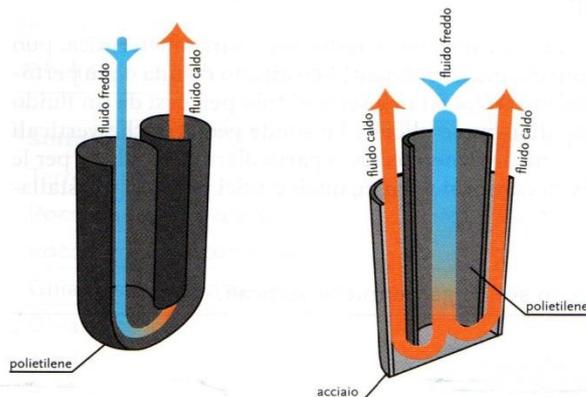


Impianto geotermico domestico con sonde verticali.

A sinistra, sonda a tubo semplice; a destra, sonda a tubi coassiali.



Negli ultimi anni, il materiale più utilizzato per la fabbricazione delle sonde è il polietilene reticolato, che, rispetto alle prime sonde uscite sul mercato (realizzate in metallo, generalmente rame), presenta migliori caratteristiche quanto allo scambio termico con il sottosuolo, oltre a una maggiore resistenza alle crepe e alle sollecitazioni di tipo meccanico. Il range di temperature di funzionamento oscilla tra i -40 e i 95 °C. Per un dimensionamento di massima delle sonde possono essere utilizzate le formule che seguono; la prima è valida per il funzionamento invernale, la seconda per quello estivo:

$$L_h = K \cdot \frac{Q_{ci}}{T_g - T_{wi}}$$

$$K = 1 / (R_t + R_s)$$

R<sub>t</sub> = resistenza del terreno  
R<sub>s</sub> = resistenza della sonda

$$L_c = K \cdot \frac{Q_{he}}{T_{wi} - T_g}$$

in cui:

- L<sub>h</sub> è la lunghezza complessiva delle sonde (in metri) per il funzionamento in riscaldamento del sistema geotermico;

- $L_c$  è la lunghezza complessiva delle sonde (in metri) per il funzionamento in raffreddamento durante i mesi caldi dell'anno;
- $Q_{ci}$  è l'energia termica da prelevare dal terreno durante il funzionamento in riscaldamento;
- $Q_{he}$  è l'energia termica da cedere al terreno durante il periodo estivo;
- $T_{wi}$  è la temperatura del fluido termovettore in ingresso alla sonda;
- $T_g$  è la temperatura del terreno, da considerarsi costante.

$Q_{ci}$  e  $Q_{he}$  sono dati di progetto, noti tramite calcoli termotecnici per la stima dei fabbisogni dell'utenza, mentre la temperatura del terreno dovrebbe essere nota a partire da rilevazioni sul campo. Naturalmente, per far sì che l'impianto risponda a tutte le esigenze, occorre considerare nel progetto il valore massimo tra  $L_h$  e  $L_c$ . Dividendo quanto ottenuto per il numero di perforazioni, si ottiene la lunghezza complessiva della singola sonda verticale.

Per quanto riguarda la disposizione delle stesse sonde, il numero da collocare in serie o in parallelo dipende dal fabbisogno termico delle utenze, che definisce la massima temperatura che il fluido termovettore deve raggiungere. riportati due schemi di impianto.

### Il sottosuolo

Il tipo di sottosuolo gioca un ruolo importante e la conoscenza appropriata delle sue caratteristiche termiche e idrogeologiche è determinante per il dimensionamento corretto dell'impianto:

- Non tutti i tipi di rocce e di terreni dimostrano lo stesso rendimento termico.
- Le installazioni di pozzi necessitano della presenza di acque di falda in quantità soddisfacenti.

Le due tabelle seguenti presentano le differenze nel rendimento termico di alcuni tipi di sottosuolo per sonde geotermiche e serpentine nel terreno. Le sonde geotermiche estraggono una quantità specifica per ogni metro di lunghezza: più alta è la conducibilità termica del sottosuolo, più alta chiaramente è la quantità estratta.

Sottosuolo	Rendimento [W/m]
Sottosuolo cattivo (terreno asciutto)	20
Roccia o terreno umido	50
Roccia con alta conducibilità	70
Ghiaia, sabbia, asciutta	< 20
Ghiaia, sabbia, satura	55-65
Argilla, limo, umido	30-40
Roccia calcarea	45-60
Arenaria	55-65
Granito	55-70
Gneiss	60-70

Valori approssimativi di rendimenti specifici per diversi tipi di sottosuolo per sonde geotermiche.

Le serpentine vengono messe nel terreno sciolto a 1-2 m di profondità, tipicamente durante lo scavo che si effettua al momento della costruzione di una casa. Nel caso di questo tipo d'installazione è importante la conoscenza del rendimento areale di un terreno, come specificato indicativamente nella tabella seguente.

Sottosuolo	Rendimento [W/m <sup>2</sup> ]
Suolo sabbioso, asciutto	10-15
Suolo sabbioso, umido	15-20
Suolo coesivo, asciutto	20-25
Suolo coesivo, umido	25-30
Sabbia/ghiaia saturo	30-40

Valori approssimativi di rendimenti specifici per diversi tipi di terreni per l'installazione di serpentine.

La **presenza d'acqua** aumenta il rendimento di un impianto migliorando il contatto tra l'impianto e il sottosuolo. Se l'acqua è in movimento, ha come ulteriore effetto positivo l'asportazione di energia termica che può essere sfruttata. Nel caso di serpentine nel terreno è necessaria la presenza di un'umidità minima: questo stabilisce le condizioni climatiche di base per il buon funzionamento di una tale installazione. Ad esempio, dimostra la necessità di precipitazioni regolari.