

Gli speciali di Tecnologiaericerca.com

Numero 01/10

Geotermia

Indice

Premessa	3
Cosa è la geotermia	4
La mini geotermia	7
I componenti dell'impianto	8
Tipologie di impianti geotermici	11
Tutti i vantaggi di un impianto geotermico	13
Bibliografia	15

Premessa

L'approvvigionamento energetico è da sempre un aspetto fondamentale per lo sviluppo economico. Negli ultimi anni, sono diventati prioritari anche la sicurezza degli approvvigionamenti e la riduzione dell'inquinamento. Si sente continuamente parlare di scelte impiantistiche sostenibili e rispettose dell'ambiente perché ormai non si può più costruire o progettare senza tenere presenti quelle che sono le esigenze dell'ambiente che ci circonda.

Perciò la ricerca di fonti energetiche rinnovabili ed eco-compatibili ha assunto sempre maggiore interesse. La geotermia, cioè il calore della Terra, è una di queste. E' una fonte di energia primaria, disponibile anche in Italia, la quale, se opportunamente sfruttata, è rinnovabile ed eco-compatibile. In Emilia-Romagna per esempio non sono presenti fonti geotermiche ad alta entalpia, cioè con temperature maggiori di 120 °C, direttamente utilizzabili per la produzione di energia elettrica; tuttavia, nell'Appennino emiliano-romagnolo e nella pianura sono presenti sorgenti termali e pozzi con anomalie termiche positive, indicativi di sistemi a bassa e media entalpia che possono essere sfruttati per usi diretti del calore. Ad esempio, a Ferrara e a Bagno di Romagna, lo sfruttamento di questi serbatoi geotermici a bassa entalpia ha permesso l'uso diretto del calore per il teleriscaldamento e la balneologia. Altre applicazioni sono possibili in campo industriale e in agricoltura. I recenti progressi tecnologici, la continua variazione del prezzo del petrolio e la necessità di ridurre l'uso dei combustibili fossili per diminuire l'inquinamento e la dipendenza di approvvigionamento da paesi esteri hanno reso l'uso della geotermia conveniente anche a bassi valori di temperatura.

Lo scopo di questa dispensa di approfondimento è quello di spiegare come funziona e cosa si intende per geotermia, quali sono i componenti principali, i vantaggi. Questo elaborato non ha fini di lucro, è solo una rielaborazione di informazioni prese in internet (riportati nella bibliografia) e più informati sull'argomento.

Cosa è la geotermia

Il riscaldamento geotermico, o sistema termodinamico ai sensori interrati, consiste nel prelevare le calorie presenti nel suolo e nel trasferirle all'abitazione. Per utilizzare questa riserva di calorie accumulate dalla terra, il sistema geotermico utilizza un circuito frigorifero basato su un principio termodinamico. Il calore, costantemente rinnovato dal sole, dalla pioggia e dall'azione del vento, è prelevato grazie a un sensore interrato a circa 60 cm di profondità o a una sonda geotermica verticale. Si tratta in pratica di una rete di serpentine, invisibile e inalterabile, interrata in una zona del giardino. La grande quantità di energia presente nel terreno e il principio di funzionamento del sensore garantiscono la totale efficienza di quest'ultima nel tempo.

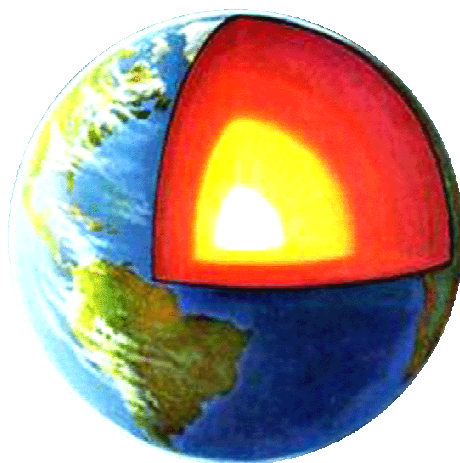


Figura 1 - Foto tratta da <http://www.verde-oro.it/files/image/geotermia.gif>

La temperatura del terreno, già a pochi metri di profondità, si mantiene grossomodo costante durante l'arco dell'anno: è, questa, una caratteristica comune a qualsiasi località del Pianeta, fortemente correlata all'azione della radiazione solare sulla crosta terrestre, che la trattiene e immagazzina sotto forma di energia pulita e rinnovabile. Il terreno superficiale è quindi una sorta di enorme pila ricaricata dal Sole.

La tecnologia funziona ed è assolutamente efficiente in quanto la temperatura del suolo aumenta man mano che si scende in profondità, in media ogni 100 metri la temperatura delle rocce cresce di +3° C. In alcune particolari zone questa caratteristica naturale del pianeta si accentua con temperature nel sottosuolo leggermente più alte della media, ad esempio a causa di fenomeni vulcanici o tettonici. In queste zone calde l'energia può essere facilmente recuperata anche basse profondità tramite la geotermia. I vapori provenienti dalle sorgenti d'acqua nel sottosuolo sono

convogliati verso apposite turbine adibite alla produzione di energia elettrica. Il calore sprigionato dai vapori può anche essere riutilizzato per il riscaldamento, le coltivazioni in serra e il termalismo. Quantificando il tutto, si può dire che l'intensità del flusso geotermico è legata alla profondità alla quale nel punto considerato si trova il mantello terrestre e determina un gradiente di temperatura che varia generalmente da 0,10 K/m a 0,0167 K/m. La dicitura K/m sta ad indicare la variazione di temperatura (in aumento se si scende, in diminuzione se si sale) rispetto alla quota zero, ovvero al livello della superficie. Quindi ad esempio se il gradiente di temperatura è 0,10 K/m per ottenere una differenza di 1 K bisognerà portarsi a una profondità di 10 m. Tra la parte profonda e quella superficiale di una sonda geotermica verticale da 100 m, sempre considerando un gradiente di 0,10 K/m, ci sarà una differenza di temperatura di 10 K. Il fenomeno fisico brevemente descritto consente di ottenere migliori prestazioni di scambio termico in profondità grazie all'utilizzo di sonde geotermiche (particolari scambiatori di calore che consentono di recuperare il calore contenuto nel terreno, descritti nel dettaglio più avanti). Tale fenomeno è chiaramente sfruttabile se il sistema geotermico utilizzato prevede l'adozione di sonde geotermiche verticali di idonea profondità.

Le principali applicazioni del vapore naturale proveniente dal sottosuolo sono:

- a. la generazione di energia elettrica tramite turbine;
- b. il calore geotermico viene incanalato in un sistema di tubature per servire attività locali di teleriscaldamento.



Figura 2 - http://www.puntosiennergia.it/e107_images/newspost_images/geotermia_schema.jpg

Per alimentare la produzione del vapore acqueo dal sottosuolo e mantenerlo costante (senza sbalzi o picchi) si immette acqua fredda in profondità. In questo modo gli impianti a turbina possono lavorare a pieno regime e produrre calore con continuità.

I sistemi geotermici a bassa temperatura sono diffusi, in ambito residenziale, soprattutto nel Nord Europa e negli Stati Uniti, mentre in Italia sono ancora poco conosciuti. In anni recenti anche nel nostro paese c'è stata una decisa accelerazione: in particolare, l'introduzione di **incentivi mirati** ha favorito la realizzazione di numerosi nuovi impianti geotermici con pompa di calore. La possibilità di produrre, oltre che acqua calda per il riscaldamento invernale e per gli usi sanitari, anche acqua fredda per raffrescare durante l'estate, rende gli impianti geotermici **l'alternativa ideale ai tradizionali impianti**. Il grande vantaggio deriva dal fatto che un sistema geotermico racchiude in unico impianto le stesse funzioni normalmente demandate a due diversi apparecchi, cioè caldaie e condizionatori.

Un impianto geotermico, se opportunamente dimensionato, è in grado di **riscaldare e raffrescare** un edificio senza l'ausilio di altri apparecchi come si vedrà nei paragrafi che seguono. In questo caso si parla di impianto geotermico "monovalente". In ogni caso si tratta di impianti che si prestano bene all'integrazione con altri generatori di calore ad alta efficienza. Molto interessante, ad esempio, risulta l'abbinamento con impianti solari termici oppure con caldaie a condensazione, in regime "bivalente".

La mini geotermia

Di recente si sta sviluppando anche un settore della bioarchitettura specializzato nella mini-geotermia. In quest'ultimo caso non si tratta più della realizzazione dei grandi impianti industriali, bensì di piccoli impianti condominiali in grado di sfruttare il calore nel sottosuolo per opere di riscaldamento/rinfrescamento degli appartamenti. Questi impianti possono essere realizzati quasi ovunque. Il costo di realizzazione è però ancora elevato.

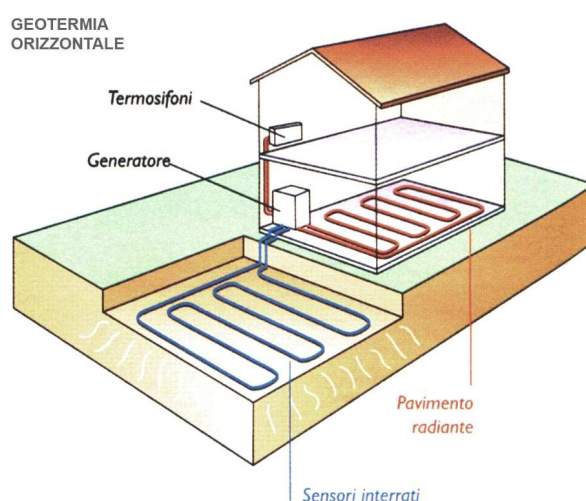


Figura 3 - <http://www.ticam.net/ticam/pag/energie1.html>

La geotermia domestica, più propriamente detta geotermia a bassa entalpia, è quella tecnologia che permette di riscaldare e raffrescare un ambiente sfruttando la differenza di temperatura tra gli strati più esterni della crosta terrestre e quella dell'ambiente esterno. Questa tecnologia non implica lo sfruttamento di falde idriche ed è idonea ad una vastissima gamma di costruzioni e di qualsiasi località geografica.

La geotermia a bassa entalpia può essere installata in sostituzione dei tradizionali sistemi di riscaldamento, se associata ad un buon isolamento termico e magari anche un sistema radiante di riscaldamento, offre notevoli vantaggi economici e ambientali. Non rappresenta in realtà una vera e propria novità tecnologica infatti nei paesi del Nord Europa è ampiamente sfruttata da oltre 30 anni.

Il principio fondamentale di questa tecnologia è appunto lo scambio termico che avviene con il sottosuolo o con le rocce. Durante la stagione invernale, infatti, l'ambiente viene riscaldato grazie al trasferimento di calore dal terreno all'utenza mentre nella stagione estiva il calore viene trasferito dall'ambiente al terreno.

I componenti dell'impianto

I tre elementi fondamentali di un impianto geotermico sono:

1. *Il sistema di captazione del calore* - Di norma si tratta di **tubature in polietilene** che fungono da scambiatori di calore, sfruttando l'energia termica presente nel sottosuolo o nell'acqua. Le tubature possono essere interrato verticalmente nel terreno a grandi profondità (sonde geotermiche verticali), oppure orizzontalmente a 1-2 metri di profondità (sonde o collettori orizzontali). Anche l'utilizzo dell'acqua, come sorgente di calore in alternativa al terreno, comporta l'utilizzo di sonde verticali.

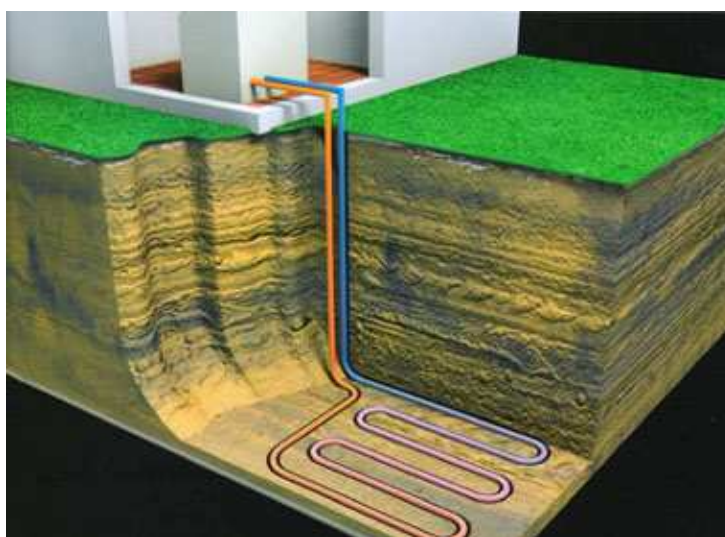


Figura 4 - http://www.soliclima.com/it/immagini/imatges_instalacions/esquema_geotermia.jpg

E' proprio la scelta del sistema di captazione, a seconda anche dalle caratteristiche geologiche e climatiche del luogo scelto per l'installazione, a caratterizzare le diverse **opzioni impiantistiche** dei sistemi geotermici. Per trasferire il calore dal terreno agli edifici da riscaldare si utilizzano particolari scambiatori di calore detti sonde geotermiche: tubi ad U costituiti da materiali con alta trasmittanza termica nei quali passa un liquido (generalmente una soluzione acqua-glicole, per evitare il congelamento in presenza di basse temperature) che assorbe il calore e lo porta in superficie (o nel sottosuolo nel caso di funzionamento estivo). Le sonde possono essere di tre tipi:

- a. verticali;
- b. orizzontali;
- c. pali energetici.

Nel primo caso la sonda scende nel terreno andando verso temperature più uniformi e necessita di idonei studi (svolti da società specializzate) per individuare sia la numerosità che la profondità delle

perforazioni da realizzare, a seconda del tipo di terreno. Questo perché ogni terreno possiede delle caratteristiche di scambio termico proprie, che possono anche variare con la profondità, ed è quindi necessario uno studio approfondito delle caratteristiche del suolo dove si andranno ad installare le sonde prima di realizzare le perforazioni dove alloggiare le sonde stesse. Queste sonde hanno le prestazioni migliori rispetto a quelle orizzontali, ma di contro hanno i costi di realizzazione più elevati, dovuti principalmente alla necessità di realizzare perforazioni profonde e numerose, specie se il terreno ha scarse proprietà di scambio termico.

Nel secondo caso è necessario un terreno sufficientemente pianeggiante nel quale i tubi vengono posati a seguito di un semplice scavo ad una profondità non elevata (da 1,5 m a un massimo di 5 m). Ovviamente secondo quanto esposto sopra la temperatura del suolo a questa profondità risulterà influenzata dalla temperatura esterna in modo molto più significativo che nel caso delle sonde geotermiche verticali. Tale svantaggio viene in parte compensato dalla riduzione di costo rispetto alle sonde verticali. Nel caso delle sonde orizzontali le stesse possono essere posizionate anche sul fondo di un lago artificiale o naturale sfruttando, in questo caso, il calore dell'acqua e la sua migliore conducibilità termica rispetto alla roccia. In tale caso tuttavia va valutato il quadro legislativo locale in quanto numerose amministrazioni hanno regolamenti ben precisi sugli squilibri termici che si possono apportare alle acque di superficie o alle falde acquifere sotterranee.

Il terzo caso, ancora poco diffuso, prevede di installare delle sonde geotermiche verticali in corrispondenza dei pali di fondazione della struttura, ed è quindi applicabile solo ad edifici ancora da realizzare per cui sia stata espressamente prevista questa tipologia di impianto. La possibilità, di per sé interessante, è ancora poco sfruttata a causa dei costi di realizzazione dovuti ai materiali speciali da impiegare e al sovradimensionamento delle sonde necessario in quanto, a differenza delle sonde verticali tradizionali, non è possibile intervenire in caso di guasto essendo le sonde annegate nel calcestruzzo di fondazione dell'edificio.

2. La pompa di calore geotermica - Una pompa di calore permette di sfruttare l'energia rinnovabile "gratuita" trasferendola all'interno dell'abitazione attraverso un circuito di distribuzione. Le calorie catturate dal sensore all'esterno, e attraverso la pompa di calore, coprono interamente le esigenze di riscaldamento domestico.

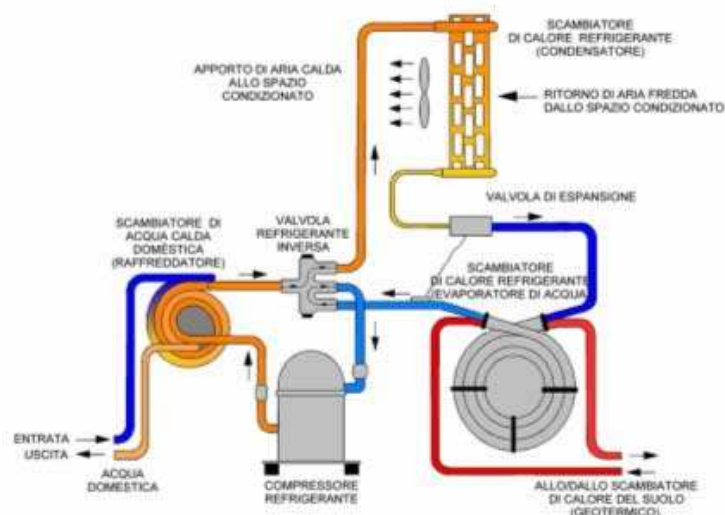


Figura 5 - <http://www.scienzaonline.com/geologia/img/calore18.jpg>

Installata all'interno degli edifici, la pompa di calore geotermica è **il cuore** dell'impianto. Consente dunque di trasferire calore dal terreno o dall'acqua all'ambiente interno –in fase di riscaldamento- e di invertire il ciclo nella fase di raffreddamento.

3. *Un sistema di accumulo e distribuzione del calore* - Gli impianti geotermici sono particolarmente adatti per lavorare con terminali di riscaldamento/raffreddamento funzionanti a basse temperature (30-50°C), come ad esempio i **pannelli radianti** e i ventilcovettori. I pannelli radianti rappresentano la migliore soluzione impiantistica: in inverno fanno circolare acqua calda a 30-35 °C e in estate acqua fredda a 18-20 °C, riscaldando e raffreddando con il massimo grado di comfort e risparmio energetico. I tradizionali radiatori, pur essendo in qualche caso utilizzabili per lavorare con una pompa di calore, risultano però assolutamente inadatti per raffreddare gli ambienti. La presenza di un **serbatoio di accumulo** per l'acqua calda risulta indispensabile per immagazzinare il calore e quindi distribuirlo all'edificio –per il riscaldamento e per gli usi sanitari- quando vi è richiesta. L'integrazione tra geotermia e impianti solari termici o caldaie a condensazione avviene proprio grazie al serbatoio d'accumulo, all'interno del quale l'acqua viene riscaldata tramite serpentine collegate ai diversi generatori di calore.

Uno dei principali problemi che caratterizzava la geotermia classica per la produzione di elettricità era la bassa temperatura del vapore estratto, che deve muovere le turbine per la generazione e che spesso portava a livelli di efficienza minori rispetto alle normali centrali termoelettriche, che utilizzano cioè combustibile per produrre vapore e elettricità. Oggi la situazione è diversa e la geotermia si sta sviluppando rapidamente nel nostro Pianeta.

Tipologie di impianti geotermici

Si possono individuare tre tipologie di tecniche di utilizzo:

- 1. La tecnologia a espansione diretta (suolo/suolo)** - Nel sistema a espansione diretta, il trasferimento di calore avviene grazie al fluido frigorigeno circolante in circuito chiuso attraverso la pompa di calore e il pavimento radiante. Si tratta di un circuito frigorifero semplice, nel quale il sensore esterno e il pavimento radiante fungono rispettivamente da evaporatore e da condensatore: evaporazione e condensazione avvengono progressivamente, garantendo il buon funzionamento del sistema. Il compressore e la valvola di espansione vanno a costituire una pompa di calore installata nel garage, nella cantina o in un locale tecnico. È possibile utilizzare più di un compressore, a seconda che si vogliano scaldare più zone dell'abitazione a temperature diverse. Il sistema a espansione diretta consente di ottenere il massimo rendimento con una superficie di captazione ridotta.
- 2. La tecnologia acqua/acqua** - La soluzione "acqua/acqua" prevede che il calore venga trasmesso attraverso un circuito idraulico (acqua glicolata nei sensori esterni, acqua nel pavimento radiante). La pompa di calore comporta, oltre al compressore e alla valvola di espansione, due scambiatori di calore; al loro interno, i processi di evaporazione e di condensazione rilasciano l'energia che servirà a scaldare l'acqua. La tecnologia acqua/acqua permette inoltre di utilizzare i radiatori già presenti (a una temperatura massima di 47°C). La superficie di captazione richiesta è superiore rispetto a quella prevista dal sistema a espansione diretta. Tuttavia, è possibile ridurla, nei casi in cui la configurazione del terreno lo permette, utilizzando sonde verticali che penetrano maggiormente nel suolo (sonde geotermiche).
- 3. La tecnologia suolo/acqua** - Si tratta di una combinazione dei due sistemi precedenti. La soluzione suolo/acqua, infatti, associa l'utilizzo di un fluido frigorigeno all'interno del sensore a quello di un circuito idraulico per il pavimento radiante o i radiatori. Come nel sistema a espansione diretta, l'evaporazione avviene direttamente nel sensore esterno. La pompa di calore prevede un condensatore grazie al quale l'energia è rilasciata e destinata a scaldare l'acqua che circola nel pavimento radiante o nei radiatori. La tecnologia mista, come quella "acqua glicolata/acqua", permette di sfruttare la rete di radiatori già installata.

La profondità massima delle perforazioni, prevalentemente per impianti di tipo binario, oggi raggiunge i 4-5 Km di profondità; si possono ottenere temperature di poco superiori ai 200°C. Un discorso a parte va fatto per la cosiddetta geotermia “hot dry rock” (chiamata negli Stati Uniti “enhanced”): in particolari terreni caldi e secchi è possibile iniettare del liquido (in genere acqua) attraverso una prima perforazione profonda, che raggiunge o genera zone di roccia fratturata; l’acqua viene così surriscaldata per ritornare in superficie come vapore attraverso una seconda perforazione.

In Italia, il Centro e Sud rappresentano un potenziale enorme per la geotermia per produzione elettrica, che rappresenta oggi una reale e valida alternativa all’utilizzo del nucleare. Purtroppo, rispetto alla maggior parte degli altri paesi del mondo, pur essendo nata nel nostro Paese essa è ancora oggi in Italia estremamente sottovalutata.

E’ importante conoscere le caratteristiche del sottosuolo che si intende utilizzare come fonte di calore. Particolari tipi di terreno, oppure la presenza o meno di acque sotterranee o di vincoli idrogeologici, determinano la fattibilità tecnica di un impianto geotermico. Soltanto operatori specializzati possono darci consigli e informazioni riguardo ad un sito specifico scelto per l’installazione, ricorrendo eventualmente a indagini geologiche che valutino con esattezza la qualità della risorsa geotermica. La geotermia è certamente consigliata per tutti gli edifici di nuova costruzione, per i quali è possibile progettare ex novo l’intero impianto in maniera ottimale.

Tutti i vantaggi di un impianto geotermico

1. si tratta di energia termica gratuita (eccettuato il consumo elettrico della pompa di calore) e indipendente dalle temperature esterne, che assicura un funzionamento dell'impianto per 365 giorni l'anno
2. i costi di esercizio sono inferiori di circa il 60% rispetto a un sistema di riscaldamento con caldaia a metano
3. un unico sistema permette sia di riscaldare che di raffrescare l'edificio, eliminando i costi elevati per il condizionamento estivo
4. contribuisce alla riduzione delle emissioni di inquinanti e di CO₂ in atmosfera
5. non inquina i terreni, poiché all'interno delle sonde geotermiche circolano liquidi frigoriferi antigelo completamente atossici
6. la pompa di calore geotermica è una macchina estremamente silenziosa, alla pari ad esempio di un frigorifero
7. l'assenza di processi di combustione e di canne fumarie riduce al minimo la necessità di interventi di manutenzione
8. Non si ha emissione di CO₂ se non da parte della pompa di calore, la quale però, come spiegato, compie un lavoro molto inferiore rispetto a quello che necessario nei sistemi di riscaldamento tradizionale (a gasolio ma anche a metano e GPL)
9. la geotermia determina una totale indipendenza da qualunque carburante, dall'importazione di questo nonché dalle variazioni di prezzo. L'energia termica del suolo è sempre a disposizione, in loco, e non ha un prezzo di acquisto.

Per gli edifici esistenti, la convenienza e la fattibilità di un impianto geotermico sono da analizzare caso per caso. Occorre anche valutare la disponibilità di spazio sufficiente per l'allestimento del cantiere e per la posa delle sonde. E' comunque consigliato installare l'impianto in fase di ristrutturazione dell'edificio e dell'impianto termico, approfittando così dei lavori in corso per riqualificare complessivamente l'intero edificio dal punto di vista energetico. L'installazione di un impianto geotermico è una scelta vantaggiosa anche per tutti gli edifici esistenti che utilizzano caldaie alimentate a combustibili fossili costosi e inquinanti, come gasolio o GPL. Nel caso in cui si possieda una caldaia a metano, bisogna invece valutare attentamente i costi e i benefici derivanti da una sua sostituzione. Un altro aspetto fondamentale riguarda la qualità dell'isolamento termico dell'edificio. Un edificio ben coibentato è un presupposto indispensabile per un corretto

dimensionamento dell'impianto geotermico, che assicuri buoni livelli di comfort e di risparmio energetico. La necessità di migliorare il grado di isolamento degli edifici riguarda soprattutto il parco edilizio esistente, mentre gli edifici di nuova o recente costruzione, che devono sottostare a stringenti criteri legislativi, risultano di norma ben coibentati.

Una stima della vita media di un impianto geotermico può essere fatta più su alcuni singoli componenti che sull'intero impianto. Le pompe di calore geotermiche hanno una vita utile di almeno 15-20 anni (per le taglie domestiche la durata è inferiore), mentre le sonde geotermiche possono funzionare senza problemi per molte decine d'anni (secondo alcune fonti fino a 80-100 anni). I pannelli radianti hanno una vita stimata in circa 20-30 anni. Per tutti gli anni di funzionamento dell'impianto, non vi è pressochè alcuna necessità di manutenzione.

Beneficiare del massimo confort a costi decisamente inferiori rispetto a quelli che comporta un sistema tradizionale. Per esempio, per 1 kW di elettricità consumato dal compressore, il calore trasferito all'abitazione va, a seconda delle caratteristiche dell'impianto, dai 3 ai 4 kW (e anche oltre). Il risparmio realizzato può essere anche del 75% rispetto al classico sistema di riscaldamento elettrico per le ragioni sopracitate, e addirittura aumenta se si pensa che le spese di manutenzione, per esempio di pulitura, sono eliminate. A titolo indicativo, i costi per il riscaldamento e la produzione di acqua calda per un'abitazione di 120 m², a 700 m di altitudine nella regione della Haute-Loire, si aggirano intorno ai € 30 al mese.

I costi iniziali di installazione si avvicinano a quelli richiesti da un sistema tradizionale di riscaldamento. Tuttavia, i costi di esercizio nettamente inferiori permettono di ammortizzare presto la spesa iniziale.

Bibliografia

[http://www.casapassiva.com/risparmio_energetico/geotermia/40 Il riscaldamento geotermico di Sofath.php](http://www.casapassiva.com/risparmio_energetico/geotermia/40_Il_riscaldamento_geotermico_di_Sofath.php)

<http://www.ecoage.it/geotermia.htm>

<http://www.nextville.it/index/339>

<http://www.ecoblog.it/post/5071/geotermia-domestica>

<http://www.pompadicaloregeotermica.net/>

[http://www.terranauta.it/a1470/energie_alternative/geotermia il calore della terra entra nelle nostre case.html](http://www.terranauta.it/a1470/energie_alternative/geotermia_il_calore_della_terra_entra_nelle_nostre_case.html)

<http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/geotermia.htm>