

Riscaldare e raffreddare con l'energia geotermica

LA GEOTERMIA

Il calore della terra è chiamato geotermia. Questo calore proviene essenzialmente dalla radioattività naturale delle rocce della crosta terrestre e, in piccola parte, dagli scambi termici con le zone più profonde della terra.

A partire da 10 m di profondità, la temperatura del sottosuolo è costante e non dipende più dal giorno o dalla notte, né dalle stagioni. È il flusso di calore presente in profondità che regola la temperatura. In Svizzera, in pianura e nelle valli sotto i 1000 m d'altitudine, questa temperatura varia tra 8 e 13°C. Sotto i 10 m di profondità, la temperatura aumenta di 1°C ogni 33 m circa. Questa risorsa geotermica, detta di bassissima temperatura, può essere utilizzata per riscaldare abitazioni familiari, gruppi di case, piccoli immobili, municipi, scuole, etc. ma anche per raffreddare.

Numerose tecniche possono essere utilizzate per trarre vantaggio da quest'energia permanentemente disponibile. Il sistema più diffuso in Svizzera è rappresentato dalla sonda geotermica verticale.

Il programma SvizzerEnergia

Il programma SvizzerEnergia è iniziato nel 2001 per una durata di 10 anni con il principale obiettivo di raggiungere per l'anno 2010 una riduzione del 10% delle emissioni di CO₂ rispetto al livello del 1990.

Il programma mira ad incoraggiare le iniziative volontarie che si basano su un uso efficiente dell'energia e a promuovere le energie rinnovabili tramite reti di informazione. La messa in opera del programma si basa sulla collaborazione ed un approccio decentralizzato ed orientato ver-

so il mercato. Il programma SvizzerEnergia deve contribuire a rinforzare l'economia locale e a creare posti di lavoro.

In quest'ambito la Società Svizzera per la Geotermia (SSG) è stata incaricata da SvizzerEnergia del mandato per la promozione delle applicazioni della geotermia a livello nazionale.

È stata definita una struttura chiara che raggruppa in una rete specialisti e studiosi di diverse università e ditte private.

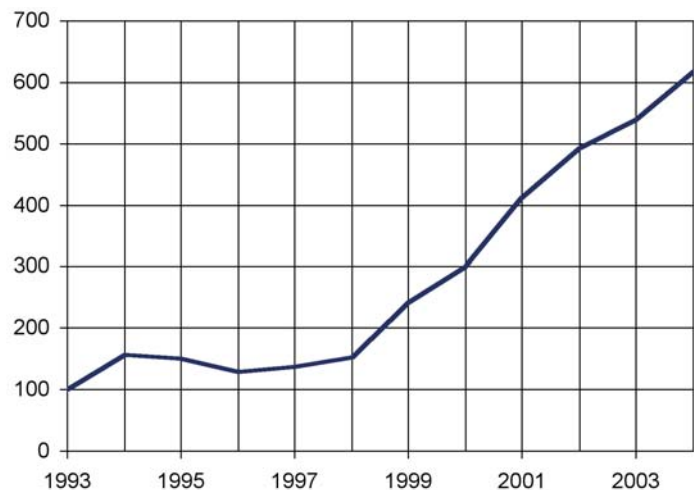
Sono stati creati tre centri regionali di promozione della geotermia, di cui uno nella Svizzera Italiana, presso il Laboratorio Energia, Ecologia ed Economia (LEEE) della SUPSI.

I principali compiti sono la divulgazione dell'informazione localmente tramite corsi, giornate di porte aperte, esposizioni e materiale informativo in italiano. Il sito internet Svizzero è anche consultabile in lingua italiana e contiene molte informazioni utili. È possibile anche scaricare il materiale informativo in italiano (vedi sito www.geothermal-energy.ch).

Applicazioni in Svizzera

In assenza di forti anomalie di temperatura a basse profondità

Sito internet della Società Svizzera per la Geotermia



Andamento della lunghezza totale delle perforazioni delle sonde geotermiche nel corso degli anni (fonte GSP).

sul territorio svizzero, sono le risorse a bassa temperatura (30-70°C) e bassissima temperatura (10-30°C) ad essere utilizzate in maniera diretta, quindi per la produzione di calore.

Sono effettuati numerosi tipi di sfruttamento, che fanno della Svizzera un caso unico nel mondo della geotermia. Essi sono elencati e brevemente descritti qui di seguito.

Sonde geotermiche

Sono scambiatori di calore installati verticalmente in perforazioni profonde dai 50 ai 350 m.

Un fluido è inserito in un circuito chiuso e permette di estrarre l'energia dal sottosuolo tramite una

pompa di calore. Queste sonde geotermiche sono installate "chiavi in mano" da imprese specializzate, sia per case familiari sia per immobili o piccoli quartieri residenziali.

Le statistiche mostrano che il 70% delle sonde geotermiche hanno una profondità tra gli 80 e 120 m e sono utilizzate per il riscaldamento di abitazioni familiari.

Da più di 7 anni, lo sviluppo di questa tecnologia è in fase di crescita importante (vedi grafico in alto).

Solo nel 2004, la lunghezza totale di tutte le perforazioni per sonde geotermiche superava i 600 km, ripartito per tre quarti in impianti di edifici nuovi ed un quarto per risanamenti.

L'incremento del numero delle nuove sonde geotermiche rispetto all'anno precedente corrisponde a circa 4.700. Sempre a livello nazionale, più della metà delle case di abitazione nuove hanno un sistema di riscaldamento con una pompa di calore, di cui quasi la metà sfruttano l'energia geotermica tramite sonde.

Collettori orizzontali

Sistema simile al precedente, dove i fasci di tubi (serpentine) sono disposti orizzontalmente nel terreno ad una profondità di 1-3 m. Per diverse ragioni, questa tecnica è nettamente meno utilizzata delle sonde geotermiche verticali.

Falde freatiche

L'acqua di una falda sotterranea poco profonda (10-12°C a 5-20 m) è pompata tramite perforazione.

Successivamente, una pompa di calore preleva l'energia termica dall'acqua e la cede ad un circuito secondario per il riscaldamento di locali. Più di 900 installazioni funzionano con questa tecnica nel canton Berna.

Pali energetici e geostrutture

Sono delle strutture costruite nel terreno, o a contatto con esso (pali, pareti, solette), destinate a sostenere una costruzione. Sono equipaggiate da tubi per lo scambio di calore utilizzato sia per riscaldare (in inverno) che per raffreddare (in estate). Questa tecnica è conveniente per grandi edifici pubblici o industriali. Un significativo sviluppo delle geostrutture energetiche è previsto per i prossimi anni.

Acquiferi profondi

Le falde acquifere sotterranee profonde vengono sfruttate con perforazioni da 400 a 2.000 m di profondità, per il riscaldamento di quartieri tramite una rete di distribuzione del calore.

La più grande installazione in Svizzera è la centrale geotermica di Riehen (BS).

Questa risorsa geotermica è sufficientemente consistente da permettere la vendita di calore al comune di Lörrach in Germania tramite un sistema di "pipeline" transfrontaliero!

Acqua di galleria

Sfruttata per il riscaldamento per mezzo di condotte di drenaggio

verso i portali esterni.

Cinque installazioni sono in funzione nelle gallerie del San Gottardo (tunnel stradale, TI), del Furka (VS), Hauenstein (SO), di Mappo-Moretina (TI) e Ricken (SG).

Di considerevole interesse è il potenziale di sfruttamento, dal punto di vista geotermico, dei futuri tunnel di base dell'Alp-Transit.

Il contributo dell'energia geotermica ricavata dalle diverse applicazioni in Svizzera superava gli 800 GWh nel 2004 (tabella 1). Ciò permette annualmente di risparmiare circa 80.000 m³ d'olio combustibile, e di ridurre in tale modo le emissioni di CO₂ di circa 210.000 tonnellate l'anno.

Questa cifra corrisponde a circa 1/3 delle emissioni di CO₂ causate dagli immobili in Ticino.

La produzione di elettricità con la geotermia richiede una temperatura della roccia superiore a 150°C. Il progetto Deep Heat Mining, iniziato nel 1996 a Basilea, si basa sulla creazione di un serbatoio in un massiccio roccioso, profondo e caldo, ma privo di acqua. Questo progetto mira a realizzare una centrale geotermica di produzione di elettricità e di calore per il 2006.

L'interesse per questa tecnologia, che non ha emissioni di CO₂, risiede nel poterla utilizzare ovunque si trovi del granito a 200°C ad una profondità inferiore a ca. 6 km.

Ciò corrisponde alle condizioni medie di numerose regioni della Svizzera. D'altra parte, al fine di migliorare la redditività dello sfruttamento, è necessario che la produzione accoppiata di elettricità e calore si trovi in prossimità di una rete di distribuzione per il calore urbano.

Ricerca nel campo della geotermia al LEEE - DACD- SUPSI

L'utilizzo razionale dell'energia è un tema di primaria importanza per la promozione delle energie rinnovabili nelle costruzioni, ed in particolare dell'energia geotermica. L'attività di ricerca in questo campo è strettamente legata a questo tema, e mira all'elaborazione di concetti energetici efficienti, all'integrazione ottimale dell'energia geotermica in sistemi di riscaldamento e di raffreddamento, al dimensionamento di sistemi termici di grandi dimensioni e alla verifica delle prestazioni termiche di sistemi in funzione.

Per dare un'idea delle attività in questo campo, qui di seguito sono illustrati due progetti appena conclusi.

Sonde geotermiche a Lugano - Loreto

Una casa d'abitazione (circa 250 m²), parzialmente adibita ad ufficio, ospita la sede della Fondazione UomoNatura a Lugano - Loreto. In occasione del cambiamento della vecchia pompa di calore aria-acqua, il Gruppo

regionale della SSES (Società Svizzera per l'Energia Solare) è stato il promotore del nuovo impianto per sfruttare l'energia geotermica e quella solare.

Una pompa di calore di 14 kW termici (B0/W35), abbinata a 3 sonde geotermiche di lunghezza pari a 80 m, riscalda la casa. Al riscaldamento contribuiscono anche dei collettori solari termici (superficie di 7.8 m²), dimensionati per la produzione d'acqua calda sanitaria. Durante la stagione estiva, l'energia superflua prodotta dai collettori è direttamente scaricata nel terreno tramite le sonde geotermiche.

Data la caratteristica "pilota e dimostrativa" dell'impianto, il LEEE, in collaborazione con il CUEPE dell'Università di Ginevra, ha avviato un progetto di ricerca applicata.

Gli obiettivi principali consistevano nel misurare le prestazioni energetiche delle sonde e della pompa di calore durante il funzionamento reale e nell'analizzare l'effetto della ricarica parziale del sottosuolo tramite le sonde geotermiche.

La campagna di rilevamento, durata 2 anni, è stata completata da simulazioni termiche dinamiche dettagliate per poter rispondere agli obiettivi dello studio. Le prestazioni termiche dell'impianto sono state sempre molto buone e non è stato rilevato nessun abbassamento di prestazione. Il coefficiente di prestazione medio annuo (COPA) per la pompa di calore raggiunge un valore di quasi 4, vale a dire che un chilowattora (kWh) elettrico acquistato per azionare l'impianto permette di distribuire 4 chilowattora di calore nella casa. Il modello di PdC impiegato ha un "label" di qualità e i rilevamenti confermano le prestazioni termiche dichiarate dal fabbricante.

Il coefficiente di prestazione (COP) mensile varia da 3.5 a 5.5 (vedi figura 3).

Applicazione geotermica	Produzione annuale (GWh)
Sonde geotermiche	634
Collettori orizzontali	32
Falde freatiche	114
Pali energetici	15 ⁽¹⁾
Acquiferi profondi	37
Acqua di gallerie	14
Totale	846

(1) riscaldamento: 12 GWh, raffreddamento 3 GWh

Tabella 1: Contributo delle diverse fonti d'energia geotermica nel 2004 in Svizzera (fonte Geowatt).

L'energia geotermica per i centri termali non è presa in considerazione.

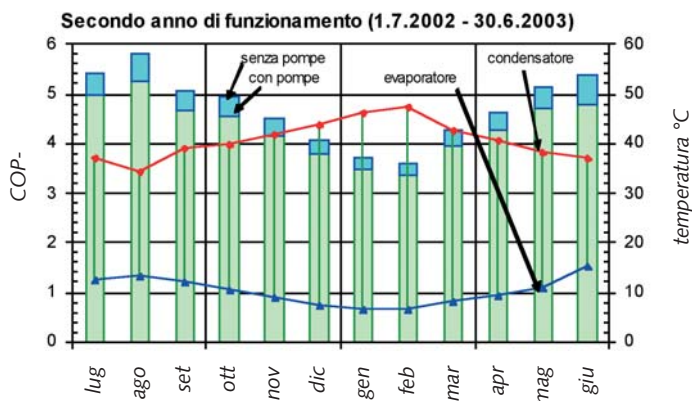


Figura 3: Coefficiente di prestazione (COP) mensile misurato della pompa di calore (secondo anno di funzionamento). Sono riportate anche le temperature medie mensili all'uscita del condensatore e all'entrata dell'evaporatore.

I guadagni solari non utilizzati per la produzione d'acqua calda sanitaria permettono di ricaricare parzialmente il suolo (con il 20% dell'energia annuale da esso estratta). L'analisi dell'effetto della ricarica ha mostrato che il miglioramento del coefficiente di prestazione medio annuale della PdC rimane modesto e non basta a compensare l'energia elettrica supplementare della pompa di circolazione per l'iniezione dei guadagni solari nel terreno.

In ogni caso le prestazioni globali dell'impianto sono solo leggermente ridotte (1 a 2%).

Questo dimostra che la ricarica solare del terreno può essere una soluzione interessante per evitare il surriscaldamento del fluido nei collettori solari.

Una valutazione economica (vedi *Installatore 1/2005 "Riscaldare con l'energia geotermica"*) ha mostrato che il costo dell'energia dell'impianto geotermico appare concorrenziale a quello di un impianto tradizionale (a gas o a nafta), anche senza una tassa sulle emissioni nocive (tassa sul CO₂).

Tuttavia l'investimento, sensibilmente più elevato nel caso dell'impianto geotermico, è spesso percepito come un fattore dissuasivo, nonostante la durata di vita molto elevata delle sonde geotermiche. L'investimento dell'impianto geotermico ammonta

a circa 2.000 CHF per ogni kW di potenza per il riscaldamento.

È dunque importante eseguire un dimensionamento corretto dell'impianto. Una progettazione più dettagliata permette quindi un risparmio non indifferente sui costi d'investimento per questo tipo di impianto.

Una casa monofamiliare nuova e ben isolata avrà un fabbisogno di potenza notevolmente più basso di quello della Fondazione UomoNatura.

Quasi la metà delle case monofamiliari nuove hanno un fabbisogno di potenza inferiore ai 7 kW. Di conseguenza l'investimento per un impianto geotermico, al contrario di uno tradizionale, sarà sensibilmente inferiore rispetto al caso analizzato.

Geocooling

Il raffreddamento attraverso il geocooling consiste nell'utilizzo del "fresco" del sottosuolo.

Esistono due tipi principali di raffreddamento: il primo si basa sulle sonde geotermiche verticali e il secondo sugli scambiatori geotermici.

Nel caso delle sonde geotermiche verticali, la fonte del freddo si trova sotto lo strato soggetto alle variazioni di temperatura stagionali, strato che corrisponde ai primi 5-10 metri di profondità del terreno.

Si dispone quindi di uno stoccaggio di grande capacità termica, la cui temperatura iniziale è di circa 10°C. Le proprietà geologiche ed idrogeologiche del luogo d'installazione sono determinanti per le prestazioni termiche del sistema e dunque per il suo dimensionamento.

Al pari, la prestazione invernale (riscaldamento) è, nella maggior parte dei casi, necessaria per effettuare una ricarica termica stagionale dello stoccaggio e garantire così il funzionamento in geocooling del sistema (e viceversa). Il fluido termovettore è generalmente una miscela d'acqua e di liquido antigelo che circola in un circuito chiuso nei tubi a doppio U delle sonde geotermiche verticali. Nel caso degli scambiatori geotermici, si tratta di rinfrescare l'aria del sistema di ventilazione prima che entri nello stabile, facendola passare attraverso dei tubi interrati orizzontalmente situati nel terreno sotto l'edificio o all'esterno di quest'ultimo. Quale alternativa, si può utilizzare un circuito d'acqua, accoppiato ad un sistema di ventilazione mediante uno scambiatore aria/acqua. Nei due casi si utilizza l'inerzia termica del terreno per ammortizzare le variazioni giornaliere di temperatura dell'aria ed avere una temperatura di ventilazione che resti stabile durante la giornata. In genere, queste condizioni sono già raggiunte a partire da una profondità di scavo di 0.5 m. Per profondità maggiori, nell'ordine di 2-3 metri (distanza tra i tubi scelta di conseguenza), si può beneficiare di un ammortizzamento delle oscillazioni meteorologiche stagionali.

Figura 4: Dock Midfield dell'aeroporto di Zurigo. I pali di fondazione sono utilizzati per il geocooling ed il riscaldamento



Questo ultimo risultato può essere utile in inverno per il preriscaldamento dell'aria. Un tale dimensionamento deve tuttavia essere svolto con attenzione, considerato che la zona di stoccaggio stagionale si situa all'interno della zona d'influenza meteorologica, o in quella dell'edificio stesso.

Al contrario del caso delle sonde geotermiche, questi sistemi sono relativamente indipendenti dalle proprietà geologiche del luogo. Per un ammortizzamento giornaliero, il sistema non dipende dall'utilizzo invernale.

Il progetto "Raffreddamento mediante geocooling: basi per un manuale di dimensionamento", effettuato in collaborazione con il CUEPE dell'Università di Ginevra, ha permesso di fare il punto della situazione sullo stato delle conoscenze relative al geocooling con le sonde geotermiche e gli scambiatori geotermici.

Il documento finale, scaricabile sul sito rispettivo del LEEE e del CUEPE (www.leeesupsi.ch oppure www.cuepe.ch), contiene la sintesi delle conoscenze attuali e una serie di 10 esempi di realizzazioni misurate e analizzate dal punto di vista del geocooling, tra i quali il Dock Midfield dell'aeroporto di Zurigo (vedi figura 4).

Informazioni:

Centro ticinese di promozione della geotermia (CTPG)
Dr. Daniel Pahud
LEEE - DACD - SUPSI
CH-6952 Canobbio
daniel.pahud@geothermal-energy.ch

Promozione della geotermia
www.geothermal-energy.ch
Gruppo promozionale svizzero per le pompe di calore (GSP)
www.pac.ch
Laboratorio Energia, Ecologia ed Economia
www.leeesupsi.ch