



Raffreddare con il PV

Impiantistica opzionale per l'edificio Minergie

Contenuto

Quando il clima si surriscalda	3
Prima la casa, poi la tecnica	4
Approvvigionamento elettrico	6
Panoramica dei casi studio	7
Casa monofamiliare a Rancate	9
Casa monofamiliare a Cugnasco	10
Casa monofamiliare a Cureggia	11
Casa plurifamiliare ad Arbedo	12
Vivere e lavorare a Claro	13
Ulteriori informazioni	14

Colophon

Editore

Minergie Svizzera

Produzione

Testi e concetto: Associazione TicinoEnergia e SUPSI/ISAAC

Redazione: Othmar Humm, Faktor Journalisten AG, Zurigo

Grafica: Christine Sidler, Faktor Journalisten AG, Zurigo

Foto: Ascona-Locarno Turismo, Alessio Pizzicannella (pagina 7), Anna Nizzola (pagina 10),

Thomas Lasikowski (pagina 11), Alessandro Fermo (pagina 12)

Stampa: Birkhäuser + GBC AG, Reinach



Quando il clima si surriscalda

L'estate del 2018 è stata calda, anche troppo, e in molti hanno sentito l'esigenza di raffreddare abitazioni e uffici. Negli edifici con una buona protezione termica estiva, gli impianti di climatizzazione non sono necessari. Ma quando una buona protezione termica estiva manca e sono utilizzati sistemi di raffreddamento attivo, la cosa più sensata è che l'energia elettrica per la produzione di freddo sia fornita da impianti fotovoltaici. Questa brochure illustra come vivere in modo confortevole e spiega le differenze tra il Ticino, la Svizzera romanda e la Svizzera tedesca.

Prima la casa, poi la tecnica

Il calore e l'elettricità provenienti da energie rinnovabili sono indispensabili per raggiungere gli obiettivi di efficienza fissati da Confederazione e Cantoni. Il Modello di prescrizioni energetiche dei Cantoni prescrive l'installazione di impianti fotovoltaici per gli edifici di nuovi. Inoltre, senza il contributo delle energie rinnovabili non è neppure possibile raggiungere i requisiti di Minergie.

Il sole produce elettricità e calore, ma contribuisce anche al surriscaldamento di case e luoghi di lavoro. In Ticino il rischio di temperature elevate e spiacevoli è persino maggiore che nel resto della Svizzera. Se il raffreddamento avviene tramite l'impiego di macchine, allora il consumo energetico aumenta notevolmente.

Gli impianti fotovoltaici e i sistemi di raffreddamento attivo sono una buona combinazione in termini di offerta e profilo di carico: con l'intensità dell'irraggiamento solare aumenta non solo il rendimento del fotovoltaico, ma contemporaneamente anche il rischio di surriscaldamento. Nonostante questa interazione vantaggiosa, il carico sulla rete elettrica derivante dal raffreddamento attivo delle abitazioni può aumentare.

«Un clima interno confortevole deve essere garantito in primo luogo da diverse misure costruttive». Con questa frase estrapolata dalla norma SIA 180 «Isolamento termico, protezione contro l'umidità e clima interno degli edifici», la SIA distingue tra le misure costruttive e strutturali di protezione termica estiva e gli impianti tecnici per il raffreddamento. La SIA 180 stabilisce le esigenze per la protezione termica estiva e ne definisce la verifica. La qualità degli edifici richiesta corrisponde allo stato della tecnica e ai requisiti legali. Tradizionalmente gli edifici abitativi non venivano raffreddati e anche oggi, grazie a buone soluzioni architettoniche, ciò non è necessario. Tuttavia, l'aumento della superficie vetrata in facciata e del grado di tecnologia impiegata nelle abitazioni come pure i cambiamenti climatici rischiano di vanificare questo obiettivo.

Comfort ed efficienza

1. Protezione termica estiva

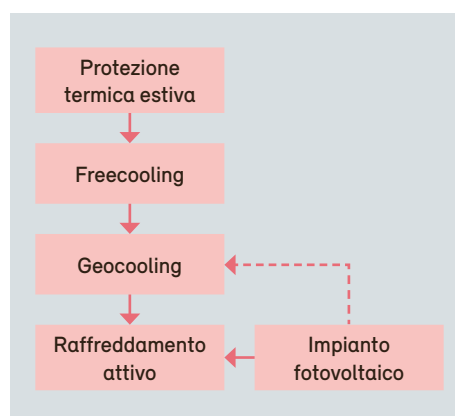
- Aumentare la capacità termica della struttura dell'edificio
- Ridurre la percentuale di superficie vetrata nella facciata
- Pianificare elementi fissi di protezione solare: aggetti e balconi
- Utilizzare protezioni solari mobili esterne, regolate in base all'intensità dell'irraggiamento.

2. Freecooling

Con il termine «freecooling» si intendono tutte le misure che contribuiscono al raffrescamento delle abitazioni e degli uffici, senza che sia richiesto l'impiego di macchine frigorifere. Una misura può essere ad esempio il raffrescamento notturno dei locali attraverso l'apertura di finestre, se necessario azionate in maniera controllata da un motore.

3. Geocooling

Il geocooling sfrutta l'acqua di falda o l'energia geotermica (da 10 °C a 12 °C) per raffreddare i locali. In genere a questo scopo sono utilizzati gli impianti esistenti, come le sonde geotermiche. Non viene utilizzata la pompa di calore, ma solo una pompa di circolazione. Il calore viene estratto dai locali tramite il riscaldamento a pavimento (rischio di formazione di condensa). Il geocooling è utile anche per rigenerare il terreno in prossimità di una sonda geotermica.



Le misure che funzionano con impiego di poca o nessuna energia sono da prediligere rispetto al raffreddamento attivo con una macchina frigorifera.

4. Raffreddamento attivo

Le macchine frigorifere e le pompe di calore che funzionano come macchine frigorifere, sono delle varianti al raffreddamento attivo. Nel loro circuito di riscaldamento-raffreddamento è installato un compressore elettrico, che consente in primo luogo di sottrarre calore all'ambiente. Il consumo energetico di queste soluzioni è molto più elevato di tutte le alternative menzionate.

5. Impianto fotovoltaico

L'elettricità prodotta dall'impianto fotovoltaico dovrebbe, per quanto possibile, essere direttamente utilizzata per l'autoconsumo. In questo modo si possono risparmiare i costi per l'utilizzo della rete e questo può essere molto vantaggioso dal profilo economico per i proprietari immobiliari. Inoltre, i guadagni derivanti dall'immissione in rete dell'energia solare in estate sono molto bassi. La dimensio-

ne dell'impianto fotovoltaico dipende dalla superficie della parte soleggiata del tetto e dal fabbisogno energetico.

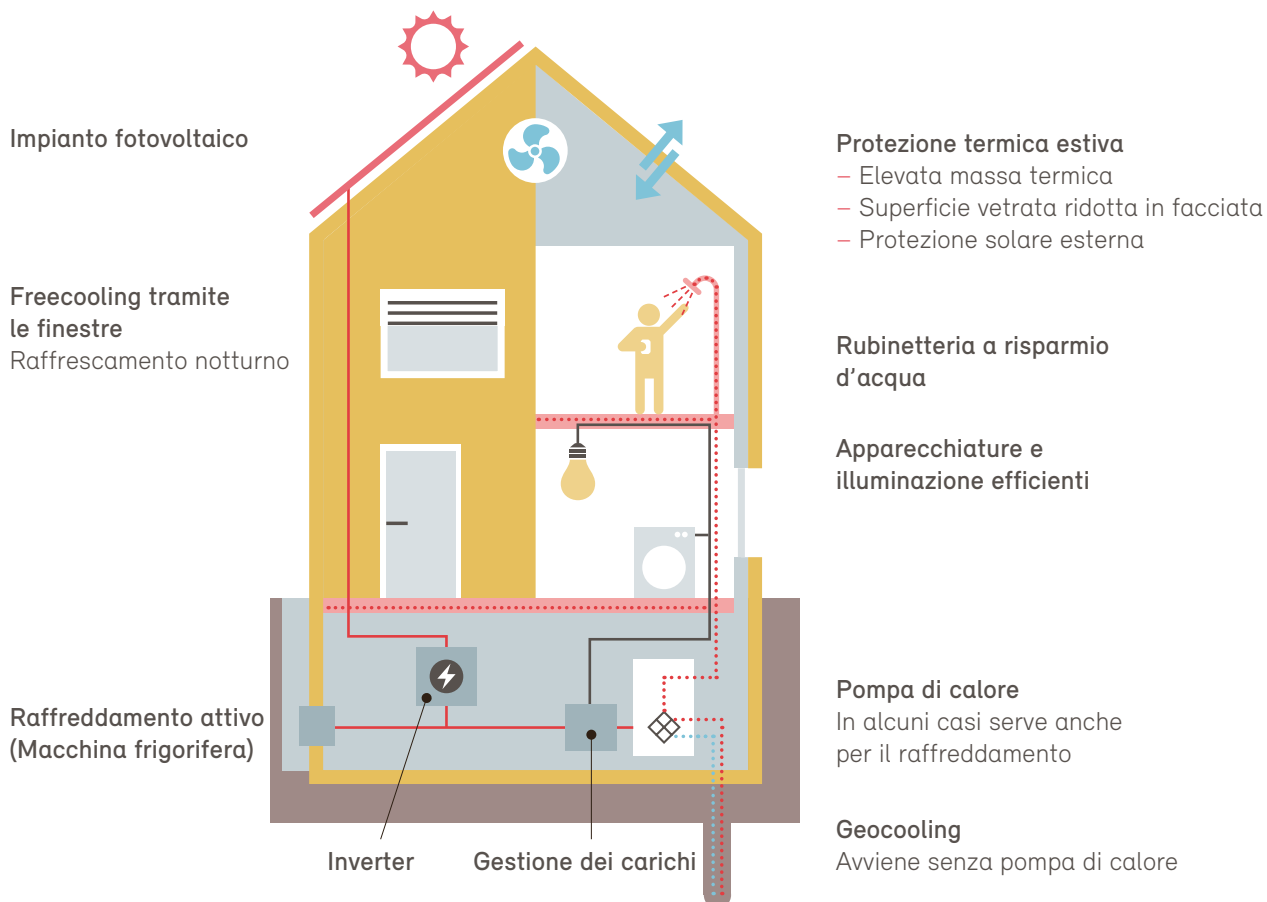
6. Gestione dei carichi

Per aumentare l'autoconsumo, un sistema di gestione dei carichi si è dimostrato molto efficiente. Grazie alla differenziazione dei consumatori elettrici tra apparecchi e autoveicoli attivabili, rispettivamente tra apparecchi privi di questa funzione, il carico sulla rete elettrica interna può essere ridotto o aumentato tramite un sistema di gestione dei carichi – a seconda della disponibilità di energia solare.

7. Batterie

Anche gli accumulatori elettrici aumentano l'autoconsumo. A causa dei costi elevati, non sono però sempre sostenibili dal profilo economico. I costi specifici di una batteria sono determinati dal prezzo in CHF per kWh di capacità di stoccaggio.

Raffreddare con il fotovoltaico nell'edificio Minergie



Approvvigionamento elettrico

Una macchina frigorifera o una pompa di calore reversibile dovrebbero essere installati come consumatori attivabili. In questo modo il loro funzionamento può essere coordinato con l'impianto PV e con altri consumatori. Di norma, questo ha senso per due motivi: un accumulatore di freddo può assorbire il freddo e rilasciarlo nei locali in un secondo momento. Tuttavia, anche la struttura dell'edificio può fungere da accumulatore di freddo, così che ci sia un margine di manovra per la macchina frigorifera.

Viene definita **autoconsumo** la quota di elettricità solare prodotta e utilizzata direttamente, cioè senza un'immissione nella rete elettrica. Lo stoccaggio in batteria vale come parte dell'autoconsumo. L'autoconsumo comprende le quote 1 e 2 in relazione alla produzione totale di elettricità solare con le quote 1, 2 e 3.

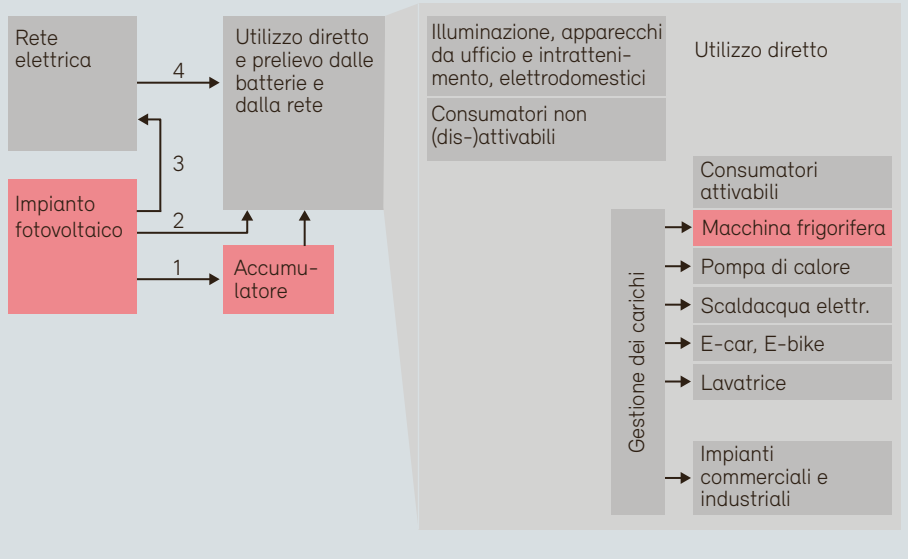
Il **grado di autarchia** di un edificio risulta dal rapporto tra l'autoconsumo e il consumo totale di energia elettrica: le quote 1 e 2 rispetto al consumo totale dato dalle quote 1, 2 e 4.

Il **grado di copertura solare** pone la produzione totale di elettricità solare in rapporto al consumo totale di elettricità: le quote 1, 2 e 3 rispetto alle quote 1, 2 e 4.

L'interazione è importante

Già nel 2008 l'Ufficio federale dell'energia aveva stimato in uno studio che entro il 2030 a Zurigo ci si potrà aspettare un clima simile a quello odierno di Torino («Bauen, wenn das Klima wärmer wird», Zurigo 2008). Gli anni 2003 e 2018 hanno stabilito nuovi record in questo senso. Il raffreddamento degli edifici, compresi gli edifici residenziali, si potrebbe diffondere in maniera rilevante a seguito di questo sviluppo. Per questo motivo i requisiti più severi per la protezione termica estiva sono importanti. Se le macchine di refrigerazione si rendono necessarie perché le altre misure non raggiungono l'obiettivo, l'elettricità necessaria dovrebbe provenire da fonti rinnovabili. In questo opuscolo viene illustrata l'interazione tra impianto fotovoltaico, raffreddamento meccanico, sistema di gestione di carico e batteria.

Quote del consumo di elettricità



L'interazione tra impianto fotovoltaico, macchina frigorifera, gestione dei carichi e batteria. Il lato destro del grafico si riferisce all'utilizzo diretto dell'elettricità solare all'interno di un edificio.

Panoramica dei casi studio

I casi studio riportati nelle pagine seguenti illustrano cinque edifici dotati di una combinazione fra raffreddamento attivo e impianto fotovoltaico. Gli edifici sono tutti ubicati in Canton Ticino, cioè nella regione climatica 12, e sono certificati secondo gli standard Minergie basati sul MoPEC 2008. Il Ticino presenta un rischio di surriscaldamento degli edifici superiore a quello dei cantoni a Nord delle Alpi.

Per permettere un confronto, due dei casi studio sono completati con dei calcoli per altre due regioni climatiche: Zurigo, regione climatica 3, con inverni più freddi ed estati più miti che in Ticino, e Montana, regione climatica 10, con temperature invernali molto basse ed estati meno calde, ma con un irraggiamento solare annuo più elevato che in Ticino. Le tre case monofamiliari si trovano a Rancate, a Cugnasco e a Cureggia, i due edifici plurifamiliari ad Arbedo e a Claro, uno dei quali con uso amministrativo al piano terra.

Il denominatore comune di questi esempi è che il raffreddamento attivo comporta un ulteriore prelievo di energia elettrica dalla rete e, al contempo, riduce la quantità di elettricità solare immessa in rete. Sebbene il fabbisogno di raffreddamento e la produzione di energia solare siano in larga misura correlati, vi è spesso un fabbisogno residuo che non è coperto dall'impianto fotovoltaico. L'autoconsumo e il grado di autarchia aumentano grazie al raffreddamento (a causa della citata correlazione fra produzione di elettricità e profilo di raffreddamento).

Batterie elettriche

I casi studio sono stati integrati con la simulazione dell'uso di batterie elettriche a complemento dell'impiantistica dell'edificio. La capacità di questi accumulatori dipende dai vantaggi energetici che ne derivano e cioè un autoconsumo maggiore e una minore immissione in rete; ma però non accumulatori grandi.

Un altro criterio importante della capacità di stoccaggio è la sostenibilità dal profilo economico. Le ipotesi qui formulate sono:

- Costi di investimento per le batterie nel 2025: 380 Fr. per kWh di capacità
- Costo dell'elettricità prelevata: 0.20 Fr. per kWh
- Remunerazione per l'immissione in rete: 0.06 Fr. per kWh
- Durata della batteria: 15 anni
- Costi di investimento per l'impianto fotovoltaico: 3500 Fr. per kWp
- Durata d'esercizio dell'impianto fotovoltaico: 25 anni

L'elenco indica chiaramente quali sono i criteri rilevanti per l'efficienza economica di una batteria. È interessante notare che in base ai risultati, sia i calcoli sull'efficienza energetica che quelli sulla sostenibilità economica hanno portato alla stessa taglia della batteria, e questo in tutti e cinque gli esempi. Anche per questi calcoli il tool informatico «PVopti» ha confermato la sua efficacia.

Laddove le palme fioriscono può diventare terribilmente caldo in estate: Piazza Giuseppe Motta ad Ascona.



Conclusioni importanti

Un elevato comfort in estate richiede una buona tecnica di costruzione. Questo include un involucro edilizio molto ben isolato, una protezione termica estiva coerente come pure un'impiantistica dell'edificio efficiente. Il tema del raffreddamento attivo in combinazione con un impianto fotovoltaico e una batteria elettrica è secondario rispetto alla qualità dell'edificio. In questo senso, il raffreddamento attivo tramite geocooling o addirittura una macchina frigorifera è l'ultima fra le misure da vagliare per garantire il comfort.

Il confronto tra i cinque edifici mostra interessanti punti in comune e differenze:

- L'installazione di un sistema di raffreddamento aumenta l'autoconsumo dell'edificio e il grado di autarchia, ma comporta comunque un maggiore prelievo di elettricità dalla rete.
- Una quota compresa tra il 39% e il 74% dell'elettricità necessaria per il raffreddamento è coperta dalla produzione propria simultanea di energia elettrica (senza batteria). Con una batteria, questa quota di autoconsumo può essere ulteriormente aumentata.

- I sistemi di accumulo dell'elettricità consentono una maggiore quota di autoconsumo e un più elevato grado di autarchia. Al contempo, l'immissione in rete e il prelievo di elettricità dalla rete sono ridotti.
- A medio termine, cioè intorno al 2025, i costi d'installazione di una batteria possono essere ammortizzati.
- Per la progettazione di un edificio che abbia temperature interne confortevoli anche durante i periodi caldi, è essenziale che l'impianto fotovoltaico e la batteria siano progettati tenendo conto dell'ubicazione e delle condizioni climatiche del luogo. È inoltre importante che l'attenzione non si concentri sui bilanci annuali, ma che la progettazione sia fatta sulla base della differenziazione stagionale della resa fotovoltaica, dello stoccaggio e dell'autoconsumo.
- Minergie consente il raffreddamento attivo degli edifici, a condizione che l'efficienza dell'edificio sia aumentata con misure adeguate.
- Il fabbisogno energetico per il raffreddamento deve essere documentato nella verifica per la certificazione ed essere considerato nel calcolo del fabbisogno energetico totale ponderato.

5 edifici in Ticino – Il bilancio di elettricità a confronto

Ubicazione	Rancate	Cugnasco	Cureggia	Arbedo	Claro
Categoria di edificio	Abitazione MF	Abitazione MF	Abitazione MF	Abitazione PF	Abitazione PF + amministrativo
Riscaldamento	100% pompa di calore aria-acqua	100% pompa di calore aria-acqua	100% pompa di calore geotermica	100% pompa di calore geotermica	100% pompa di calore geotermica
Tecnica di raffreddamento	PdC aria-acqua reversibile	PdC aria-acqua reversibile	Geocooling	Geocooling	Geocooling
Fabbisogno di raffreddamento	3,5 kWh/(m ² a)	2,8 kWh/(m ² a)	1,3 kWh/(m ² a)	0,65 kWh/(m ² a)	3,9 kWh/(m ² a)
Produzione PV (m ² A _E)*	26,9 kWh/(m ² a)	33,5 kWh/(m ² a)	57,0 kWh/(m ² a)	26,8 kWh/(m ² a)	32,6 kWh/(m ² a)
Capacità batteria	10 kWh	10 kWh	5 kWh	30 kWh	20 kWh
Grado di copertura fabbisogno di raffreddamento tramite produzione PV **	39%	72%	74%	71%	67%

* A_E: Superficie di riferimento energetico

** Calcolo su base oraria con PVopti

Casa monofamiliare a Rancate

La casa monofamiliare è un edificio massiccio di nuova costruzione con una massa termica importante. La protezione solare a lamelle esterna, con un valore g inferiore a 0,1, è controllata automaticamente da un sensore d'irraggiamento. L'edificio può essere raffrescato durante la notte tramite le finestre. La pompa di calore aria-acqua è utilizzabile anche per il raffrescamento. A complemento dell'impianto fotovoltaico, potrebbe essere conveniente installare una batteria elettrica con una capacità di accumulo di 10 kWh.

Confronto delle varianti

Rispetto allo stesso edificio senza raffreddamento attivo, il grado di autoconsumo è del 6% superiore e il grado di autarchia del 2%. A causa del raffreddamento l'immissione di energia elettrica in rete si riduce di 410 kWh. Tuttavia, il prelievo di energia elettrica dalla rete è superiore di 650 kWh. Il 39% del consumo provocato dal sistema di raffrescamento è coperto da elettricità in autoconsumo (senza batteria). L'installazione di una batteria comporta effetti positivi.

Confronto tra diverse ubicazioni

L'edificio è stato ipoteticamente confrontato con Zurigo e Montana. A Zurigo, lo stesso edificio presenta consumi complessivi maggiori (sebbene presenti un minor fabbisogno di raffreddamento) e una resa inferiore dell'impianto fotovoltaico. I maggiori consumi complessivi giustificano un incremento dell'autoconsumo e una riduzione dell'autarchia rispetto alla condizione di Rancate. La batteria energeticamente ed economicamente sostenibile a Zurigo avrebbe una capacità inferiore rispetto a Rancate (5 kWh anziché 10 kWh). Il consumo totale dello stesso edificio a Montana è più elevato che a Rancate, la quota di autoconsumo e il grado di autarchia sono però paragonabili. Questo si spiega con un maggior rendimento dell'impianto fotovoltaico a Montana. A Montana può essere sensato installare una batteria di capacità pari a 10 kWh.



Edificio TI-048-A (certificato prima del 2017)

Superficie di riferimento energetico	304,3 m ²
Riscaldamento	100% pompa di calore aria-acqua
Acqua calda	33% pompa di calore aria-acqua 67% collettori solari termici
Raffreddamento	100% pompa di calore aria-acqua
Impianto PV	7,85 kWp di potenza installata

Dati energetici	Ubicazione		
	Rancate	Zurigo	Montana
Fabbisogno termico di riscaldamento Q_h	31,5 kWh/(m ² a)	44,8 kWh/(m ² a)	38,7 kWh/(m ² a)
Fabbisogno termico per l'acqua calda Q_{AC}^*	13,9 kWh/(m ² a)		
Fabbisogno energetico per la ventilazione $Q_{e,V}$	2,8 kWh/(m ² a)		
Fabbisogno di raffreddamento $Q_{e,C}$	3,5 kWh/(m ² a)	2,4 kWh/(m ² a)	1,7 kWh/(m ² a)
Produzione PV totale	8190 kWh	6720 kWh	8423 kWh
Produzione PV per m ² A_E	26,9 kWh/(m ² a)	22,1 kWh/(m ² a)	27,7 kWh/(m ² a)
Impiantistica in genere	1,44 kWh/(m ² a)		
Apparecchi*	12,5 kWh/(m ² a)		
Illuminazione*	5,5 kWh/(m ² a)		

* Valore standard

Confronto tra ubicazioni	Rancate		Zurigo		Montana	
	Raffreddamento	Con batteria 10 kWh	Raffreddamento	Con batteria 5 kWh	Raffreddamento	Con batteria 10 kWh
Grado di autoconsumo	29%	60%	31%	48%	28%	57%
Grado di copertura fabbisogno raffreddamento con PV	39%	-	39%	-	38%	-
Grado di autarchia	21%	44%	19%	30%	22%	47%
Prelievo di elettricità annuo	8138 kWh	5880 kWh	9023 kWh	7898 kWh	8356 kWh	5876 kWh

Casa monofamiliare a Cugnasco

A prima vista non si nota che la casa monofamiliare di nuova costruzione è in legno, corrispondente dunque a una massa termica media. La capacità di accumulo della struttura dell'edificio potrebbe essere migliorata con la posa di un massetto cementizio. Oltre a ciò, la casa ha una protezione termica estiva esemplare, con delle lamelle esterne con un valore g inferiore a 0,1 e controllate in automatico tramite un sensore d'irraggiamento. È anche possibile il raffrescamento notturno attraverso l'apertura delle finestre. Una pompa di calore aria-acqua funge da riscaldamento e da raffrescamento. In questo caso è sensato installare una batteria per stoccare l'energia solare dell'impianto fotovoltaico con una capacità di 10 kWh.

Confronto delle varianti

Rispetto allo stesso edificio senza raffreddamento attivo, il grado di autoconsumo è superiore del 6% e il grado di autarchia del 4%.

A causa del raffreddamento l'immissione di energia elettrica in rete si riduce di 400 kWh. Tuttavia, il prelievo di energia elettrica dalla rete è superiore di 150 kWh. Il 72% del consumo provocato dal sistema di raffreddamento è coperto da elettricità in autoconsumo (senza batteria). In futuro avrà senso installare un accumulatore di elettricità. L'installazione di una batteria comporta i seguenti effetti positivi:

- Aumento dell'autoconsumo dal 28% al 63%
- Aumento dell'autarchia dal 27% al 62%
- Diminuzione dell'energia immessa in rete del 53%
- Diminuzione dell'energia prelevata dalla rete del 46%

Commenti

Una riduzione dei consumi dell'edificio tramite un involucro performante (edificio certificato Minergie-P) e un'impiantistica efficiente, permettono di ridurre al minimo la quantità di energia elettrica prelevata dalla rete e di raggiungere elevati livelli di autoconsumo e autarchia, con una bat-



Edificio TI-111-P (certificato prima del 2017)

Superficie di riferimento energetico	197 m ²
Riscaldamento	100% PdC aria-acqua
Acqua calda	100% PdC aria-acqua
Raffreddamento	100% PdC aria-acqua
Impianto PV	6 kWp di potenza installata

Dati energetici

Fabbisogno termico di riscaldamento Q_n	17,5 kWh/(m ² a)
Fabbisogno termico per l'acqua calda Q_{AC}^*	13,9 kWh/(m ² a)
Fabbisogno energetico per la ventilazione Q_{eV}	4,6 kWh/(m ² a)
Fabbisogno di raffreddamento Q_{eC}	2,8 kWh/(m ² a)
Produzione PV	6600 kWh o 33,5 kWh/(m ² a)
Impiantistica in genere	1,6 kWh/(m ² a)
Apparecchi*	12,5 kWh/(m ² a)
Illuminazione*	5,5 kWh/(m ² a)

* Valore standard

Confronto varianti: con o senza batteria

Raffreddamento	Senza batteria	Con batteria 10 kWh
Grado di autoconsumo	28%	63%
Grado di copertura fabbisogno raffreddamento con PV	72%	-
Grado di autarchia	27%	62%
Prelievo di elettricità annuo	4959 kWh	657 kWh

teria di dimensioni medie per un edificio residenziale. Una batteria di 10 kWh per un edificio monofamiliare che raggiunge quote di autoconsumo e autarchia superiori al 60%, è inoltre economicamente vantaggiosa.

Casa monofamiliare a Cureggia

La casa monofamiliare completamente ammodernata è un edificio massiccio con un'elevata massa termica. Le protezioni solari con lamelle esterne, con un valore g inferiore a 0,1, sono controllate automaticamente da un sensore di irraggiamento esterno. Il raffrescamento notturno è possibile tramite apertura delle finestre. La pompa di calore geotermica per il riscaldamento è utilizzata anche per il raffreddamento (geocooling tramite serpentine a pavimento). Risulta essere conveniente l'installazione di una batteria da 5 kWh.



Confronto delle varianti

Rispetto alla stessa casa senza raffrescamento, il grado di autoconsumo e l'autarchia aumentano del 2%. Il raffrescamento riduce l'immissione di energia elettrica in rete di 150 kWh e aumenta però leggermente il prelievo dalla rete di 50 kWh. Il 74% del maggior consumo provocato dall'impianto di raffrescamento è autoconsumato (senza batteria).

Confronto tra diverse ubicazioni

L'edificio è stato ipoteticamente confrontato con Zurigo e Montana. A Zurigo, lo stesso edificio presenta consumi complessivi maggiori, sebbene presenti un minor fabbisogno di raffreddamento e una resa inferiore dell'impianto fotovoltaico. I maggiori consumi complessivi giustificano un incremento dell'autoconsumo e una riduzione dell'autarchia rispetto alla condizione di Cureggia. Lo stesso edificio a Montana avrebbe un consumo totale maggiore rispetto alle ubicazioni di Cureggia e Zurigo, ma la quota di autoconsumo e l'autarchia sarebbero più elevati, il che riduce il prelievo di elettricità dalla rete. Questo si spiega con la maggiore resa dell'impianto fotovoltaico. Sarebbe opportuno ampliare l'impianto fotovoltaico per migliorare ulteriormente l'autarchia dell'edificio. L'installazione di una batteria con una capacità superiore a quella di Cureggia o Zurigo (10 kWh) sarebbe inoltre economicamente sostenibile.

Edificio TI-045-A (certificato prima del 2017)	
Superficie di riferimento energetico	156 m ²
Riscaldamento	100% pompa di calore geotermica
Acqua calda	31% pompa di calore geotermica 69% collettori solari termici
Raffreddamento	100% geocooling
Impianto PV	8,7 kWp di potenza installata

Dati energetici	Ubicazione		
	Cureggia	Zurigo	Montana
Fabbisogno termico di riscaldamento $Q_{r,h}$	66,9 kWh/(m ² a)	101 kWh/(m ² a)	109,9 kWh/(m ² a)
Fabbisogno termico per l'acqua calda Q_{AC}^*	13,9 kWh/(m ² a)		
Fabbisogno energetico per la ventilazione $Q_{e,v}$	5,87 kWh/(m ² a)		
Fabbisogno di raffreddamento $Q_{e,c}$	1,3 kWh/(m ² a)	0,9 kWh/(m ² a)	0,6 kWh/(m ² a)
Produzione PV totale	8893 kWh	7496 kWh	9622 kWh
Produzione PV per m ² A _E	57,0 kWh/(m ² a)	48,1 kWh/(m ² a)	61,7 kWh/(m ² a)
Impiantistica in genere	2,11 kWh/(m ² a)		
Apparecchi*	12,5 kWh/(m ² a)		
Illuminazione*	5,5 kWh/(m ² a)		

* Valore standard

Confronto tra ubicazioni						
Misura	Cureggia		Zurigo		Montana	
	Raffreddamento	Con batteria 5 kWh	Raffreddamento	Con batteria 5 kWh	Raffreddamento	Con batteria 10 kWh
Grado di autoconsumo	17%	31%	19%	34%	17%	44%
Grado di copertura fabbisogno raffreddamento con PV	74%	–	42%	–	42%	–
Grado di autarchia	23%	44%	20%	38%	23%	60%
Prelievo di elettricità annuo	5236 kWh	3871 kWh	5830 kWh	4605 kWh	5729 kWh	3109 kWh

Casa plurifamiliare ad Arbedo

La nuova casa plurifamiliare di Arbedo è un edificio massiccio, che ha quindi un'elevata massa termica. Le protezioni solari con lamelle esterne, con un valore g inferiore a 0,1, sono controllate in automatico (sensore) in base all'irraggiamento solare esterno. Il raffrescamento notturno tramite le finestre è possibile. L'edificio residenziale viene riscaldato con una pompa di calore geotermica e raffreddato con il geocooling (quindi senza pompa di calore). In questo caso è conveniente installare una batteria con una capacità di 30 kWh.



Confronto delle varianti

Rispetto allo stesso edificio senza raffrescamento, il grado di autoconsumo è superiore del 2%, mentre il grado di autarchia dell'1%.

A causa del raffrescamento, l'immissione di elettricità in rete si riduce di 500 kWh. Tuttavia, il prelievo di energia elettrica dalla rete è leggermente superiore di 200 kWh.

Il 71% del consumo causato dal sistema di raffrescamento è coperto da elettricità in autoconsumo (senza batteria).

L'installazione di una batteria comporta i seguenti effetti positivi:

- Aumento dell'autoconsumo dal 35% al 57%
- Aumento dell'autarchia dal 25% al 41%
- Diminuzione dell'energia immessa in rete del 54%
- Diminuzione dell'energia prelevata dalla rete del 31%

Commenti

Con una superficie di tetto relativamente grande a disposizione, in relazione al volume dell'edificio, risulta interessante il potenziale di sfruttamento dell'impianto fotovoltaico. Gli edifici plurifamiliari dotati inoltre di sistemi di riscaldamento e raffrescamento efficienti, considerati gli importanti consumi dovuti alle dimensioni dell'edificio, si prestano all'installazione di batterie di accumulo elettrico di taglie superiori (30 kWh).

Edificio TI-047 -A (certificato prima del 2017)	
Superficie di riferimento energetico	1102 m ²
Riscaldamento	100% pompa di calore geotermica
Acqua calda	100% pompa di calore geotermica
Raffreddamento	Geocooling
Impianto PV	29,25 kWp di potenza installata

Dati energetici	
Fabbisogno termico di riscaldamento Q_n	21,4 kWh/(m ² a)
Fabbisogno termico per l'acqua calda Q_{AC}^*	20,8 kWh/(m ² a)
Fabbisogno energetico per la ventilazione $Q_{e,V}$	4,9 kWh/(m ² a)
Fabbisogno di raffreddamento $Q_{e,C}$	0,65 kWh/(m ² a)
Produzione PV	29513 kWh o 26,8 kWh/(m ² a)
Impiantistica in genere	4,1 kWh/(m ² a)
Apparecchi*	15,5 kWh/(m ² a)
Illuminazione*	5,5 kWh/(m ² a)

* Valore standard

Confronto varianti: con o senza batteria		
	Senza batteria	Con batteria (30 kWh)
Raffreddamento		
Grado di autoconsumo	35%	57%
Grado di copertura fabbisogno raffreddamento con PV	71%	-
Grado di autarchia	25%	41%
Prelievo di elettricità annuo	34738 kWh	27643 kWh

Vivere e lavorare a Claro

Circa due terzi dell'edificio massiccio di nuova costruzione a Claro sono occupati da appartamenti, un terzo da uffici. Gli appartamenti possono essere raffrescati tramite l'apertura delle finestre durante la notte. Solo gli uffici sono raffreddati dalla pompa di calore aria-acqua, che serve anche per riscaldare l'intero edificio. Tutti i locali sono dotati di lamelle esterne con un valore g inferiore a 0,1 e controllate automaticamente da sensori. Nella simulazione, l'impianto fotovoltaico è stato integrato con una batteria da 20 kWh.



Confronto delle varianti

Rispetto allo stesso edificio senza raffrescamento, il grado di autoconsumo è superiore dell'8%, mentre il grado di autarchia del 3%. A causa del raffrescamento, l'immissione di energia elettrica in rete si riduce di 2000 kWh e il prelievo di energia elettrica dalla rete è superiore di 4786 kWh. Il 67% del consumo provocato dal sistema di raffrescamento è coperto da elettricità in autoconsumo (senza batteria). In futuro sarà conveniente installare una batteria con una capacità di 20 kWh. L'installazione di una batteria di accumulo elettrico comporta i seguenti effetti positivi:

- Aumento dell'autoconsumo dal 45% al 65%
- Aumento dell'autarchia dal 34% al 50%
- Diminuzione dell'energia immessa in rete del 40%
- Diminuzione dell'energia prelevata dalla rete del 23%

Commenti

L'edificio è caratterizzato dalla destinazione d'uso mista. La presenza della parte amministrativa e della conseguente climatizzazione aumenta il prelievo dalla rete dell'edificio. Tuttavia, visto che gli spazi sono usati prevalentemente di giorno, la quota di energia autoconsumata dall'edificio è importante, anche senza l'installazione di una batteria di accumulo. Una batteria aumenta sensibilmente però sia autoconsumo che autarchia.

Edificio TI-132-A (certificato prima del 2017)	
Superficie di riferimento energetico	747 m ² (abitazione: 511 m ² , amministrativo: 236 m ²)
Riscaldamento	100% pompa di calore geotermica
Acqua calda	100% pompa di calore geotermica
Raffreddamento	Geocooling
Impianto PV	23 kWp di potenza installata

Dati energetici	
Fabbisogno termico di riscaldamento Q_{th}	20,4 kWh/(m ² a)
Fabbisogno termico per l'acqua calda Q_{AC}^*	16,4 kWh/(m ² a)
Fabbisogno energetico per la ventilazione Q_{eV}	0,64 kWh/(m ² a)
Fabbisogno di raffreddamento $Q_{e,c}$	3,9 kWh/(m ² a)
Produzione PV	24 380 kWh o 32,6 kWh/(m ² a)
Impiantistica in genere	1,7 kWh/(m ² a)
Apparecchi*	20,8 kWh/(m ² a)
Illuminazione*	6,6 kWh/(m ² a)

* Valore standard

Confronto varianti: con o senza batteria		
Raffreddamento	Senza batteria	Con batteria (20 kWh)
Grado di autoconsumo	45%	65%
Grado di copertura fabbisogno raffreddamento con PV	67%	-
Grado di autarchia	34%	50%
Prelievo di elettricità annuo	20 927 kWh	16 141 kWh

Ulteriori informazioni

Minergie Svizzera

Minergie è dal 1998 lo standard svizzero di costruzione per il comfort, l'efficienza e il mantenimento del valore. Sul sito www.minergie.ch si trovano ulteriori informazioni e opuscoli sugli standard di costruzione e sui prodotti complementari Minergie.

Minergie Svizzera
Bäumleingasse 22
4051 Basilea
061 205 25 50
info@minergie.ch
www.minergie.ch

Costruiamo sulla competenza

I Partner Specializzati Minergie assistono i proprietari e gli investitori nella realizzazione dei progetti Minergie. Si tratta perlopiù di aziende o professionisti attivi nella progettazione o nell'esecuzione di lavori di costruzione e che hanno frequentato con successo il corso base Minergie con relativo caso studio o che nella propria pratica professionale hanno costruito o ammodernato almeno due edifici secondo gli standard Minergie. L'Associazione Minergie offre per i propri Partner specializzati diversi corsi di formazione continua. I corsi come pure tutti i Partner specializzati sono elencati su www.minergie.ch.

Pubblicazioni tecniche

Energia solare – Impianti solari negli edifici Minergie. Download www.minergie.ch
→ Pubblicazioni

Protezione termica estiva negli edifici abitativi. Download www.minergie.ch
→ Pubblicazioni

Produzione efficiente del freddo – Ufficio federale dell'energia UFE.
Download www.bfe.admin.ch → Novità e media → Pubblicazioni

Siti web

www.ticinoenergia.ch
www.supsi.ch/isaac

Minergie Svizzera

Bäumleingasse 22
4051 Basilea

061 205 25 50
info@minergie.ch

Agenzia Svizzera italiana

Ca' bianca
Via San Giovanni 10
6500 Bellinzona

091 290 88 10
ticino@minergie.ch

www.minergie.ch

Leadingpartner Minergie



always the
best climate



Con il sostegno di



Partner della pubblicazione

ticino * energia