luglio 2024.

A più riprese viene quindi sottolineato il ruolo chiave che avrà l'impiego delle pompe di calore come sistema principale di riscaldamento per la riduzione delle emissioni connesse agli edifici, con benefici anche maggiori se realizzate in soluzioni integrate con le fonti rinnovabili.

Scopo dello studio RSE è verificare se sussistono le condizioni di convenienza per adottare sistemi a PdC. Per avere un quadro rappresentativo del contesto italiano l'analisi analizza una casistica di condizioni che si differenziano per contesto abitativo, età di costruzione e zona climatica.

Il parco abitativo italiano: vecchio e inefficiente

L'ambito di indagine fa riferimento all'attuale parco abitativo nazionale che per il 72 per cento degli edifici è stato costruito prima del 1980 (**Figura 1**) e per questo è poco efficiente: circa l'82 per cento del co-

struito esistente rientra nelle classi energetiche più energivore (F e G).

Le analisi di convenienza economica degli investimenti di riqualificazione degli impianti di climatizzazione sono state condotte su due tipologie di abitazioni rappresentative complessivamente del 65 per cento del parco abitativo italiano: un'abitazione monofamiliare (che copre il 52 per cento delle tipologie di immobili in Italia) e un appartamento di un condominio. Il condominio più rappresentativo è composto da circa 4-6 abitazioni. Secondo dati CRESME, trascurando le mono e bifamiliari, il 53 per cento dei condomini è composto da 4-6 abitazioni, il 27 per cento arriva a 8 abitazioni, il 12 per cento a 15 abitazioni per edificio e nel restante 8 per cento troviamo gli edifici che presentano oltre 16 abitazioni. Inoltre, analizzando il totale delle abitazioni, più del 40 per cento si trova in edifici costruiti tra il 1960 e il 1980 e negli anni '90. Si è deciso pertanto di considerare la combinazione delle suddette due tipologie per tali due vetustà.

Tabella 1

Stima dei fabbisogni energetici di un'abitazione degli anni 1960-1980

Fonte: elaborazioni RSE

Tipologia abitazioni	Zona climatica	Fabbisogno riscaldamento	Fabbisogno raffrescamento	Fabbisogno ACS	Fabbisogno cottura	Usi elettrici obbligati
		kWh _t				kWh _e
Monofamiliare	E	15.000	1.200	1.450	350	2023
Monofamiliare	D	10.700	1.350	1.400		
Monofamiliare	C	6.500	1.450	1.350		
Condominio	E	8.200	1.050	1.450		
Condominio	D	6.150	1.100	1.400		
Condominio	C	3.550	1.200	1.350		

Tabella 2

Rendimenti utilizzati per le soluzioni a caldaia e il piano cottura e stima dei COP delle PdC

Fonte: elaborazioni RSE

Caldaia non a condensazione	Riscaldamento	0,80		
	ACS	0,80		
Caldaia a condensazione	Riscaldamento	0,95		
	ACS	0,90		
Piano cottura	Gas	0,50		
	Induzione	0,85		
Pompe di calore		Zona E	Zona D	Zona C
	PdC Ibrida	3,01	3,23	3,34
	PdC_AltaT COP 65 °C	2,49	2,69	2,80
	PdC_MediaT COP 48 °C	3,01	3,23	3,34
	PdC_BassaT COP 37 °C	3,86	4,29	4,43
	COP ACS	2,78	3,11	3,18
	EER	3,20	3,20	3,20

Le prestazioni energetiche delle abitazioni sono state valutate per tre diverse zone climatiche: zona C (Napoli), zona D (Roma) e zona E (Milano), nelle quali complessivamente risiede oltre il 90 per cento della popolazione.

L'insieme di queste variabili ha generato 12 casi studio, così articolati:

- 2 tipologie di abitazioni: casa monofamiliare e condominio;
- 2 vetustà delle abitazioni: costruite tra il 1960 e il 1980 oppure tra il 1990 e il 2000;
- 3 zone climatiche: C, D, E (Napoli, Roma, Milano).

Le diverse tipologie di abitazioni sono state rappresentate tramite modelli BIM (Building Information Modeling) in grado di riprodurre le intrinseche caratteristiche edilizie: le superfici disperdenti, il volume climatizzato, le trasmittanze dei materiali, le condizioni di comfort richieste e così via.

Attraverso l'applicativo CARA-

PACE (Calcolo Resistivo Annuale Prestazioni Assetti Climatizzazione Efficienti) realizzato da RSE, per ciascuna delle tipologie abitative considerate è stato stimato il fabbisogno energetico orario necessario a garantire il comfort interno (assumendo di mantenere la temperatura interna pari a 20 °C in inverno e 26 °C in estate). Per ogni caso studio si è ipotizzata la presenza di 2 persone in ogni tipologia di abitazione. A titolo di esempio, nella **Tabella 1** sono riassunti i principali risultati relativi al caso dell'abitazione in un edificio monofamiliare e in condominio degli anni 1960-1980 nelle tre zone climatiche analizzate.

Per garantire gli stessi livelli di comfort relativi alla climatizzazione il fabbisogno energetico delle diverse abitazioni dipende in particolar modo dalla zona climatica. Invece i fabbisogni energetici relativi ai servizi di cottura e usi elettrici obbligati (che comprendono illuminazione, elettrodomestici e tutti gli altri consumi non correlati a riscaldamento, cottura e acqua calda sanitaria) so-

no stati definiti sulla base dei dati di profilazione pubblicati da ARERA. Poiché essi sono dipendenti dalla numerosità del nucleo familiare che rimane invariata nei casi esaminati, sono stati assunti costanti. Si fa notare che la produzione di acqua calda sanitaria (ACS) dipende principalmente dalla numerosità del nucleo familiare e in misura minore dalla zona climatica.

Ad oggi, nella maggior parte dei casi tali fabbisogni sono soddisfatti mediante l'utilizzo del gas per il riscaldamento e ACS, nonché per la cottura dei cibi, mentre l'elettricità è impiegata per tutti gli altri servizi. La soluzione di *baseline* adottata nello studio RSE prevede una caldaia a gas non a condensazione e radiatori. La climatizzazione estiva è assicurata da un sistema multi-split.

Quali tecnologie per case più efficienti e sostenibili?

Alla luce della necessità di raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione, è stata valutata una serie di possibili alternative di riqualificazione che prevedono la sostituzione dell'impianto di riscaldamento autonomo (in Italia oltre il 64 per cento delle abitazioni ha riscaldamento autonomo), del sistema di diffusione del calore e del piano cottura, fino ad arrivare ad un'abitazione *full electric* dotata anche di impianto solare fotovoltaico. Tale trasformazione può procedere secondo due possibili strade, come illustrato nel box.

Dalla stima dei carichi termici necessari per garantire il comfort nelle abitazioni, sono stati dimensionati i sistemi di produzione

CaldTrad	Caso 0	Caldaia non a condensazione + radiatori + piano cottura a gas: soluzione adottata come <i>baseline</i>
CaldCond	Caso 1	Caldaia a condensazione + radiatori + piano cottura a gas: sostituzione caldaia esistente con caldaia a condensazione, mantenendo il sistema di riscaldamento a radiatori e piano cottura a gas
PdC_Ibrida	Caso 2	PdC ibrida + radiatori + piano cottura a gas: sostituzione caldaia esistente con sistema ibrido PdC e caldaia a condensazione, mantenendo il sistema di riscaldamento a radiatori e piano cottura a gas
PdC_AltaT	Caso 3	PdC Alta Temperatura + radiatori + piano cottura a induzione: sostituzione caldaia esistente con PdC con temperatura di mandata in uscita a 65 °C, mantenendo il sistema di riscaldamento a radiatori e sostituendo il piano cottura a gas con uno a induzione
PdC_MediaT	Caso 4	PdC Media Temperatura + fancoil + piano cottura a induzione: sostituzione caldaia esistente con PdC con temperatura di mandata in uscita a 48 °C, sostituendo i radiatori con fancoil per il riscaldamento e il piano cottura a gas con uno a induzione
PdC_BassaT	Caso 5	PdC Bassa Temperatura + pavimento radiante + piano cottura a induzione: sostituzione caldaia esistente con PdC con temperatura di mandata in uscita a 37 °C, sostituendo i radiatori con un sistema a pavimento radiante e il piano cottura a gas con uno a induzione
PdC_AltaT_FV	Caso 6	PdC Alta Temperatura + radiatori + piano cottura a induzione + FV: stessa dotazione del Caso 3 con aggiunta di impianto fotovoltaico
PdC_MediaT_FV	Caso 7	PdC Media Temperatura + fancoil + piano cottura a induzione + FV: stessa dotazione del Caso 4 con aggiunta di impianto fotovoltaico
PdC_BassaT_FV	Caso 8	PdC Bassa Temperatura + pavimento radiante + piano cottura a induzione + FV: stessa dotazione del Caso 5 con aggiunta di impianto fotovoltaico

to metrico estimativo; inoltre, si è tenuto conto dei videnti sistemi di incentivazione (detrazioni fiscali e Ritiro Dedicato).

I costi operativi, OpEx, comprendono le spese sostenute per alimentare e mantenere le apparecchiature installate, considerando i prezzi dell'elettricità e del gas ad aprile 2024. Infine, la convenienza è calcolata attraverso il VAN come differenza tra i flussi di cassa di ciascun intervento e quelli della baseline.

Per favorire il confronto sono stati inoltre valutati i benefici energetici e ambientali delle diverse tipologie impiantistiche in modo da poter pesare la scelta d'intervento in

una logica di costo-opportunità.

Attraverso indicazioni ricavate dai prezzari DEI dell'edilizia (DEI, Tipografia del Genio Civile, sviluppa, realizza e commercializza i prezzari informativi dell'edilizia e dell'impiantistica) è stato redatto un computo metrico estimativo con tutte le lavorazioni da eseguire e i relativi materiali; il costo complessivo è stato ridotto del 15 per cento per tener conto di possibili scontistiche e aggiunta l'IVA al 10 per cento. Si è infine arrivati a stimare il prezzo finale per l'acquisto e l'installazione delle apparecchiature (CapEx), riportati nella **Tabella 3**, per i diversi scenari e zone climatiche.

In particolare, nel caso dell'abitazione monofamiliare, l'impianto termico e quello fotovoltaico sono stati dimensionati in base allo specifico fabbisogno energetico della zona climatica di appartenenza; ciò non è stato necessario invece per le abitazioni in condominio che non dispongono di impianto fotovoltaico e per cui si è considerata una PdC della taglia più piccola (5 kW).

Le soluzioni *elettriche* hanno costi CapEx sensibilmente superiori a quella basata su caldaia a condensazione (Caso 1), anche in ragione del fatto che nella maggioranza dei casi sono previsti significativi interventi per la sostituzione del sistema



di diffusione del calore. Caso particolare è quello degli ultimi tre scenari con FV, in cui l'incremento del CapEx è giustificato dalla presenza dell'impianto fotovoltaico, il cui costo è compreso tra 6.500 e 9.300 euro (non considerato per il condominio

per la non facile applicazione a supporto dei consumi delle singole abitazioni).

Nella **Figura 2** è indicato il peso che hanno il costo del generatore, la manodopera e le altre spese (rimozione caldaia, opere edili, trasporto

in discarica, pulitura impianto, opere elettriche, altre apparecchiature necessarie a realizzare a regola d'arte l'impianto) per una caldaia a condensazione, una PdC ad alta temperatura e una PdC ibrida rispetto al prezzo complessivo riportato in **Tabella 3**.

Tabella 3

Stime dei prezzi (in euro) di acquisto e installazione per le 8 tipologie di intervento

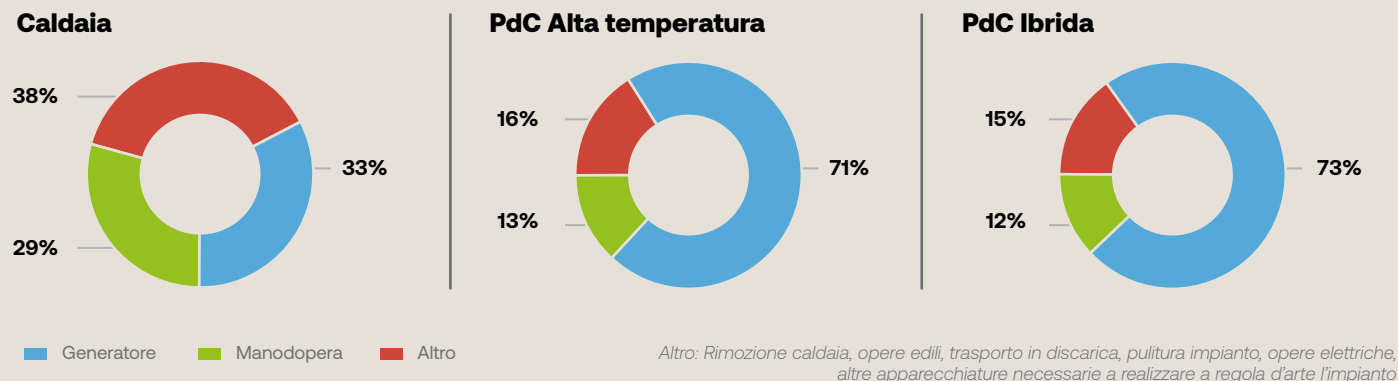
Fonte: elaborazioni RSE

Intervento	Monofamiliare anni 1960-1980			Monofamiliare anni '90*		
	Zona climatica			Zona climatica		
	E	D	C	E	D	C
Caso 1 – CaldCond	4.600					
Caso 2 – PdC Ibrida	13.300					
Caso 3 – PdC AltaT	12.400	11.600	11.300	11.100	11.000	10.400
Caso 3 – PdC AltaT	15.100	14.200	14.000	13.700	13.700	13.000
Caso 3 – PdC AltaT	19.800	18.900	18.700	18.400	18.400	17.700
Caso 6 – PdC AltaT FV	21.700	19.500	18.400	19.000	18.200	16.900
Caso 7 – PdC MediaT FV	24.400	22.100	21.100	21.600	20.800	19.500
Caso 8 – PdC BassaT FV	29.100	26.800	25.800	26.300	25.500	24.200
	Condominio anni 1960-1980			Condominio anni '90*		
Caso 1 – CaldCond	4.600					
Caso 2 – PdC Ibrida	13.300					
Caso 3 – PdC AltaT	10.400					
Caso 3 – PdC AltaT	13.000					
Caso 3 – PdC AltaT	17.700					

*Per i Casi dal 3 all'8 si considera per il piano cottura un costo pari a 400 euro

Figura 2

Suddivisione costi impiantistici complessivi



Il presente studio non tiene conto del fatto che la vita utile del riscaldamento a pavimento radiante e dell'impianto fotovoltaico supera i 15 anni, periodo all'interno del quale sono stati calcolati e attualizzati i costi di esercizio (OpEx). Pertanto, i benefici di queste due tecnologie sono di fatto sottostimati. Inoltre, non si è ritenuto necessario tener conto della sostituzione dell'inverter dell'impianto fotovoltaico in quanto la sua vita utile in condizioni ottimali copre il periodo di 15 anni oggetto di analisi.

Competitività ambientale ed economica delle PdC

Sulla base dei dati acquisiti si è proceduto alla valutazione della competitività dei singoli casi, in termini di benefici ambientali e convenienza economica.

Dal punto di vista dei benefici ambientali si è valutato il risparmio di energia primaria non rinnovabile e la quota di energia rinnovabile impiegata. A livello economico poi, si sono calcolati e confrontati CapEx, OpEx e VAN.

Come già riportato, le PdC possono giocare un ruolo strategico

per contribuire a decarbonizzare un'importante quota dei consumi energetici per la climatizzazione degli edifici. La valutazione della competitività deve pertanto tener conto del contributo che sono in grado di apportare all'obiettivo di progressiva riduzione delle emissioni di CO₂. Per questo è interessante confrontare l'impatto delle ipotesi di intervento in termini di consumi di fonti primarie e relativa riduzione delle emissioni.

Nella **Figura 3**, a titolo di esempio, per ciascuno dei casi studio afferenti all'abitazione monofamiliare degli anni 1960/1980 sono rappresentati in termini percentuali il risparmio di energia primaria non rinnovabile (fattore di conversione in energia primaria non rinnovabile dei vettori energetici: energia elettrica da rete $f_{P,nren} = 1,95$, energia primaria rinnovabile $f_{P,ren} = 0,47$ secondo il Decreto Requisiti Minimi 26/6/2015 Allegato 1, **Tabella 1**) rispetto ai consumi della soluzione *baseline* e la quota di energia rinnovabile impiegata, entrambi calcolati nell'arco di vita utile dell'impianto pari a 15 anni. I dati di consumo sono relativi all'intero fabbisogno dell'abitazione per la climatizzazio-

ne, la cottura, l'ACS e gli altri usi.

Indipendentemente dalla zona climatica d'intervento i casi *full electric* presentano elevati risparmi di energia primaria non rinnovabile, con valori superiori al 60 per cento nel caso di PdC a bassa temperatura accoppiate a impianto fotovoltaico. Le stesse conclusioni sono valide se si analizza la quota di energia rinnovabile utilizzata complessivamente per i diversi usi nell'abitazione; le PdC, infatti, riescono a impiegare oltre il 60 per cento di energia rinnovabile.

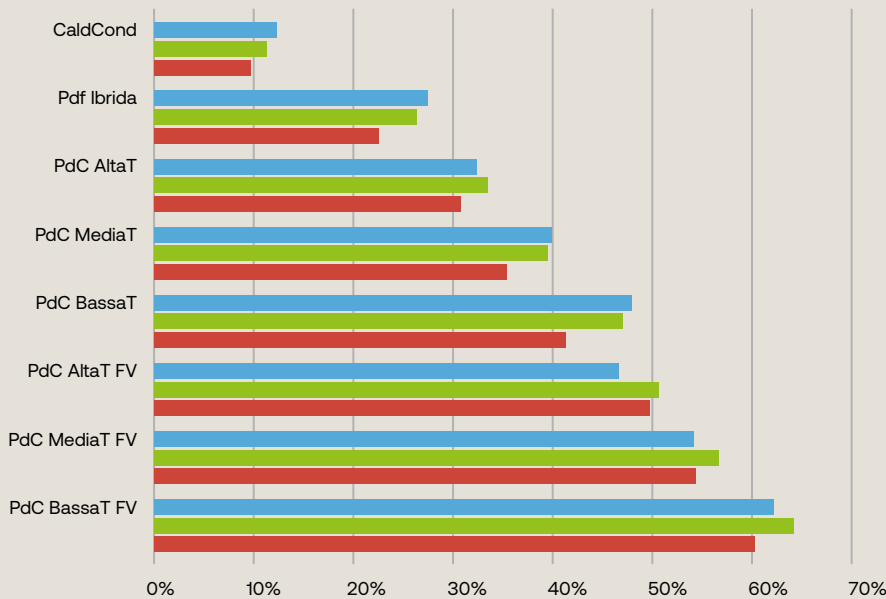
L'energia rinnovabile utilizzata nelle configurazioni con impianto fotovoltaico non raggiunge il 100 per cento in quanto l'autoconsumo fisico è dell'ordine del 34 per cento della produzione. Inoltre, una quota parte di energia elettrica prelevata dalla rete contiene una percentuale di energia rinnovabile; pertanto, anche nel caso di edificio con caldaia a condensazione la quota di energia rinnovabile utilizzata sarà maggiore di zero. È pertanto opportuno dedicare particolare attenzione a queste tecnologie se si vuole trarre la riduzione del consumo di fonti fossili e, quindi, la riduzione delle emissioni di CO₂.

Figura 3

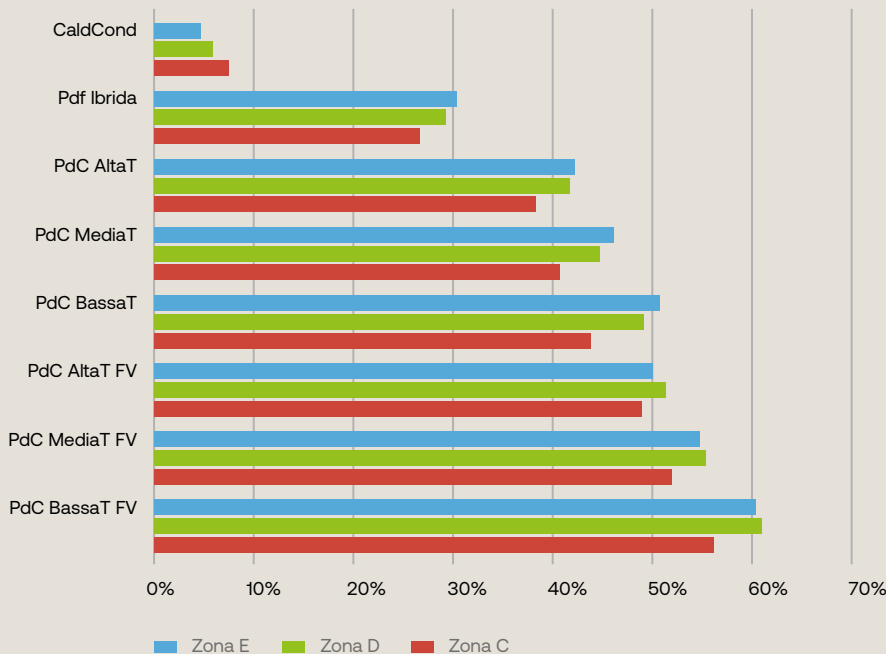
Risparmi percentuali di energia primaria non rinnovabile e quota percentuale di energia rinnovabile calcolati rispetto alla soluzione *baseline* per tutti i consumi dell'edificio monofamiliare per ognuna delle ipotesi di intervento in zona E, D e C

Fonte: elaborazioni RSE

Risparmio di energia primaria non rinnovabile



Energia rinnovabile utilizzata



peso nel mix termico rinnovabile; in termini assoluti, infatti, il PNIEC prevede al 2030 il raggiungimento di circa 12,5 Mtep di FER nel settore del riscaldamento e raffrescamento, legati in buona parte all'incremento della componente rinnovabile delle pompe di calore annuali che, al 2030, inciderebbero per 3,5 Mtep.

Lo studio sulla convenienza è sviluppato confrontando CapEx e OpEx dei vari interventi e calcolando il Valore Attuale Netto della differenza tra i flussi di cassa di ciascun intervento e quelli della *baseline* (vedi box sul calcolo del VAN) degli 8 interventi ipotizzati. Lo scenario tiene conto del meccanismo vigente delle detrazioni fiscali e dei meccanismi delle detrazioni fiscali e dei prezzi dell'energia vigenti ad aprile 2024.

L'analisi considera i prezzi di elettricità e gas in vigore ad aprile 2024, definiti da ARERA per un consumatore domestico in regime di tutela. I prezzi dell'energia elettrica sono composti da:

- una quota fissa (in euro/anno);
- una quota potenza (in euro/kW), funzione della potenza contrattuale;
- una quota energia (in euro/kWh).

I prezzi del gas sono composti da:

- una quota fissa (in euro/anno), funzione della portata del contatore;
- una quota energia (in euro/Sm³).

Negli ultimi 5 anni nel settore termico poco più del 20 per cento dei consumi energetici proviene da fonti rinnovabili (il 20,6 per cento nel

2022). Il PNIEC 2024 intende raggiungere il 24,3 per cento di FER al 2030. Le PdC, considerate le loro elevate prestazioni, avranno un crescente

Nel caso di sostituzione della caldaia con una PdC si è assunto un incremento della potenza elettrica contrattuale da 3 kW a 6 kW, consi-

Tabella 4

Confronto dei costi annuali per energia elettrica e gas per un'abitazione monofamiliare degli anni 1960-1980, zone climatiche E, D e C, per tipologia di intervento

Fonte: elaborazioni RSE

Abitazione monofamiliare Anni 1960-1980	Zona climatica								
	E			D			C		
	Gas	Elettricità	Totale	Gas	Elettricità	Totale	Gas	Elettricità	Totale
	euro/anno								
Caso 0 – CaldTrad	2.157	531	2.687	1.627	537	2.163	1.118	541	1.659
Caso 1 – CaldCond	1.851	531	2.382	1.404	537	1.941	975	541	1.517
Caso 2 – PdC Ibrida	935	1.067	2.002	753	915	1.668	578	792	1.370
Caso 3 – PdC AltaT	0	1.689	1.689	0	1.361	1.361	0	1.104	1.104
Caso 4 – PdC MediaT	0	1.526	1.526	0	1.257	1.257	0	1.045	1.045
Caso 5 – PdC BassaT	0	1.354	1.354	0	1.129	1.129	0	970	970
Caso 6 – PdC AltaT FV	0	1.327	1.327	0	1.018	1.018	0	824	824
Caso 7 – PdC MediaT FV	0	1.164	1.164	0	914	914	0	765	765
Caso 8 – PdC BassaT FV	0	992	992	0	786	786	0	690	690

Tabella 5

Confronto dei costi annuali per energia elettrica e gas per un'abitazione in un condominio degli anni 1960-1980, zone climatiche E, D e C, per tipologia di intervento

Fonte: elaborazioni RSE

Abitazione in condominio Anni 1960-1980	Zona climatica								
	E			D			C		
	Gas	Elettricità	Totale	Gas	Elettricità	Totale	Gas	Elettricità	Totale
	euro/anno								
Caso 0 – CaldTrad	1.332	522	1.855	1.081	526	1.608	763	530	1.293
Caso 1 – CaldCond	1.157	522	1.679	945	526	1.471	677	530	1.207
Caso 2 – PdC Ibrida	657	846	1.503	569	773	1.342	459	698	1.157
Caso 3 – PdC AltaT	0	1.251	1.251	0	1.087	1.087	0	929	929
Caso 4 – PdC MediaT	0	1.162	1.162	0	1.028	1.028	0	896	896
Caso 5 – PdC BassaT	0	1.068	1.068	0	954	954	0	855	855

derando quindi l'incremento della relativa quota potenza in bolletta. Attualmente all'utente domestico con potenza impegnata di 3 kW è applicato un corrispettivo unitario in quota potenza pari a 20,52 euro/kW/anno; a tale cifra va poi aggiunta l'IVA al 10 per cento; la potenza impegnata arriva così a costare all'utente 67,72 euro/anno. Il corrispettivo unitario è stato moltiplicato per i 3

kW ulteriori che l'utente domestico chiederà come aumento di potenza per arrivare a 6 kW, e poi attualizzato sui 15 anni. A questo ammontare si dovrà aggiungere, una tantum, il contributo amministrativo per l'aumento di potenza, pari a 73,17 euro per le utenze in bassa tensione.

In tali condizioni, a titolo di esempio (come visualizzato in **Tabella 4** e **Tabella 5**, relative a un

edificio monofamiliare e ad un'abitazione in un condominio degli anni 1960-1980 che riportano i costi energetici annuali suddivisi per consumi di elettricità e gas), una famiglia potrebbe spendere per la bolletta energetica da circa 2.700 euro l'anno sino a poco meno di 700 euro, a seconda della tipologia di abitazione, della scelta tecnologica adottata e della zona climatica di appartenen-

za. Per quanto riguarda la cottura dei cibi, la differenza di spesa tra l'utilizzo di un piano cottura a gas e di uno a induzione è trascurabile.

Dal confronto dei costi annuali emerge che, indipendentemente dalla zona climatica e dalla tipologia di abitazione considerata, l'approccio *caldaia tradizionale* è la soluzione con i costi annuali per i vettori energetici più elevati; ne deriva, quindi, l'opportunità di adottare soluzioni più efficienti.

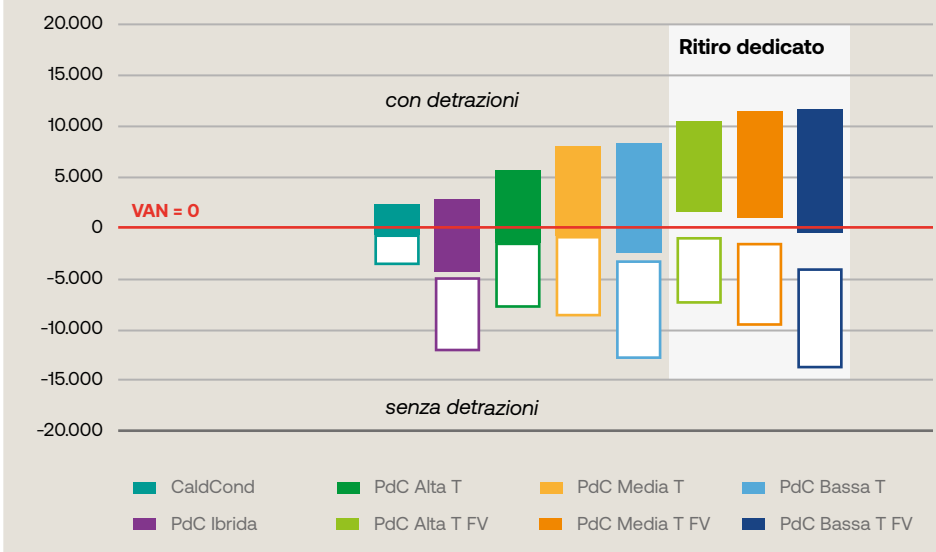
Le soluzioni a gas, ovvero l'installazione di una caldaia a condensazione o di sistemi ibridi a pompa di calore, consentono risparmi che variano dal 7 al 16 per cento circa, rispetto alla soluzione base per un'abitazione monofamiliare; risparmi che salgono significativamente da circa il 32 al 40 per cento per le soluzioni elettriche con PdC, e dal 49 al 57 per cento circa per le soluzioni integrate PdC e FV. Estendendo le stesse considerazioni ad una abitazione degli anni '90, con fabbisogni energetici mediamente inferiori del 20 per cento rispetto ad un edificio degli anni 1960-1980, anche il risparmio atteso ne risentirà, venendo circa dimezzato.

Per consentire una valutazione corretta della convenienza economica delle diverse soluzioni e soprattutto per garantire la loro confrontabilità, è necessario considerare non solo la differenza degli OpEx, che premia l'efficienza tecnologica, ma anche la differenza dei CapEx, che tiene conto dell'investimento iniziale. Di conseguenza, è stato calcolato il Valore Attuale Netto della differenza tra i flussi di cassa di ciascun intervento e quelli della *baseline* (con la formula descritta nel box) su

Figura 4

Confronto dei VAN per tipologia di intervento, per un'abitazione monofamiliare, in assenza e in presenza di detrazioni e ai prezzi di gas ed elettricità in regime di tutela di aprile 2024

Fonte: elaborazioni RSE



un periodo di 15 anni, tenendo conto di un tasso di inflazione che riflette il valore medio atteso nell'arco della vita utile dell'impianto e di un tasso di attualizzazione dell'ordine del rendimento netto attuale di un BTP con scadenza a 15 anni, rispettiva-

mente assunti pari al 2 per cento e al 4 per cento. Come indicato dalla Banca d'Italia, il tasso di inflazione medio atteso è pari al 2,3 per cento nel 2024 e al 2 per cento dal 2025 in poi, riflettendo gli effetti diretti e indiretti del calo dei prezzi delle ma-

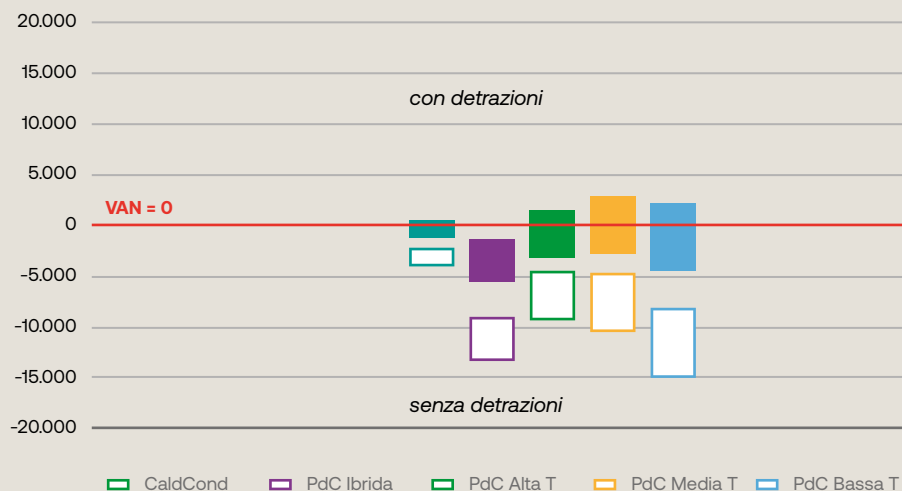


Care imprese familiari, care aziende, chi ordina oggi la propria pompa di calore si assicura l'energia per il futuro

Figura 5

Confronto dei VAN per tipologia di intervento, per un'abitazione in condominio in assenza e in presenza di detrazioni ai prezzi di gas ed elettricità in regime di tutela di aprile 2024

Fonte: elaborazioni RSE



terie prime energetiche. In linea con gli obiettivi nel medio lungo termine della politica monetaria europea si è assunto un tasso di inflazione pari al 2 per cento.

Il lavoro non tiene in considerazione gli oneri finanziari di cui l'u-

tente dovrebbe farsi carico nel caso in cui non disponga del capitale necessario per l'investimento iniziale e richieda un prestito per finanziarlo.

Si considerano, dunque, convenienti quegli interventi il cui valore di VAN è superiore a o, ovvero quei

casi per i quali, nell'arco di 15 anni, il valore attuale netto dei flussi di cassa relativi all'investimento iniziale e alle spese per l'energia e alla manutenzione è superiore a quello calcolato per la *baseline*. Tra i flussi di cassa sono considerate anche le eventuali detrazioni fiscali, assunte al momento della scrittura quelle vigenti, ovvero pari al 65 per cento dei CapEx per la caldaia a condensazione, per le pompe di calore e per i pavimenti radianti, e al 50 per cento per i pannelli fotovoltaici. A seguito delle indicazioni previste dal Piano Strutturale di Bilancio a medio termine è prevedibile che tali valori potranno variare. Inoltre, per il fotovoltaico è stato considerato il beneficio economico rappresentato dal Ritiro Dedicato.

Nelle **Figure 4 e 5** sono riportati i valori dei VAN per ambedue le tipologie di abitazioni considerate, in assenza e in presenza di detrazioni; ogni barra rappresenta, per ogni soluzione tecnologica, l'estensione minima e massima dei valori calcolati per le casistiche valutate (vetustà dell'edificio e zona climatica). I rettangoli colorati e vuoti rappresentano rispettivamente i VAN in presenza e in assenza di detrazioni.

I dati evidenziano che, in assenza di incentivi fiscali, sia nel caso dell'abitazione monofamiliare che del condominio, nessuno degli interventi impiantistici considerati risulta conveniente. In particolare, il VAN risulta fortemente negativo quando la sostituzione della caldaia con una PdC avviene in un condominio.

In presenza di incentivi fiscali la situazione migliora nettamente. Nel caso di una abitazione monofamiliare, la quasi totalità delle soluzioni



In assenza di incentivi fiscali, sia nel caso dell'abitazione monofamiliare sia del condominio, nessuno degli interventi impiantistici considerati risulta conveniente

elettriche che prevedono l'integrazione con un sistema fotovoltaico ha VAN positivi, grazie al risparmio conseguito per via dell'autoconsumo e al beneficio economico rappresentato dalla remunerazione riconosciuta dal GSE per il Ritiro Dedicato.

Per le soluzioni senza FV, sempre nelle abitazioni monofamiliari, in alcuni casi il valore del VAN risulta positivo; le situazioni più favore-

voli sono quelle in cui il fabbisogno energetico è più elevato, ad esempio per ragioni climatiche o per vetustà dell'immobile. In queste condizioni il risparmio in bolletta incide significativamente sul valore del VAN stesso, riducendo l'incidenza dell'investimento iniziale.

In tal senso, le abitazioni nei condomini, confinando con altri appartamenti, hanno generalmente fabbisogni energetici inferiori rispetto a quelle monofamiliari e pertanto l'incentivazione non appare sufficiente per ottenere VAN positivi se non in presenza di fabbisogni termici molto elevati, che peraltro caratterizzano solo poche delle casistiche considerate.

Queste riflessioni evidenziano, dunque, il ruolo strategico dei sistemi di incentivazione che, tuttavia, possono agire in modo diverso a seconda della soluzione adottata e del contesto in cui si applicano. Inoltre, si sottolinea la significativa contrapposizione fra soluzioni con CapEx più bassi, quindi più accessibili all'utente, ma con valori di OpEx più elevati nell'intero periodo di vita dell'impianto, come ad esempio le caldaie a condensazione, e, viceversa, soluzioni con alti CapEx che possono costituire una significativa barriera a intraprendere un intervento di efficientamento energetico, ma in grado di consentire un buon risparmio nel corso della loro vita utile, come nel caso dei sistemi a PdC.

Il caso del riscaldamento centralizzato

In **Figura 6** si vogliono mostrare i risultati per un ulteriore caso rappresentativo: un condominio dotato di impianto di riscaldamento cen-

tralizzato in cui si vuole sostituire l'impianto tradizionale con una PdC ad alta temperatura per permettere di utilizzare i terminali di emissione esistenti.

Secondo dati Istat 2021, circa 12 milioni di abitazioni si trovano in condominio e, di queste, 4 milioni sono dotate di impianto centralizzato. Istat riporta inoltre che il 92 per cento degli impianti condominiali centralizzati è alimentato da combustibili fossili. Il confronto del VAN è stato fatto considerando l'intervallo come aggregato delle due tipologie di vetustà per le tre zone climatiche esaminate

Come già visto per il caso dell'abitazione con riscaldamento autonomo in condominio, anche qui prevalgono le situazioni in cui non vi è convenienza (VAN negativo) pur essendo in presenza delle detrazioni vigenti.

I casi che si trovano sopra la linea rossa sono quelli nelle zone climatiche più fredde e con le abitazioni più vetuste; in zona C, invece, non si ha mai convenienza.

E se il prezzo dell'energia elettrica cambiasse?

Quali scenari di prezzo dell'energia elettrica renderebbero conveniente l'installazione di una PdC anche nei casi sfavorevoli (zone climatiche B, C o abitazioni in condominio)? Quali sono le casistiche che non raggiungono VAN positivo nemmeno con le detrazioni?

Tali abitazioni (**Figura 7**), tra le 12 tipologie di casi schematizzati nello studio, corrispondono ai condomini degli anni '60-'80 in zona climatica C, alle abitazioni monofamiliari più recenti che si trovano sempre in zo-

Figura 6

Confronto del VAN per un impianto centralizzato sostituito con PdC ad alta temperatura, in presenza di detrazioni fiscali e ai prezzi di gas ed elettricità in regime di tutela di aprile 2024

Fonte: elaborazioni RSE

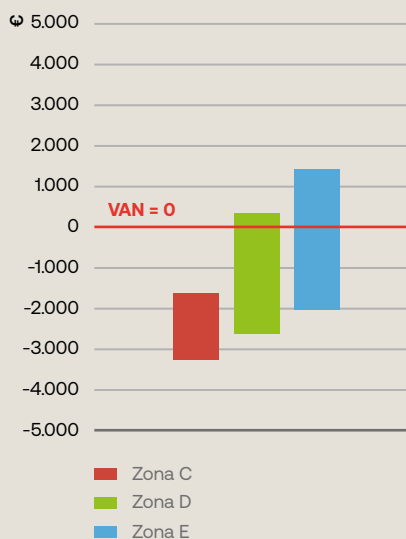
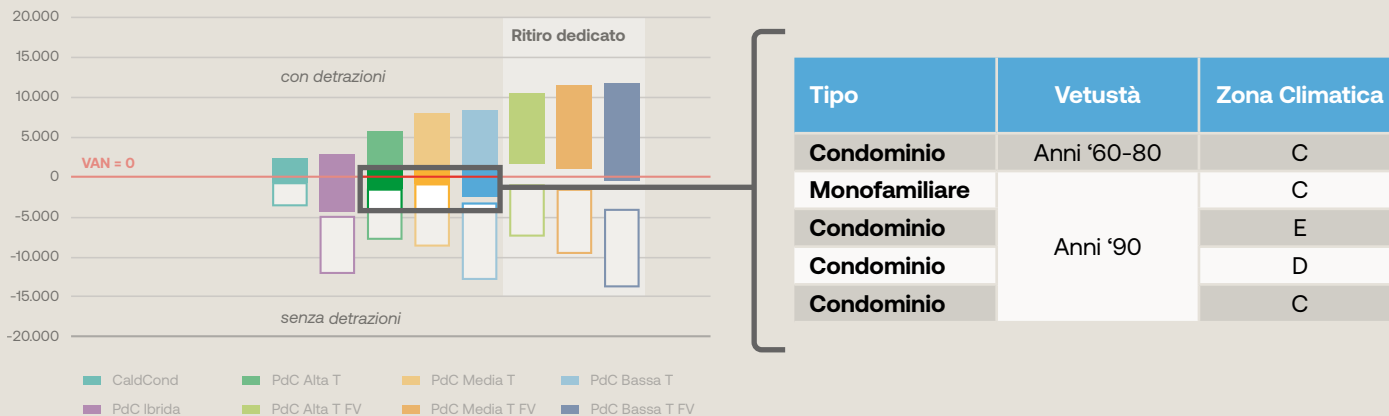


Figura 7

Dettaglio della consistenza delle abitazioni che non raggiungono VAN positivo nemmeno con le detrazioni

Fonte: elaborazioni RSE



na C e a tutti i condomini degli anni '90 indipendentemente dalla zona climatica.

In uno scenario in cui si prevede una riduzione di 2 centesimi di euro/kWh del prezzo dell'energia elettrica rispetto ad aprile 2024, si avrebbe convenienza ad installare almeno una soluzione con PdC in un ulteriore milione di abitazioni monofamiliari. Per avere convenienza in tutte le soluzioni monofamiliari, il prezzo si dovrebbe ridurre di 5 centesimi di euro/kWh.

Con una riduzione di 6 centesimi di euro/kWh si raggiungerebbe poi la convenienza ad installare almeno

una soluzione con PdC anche per le abitazioni in condominio (circa 5 milioni). Per avere convenienza in tutte le soluzioni analizzate, il prezzo si dovrebbe ridurre di 10 centesimi di euro/kWh

Oltre ad ipotizzare una riduzione del prezzo dell'energia elettrica è interessante valutare quali contributi a quota fissa renderebbero conveniente l'installazione di una PdC anche nei casi sfavorevoli (zone climatiche B, C o abitazioni in condominio). Si prova quindi a quantificare tale quota fissa in funzione del risultato che si vuole raggiungere.

Come si evince dalla **Figura 8**, in una ipotesi di contributo a quota fissa pari a 80 euro/anno (che sono ad esempio cumulabili attraverso l'eliminazione della quota una tantum dovuta per l'incremento della potenza contrattuale da 3 a 6 kW e del contributo quota fissa nella bolletta elettrica), avrebbero convenienza a installare un sistema a PdC ulteriori 4 milioni di abitazioni: i condomini degli anni '60-'80 in zona climatica C, quelli degli anni '90 in zona climatica C, quelli degli anni '90 in zona climatica E e le abitazioni monofamiliari degli anni '90 in zona climatica C. Per rendere conveniente la PdC

Figura 8

Contributo a quota fissa necessario per avere VAN positivo in funzione delle varie tipologie di abitazioni che non hanno convenienza con le detrazioni

Fonte: elaborazioni RSE

Tipo	Vetustà	Zona Climatica	Contributo in bolletta per ottenere VAN=0€/anno
Condominio	Anni '60-80	C	80
Monofamiliare	Anni '90	C	
Condominio		E	
Condominio		D	200
Condominio	C		

Con un contributo a quota fissa avrebbero VAN >=0:

+ 4 milioni di abitazioni

+ 2 milioni di abitazioni

Il calcolo del VAN

Si intende calcolare, sul periodo di 15 anni considerato, il VAN della differenza tra i flussi di cassa (relativi a ciascun intervento e quelli relativi al caso baseline). Quest'ultimo è caratterizzato dai costi del gas consumato dalla caldaia convenzionale e dal piano cottura e dai relativi costi di manutenzione, mentre i diversi interventi sono caratterizzati dai costi di acquisto e installazione delle nuove apparecchiature, dai costi del gas e/o dell'energia elettrica consumati, dai ricavi corrispondenti alle detrazioni fiscali e, ove presente, alla valorizzazione mediante Ritiro Dedicato dell'energia prodotta dall'impianto FV e non immediatamente autoconsumata, nonché, anche in questo caso, dai costi di manutenzione.

$$\Delta CF = -p_E \Delta E_E - p_G \Delta E_G + RD + DetrFisc - \Delta Manutenzione$$

Dove: p_E e p_G sono il prezzo dell'energia elettrica e del gas;

ΔE_E ΔE_G le differenze di consumo elettrico e di gas rispetto alla soluzione baseline;

RD il contributo economico erogato da GSE per il Ritiro Dedicato;

$DetrFisc$ l'ammontare delle detrazioni fiscali;

$\Delta Manutenzione$ la differenza di spesa per la manutenzione dell'impianto rispetto alla soluzione baseline.

Rispetto ai valori annui della differenza dei flussi di cassa viene quindi calcolato il Valore Attuale Netto:

$$VAN = \sum CF_i \left(\frac{1+f}{1+R} \right)^i - I_0$$

Dove: f è il tasso di inflazione nell'anno i ;

R costo del capitale impiegato;

I_0 è il CapEx dell'intervento, corrispondente all'investimento iniziale.

intervengano sulle soluzioni tariffarie, permettendo di fare assumere valori positivi ai VAN; soprattutto per quei casi in cui, perché localizzati in zone climatiche più miti o in contesti abitativi più recenti, il risparmio energetico ottenibile dall'efficientamento non è in grado di compensare i costi di investimento.

Le abitazioni che non raggiungono VAN positivo nemmeno con le detrazioni, caratterizzate da bassi consumi termici, raggiungerebbero la convenienza economica in uno scenario di riduzione del costo dell'energia elettrica da 2÷6 centesimi di euro/kWh o con un contributo fisso da 80÷200 euro/anno. L'introduzione di un eventuale contributo in quota energia andrebbe a incidere maggiormente sugli utenti con elevati consumi che già hanno convenienza all'installazione di un sistema a PdC, rendendo ancora più profittabile l'intervento di efficientamento ma rappresentando un aggravio per le casse dello Stato.

Il tema è quindi articolato e richiede un approccio che tenga conto di una serie di condizioni favorevoli al contorno – come la presenza di incentivi o un proporzionato costo dell'energia elettrica – oltre che intrinseche all'abitazione (zona climatica, vetustà e tipologia edilizia). ▀

anche nei condomini con fabbisogni non elevati in zona climatica D e C (2 milioni di abitazioni), occorrerebbe portare il contributo a circa 200 euro/anno.

In conclusione, l'analisi ha evidenziato che le condizioni più competitive per promuovere la diffusione delle PdC rispetto a sistemi a gas naturale – e in generale per promuovere la progressiva conversione verso tecnologie *full electric* – si trovano nelle abitazioni monofamiliari con più alto fabbisogno termico, per ragioni di inefficienza a causa

della loro vetustà o perché situate in zone climatiche fredde. In queste condizioni, in genere, in presenza di incentivi fiscali i VAN sono positivi e crescono ulteriormente se gli interventi sono abbinati a un impianto fotovoltaico con remunerazione per il Ritiro Dedicato.

Ma questa area di convenienza non è sufficiente a garantire il raggiungimento degli obiettivi per la decarbonizzazione del Paese. Oltre ai già citati e strategici incentivi in grado di sostenere gli investimenti, bisogna quindi pensare a misure che



MASE
La situazione
energetica
nazionale
nel 2022