

Rapporto finale, 13 giugno 2018

**Ulteriori osservazioni riguardanti i
campi di sonde geotermiche di
grandi dimensioni
«Illustrazione del modello di con-
cessione d'appalto una sonda
geotermiche»**



svizzera energia
Il nostro impegno : il nostro futuro.

Autori

Dr. Andreas Ebert, Geo Explorers AG

Christian Häring, Geo Explorers AG

Esperti

Dr. Martin Bochud, GeoAzimut Sàrl

René Buchli, e-therm ag

Karl-Heinz Schädle, Schädle GmbH

Hansjakob Schächli, Progeo GmbH

Questo studio è stato condotto per conto di SvizzeraEnergia.

Dei contenuti sono responsabili unicamente gli autori.

Indirizzo

SvizzeraEnergia, Ufficio federale dell'energia UFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Indirizzo postale : 3003 Berna

Infoline 0848 444 444. www.svizzeraenergia.ch/consulenza

energieschweiz@bfe.admin.ch, www.svizzeraenergia.ch

Contenuto

1	Introduzione.....	4
2	Simulazione del campo di sonde	4
2.1	Geometria del campo di sonde	4
2.2	Determinazione dei valori di fondo reali per la simulazione.....	5
2.3	Rigenerazione del campo sonda	6
2.4	Collegamento e pozzo collettore.....	6

1 Introduzione

Diverse sonde geotermiche su un singolo mappale costituiscono un campo sonda. Le seguenti osservazioni aggiuntive riguardano campi di sonde geotermiche di grandi dimensioni con una capacità termica a partire da 50 kW o con una lunghezza totale di perforazione di 2000 m. Tuttavia, il limite della capacità e anche i metri totali di perforazione di 2000 m non sono limiti assoluti e devono essere adattati da caso a caso.

Quando si pianifica l'installazione di sonde geotermiche, è importante dimensionare il campo delle sonde in relazione alla capacità della pompa di calore e all'energia estratta e / o immagazzinata annualmente dal / nel sottosuolo. Una pompa di calore con potenza termica più elevata richiede più metri lineari di sonde rispetto ad una pompa di calore di potenza inferiore, anche se la quantità di energia estratta dal sottosuolo è la stessa.

Campi di sonde geotermiche grandi devono essere correttamente **dimensionati e modellati mediante simulazioni**. Altrimenti le sonde potrebbero congelarsi e il funzionamento non sarebbe quindi sostenibile. I seguenti aspetti dovrebbero essere presi in considerazione durante la pianificazione di un campo di sonde geotermiche:

2 Simulazione del campo di sonde

Per la progettazione di un campo sonda SIA 384/6, è necessario effettuare una simulazione su 50 anni di funzionamento. I seguenti parametri devono essere monitorati:

2.1 Geometria del campo di sonde

In un campo di sonde geotermiche, è importante monitorare l'interazione termica tra le sonde. Diversi parametri come la disposizione delle sonde, la loro distanza, la quantità, la profondità e le caratteristiche geologiche possono svolgere un ruolo importante. Minore è la distanza tra le sonde, maggiore è l'interazione termica tra di esse e deve essere compensata da una maggiore profondità di perforazione.

Il campo deve essere dimensionato per le estrazioni energetiche a breve e lungo termine. Per l'estrazione di energia a breve termine, è molto importante eseguire un numero sufficiente di metri di sonde, per mettere velocemente a disposizione un'adeguata quantità di energia al campo di sonde. Viceversa, per l'uso sostenibile del sottosuolo, il campo delle sonde deve comprendere un volume di roccia abbastanza grande da fornire sufficiente energia a lungo termine. Oltre il volume di roccia possono essere importanti altri parametri come la conducibilità termica, la temperatura del sottosuolo e una possibile circolazione delle acque sotterranee.

Oltre alla disposizione ottimale delle sonde geotermiche nella zona, deve essere scelta anche un'adeguata profondità di perforazione. Ci sono diversi fattori che devono essere considerati. Per sem-

plicità, si può dire che nella maggior parte dei casi la profondità di perforazione deve essere massimizzata e il numero di sonde deve essere ridotto al minimo. Questa scelta genera tre vantaggi:

Se il numero di sonde è ridotto al minimo, anche l'influenza termica delle sonde è ridotta al minimo, vuol dire che sono necessari meno metri di perforazione.

Più profondo è il sondaggio, più caldo è il sottosuolo, il che influisce positivamente sulla potenza di estrazione e sulla temperatura della sorgente, rispettivamente sul COP (coefficiente di prestazione).

Quando la perforazione è profonda, sulla stessa area totale viene rilevato un volume maggiore di roccia, questo consente un migliore raffreddamento del sistema. Questo processo ha un'influenza positiva sull'estrazione del calore a lungo termine.

2.2 Determinazione dei valori di fondo reali per la simulazione

Nel caso di campi di grandi dimensioni, la maggior parte delle volte viene effettuata una perforazione di sondaggio alla massima profondità. In un primo momento, ciò rende possibile testare la fattibilità della tecnica di perforazione, in una seconda fase, rende possibile effettuare delle misurazioni nel sondaggio per determinare i parametri del sottosuolo. I parametri del sottosuolo più importanti per la simulazione sono la **conduttività termica** e la **temperatura del sottosuolo**, nonché un **flusso di acque sotterranee**. La conducibilità termica del sottosuolo definisce la velocità con cui il calore ambientale viene condotto attraverso la roccia e le acque sotterranee verso la sonda geotermica. Maggiore è la conduttività termica, maggiore è la velocità con cui la sonda può rigenerarsi naturalmente in estate, ma maggiore è anche il suo raggio d'influenza termica. Per piccoli impianti, è possibile fare riferimento allo standard SIA 384/6 e confrontare il valore stimato dallo standard, aggiungendo un adeguato supplemento di riserva ai metri di perforazione. Per grandi impianti, si consiglia di misurare i parametri esatti del sottosuolo attraverso un sondaggio. Secondo le dimensioni del campo sonda, verranno eseguiti uno o più **Thermal Response Tests (TRT)**. Un TRT convenzionale viene utilizzato per misurare l'effettiva conduttività termica del sottosuolo lungo la perforazione. Per fare ciò, la sonda geotermica viene alimentata con calore costante e viene misurata la velocità con cui il calore si disperde nel terreno. Oltre alla conducibilità termica della roccia, la circolazione delle acque sotterranee svolge un ruolo importante. Se la perforazione passa attraverso un flusso d'acqua sotterranea, aumenta la conduttività termica effettiva e quindi anche il potere di estrazione delle sonde. Il secondo parametro del sottosuolo più importante per la simulazione di un campo sonda è la temperatura iniziale del sottosuolo. Più questa temperatura è alta, meno la foratura necessaria dovrà essere profonda per l'installazione del campo della sonda (Dalla temperatura iniziale fino al raggiungimento del limite di gelo, c'è più energia termica totale disponibile!). Un **sensore di temperatura** viene calato nel tubo della sonda e in base alla profondità lungo il foro può misurare un profilo di temperatura. Quest'operazione consente anche di rilevare eventuali flussi di acque sotterranee.

Il valore di misurazione della temperatura indisturbata del sottosuolo, la conduttività termica effettiva, nonché la resistenza del pozzo e l'influenza della falda vengono utilizzate per la simulazione del campo delle sonde secondo lo standard SIA384/6.

2.3 Rigenerazione del campo sonda

Per i campi di grandi dimensioni e in particolare se i mappali vicini hanno già un'alta densità di sonde geotermiche, uno studio della geometria, per l'ottimizzazione della profondità di perforazione non è più sufficiente per il funzionamento sostenibile del campo sonde. Solo le sonde all'estremità del campo possono rigenerarsi naturalmente in estate, tutte le altre sono schermate termicamente dalle sonde più esterne e possono quindi rigenerarsi solo leggermente dall'alto e dal basso, specialmente nel caso di sonde lunghe.

In questo caso, il campo sonde deve quindi essere **rigenerato attivamente**. Per le case individuali il raffreddamento passivo viene spesso utilizzato come parziale rigenerazione. Ma questa tecnica non è sufficiente per ampi campi di sonde. In estate l'energia deve essere introdotta nel campo di sonde mediante: un raffreddamento attivo, raffreddamento ad aria, impianti solari o calore inutilizzato in modo da riportare l'energia nel campo sonda e da rigenerare, tramite le sonde geotermiche, la temperatura del sottosuolo. È così che il campo sonda viene trasformato in una riserva di energia. Con la rigenerazione attiva, è richiesta una minore lunghezza della sonda a seconda del restringimento o dell'input di energia e le sonde possono essere installate più vicine l'una all'altra. Cioè, i costi d'investimento e i costi operativi possono essere inferiori per i grandi campi con rigenerazione attiva rispetto a un campo di estrazione di calore puro, che richiede più misuratori di perforazione e perforazione.

2.4 Collegamento e pozzo collettore

Per i grandi campi di sonde geotermiche, nella maggior parte dei casi, vengono installati diversi collettori per ridurre la lunghezza dei tubi e semplificare, riducendo al minimo i tubi d'ingresso e di uscita. Il numero e la posizione dei pozzi di distribuzione nel campo sonde e le linee di alimentazione devono essere pianificati in dettaglio.