



il futuro è nelle tue mani
GUIDA AL GEOTERMICO



soluzioni per l'utilizzo evoluto dell'energia

NELLE ABITAZIONI E NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

Enel Green Power, attraverso Enel.si, pone particolare attenzione ai temi dell'efficienza energetica e dell'utilizzo delle fonti rinnovabili in quanto rappresentano le principali leve per raggiungere gli obiettivi del risparmio energetico individuale e della salvaguardia dell'ambiente per uno sviluppo sostenibile.

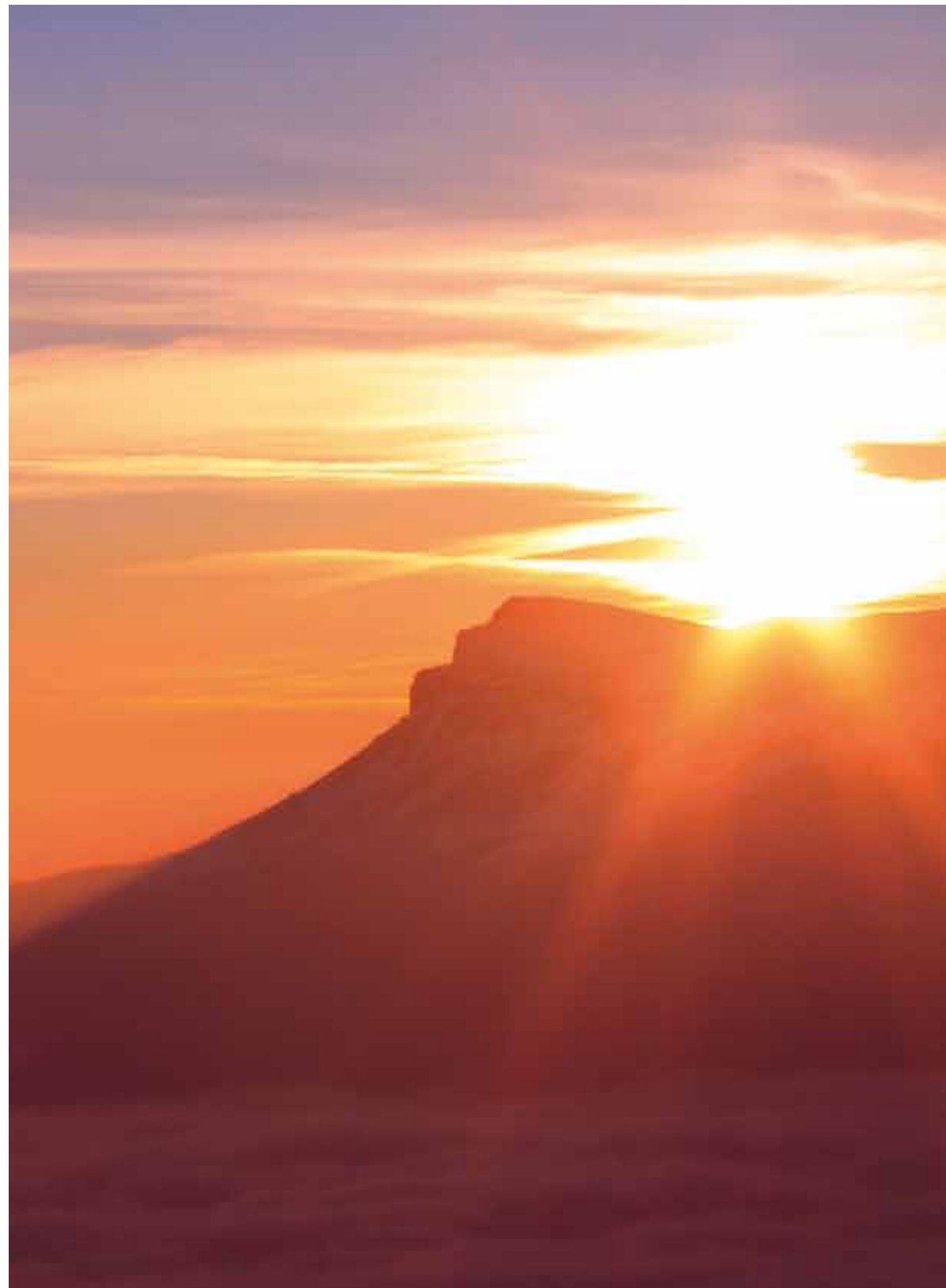
È interamente dedicata alle fonti rinnovabili e offre soluzioni complete per l'utilizzo evoluto dell'energia nelle abitazioni e in tutti gli ambienti di lavoro.

Enel Green Power propone al cliente finale la migliore soluzione dal punto di vista del risparmio e dell'efficienza energetica, perseguendo, grazie alle più evolute tecnologie presenti sul mercato, obiettivi di ottimizzazione delle risorse energetiche, nel rispetto dell'ambiente.

ENEL GREEN POWER OFFRE I PROPRI SERVIZI ATTRAVERSO LA RETE COMMERCIALE DELLA PROPRIA CONTROLLATA ENEL.SI COSTITUITA DA AZIENDE SELEZIONATE E SPECIALIZZATE IN QUESTO SETTORE. GLI AFFILIATI ENEL.SI PRESENTI SU TUTTO IL TERRITORIO NAZIONALE RAPPRESENTANO IL PUNTO DI CONTATTO OPERATIVO PER APPROFONDIRE, DEFINIRE E DARE SEGUITO A QUESTI INTERVENTI IN TUTTA TRANQUILLITÀ.

Il calore della terra

diventa energia pulita



l'energia geotermica

IL CALORE PRESENTE NATURALMENTE
NELLA TERRA

Perché dobbiamo puntare all'utilizzo dell'energia geotermica:

- la geotermia rappresenta una fonte energetica rinnovabile ad elevato potenziale applicativo;
- dà un fondamentale contributo alla riduzione della nostra dipendenza dai combustibili fossili;
- fa uso di una tecnologia rispettosa dell'ambiente e vantaggiosa dal punto di vista economico.

Nell'ambito della **geotermia "classica"**, di solito, si parla di impianti di grandi dimensioni situati in aree ove è relativamente facile estrarre calore ad alte temperature (in genere superiori ai 100°C) sia per il riscaldamento che per la generazione di elettricità tramite turbine a vapore.

Con il termine **geotermia a bassa temperatura** o a bassa entalpia, si individuano invece gli impianti per il riscaldamento ed il raffrescamento degli ambienti che utilizzano il calore terrestre o delle falde acquifere. Si tratta di una tecnologia che può trovare applicazione praticamente ovunque nei più svariati contesti.

La presente guida tratta esclusivamente questa seconda tipologia d'impianto.

una fonte
energetica rinnovabile
ad elevato potenziale
applicativo

sfrutta la temperatura
costante del terreno
per riscaldare e
raffreddare
gli ambienti

che cos'è un impianto geotermico

Un impianto geotermico a bassa temperatura sfrutta la temperatura costante del terreno durante tutto l'anno negli strati più superficiali fino ad una profondità di 100 metri circa, in Italia compresa tra i 12° e i 17°C. Questa proprietà caratteristica del terreno superficiale consente di estrarre calore da esso in inverno in modo semplice ed efficiente e di utilizzarlo come sorgente fredda in estate. In alternativa al terreno, come si vedrà più avanti, è possibile utilizzare l'acqua di falda o di bacini lacustri con soluzioni tecniche simili. La geotermia a bassa temperatura è ideale sia per applicazioni di piccola scala (abitazioni singole) che di scala medio-grande (condomini, terziario, industriale). Essa permette un ottimale riscaldamento invernale e raffrescamento estivo degli ambienti, nonché la produzione di acqua calda sanitaria.



spostare il calore, non crearlo

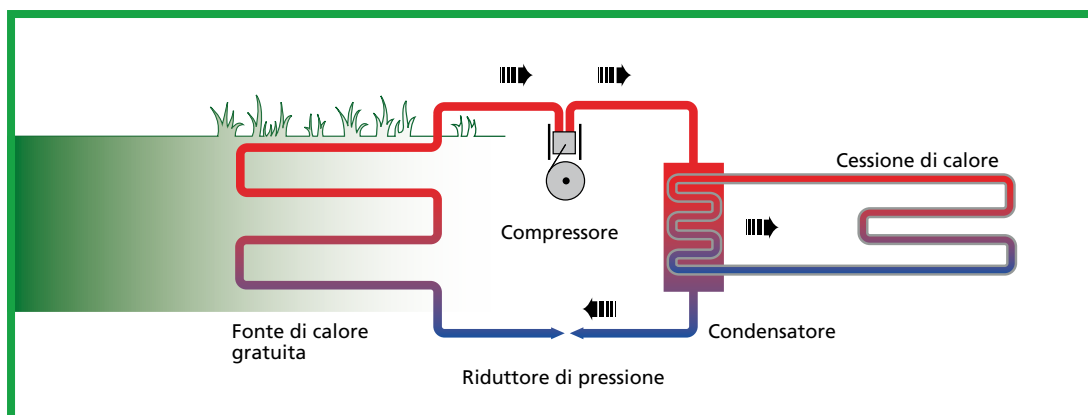
Per poter usufruire della naturale energia contenuta nel sottosuolo è necessario avvalersi di pompe di calore in genere elettriche, accoppiate a scambiatori termici detti "sonde geotermiche". Le pompe di calore geotermiche rappresentano l'elemento fondamentale dell'impianto, in quanto permettono il trasferimento dell'energia termica presente nel terreno agli ambienti da riscaldare (funzionamento invernale) e viceversa (funzionamento estivo).

In natura il calore tende a spostarsi da una zona a temperatura più alta ad una a temperatura più bassa. La pompa di calore, tramite la somministrazione di energia elettrica, contrariamente a quanto avverrebbe naturalmente, trasferisce il calore da una sorgente a temperatura più bassa (denominata sorgente fredda) ad una sorgente a temperatura più alta (denominata pozzo caldo).

Nel caso delle pompe di calore geotermiche la sorgente fredda è rappresentata dal calore della terra, mentre la sorgente calda dall'aria o dall'acqua che circola all'interno dei terminali di riscaldamento.

Benchè facciano uso di elettricità, gli impianti geotermici sono considerati una forma di energia rinnovabile in quanto la quantità di energia termica prodotta è ben superiore all'energia primaria (gas, petrolio, etc.) resasi necessaria per generare l'elettricità che alimenta la pompa di calore stessa. Questo è anche il motivo della riduzione drastica dei consumi rispetto ai sistemi di riscaldamento tradizionali a gas/elettrici.

SCHEMA DI FUNZIONAMENTO DI UNA POMPA DI CALORE GEOTERMICA IN FASE DI RISCALDAMENTO



i vantaggi

nessuna
emissione
di CO₂

- assenza, presso l'impianto, di emissioni di CO₂ e altre emissioni inquinanti in atmosfera con conseguente beneficio globale in termini di salvaguardia dell'ambiente;
- costi di esercizio inferiori rispetto ai tradizionali sistemi di riscaldamento (fino al 60% in funzione della fonte sostituita);
- costi di manutenzione ridotti al minimo;
- comfort ambientale.

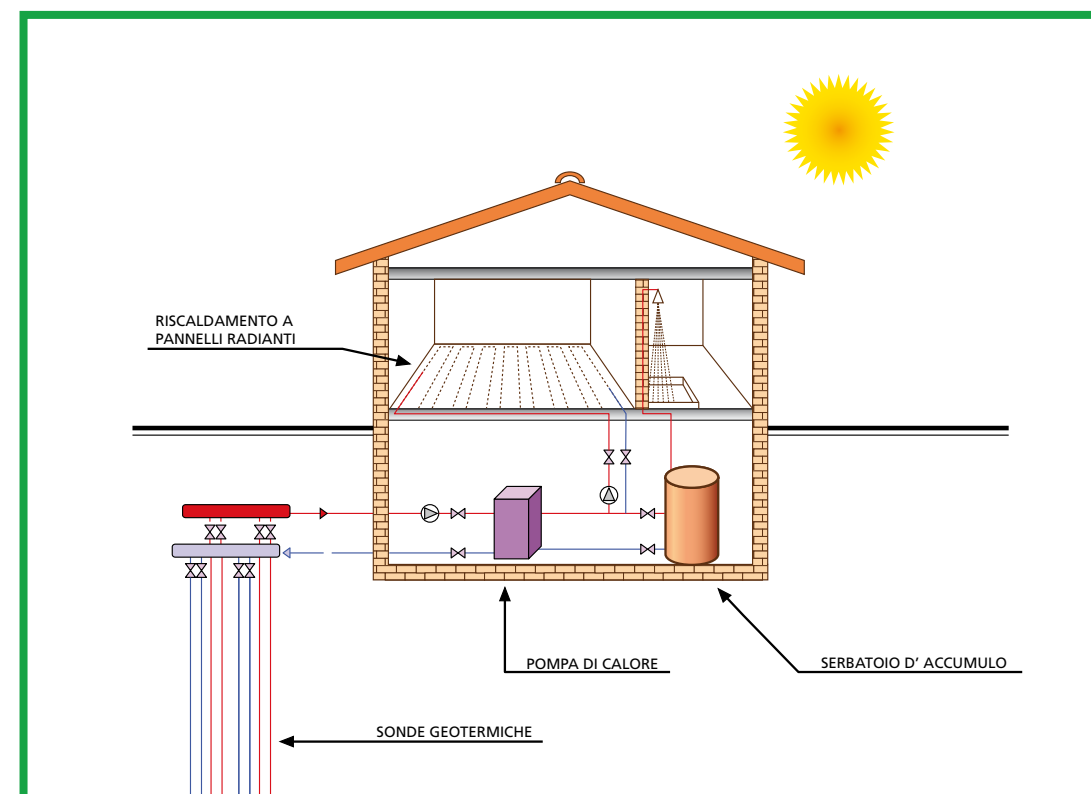
i componenti

Un impianto geotermico è costituito da 3 elementi fondamentali:

- un sistema di captazione del calore;
- una pompa di calore elettrica;
- un sistema di accumulo e di distribuzione del calore.



SCHEMA CIRCUITO CHIUSO TERRA/ACQUA (SONDE GEOTERMICHE VERTICALI)



il sistema di captazione del calore è in grado di "catturare" l'energia del terreno

SISTEMA DI CAPTAZIONE DEL CALORE

Parte essenziale di un impianto geotermico è rappresentato dal sistema di captazione del calore. Tale elemento permette al calore di passare da uno stato di dispersione all'interno del terreno o della falda acquifera ad uno stato più concentrato, e quindi utile, all'interno dell'impianto di climatizzazione. Le sonde di captazione geotermica sono generalmente in materiale plastico (polietilene) o in rame.

Hanno diametro di pochi centimetri (3-4 cm) e sono inserite nel terreno in prossimità dell'edificio formando un circuito nel quale scorre il fluido termovettore che scambia calore con il terreno; la disposizione ed il numero di sonde variano in funzione dell'energia termica richiesta, delle caratteristiche del terreno e del fluido termovettore utilizzato.

Le tubature possono essere interrate verticalmente nel terreno fino a grandi profondità, 70-130 metri (sonde geotermiche verticali), oppure orizzontalmente a 1-3 metri di profondità (sonde o collettori orizzontali). I tubi affondati verticalmente nel terreno possono avere varie sezioni trasversali: singolo o doppio tubo ad U, tubi coassiali semplici o complessi. La scelta degli scambiatori ad U risulta essere la scelta adottata nella maggior parte dei casi, in quanto se ben dimensionata è il sistema a più elevata affidabilità.

Nelle configurazioni a sviluppo orizzontale, si possono avere circuiti ad anello chiuso o aperto, a serpentina, a spirale. Un impianto a sonde orizzontali è di più facile posa in alcune condizioni (edificazioni e/o sbanchi terra per altri scopi), risente dell'influenza stagionale dell'apporto solare ed ha bisogno di un'area più ampia per la posa in opera delle sonde rispetto agli impianti a sonde verticali.

Il fluido termovettore che scorre all'interno delle sonde può essere costituito da acqua semplice o da glicole etilenico (miscela di acqua e anticongelante non tossico). In questo secondo caso si può far circolare il fluido a temperature inferiori a 0°C, con il vantaggio di avere un flusso termico più elevato.

In alternativa, alcune soluzioni impiantistiche (impianti ad espansione diretta) prevedono la circolazione diretta nelle sonde del fluido refrigerante della pompa di calore (gas della famiglia degli idro-fluoro-carburi utilizzati anche nei sistemi a pompa di calore tradizionali tipo split).

I tubi delle sonde sono collegati in superficie ad un apposito collettore connesso alla pompa di calore, installata all'interno dell'edificio.





un sistema
in grado di trasferire
calore da una sorgente
più fredda ad una
più calda

POMPA DI CALORE

Le pompe di calore sono sistemi in grado di trasferire calore da una sorgente più fredda ad una più calda, quindi in direzione contraria a quella naturale. Si tratta del medesimo principio di funzionamento dei condizionatori d'aria e in genere delle macchine frigorifere.

La maggior parte delle pompe di calore sono di tipo "reversibile": il loro funzionamento può essere invertito, potendo operare alternativamente come unità riscaldanti o raffreddanti.

La caratteristica peculiare delle pompe di calore geotermiche è quella di sfruttare come sorgente il terreno o l'acqua (di lago, di fiume o di falda) per riscaldare e raffreddare gli edifici, in maniera conveniente e sostenibile.

Poiché raramente si ha a disposizione un lago o un fiume (e le falde possono essere a grande profondità), il terreno è la sorgente più frequentemente utilizzata negli impianti geotermici disponibili ovunque e con una energia termica praticamente inesauribile.

L'utilizzo del terreno come sorgente presenta inoltre il vantaggio di avere una temperatura pressoché costante nel corso dell'anno, assicurando un migliore rendimento del sistema.

La differenza di temperatura tra sorgente termica e ambiente da riscaldare/raffrescare è il parametro che influisce maggiormente sui rendimenti delle pompe di calore.

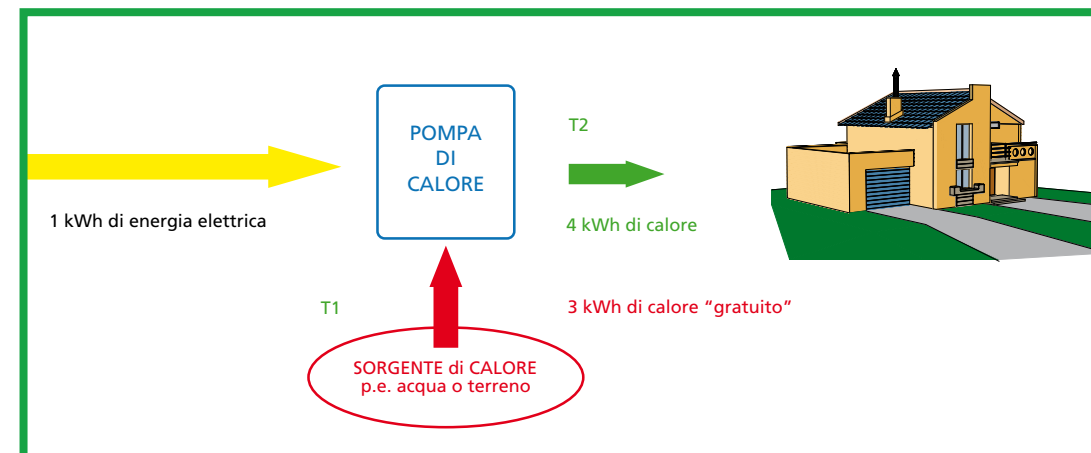
Per questo motivo, le pompe di calore geotermiche risultano essere mediamente più efficienti rispetto a quelle ad aria, soprattutto per impianti che captano il calore a profondità superiori ai 15-20 metri.

L'efficienza di una pompa di calore è rappresentata dal coefficiente di prestazione COP (Coefficient of Performance), inteso come rapporto tra l'energia termica resa all'ambiente da riscaldare e l'energia elettrica consumata perché possa avvenire il trasporto di calore medesimo.

Ad esempio, per una pompa di calore con COP pari a 4, spendendo 1 kWh elettrico per l'azionamento dell'impianto si ottengono almeno 4 kWh termici per l'utenza; gli altri 3 kWh, ovvero il 75% del fabbisogno termico, vengono prelevati dal sottosuolo.

Le pompe di calore geotermiche accoppiate a sonde verticali o a collettori orizzontali hanno un COP (Coefficiente di prestazione in fase di riscaldamento) variabile tra 4 e 4,9; quelle funzionanti con acqua sotterranea o a sistema aperto hanno un COP tra 3,6 e 5,2.

SCHEMA ILLUSTRATIVO DELL'EFFICIENZA DI UNA POMPA DI CALORE



SISTEMA DI ACCUMULO E DISTRIBUZIONE DEL CALORE

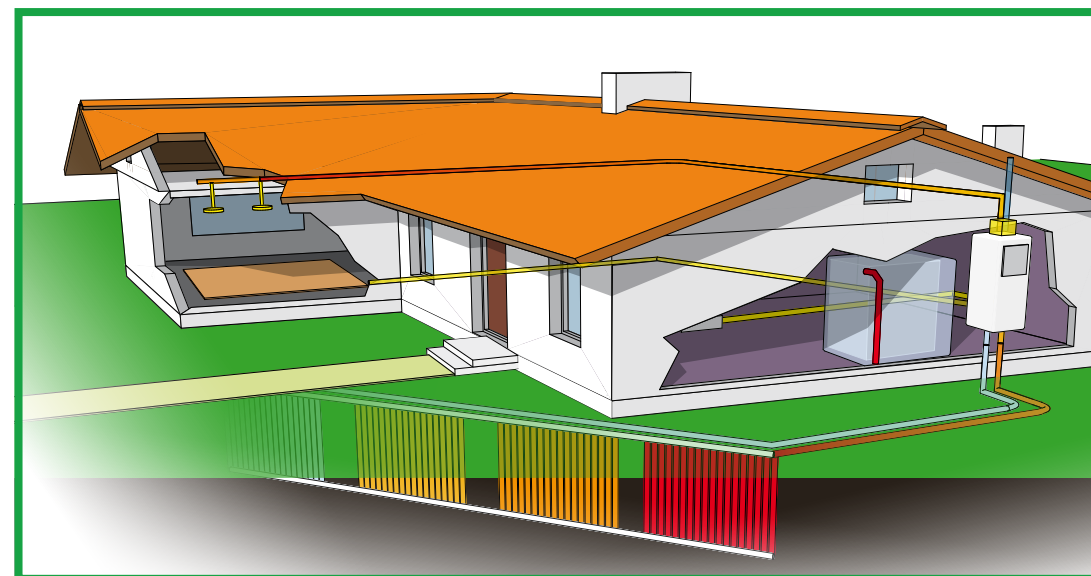
Gli impianti geotermici sono particolarmente adatti per lavorare con terminali di riscaldamento/raffrescamento funzionanti a basse temperature (30-50°C) come ad esempio i pannelli radianti a pavimento e i ventilcoffettori. In particolare i pannelli radianti sono la situazione ideale, poiché in inverno fanno circolare acqua calda a 30-35°C e in estate acqua fredda a 18-20°C, riscaldando e raffrescando con il massimo grado di comfort e risparmio energetico.

I tradizionali radiatori risultano in genere poco efficienti per riscaldare gli ambienti e assolutamente inadatti per raffrescarli. Inoltre, la presenza di un serbatoio di accumulo per l'acqua calda risulta indispensabile per immagazzinare il calore e quindi distribuirlo all'edificio, sia per il riscaldamento che per gli usi sanitari, quando vi è richiesta.

Le configurazioni di un impianto

Le diverse soluzioni impiantistiche adottabili devono tener conto delle caratteristiche climatiche e geologiche del luogo scelto per l'installazione.

Le tre opzioni più comuni sono:



IMPIANTI CON SONDE GEOTERMICHE VERTICALI

**una soluzione
salvaspazio anche
per i piccoli terreni**

È una soluzione che sfrutta il calore presente in profondità nel terreno, che fino a 100-130 metri presenta temperature fisse di 12-17°C. Viene praticato un foro (di circa 10-15 cm di diametro) nel terreno per mezzo di una macchina perforatrice e viene inserita una sonda geotermica: tramite la circolazione del fluido termovettore in profondità viene assorbito il calore, scambiato in superficie all'interno della pompa di calore. L'impianto occupa poco spazio e può essere installato anche su piccoli terreni; anche il lavoro di ripristino dopo avere effettuato la perforazione è minimo.

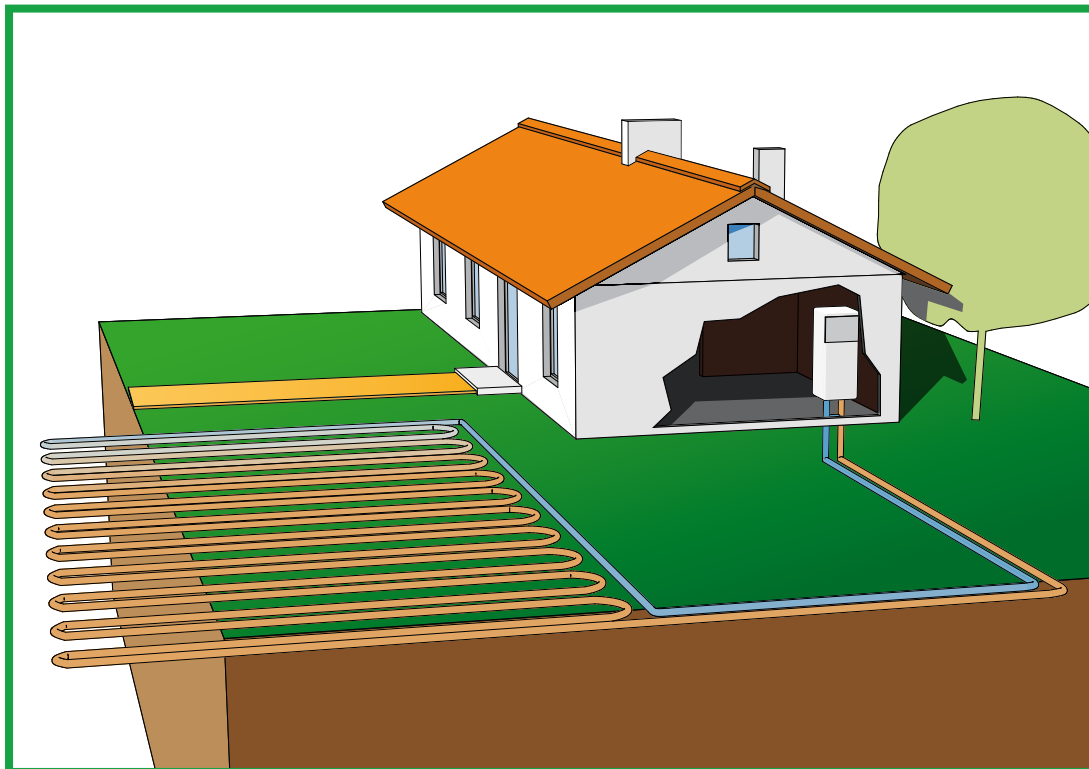
sfrutta il calore del terreno in superficie

IMPIANTI CON SONDE GEOTERMICHE ORIZZONTALI

Questa tecnologia oltre a sfruttare il calore del terreno risente dell'irraggiamento solare accumulato negli strati superficiali del terreno. I collettori orizzontali sono, come le sonde verticali, degli scambiatori in materiale plastico, interrati orizzontalmente a circa 1-2 metri di profondità.

All'interno dei collettori circola, a circuito chiuso, una soluzione di acqua e antigelo che assorbe il calore del terreno e lo cede alla pompa di calore geotermica. La posa di collettori orizzontali richiede grandi superfici, che a seconda dei casi corrispondono dalle due alle tre volte la superficie interna da riscaldare/raffrescare.

Una varietà di tali soluzioni prevede l'utilizzo di sonde orizzontali in rame al cui interno viene fatto circolare direttamente il fluido frigorifero delle pompe di calore, con conseguente semplificazione impiantistica (impianti ad espansione diretta).



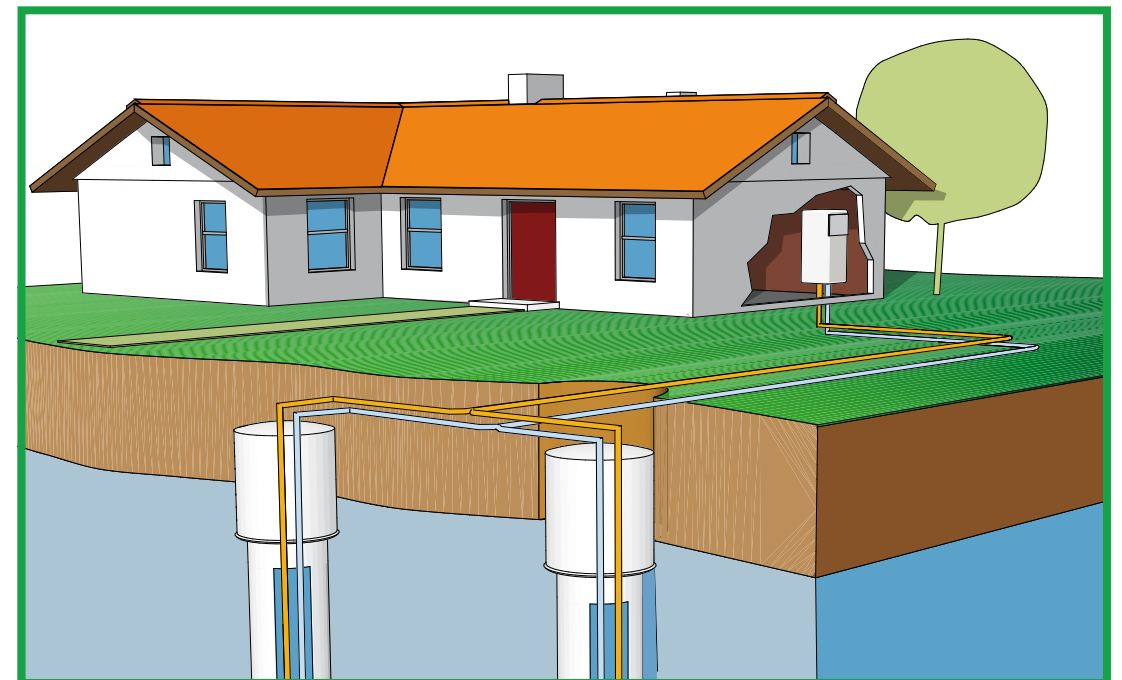
IMPIANTI CHE SFRUTTANO L'ACQUA COME SORGENTE TERMICA

L'acqua per essere sfruttata come sorgente termica, in alternativa al terreno, deve essere vicina all'edificio in cui è installata la pompa di calore. Negli impianti che utilizzano l'acqua di falda o di superficie, è l'acqua stessa che può fare sia da fluido termovettore che da sorgente termica.

Questi sistemi, detti a circuito aperto, necessitano di attente valutazioni e analisi sulla qualità dell'acqua e sulla quantità disponibile, al fine di evitare impatti negativi sulla falda acquifera.

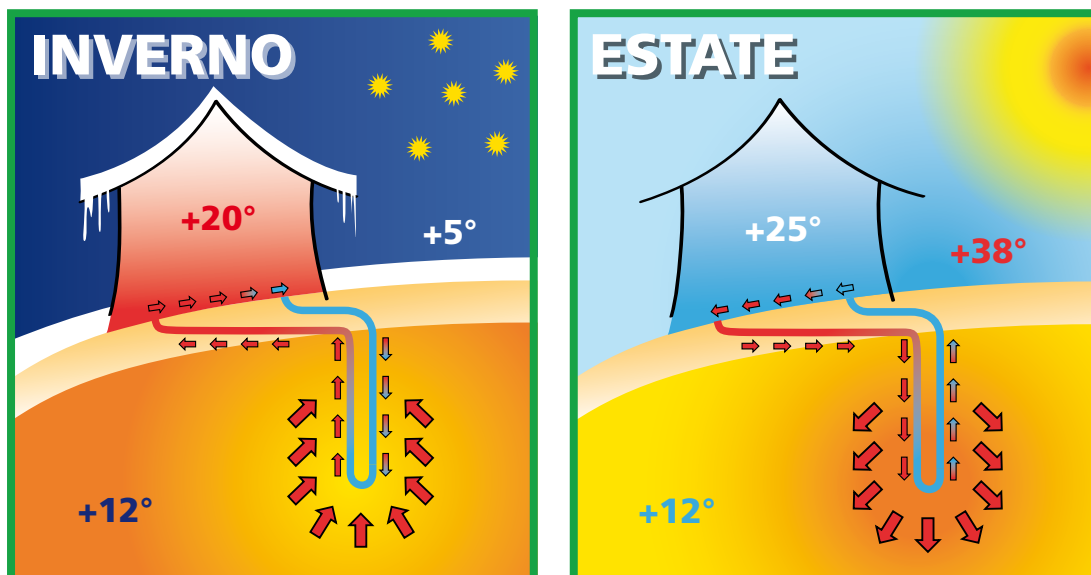
Di norma va prevista la reimmissione in falda dell'acqua prelevata: vanno realizzati quindi due pozzetti, uno di estrazione e l'altro di reiniezione dell'acqua di falda.

Gli impianti geotermici ad acqua di falda sono particolarmente validi per edifici di medie e grandi dimensioni, anche in considerazione del fatto che oltre al consumo imputabile alla pompa di calore, occorre prevedere una pompa elettrica per l'estrazione dell'acqua. Qualora si disponga in prossimità degli ambienti da climatizzare di uno specchio d'acqua è possibile anche realizzare sistemi a circuito chiuso con sonde orizzontali poste al di sotto del livello dell'acqua.



il funzionamento di un impianto geotermico

Con le pompe di calore si ha il vantaggio di sfruttare una sola macchina che, grazie ad una valvola diventa reversibile poiché presenta la possibilità di invertire le funzioni dell'evaporatore e del condensatore, fornendo così aria fredda in estate e aria calda in inverno.



il free-cooling è un sistema di condizionamento economico ed ecologico

FUNZIONAMENTO INVERNALE

In modalità riscaldamento il fluido termovettore scende attraverso la sonda di mandata ad una temperatura inferiore a quella del terreno (per esempio a 3-4°C se è costituito solo da acqua, o a 0°C se è additivata con glicole) e risale ad una temperatura di 4-5°C superiore, dopo avere "estratto" calore dal terreno per conduzione.

La pompa di calore è in grado di trasferire il calore estratto dal terreno all'impianto di distribuzione facendo uscire acqua ad una temperatura di 30-35°C (nel caso dei pannelli radianti); l'acqua di ritorno dall'impianto rientra nella pompa di calore ad una temperatura di 4-5°C inferiori, dopo avere ceduto calore all'ambiente.

FUNZIONAMENTO ESTIVO

Il raffrescamento attivo presuppone il funzionamento della pompa di calore anche in estate. Il fluido di circolazione deve scendere attraverso la sonda di mandata ad una temperatura superiore a quella del terreno (per esempio a 25-30°C) e risalire ad una temperatura di 4-5°C inferiore, dopo avere "ceduto" calore al terreno.

Anche in questo caso la pompa di calore trasferisce il calore dal corpo più caldo (ambiente), a quello più freddo (terreno) operando l'inversione del ciclo rispetto alla modalità di funzionamento invernale. In uscita dalla pompa l'acqua può raggiungere la temperatura necessaria per il raffrescamento con pannelli radianti (16-20°C) o con i fancoil (7-12°C). Il raffrescamento attivo va abbinato alla deumidificazione degli ambienti.

È possibile, in alternativa a quanto sopra detto, raffrescare naturalmente gli ambienti attraverso il cosiddetto free-cooling: questa particolare applicazione permette la climatizzazione estiva semplicemente facendo circolare all'interno dei pannelli radianti l'acqua di ritorno dalle sonde geotermiche. È necessaria a tal fine la predisposizione del bypass della pompa di calore. Il free-cooling è un sistema di condizionamento molto economico ed ecologico.

com'è fatto il terreno

requisiti e vantaggi
per l'installazione di un impianto



dove può essere installato

il fattore essenziale è la conducibilità termica

La risorsa geotermica è disponibile su tutto il territorio nazionale. È comunque importante conoscere le caratteristiche del sottosuolo che si intende utilizzare come fonte di calore. L'assenza di situazioni geologiche sfavorevoli (es. grandi spessori di ghiaie secche, grandi sistemi carsici) oppure la presenza o meno di acque sotterranee o di vincoli idro-geologici, determinano la fattibilità o meno di un impianto geotermico. Il fattore essenziale da rispettare per la progettazione è la conducibilità termica del terreno, ovvero l'attitudine a trasmettere il calore. In tabella sono riportati i valori di conducibilità termica e di rendimento specifico per diversi tipi di sottosuolo. Il rendimento specifico è proporzionale alla conducibilità termica del terreno e può essere considerato accettabile per valori maggiori di 50 W/m. Operatori specializzati potranno fornire consigli e informazioni riguardo ad un sito specifico scelto per l'installazione, ricorrendo eventualmente ad indagini geologiche che valutino con esattezza la qualità della risorsa geotermica.

TABELLA DELLA CONDUCIBILITÀ TERMICA DI ALCUNE TIPOLOGIE DI SOTTOSUOLO E RENDIMENTO SPECIFICO PER SONDE GEOTERMICHE VERTICALI

Tipo di sottosuolo	Conducibilità termica W/m*K	Rendimento specifico W/m
Sottosuolo scadente terreno sciolto secco	< 1,5	< 25
Roccia e terreno sciolto saturo d'acqua	1,5 - 3,0	60
Roccia con elevata conducibilità termica	> 3,0	84
Ghiaia, sabbia secca	0,4	< 25
Ghiaia, ghiaia saturo d'acqua	1,8 - 2,4	65 - 80
Calcere, massiccio	2,8	55 - 70
Arenaria	2,3	65 - 80
Granito	3,4	65 - 85
Gneiss	2,9	70 - 85

quanto può durare un impianto

Gli impianti geotermici fanno uso di componenti altamente affidabili e a ridotta manutenzione. Nello specifico le pompe di calore raggiungono agevolmente una vita utile di 20-28 anni mentre le sonde geotermiche e gli altri componenti accessori possono funzionare senza problemi per molte decine d'anni (fino a 80-100 anni).

AUTORIZZAZIONI NECESSARIE PER L'INSTALLAZIONE

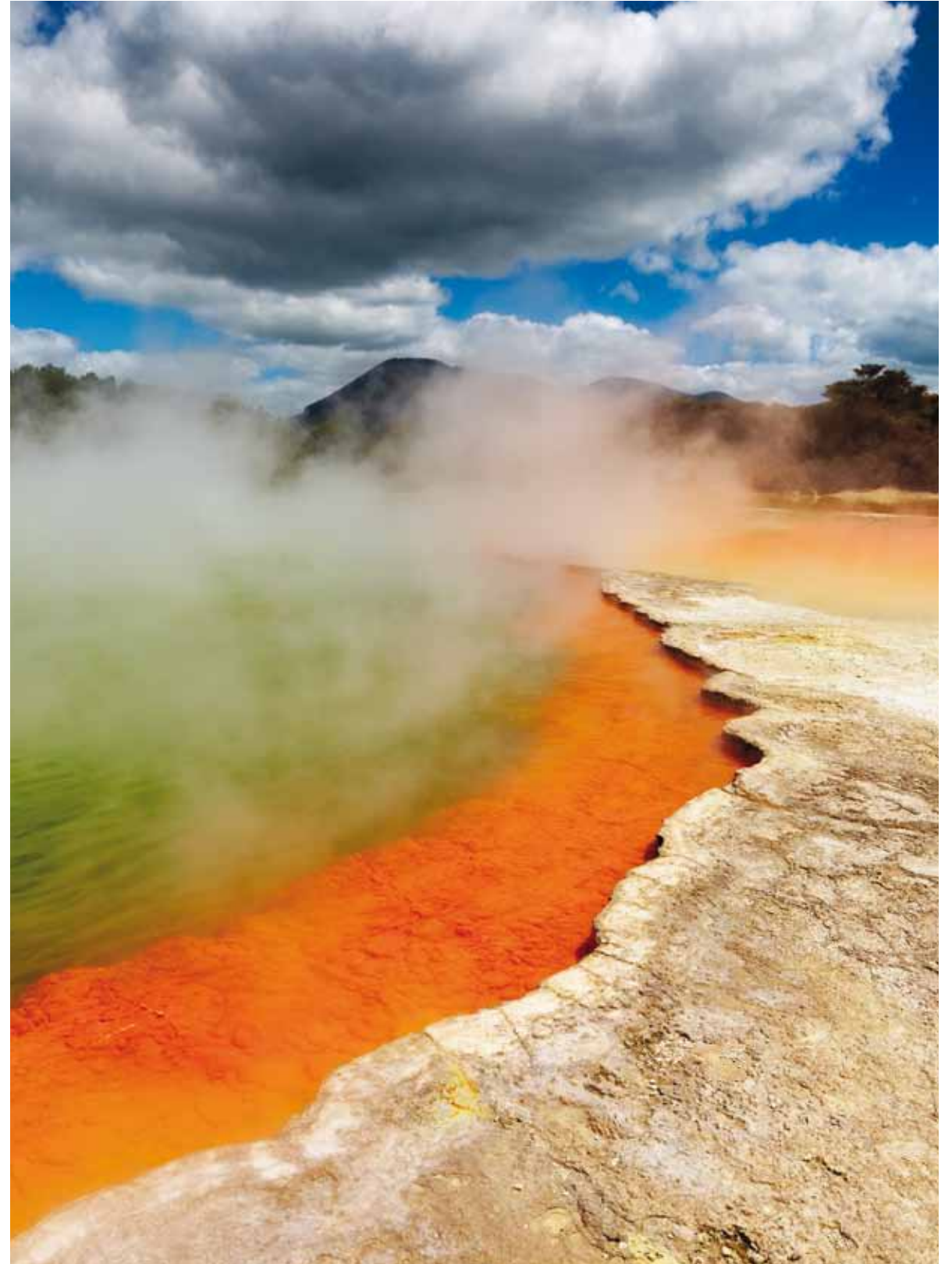
Le autorizzazioni relative all'installazione di sonde geotermiche verticali sono regolamentate dagli enti locali, in genere dalle Regioni e in alcuni casi direttamente dalle Province o dai Comuni.

Nel caso di impianto a sonde orizzontali la profondità massima di scavo non supera normalmente i due metri e quindi non è necessario richiedere alcuna autorizzazione.

Per quanto riguarda le installazioni geotermiche che sfruttano come sorgente termica l'acqua di falda, la normativa che in Italia regola il settore prende a riferimento la legge nazionale in materia di acque e tutela del sottosuolo (testo unico ambientale D.lgs 152/2006).

prendere calore dalla terra

risparmiando costi ed energia



incentivi per l'installazione

La "sostituzione intera o parziale di impianti di climatizzazione invernale" con impianti geotermici a bassa temperatura o a bassa entalpia può beneficiare del regime fiscale agevolato consistente nella detrazione d'imposta del 55% in fase di dichiarazione dei redditi.

Le spese sostenute entro il 31 Dicembre 2011 sono detraibili per un massimo di 30.000 euro (spesa massima di 54.545 euro). La detrazione avviene in 10 quote annuali di pari importo.

Tuttavia possono essere fatte delle valutazioni economiche orientative, il cui obiettivo è di evidenziare il risparmio ed il rientro economico in tempi accettabili.

In linea di massima, il tempo di ritorno, non attualizzato, stimato sulla base del risparmio annuo in bolletta e dell'extracosto dell'impianto geotermico rispetto ad un impianto convenzionale (caldaia a metano e condizionatore elettrico), è di circa 10-15 anni nel caso di una nuova costruzione.

Nel caso si tratti di un intervento di ristrutturazione, e quindi in presenza di detrazione fiscale del 55%, il tempo di ritorno è di 6-7 anni.

Il costo standard di un impianto geotermico (pompa di calore e sonde geotermiche) per un'abitazione monofamiliare di $100 \div 120 \text{ m}^2$, con impianto di distribuzione a bassa temperatura già presente, può essere valutato in circa 20.000÷22.000 nel caso di un impianto con sonde geotermiche verticali, e in circa 18.000÷20.000 nel caso di sonde orizzontali (IVA esclusa).

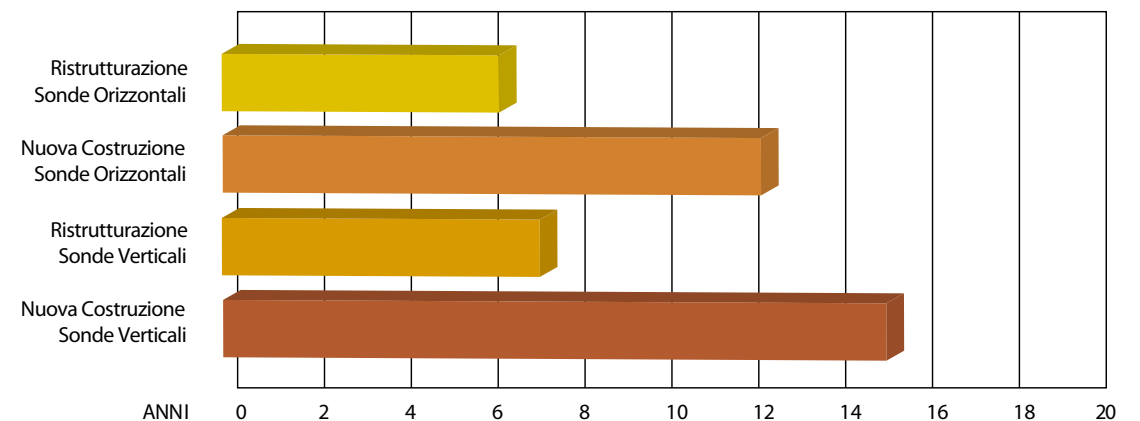
quanto costa e quanto rende

tempo di ritorno dai 6 ai 15 anni

Il costo per la realizzazione di un impianto geotermico non può essere determinato a priori in quanto variabile e funzione di diversi fattori quali:

- caratteristiche geologiche del sito;
- situazione climatica e zona geografica di realizzazione dell'impianto;
- grado di isolamento termico dell'edificio.

RISULTATI DELL'ANALISI IN TERMINI DI TEMPO DI RITORNO DELL'INVESTIMENTO (NON ATTUALIZZATO) PER UN'ABITAZIONE MONOFAMILIARE DI $100 - 120 \text{ M}^2$ E POMPA DI CALORE DA 8 KW_t



gli strumenti di finanziamento e assicurazione

La realizzazione di un impianto geotermico comporta un esborso di denaro che viene compensato nel corso di alcuni anni.

Per limitare tale esborso è possibile utilizzare uno dei finanziamenti ad hoc concesso da un istituto bancario.

Enel.si mette a disposizione dei propri Clienti un prodotto finanziario esclusivo appositamente pensato per finanziare piccoli impianti geotermici fino al 100% della spesa necessaria.

Una copertura assicurativa opzionale completa il pacchetto offerto.

Questa guida è stata realizzata attraverso scelte ecosostenibili nell'utilizzo dei materiali, nella scelta dei cicli produttivi e nell'attenzione al risparmio energetico.



Le offerte
Enel Green Power
sono disponibili
presso tutti gli Affiliati
Enel.si

**Numero Verde
800.90.15.15**

**dal lunedì al venerdì
dalle 9.00 alle 20.00**

enelsi.it