Energia dal sottosuolo per il raffrescamento

Geocooling Un progetto dimostrativo a Lugano sotto gli auspici dell'Ufficio Federale dell'Energia

Benedikt Vogel

La Svizzera è leader nell'uso dell'energia geotermica per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria. Per un utilizzo sostenibile dei sistemi con sonde geotermiche è opportuno prevederne l'impiego anche per il raffrescamento estivo. La Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI) ha esaminato a titolo illustrativo il potenziale del cosiddetto «geocooling» in un immobile residenziale a Lugano. È stato dimostrato che in questo modo il sottosuolo può essere rigenerato efficacemente nei mesi estivi dopo la sottrazione di calore in inverno; allo stesso tempo, gli edifici possono essere raffrescati raggiungendo un buon livello di comfort interno e con un consumo relativamente basso di energia elettrica. Nei primi due anni di funzionamento sono emerse varie problematiche, alcune anche causate da un elevato tasso di umidità negli appartamenti. Il comfort abitativo per i residenti è stato quindi migliorato apportando ottimizzazioni all'impianto.

Lo sfruttamento del calore presente nella crosta terrestre mediante sonde geotermiche è molto diffuso in Svizzera. Circa 106'000 pompe di calore in tutto il Paese sfruttano l'energia geotermica per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria, portando il calore estratto dal suolo a livelli di temperatura desiderati mediante l'elettricità. Da alcuni anni le sonde geotermiche sono state utilizzate non solo per fornire calore, ma anche per il raffreddamento di locali residenziali e commerciali. In particolare, i nuovi impianti con sonde geotermiche sono sempre più spesso realizzati con il geocooling. Secondo una stima approssimativa, diverse centinaia di immobili in Svizzera utilizzano l'energia per il raffrescamento proveniente da questa fonte.

In Ticino sono in funzione una decina di impianti. Uno si trova a Lugano (quartiere Besso) e fornisce energia termica e di raffrescamento a un edificio residenziale Minergie con 46 appartamenti. Inizialmente per l'immobile, con una superficie di riferimento energetico di 5700 mc, erano previste 17 sonde geotermiche destinate esclusivamente alla fornitura di calore. Il cliente ha deciso successivamente di utilizzare le sonde anche nei mesi estivi per raffrescare l'edificio. Per raffrescare si sfrutta la naturale differenza tra la temperatura dell'aria interna negli appartamenti (elevata) e quella del sottosuolo (bassa). Si è così potuto evitare l'installazione di una pompa di calore reversibile, normalmente conosciuta anche con il nome di macchina del freddo (che, secondo alcune ben precise condizioni, è consentita in alcuni Cantoni tra cui il Ticino). «Inoltre, il calore sottratto ai locali durante i mesi estivi può essere reimmesso nel sottosuolo e rigenerare quindi il campo di sonde geotermiche», spiega Marco Belliardi, ricercatore della SUPSI, che sta valutando il sistema di geocooling in un progetto di ricerca applicato all'edificio di Lugano (Besso). «Grazie al recupero del calore dei mesi estivi, è stato possibile ridurre il numero di sonde geotermiche da 17 a 15, inoltre dopo che i rilievi geologici hanno indicato condizioni di terreno favorevoli, sono state infine eseguite solamente 13 perforazioni, con una riduzione delle spese di costruzione tra i 70'000 e gli 80'000 franchi».

Il nuovo edificio residenziale nel cuore di Lugano è stato abitato a partire dal 2014. Il ricercatore della SUPSI Belliardi vi conduce dal 2016 un programma di monitoraggio dell'impianto di riscaldamento e raffreddamento promosso dall'Ufficio federale dell'energia come progetto dimostrativo, che è terminato alla fine del 2019. L'analisi scientifica ha preso in considerazione due slot temporali così suddivisi: il primo da giugno 2016 a luglio 2018, il secondo da agosto 2018 a ottobre 2019. È stato necessario suddividere il programma in due tranche in quanto l'impianto è stato ottimizzato nell'estate del 2018 e da allora viene monitorata l'efficacia delle ottimizzazioni implementate.

Una prima importante scoperta del progetto: il geocooling permette di raffreddare l'edificio residenziale di Lugano con un consumo relativamente basso di energia elettrica. L'estate 2017 può essere presa come riferimento per illustrare questo risultato: durante la stagione estiva, il sistema di geocooling è stato utilizzato per sottrarre 47 MWh di calore all'edificio, mentre per il funzionamento delle pompe di ricircolo sono stati necessari circa 3 MWh di elettricità. In base a questi dati si calcola un coefficiente di prestazione per il raffreddamento (indice di efficienza energetica stagionale/SEER) di 15, o in parole semplici: la capacità di raffreddamento è 15 volte superiore all'energia elettrica utilizzata.

Dopo l'ottimizzazione dell'impianto durante l'estate 2018 (migliore regolazione delle pompe di circolazione), nell'agosto 2018 questo valore è aumentato addirittura a 30. Le misurazioni effettuate nell'estate 2019 hanno tendenzialmente confermato questo valore. «L'efficienza energetica del geocooling è quindi dieci volte superiore a quella di una macchina del freddo tradizionale, che di solito ha un SEER da 3 a 4», afferma Marco Belliardi. «Se potessimo regolare tutte le pompe di circolazione sui valori desiderati e ottimali, potremmo ottenere addirittura un SEER di 40 nell'edificio in esame». Va inoltre tenuto presente che in molti Cantoni l'uso delle macchine del freddo tradizionali per gli edifici residenziali non è consentito.

Un secondo risultato dei ricercatori ticinesi: il geocooling consente di rispettare in modo affidabile le norme della Società svizzera degli ingegneri e degli architetti (SIA) per quanto riguarda la temperatura ambiente (norma SIA 382/1). Dopo che le norme SIA erano state in parte quasi disattese con valori vicini alla soglia inferiore nei due periodi estivi 2016 e 2017, la potenza frigorifera dell'impianto è stata ridotta in seguito alle ottimizzazioni effettuate nell'estate del 2018 e la temperatura di mandata nel circuito di riscaldamento a pavimento è aumentata da 18 a circa 20 °C. La temperatura ambiente è stata quindi aumentata in media di circa 2 gradi, producendo un gradito beneficio secondario: poiché il geocooling non deumidifica l'aria, durante le prime due estati l'umidità relativa dell'aria negli appartamenti era molto elevata (fino al 90% con una temperatura ambiente di 22°C), compromettendo il comfort abitativo e portando a volte alla formazione di condensa a livello del suolo. Aumentando la temperatura dell'acqua di mandata, la temperatura ambiente negli appartamenti è aumentata di conseguenza, ed è quindi stato possibile abbassare l'umidità relativa dell'aria ottenendo un comfort migliore per i residenti.

Inoltre, i ricercatori della Scuola universitaria professionale ticinese hanno acquisito con il loro studio ulteriori conoscenze che forniranno in futuro indicazioni utili ai pianificatori per il corretto dimensionamento degli impianti di geocooling. Per l'impianto realizzato a Lugano, con un campo di 13 sonde geotermiche è stata calcolata una rigenerazione attiva di circa il 25%. Significa che circa un quarto dell'energia che viene sottratta al sottosuolo per il riscaldamento durante l'inverno, viene poi restituita al suolo durante l'estate mediante il geocooling. Ciò è importante anche perché la norma SIA 384/6 è attualmente in fase di revisione per garantire un'adeguata rigenerazione dei campi di sonde geotermiche in aree urbane e densamente popolate. La rigenerazione è infatti importante per far sì che la temperatura media del volume di terreno del campo di sonde geotermiche non diminuisca negli anni, compromettendo nel lungo termine l'estrazione invernale di calore.

Una delle difficoltà riscontrate oggi negli edifici realizzati secondo lo standard di costruzione Minergie-P è la quasi assoluta impossibilità di dissipare il carico termico estivo che entra dalle grandi superfici vetrate – un'evoluzione alla quale gli esperti guardano con preoccupazione. «Abbiamo bisogno di edifici ad alta efficienza energetica durante tutto l'anno, e il suolo può svolgere un ruolo importante come accumulatore termico estremamente efficiente. In questo contesto il geocooling è un'opzione interessante per rigenerare il suolo apportando al contempo un gradevole beneficio agli abitanti di un edificio», afferma la Dr. Céline Weber, responsabile del programma di ricerca Energia geotermica dell'Ufficio federale dell'energia.

Il progetto ticinese fornisce una serie di suggerimenti anche per la Svizzera tedesca e romanda, benché i risultati sul dimensionamento degli impianti non siano facilmente trasferibili. Nel corso del loro progetto, i ricercatori della SUPSI hanno anche acquisito un'informazione che dovrebbe essere presa in considerazione nei progetti futuri: la persona di contatto durante l'indagine e l'ottimizzazione condotta sull'edificio di Lugano è sempre stata l'amministratore, che ha potuto consultare i 46 proprietari dell'immobile in merito a modifiche ed interventi importanti al sistema di riscaldamento e raffreddamento solo in occasione dell'assemblea annuale condominiale. «È quindi importante pianificare tali sistemi in modo ottimale fin dall'inizio, perché eventuali ottimizzazioni successive durante il funzionamento possono essere molto più difficili da realizzare», conclude Marco Belliardi.

Un'immagine schematica mostra le sonde geotermiche collegate alla pompa centrale. (DFE)

Nota

Per informazioni sul progetto è possibile contattare la Dr. Céline Weber (cweber[at]focus-e.ch). Altri articoli specialistici su progetti di ricerca e faro in materia di Energia geotermica sono disponibili all'indirizzo: www.bfe.admin.ch/ec-geothermie

Riscaldare in inverno, raffrescare in estate

Le 13 sonde geotermiche sotto l'edificio residenziale di Lugano sfruttano il calore fino a una profondità di 200 metri. Le sonde geotermiche sono costituite da due tubi in polietilene a doppia «U» di circa 40 mm di spessore con cui viene pompata nel terreno una miscela di acqua glicolata (salamoia) che, dopo aver attraversato il sottosuolo a una temperatura di circa 15 °C, ritorna in superficie più calda. Questa salamoia può essere utilizzata per il riscaldamento in inverno e il raffrescamento in estate. In inverno, una pompa di calore salamoia-acqua sottrae il calore dalla salamoia riscaldando l'acqua nel circuito di riscaldamento a 35-40 °C, mentre in estate, quando il circuito di riscaldamento negli appartamenti cede calore alla salamoia nel terreno, non è necessaria alcuna macchina del freddo (raffreddamento passivo, detto anche «geocooling»). L'acqua del circuito di riscaldamento scorre quindi alla temperatura corrispondente attraverso i tubi posati nel pavimento degli appartamenti e riscalda (in inverno) o raffredda (in estate) gli appartamenti. Il contributo energetico dei collettori solari posti sul tetto dell'edificio non è quantificato a causa della mancanza di adeguati strumenti di misura. Si stima che nella stagione calda questi soddisfino circa la metà del fabbisogno di acqua calda sanitaria. Il loro contributo energetico in inverno è insignificante. Il calore dei collettori solari (ca. 60 °C) non può essere utilizzato per rigenerare il campo di sonde geotermiche, perché altrimenti l'acqua glicolata del sottosuolo sarebbe troppo calda per essere utilizzata contemporaneamente per il raffreddamento degli appartamenti.

In linea di principio, tutti gli impianti geotermici con sonde geotermiche sono adatti al geocooling e attualmente in Svizzera ne sono in uso circa 100'000. Teoricamente anche le circa 6000 idrostrutture sotterranee installate in Svizzera sono adatte al geocooling. In base alla prassi autorizzativa dei diversi Cantoni la reimmissione di acqua riscaldata in falda può non essere tuttavia consentita, oppure può esserlo solo in misura molto limitata. / **BV**

L'UFE sovvenziona progetti pilota, di dimostrazione e faro

La ricerca complementare della Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI) sul progetto di geocooling a Lugano è uno dei progetti pilota e di dimostrazione con i quali l'Ufficio federale dell'energia (UFE) promuove lo sviluppo di tecnologie che consentano un uso razionale e parsimonioso dell'energia e incentiva l'utilizzo delle energie rinnovabili. L'UFE sostiene progetti pilota, di dimostrazione e faro con il 40% dei costi imputabili non ammortizzabili. Le domande possono essere presentate in ogni momento.