

■ 7 Analisi costi-benefici

Nei capitoli precedenti è stato illustrato come le prestazioni delle macchine frigorifere reali a ciclo inverso siano inferiori a quelle ottenibili da un ciclo di Carnot. In linea generale è possibile affermare che una macchina a ciclo inverso è tanto più efficiente quanto più la temperatura di evaporazione è elevata e quanto più bassa è quella di condensazione.

Prima di procedere a un confronto economico tra pompe di calore geotermiche e generatori tradizionali, qui di seguito si riportano alcuni concetti base associati ai processi di combustione.

Per combustione si intende un processo esotermico in cui alcune sostanze in presenza di fiamma libera si combinano con l'ossigeno. Le sostanze comunemente utilizzate per la combustione vengono chiamate combustibili, l'ossigeno contenuto nell'aria atmosferica comburente. Le reazioni di ossidazione più comuni presenti nei processi di combustione interessano gli atomi di carbonio, idrogeno e zolfo. La presenza di aria nella combustione è fondamentale per garantire un'ossidazione ottimale dei composti. Tutti i generatori di calore di produzione recente hanno sofisticati sistemi in grado di controllare il grado di miscelazione gas-aria. Una presenza insufficiente di aria comporta una combustione incompleta, un eccesso genera, al contrario, un incremento delle perdite di calore al camino. L'esecuzione di specifiche analisi fumi delle caldaie permette di misurare, in sito, l'effettiva resa della combustione.

Per potere calorifico si intende la quantità di calore sviluppata nella combustione completa di 1 kg di combustibile. Per i combustibili in fase gassosa il valore è riferito al volume, il normal metro cubo (Nm³), ovvero a un volume di combustibile a 0 °C e a una pressione di 1 atmosfera. Il potere calorifico viene misurato sperimentalmente con specifici strumenti di misura chiamati calorimetri. Nei combustibili contenenti idrogeno, un prodotto della combustione è il vapore acqueo, che può venire condensato con cessione di energia. Viene definito potere calorifico superiore l'energia della combustione sommata al calore latente di condensazione del vapore d'acqua. Il *potere calorifico inferiore*, solitamente utilizzato per i calcoli energetici, è il *potere calorifico superiore* detratto dal calore di condensazione.

Nella tabella 7.1 si riportano alcuni valori medi del potere calorifico inferiore.

Tab. 7.1 Potere calorifico di diversi combustibili.

Combustibili	Potere calorifico inferiore (MJ/Nm ³)
Metano	34,54
GPL	46,06
Gasolio	42,71
Carbone	19,00

La prestazione energetica di un generatore di calore termico a combustione viene definita attraverso il rendimento termico. Questo valore è il rapporto tra la quantità di calore sviluppata dalla caldaia e l'energia termica fornita dal combustibile ossidato.

Gli attuali *rendimenti delle caldaie a gas* presenti sul mercato sono qui di seguito riassunti:

- caldaie tradizionali con temperatura fumi di 150 °C: 0,8 ÷ 0,85;
- caldaie con temperature fumi di 120 °C: 0,9 ÷ 0,93;
- caldaie a condensazione con fumi di 40 °C: 1,06.

Il valore del rendimento è maggiore all'unità per il fatto che i rendimenti sono sempre calcolati sulla base del potere calorifico inferiore. Qualora si riesca a condensare il vapor d'acqua, l'energia di condensazione sprigionata viene utilizzata dal generatore.

Alla luce di quanto riportato appare evidente che una pompa di calore geotermica con un COP pari a 4 è in grado di produrre più unità termiche a fronte di un'unità fornita dall'esterno. In prima apparenza un rapporto pari a 4 tra energia fornita ed energia prodotta risulta decisamente superiore a una resa di 1,06 delle caldaie più prestanti. In verità questo vantaggio numerico non è così alto come sembrerebbe per il fatto che l'energia elettrica in Italia viene prodotta prevalentemente da centrali termoelettriche. Per correlare l'energia elettrica a quella termica prodotta per la sua generazione è necessario effettuare dei conteggi definiti *spesa di energia primaria*. Questo dato viene fornito annualmente dall'ENEL. Attualmente il rendimento di trasformazione di energia primaria viene fissato pari a 0,46. Per poter operare dei confronti tra la resa energetica di diverse tecnologie viene definito un indice detto Rapporto di energia primaria (REP). Questo indice è definito come il *rapporto tra l'energia termica resa disponibile e l'energia primaria spesa*.

$$\text{REP} = \frac{Q_1}{L / 0,46} = \text{COP} \cdot 0,46$$

Con l'introduzione di questo indice è possibile dunque paragonare le rese energetiche tra pompa di calore geotermica e caldaia a combustione. La tabella seguente mostra i valori di equivalenza energetica tra COP e rendimenti di combustione.

Tab. 7.2 Confronto tra rendimenti di diversi tipi di caldaia.

Tipologia di caldaia	Rendimento caldaia	COP equivalente con pompa di calore
Caldaia tradizionale	0,75 ÷ 0,85	1,63 ÷ 1,85
Caldaia alta efficienza	0,9 ÷ 0,95	1,96 ÷ 2,07
Caldaia a condensazione	0,95 ÷ 1,06	2,07 ÷ 2,30

Dal punto di vista energetico risulta evidente che qualsiasi impianto geotermico che garantisca un COP medio stagionale superiore a 2,30 è più efficiente di qualsiasi impianto a combustione.

L'affermazione degli impianti geotermici sul mercato non dipende esclusivamente da considerazioni di tipo tecnico e dalla superiorità evidente dei COP rispetto ai rendimenti dei sistemi a combustione, ma necessita anche di strumenti finanziari in grado di giustificare una soluzione tecnica alternativa. I sistemi geotermici permettono di ottenere rese superiori ma comportano anche una spesa iniziale non trascurabile. È domanda frequente, da parte di chi si occupa di investimenti finanziari, la definizione dei tempi di ammortamento dell'investimento iniziale in comparazione a quelli alternativi di sistemi tradizionali equivalenti. Qui di seguito si riporta un esempio di comparazione applicata a un piccolo condominio di indicativi 1600 m² di superficie lorda.

7.1 Esempio di analisi finanziaria

In questo esempio vengono comparati i costi realizzativi di un impianto geotermico reversibile e di due impianti tradizionali alternativi: uno a combustione centralizzato e uno di climatizzazione estiva dotato di sistemi di distribuzione a ventilconvettori.

La proposta geotermica prevede di realizzare un sistema centralizzato in grado di climatizzare in inverno ed in estate e di produrre contestualmente acqua calda sanitaria. Le ipotesi di costo si riferiscono ad attività di campo fino al collaudo impianti. L'installazione di un impianto geotermico è alternativo all'obbligo di installare un impianto solare termico per la produzione del 50% del fabbisogno di ACS del condominio.

Ipotesi di base

Dati involucro:

- superficie lorda da riscaldare: 1.600 m²;
- categoria energetica dell'edificio B: energia per m² < 59 kWh/m² anno;
- Energia da produrre in una stagione invernale con ipotesi di 40 kWh/m² anno: 64.000 kWh/anno;
- ore stimate per funzionamento impianto geotermico durante la stagione invernale: 1.800 h;
- potenza media stagionale del generatore geotermico: 35,5 kW;
- potenza del generatore per gestione picco di freddo (che verrà verificato attraverso l'analisi delle dispersioni del mese più freddo nel documento Ex lege 10): 55,0 kW;
- COP pdc con sonde verticali: 4,46.

La pompa di calore identificata per questa soluzione è il modello Geo60 con una potenza nominale pari a 57,6 kW.

Taglie	Geo HF	40	50	60	80	100
Funzionamento invernale B0/W35						
Potenza termica	kW	32,2	42,8	57,6	70,6	86,4
potenza assorbita compressore	kW	7,1	9,7	12,9	16,0	19,4
COP		4,51	4,41	4,46	4,41	4,45
Lato impianto						
Portata acqua impianto	m ³ /h	5,54	7,36	9,91	12,14	14,86
Prevalenza utile	mca	16,1	13,3	14,3	13,0	13,3
Potenza assorbita pompa	kW	0,82	0,82	1,12	1,12	1,44
Lato geotermico						
Potenza frigorifera da scambiare in sonda	kW	25,5	33,6	45,4	55,4	68,0
Portata fluido sonda	m ³ /h	7,31	9,63	13,01	15,88	19,49
Prevalenza utile	mca	12,5	13,8	11,2	11,4	10,0
Potenza assorbita pompa	kW	0,82	1,12	1,12	1,44	1,44
Lato Sanitario B0/W50						
Potenza termica	kW	30,6	39,2	52,6	64,8	81,8
Portata acqua sanitario	m ³ /h	5,26	6,74	9,05	11,15	14,07
Prevalenza utile	mca	4,3	3,1	3,8	6,0	11,9
Potenza assorbita pompa	kW	0,14	0,14	0,31	0,82	1,12

Fig. 7.1 Scheda tecnica delle pompe di calore in modalità invernato per tagli di potenza compresi tra 40 e 100 kW, fonte Myclima.

La proposta tecnica prevede di realizzare un impianto geotermico dotato di sonde geotermiche verticali. L'impianto sarà reversibile con produzione di energia termica per climatizzazione invernale ed estiva. L'ACS sarà prodotta in modalità diretta o prodotta con circuito separato (desurriscaldatore). In funzionamento estivo, in abbinamento alla climatizzazione a pavimento radiante, è previsto un impianto di deumidificazione con unità dislocate in ogni appartamento.

La resa termica della pompa di calore in modalità estiva è pari a 81 kW. La tabella in figura 7.2 riassume le caratteristiche prestazionali della pompa di calore in modalità estate.

Le componenti previste nella soluzione progettuale sono le seguenti:

- installazione di 1 pompe di calore geotermica dotata di desurriscaldatore per produzione di ACS a 65° con COP 4,46 e controllo picoWEB in remoto;

Funzionamento estivo B30/W18						
Potenza frigorifera	kW	44,2	58,2	81,0	96,4	120,0
potenza assorbita compressore	kW	8,9	11,7	16,2	19,0	24,0
EER		4,96	4,97	5,00	5,07	5,00
Lato impianto						
Portata acqua impianto	m ³ /h	7,60	10,01	13,40	16,58	20,64
Prevalenza utile impianto	mca	12,2	6,8	11,1	9,3	8,7
Lato geotermico						
Potenza termica da scambiare in sonda	kW	52,8	69,4	96,4	114,4	142,8
Portata fluido sonda	m ³ /h	9,08	11,94	16,58	19,68	24,56
Prevalenza utile	mca	8,8	13,1	10,9	10,8	7,1

Fig. 7.2 Scheda tecnica delle pompe di calore in modalità estate per tagli di potenza compresi tra 40 e 100 kW, fonte Myclima.

- installazione di 2 serbatoi inerziali (1 per stoccaggio climatizzazione caldo/freddo sui pavimenti radianti e 1 per stoccaggio ACS).
- stazione di produzione ACS istantanea con portata nominale di 100 l/min;
- sistema di captazione energia geotermico con sonde ad acqua glicolata;
- PLC con espansione per controllo temperatura e umidità ambienti;
- PcO Web per gestione programmazione e controllo in remoto delle pompe di calore.

Analisi geologica

L'approfondimento geologico condotto ha identificato la presenza di sottosuolo sabbioso ghiaioso con presenza di falda a partire da 10 m dal piano campagna. La potenza frigorifera della pompa di calore da scambiare in sonda è pari a 45,4 kW. La geologia dei luoghi permette di stimare a priori una resa termica unitaria di una sonda geotermica di lunghezza 100 m pari a 4,5 kW. Considerata la proposta tecnica sopra indicata si realizzeranno 10 sonde geotermiche di profondità 100 m.

In corso d'opera, dopo la prima perforazione, verrà condotto uno specifico GRT in grado di definire esattamente la resa termica unitaria di ogni sonda verticale.

Tempo di ritorno dell'investimento

Si riportano qui di seguito le stime economiche preliminari di confronto tra un impianto geotermico e uno di tipo tradizionale. I conteggi sono stati condotti utilizzando come dato di riferimento l'energia da produrre in un anno: 64.000 kWh termici ($40 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno} \times 1.600 \text{ m}^2$).

Le stime energetiche ed economiche sotto riportate sono state condotte utilizzando i seguenti dati:

- costo Nm^3 di metano: 0,80 €;
- costo energia elettrica con contatore ENEL dedicato tipo "altri usi": 0,14 €;
- COP pompa di calore: 4,46;
- efficienza termica media stagionale generatore di calore a metano: 95%;
- potere calorifico inferiore del gas naturale (norma UNI 10389): $34,54 \text{ MJ/Nm}^3$;
- energia termica da generare: 64.000 kWh/anno
- oneri per climatizzazione estiva geotermica: 50% dell'energia prodotta per l'inverno (la stagione estiva in genere è più corta di quella invernale);
- oneri per climatizzazione estiva con tecnologia tradizionale chiller + split: doppio di quello geotermico (COP stimato per sistemi aria-aria: 2,5).

In questo caso è possibile osservare come i tempi di rientro dell'investimento per effetto dei risparmi ottenuti da tecnologie più efficienti siano brevi e inferiori a 5 anni.

Se l'analisi finanziaria fosse stata eseguita escludendo gli oneri per la climatizzazione estiva i tempi di rientro dell'investimento sarebbero risultati più lunghi.

190

Costi impianto			
Geotermico sonde verticali		Tradizionale (metano)	
COP invernale: 4,46			
COP estivo: 5,00			
Impianto centralizzato di produzione (CALDO + FREDDO) con n° 2 pompe di calore acqua-acqua • 10 sonde geotermiche	€ 119,000.00	Impianto tradizionale chiavi in mano per climatiz. invernale e produzione ACS	€ 38,000.00
Con geotermia obbligo 50% solare non coercitivo		Solare termico (obbligo di legge 50% ACS)	€ 20,000.00
Centri di costo complementari		Centri di costo complementari	
		Impianto centralizzato di climatizzazione estiva + unità di ventilazione	€ 55,000.00
Unità per Impianto di deumidificazione per trattamento aria in modalità estiva (climatizzazione fornita con pavimento radiante già in opera)	€ 25,000.00	Deumidificazione non prevista perché onnicomprensiva del sistema di climatizzazione estiva al punto precedente	€ 0.00
		Camini e canne fumarie	€ 4,000.00
Edificio Gas free (cucine piastre ad induzione)		Allaccio gas e rete gas	€ 5,000.00
	€ 144,000.00		€ 122,000.00
Costi di funzionamento (anno)			
Onere per energia elettrica per funzionamento pompa di calore in riscaldamento edificio (Kw/anno)	€ 2,008.97	Onere per gas metano in riscaldamento complessivo edificio e produzione ACS 50% solare	€ 5,617.00
Onere per energia elettrica per funzionamento climatizzazione estiva	€ 1,004.49	Onere per energia elettrica per funzionamento climatizzazione	€ 2,008.97
manutenzione	€ 250.00	manutenzione (centrale, certificazione fumi e climatizzazione)	€ 500.00
	€ 3,263.46		€ 8,125.97
Ammortamento costi impianto			
Differenza consumi anno		€ 4,862.52	
differenza costo impianto		€ 22,000.00	
Anni ammortamento		4.5	

Fig. 7.3 Confronto economico tra soluzioni impiantistiche tradizionali e geotermiche, fonte Thermogea.

7.2 Monitoraggi post-avviamento: risultati economici conseguiti

Si riportano qui di seguito i risultati di alcuni monitoraggi effettuati sulla resa termica di 3 tipologie di edifici:

- villa residenziale di 300 m² dotata di sonde geotermiche verticali e di una pompa di calore di potenza 13,8 kW;
- villa residenziale di 250 m² con vasca idromassaggio dotata di sistema orizzontale di captazione e pompa di calore di potenza 10,9 kW;

- edificio commerciale di vendita al dettaglio di complessivi 600 m² con pompa di calore reversibile di potenza 30,5 kW.

Le analisi e i grafici che vengono riportati sono riferiti al comportamento energetico effettivo degli edifici osservato attraverso i sistemi di monitoraggio di cui le pompe di calore sono dotate.

I dati fanno riferimento all'inverno 2009-2010.

Le pompe di calore a servizio degli *edifici residenziali* sono state così configurate:

- produzione di acqua calda da inviare ai pavimenti radianti a 35 °C;
- produzione di ACS a 45 °C (in ritorno dal serbatoio, in mandata 49 °C);
- recupero di calore con produzione di ACS fino a 55 °C.

L'*edificio commerciale* ha un utilizzo di energia termica per i seguenti utilizzi:

- climatizzazione a pavimento radiante;
- produzione di acqua calda sanitaria per pulizia banchi pesce e carne;
- produzione di acqua calda per la produzione di aria calda per le lame d'aria posizionate agli ingressi;
- produzione di ACS.

Grazie all'implementazione di un sistema di monitoraggio installato all'interno del microprocessore elettronico della pompa di calore è stato possibile registrare le temperature di esercizio all'equilibrio dei campi geotermici. Qui di seguito si riportano le temperature misurate:

- residenziale con campo sonde verticale: mandata al campo sonde 0 °C, ritorno 3 °C;
- residenziale con campo sonde orizzontale: mandata al campo sonde -3 °C, ritorno 0 °C;
- commerciale: mandata al campo sonde 2 °C, ritorno 5 °C.

In queste condizioni di esercizio, i COP delle pompe di calore sono diversi rispetto a quelli calcolati in condizioni standard. Il COP del campo sonde con temperatura dei fluidi 2 ÷ 5 °C sono superiore di circa il 20% rispetto a quello calcolato in condizioni standard. La tabella 7.3 riporta i COP effettivi delle pompe di calore calcolati sulla base delle temperature di esercizio dei campi sonde.

Nota la temperatura del fluido in ingresso alla pompa di calore dopo lo scambio nel campo geotermico, è stato possibile calcolare le potenze termiche specifiche delle 3 pompe di calore. La tabella 7.4 a pagina seguente riporta le potenze effettive per la produzione di acqua in bassa temperatura e per la produzione di ACS.

Tab. 7.3 Rilevamento COP in condizioni di esercizio.

Tipologia pompa di calore	COP riscaldamento	COP produzione ACS
Geo HF 16	4,65	3,48
Geo HF 12	4,20	3,15
Geo 33 Advantage	5,12	3,83

Tab. 7.4 Rilevamento potenze termiche in condizioni di esercizio.

Modello pompa di calore	Potenza termica in modalità riscaldamento (kW)	Potenza termica in modalità produzione ACS (kW)
Geo HF 16	15,20	14,48
Geo HF 12	11,20	10,67
Geo 33 Advantage	36,18	34,47

Il consumo elettrico unitario delle pompe di calore è stato dedotto dal rapporto tra la potenza termica reale disponibile e il COP della pompa di calore. La tabella 7.5 riporta i consumi elettrici orari unitari dei tre apparecchi monitorati nelle due configurazioni di esercizio.

Tab. 7.5 Rilevamento consumi elettrici orari in condizioni di esercizio.

Modello pompa di calore	Consumo elettrico orario unitario in modalità impianto (kWh)	Consumo elettrico orario unitario in modalità produzione ACS (kWh)
Geo HF 16	3,27	4,16
Geo HF 12	2,67	3,39
Geo 33 Advantage	7,06	9,00

Nei modelli di pompe di calore installati in questi edifici, di produzione Myclima, il microprocessore elettronico della pompa di calore è dotato di un contatore integrato. Attraverso la consultazione regolare dell'interfaccia utente è stato possibile ricavare il numero di ore di funzionamento complessive dell'apparecchio. I dati registrati sono inerenti all'effettivo utilizzo della pompa di calore nell'arco di una stagione invernale secondo le esigenze di comfort abitativo degli utenti. Questi dati sono in genere diversi da quelli riportati nelle stime preliminari effettuate secondo condizioni di esercizio standard. La tabella 7.6 riporta il numero di ore di funzionamento registrate tra il 15 ottobre 2009 e il 15 aprile 2010, data di inversione degli impianti in modalità estiva.

Tab. 7.6 Numero di ore di funzionamento della pompa di calore in condizioni di esercizio.

Modello pompa di calore	Numero di ore di funzionamento della pompa di calore in modalità riscaldamento a pavimento	Numero di ore di funzionamento della pompa di calore in modalità produzione acqua calda sanitaria
Geo HF 16	994	156
Geo HF 12	925	377
Geo 33 Advantage	2.239	183

Dall'osservazione dei dati riportati in tabella è possibile affermare che:

- nelle due ville monofamiliari le ore di accensione macchina per climatizzazione invernale sono molto simili. Il funzionamento medio giornaliero in una stagione invernale (lunghezza specificata da normativa: 183 gg) è di circa 5 ore e 30 minuti;
- il numero di ore di funzionamento per produzione di ACS è molto differente. In un caso è più che doppio rispetto al primo;
- il numero di ore di funzionamento della pompa di calore a servizio del centro vendite è molto elevato. Il funzionamento medio giornaliero in modalità riscaldamento è di poco superiore alle 12 ore;
- il numero di ore di funzionamento in modalità ACS dell'apparecchio installato presso il centro commerciale è basso, circa 1 ora al giorno;
- il contributo del recuperatore di calore installato presso il centro commerciale è molto significativo. La potenza del recuperatore di calore è circa il 20% della potenza termica della pompa di calore in modalità inverno. Dalla registrazione dei dati è possibile stimare una potenza di circa 7,22 kW per una media giornaliera di funzionamento di circa 12 ore. La produzione di energia termica giornaliera per usi sanitari prodotta con questo accessorio è stimata in 84 kWh, pressoché equivalente a circa 1.600 litri di acqua a 55 °C con una temperatura di ingresso da acquedotto di $12 \div 15$ °C.

La conoscenza dell'utilizzo finale dell'energia termica prodotta da una pompa di calore è molto utile per orientare, in fase preliminare, una soluzione impiantistica geotermica efficace. Gli esempi sopra riportati indicano quanto possano essere differenti gli utilizzi sanitari e impiantistici anche in presenza di edifici simili per metratura e numero di persone. Molto interessante, dal punto di vista impiantistico, è la quantificazione preliminare delle perdite energetiche causate dalla continua apertura delle porte di un centro commerciale e per la presenza di banchi frigoriferi aperti. Nel caso in analisi la numerosità delle ore di funzionamento pompa di calore sono state molto elevate. Durante il periodo invernale sono state registrate alcune giornate con un funzionamento macchina pari a circa 18 ore. Nella tabella seguente riportiamo l'incidenza della spesa elettrica per i diversi consumi sopra riportati. Per i conteggi economici sono stati utilizzati i valori economici riportati nei contratti ENEL BTA, definiti genericamente per "altri usi". Nello specifico sono state utilizzate le tariffe del contratto BTA4 da 6 a 10 kW di potenza: prezzo netto 0,1025 €/kW. I conteggi economici, comprensivi di IVA e oneri di distribuzione, sono stati effettuati con un costo approssimato onnicomprensivo pari a 0,125 €/kWh.

Gli oneri elettrici sopra riportati si riferiscono esclusivamente alla produzione di energia termica e allo stoccaggio nei serbatoi di accumulo. I costi elettrici per la distribuzione a pavimento del fluido termovettore, o dei circolatori a servizio del ricircolo sanitario, non sono stati considerati perché presenti anche negli impianti tradizionali a combustione.

Tab. 7.7 Costi in € dell'utilizzo della pompa di calore in condizioni di esercizio.

Modello pompa di calore	Onere stagionale per climatizzazione invernale (€)	Onere stagionale per produzione di ACS in inverno (€)	Onere complessivo (€)
Geo HF 16	406,15	81,14	487,29
Geo HF 12	308,33	159,63	467,96
Geo 33 Advantage	1.977,71	205,88	2.183,59

Attraverso l'analisi degli oneri complessivi necessari per climatizzare e produrre ACS è possibile osservare come:

- l'incidenza dei costi dell'acqua calda sanitaria nelle macchine con recuperatore di calore sia variabile tra il 10 e il 30% della spesa complessiva;
- la presenza di una vasca idromassaggio da 300 litri nell'edificio può incidere in termini relativi ma comporta un incremento di costo di circa 80 € in un inverno;
- la climatizzazione di un edificio che presenta continue aperture delle porte d'ingresso comporta un incremento considerevole del numero di ore di funzionamento macchina;
- la climatizzazione di una villa di 300 m² mediamente coibentata e la produzione di ACS per usi sanitari comportano una spesa complessiva invernale di circa 500 euro.

Il circuito sanitario desurriscaldatore permette di conseguire dei risparmi economici per la produzione di ACS. Qui di seguito si riporta una sintesi dell'energia termica prodotta con questo accessorio nei tre casi sopra riportati (Tabella 7.8). L'energia termica prodotta nell'intera stagione ha la seguente equivalenza in litri/gg di acqua calda a 55 °C rispettivamente a:

- Geo 16: 315 l/gg;
- Geo 12: 216 l/gg;
- Geo 33: 1.687 l/gg.

Nei primi due casi il recuperatore di calore ha prodotto, con un COP in bassa temperatura, un quantitativo considerevole di ACS. Senza questo accessorio la pompa di calore avrebbe dovuto attivarsi in priorità acqua sanitaria rispettivamente 208, 194 e 469 ore in più di quanto registrato.

Tab. 7.8 Energia termica prodotta dal desurriscaldatore in condizioni di esercizio.

Modello pompa di calore	Numero di ore di funzionamento della pompa di calore in modalità riscaldamento a pavimento	Potenza termica recuperatore (kW)	Energia termica stagionale prodotta in alta temperatura (kWh)
Geo HF 16	994	3,04	3.021,7676
Geo HF 12	925	2,24	2.072,0000
Geo 33 Advantage	2.239	7,22	16.165,5800