

# GEOTERMIA

not peer reviewed

## Impianti geotermici a pompa di calore per il geoscambio nel sottosuolo: una opportunità matura per il presente, una prospettiva da sviluppare per il futuro

*Geothermal heat pump systems for underground geexchange: a ripe opportunity for the present, a prospect to be developed for the future*

Paolo Cerutti

Co-Editor in Chief di Acque Sotterranee - Italian Journal of Groundwater  
editors@acquesotterranee.com - paolo.cerutti@ecoterpa.it

**Keywords:** *geothermal, heat-pumps, heat-exchange, legislation.*

**Parole chiave:** geotermia, pompe di calore, geoscambio, legislazione.

Si è svolto a Piacenza, dal 13 al 16 settembre 2023, GEOFLUID, 24ma Fiera Internazionale, biennale, a tema *Drilling & Foundation - Technologies and Equipment for Prospecting, Extracting and Conveying Underground Fluids*, che ha ospitato anche un programma di Convegni ricco di eventi.

Parecchi di essi quest'anno sono stati dedicati in toto od in parte al tema "geotermia", sia a quella elettrica o profonda (alta o media entalpia), sia, ed in una misura anche maggiore, a quella superficiale per la climatizzazione (bassa e bassissima entalpia), cioè al geoscambio, come la chiameremo qui di seguito; di quest'ultima geotermia infatti ci vogliamo occupare qui.

A GEOFLUID, a solo titolo di esempio si sono occupati in via esclusiva di geoscambio due eventi, dedicati a "Il geoscambio: contributi alla progettazione", a cura di ANIGHP-ANIPA, e ai "Sistemi di scambio termico nel sottosuolo: cenni di teoria e applicazioni pratiche", a cura di Flaccovio Editore.

Hanno comunque trattato di geoscambio al proprio interno gli eventi "Utilizzo del sottosuolo come fonte energetica rinnovabile: progettazione, sostenibilità e novità del quadro normativo dei sistemi di geoscambio", a cura di UGI-ANIGHP; "Lacqua: Risorsa energetica, risorsa economica, risorsa umana. L'efficienza energetica, l'uso sostenibile, la salvaguardia delle falde acquifere" a cura di ANIPA; "Sottosuolo e georisorse: utilizzo integrato. Esperienze, opportunità e prospettive", a cura di CNG, che ha dedicato alle "Materie prime strategiche come nuove frontiere della geotermia", alla "Gestione delle risorse geotermiche a bassa entalpia in aree densamente urbanizzate" e alle "Linee guida IAH per la gestione sostenibile delle acque sotterranee e del calore nelle gallerie" tre contributi rilevanti.

Al di là delle peculiarità dei contenuti dei singoli eventi ed interventi, tutti hanno proposto considerazioni, applicazioni e valutazioni con un denominatore comune, che cercheremo di sintetizzare qui di seguito, facendo riferimento separato a stato di fatto e prospettive.

Necessaria premessa riguarda il contesto in cui oggi ci troviamo a livello planetario, un contesto climatico, ambientale, energetico ed economico abbastanza critico, se non per alcuni versi anche drammatico, che è stato ben sintetizzato in alcuni degli interventi a Piacenza. In questo contesto, a solo titolo esemplificativo, da una parte in Italia solo il 5% circa nel settore del riscaldamento è rinnovabile a emissioni "zero", 14 milioni di abitazioni (46% del totale, disposte in 1,2 milioni di condomini) risultano per oltre l'80% realizzate prima dell'entrata in vigore della L. 10/91e nel nord la classe energetica è per il 60% F o G; dall'altra parte nella sola Milano sono in esercizio ancora oltre 3.000 caldaie a gasolio. Lo sviluppo delle PDC geotermiche comporterebbe invece una serie di «effetti» positivi, di natura economica (ricadute industriali e occupazionali), ambientale (riduzione emissioni climalteranti e nocive), sanitaria (minor impatto patologie polmonari) ed energetici (riduzione import e risparmio energia primaria). Negli stessi interventi di cui sopra sono state dettagliate le principali voci di beneficio che sono state analizzate nell'ambito di studi specialistici:

- il primo beneficio esaminato riguarda gli aspetti prettamente economici legati allo sviluppo delle PDC geotermiche nel settore residenziale. In particolare, sono stati quantificati gli investimenti necessari per coprire l'intero potenziale individuato e, da questi, si sono calcolati i benefici in termini di valore aggiunto generato lungo la filiera, gettito fiscale incrementale e ricadute occupazionali in Italia. Si è condotta infine una stima sul risparmio in bolletta per le famiglie;
- un secondo aspetto esaminato riguarda i notevoli benefici ambientali, in termini di emissioni evitate, riguardanti lo sviluppo delle PDC geotermiche. È stata dunque condotta una stima volta ad esaminare la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> e NO<sub>x</sub> (tipiche del settore del riscaldamento tradizionale) che si otterrebbero grazie all'adozione di questa particolare soluzione tecnologica;

*Benefici delle Pompe di calore geotermiche, anche solo riferiti al settore residenziale*

Economici	Ambientali	Energetici	Salute
<b>+24,7</b> mld € di Valore aggiunto	<b>-12.774</b> kton di CO <sub>2</sub> (la produzione nel 2019 di tutte le centrali a carbone in Italia)	<b>-5,0</b> Mtep (risparmio di energia primaria da fonte fossile)	<b>Miglioramento della qualità dell'aria grazie alle PdC geotermiche</b>
<b>+19,4</b> mld € di gettito fiscale	Altre emissioni per riscaldamento: NO <sub>x</sub> : <b>-19%</b> CO: <b>-8,9%</b> PM <sub>10</sub> : <b>-8,5%</b> PM <sub>2,5</sub> : <b>-8,6%</b>	<b>-5,0</b> mld Sm <sup>3</sup> (riduzione del 7% dell'import di gas, pari al consumo di 11 GW di centrali)	<b>76.200</b> morti premature nel 2016 a causa dell'inquinamento atmosferico (costo per il Paese di 115 mld €)
<b>+33.000</b> occupati all'anno		Gasolio per riscaldamento: - <b>42%</b> GPL: <b>-11%</b>	
<b>3,1 mld €</b> Risparmio annuo famiglie			

- una terza categoria di benefici connessi allo sviluppo delle PDC geotermiche riguarda l'impatto positivo sulla salute pubblica e il SSN. Come è noto, le emissioni nocive contribuiscono ad incrementare il tasso di sviluppo di patologie polmonari o cardiovascolari, che si traducono in costi per le cure a carico della collettività. La riduzione delle emissioni, dunque, comporterebbe una riduzione anche di questi oneri;
- infine, un ulteriore beneficio riguarda il risparmio di energia primaria (principalmente gas naturale) conseguibile grazie all'adozione delle PDC geotermiche. Questo si traduce non solo in un risparmio per la bilancia commerciale (minor import combustibili fossili), ma anche in una riduzione della dipendenza energetica, aspetto di importanza strategica per il nostro Paese.

Tale contesto offre per le PDC un potenziale rilevante, se solo si considera che le PDC consentono di azzerare le emissioni nei centri abitati, di ridurre il consumo di energia primaria fossile nel bilancio globale, di abilitare lo sviluppo di fonti rinnovabili pulite anche nella generazione elettrica.

Relativamente allo STATO DI FATTO, già oggi il geoscambio è una opportunità matura, seppur da coltivare ulteriormente, come documentato da numerosi dati e casi, presentati nei diversi eventi di GEOFLUID che hanno proposto i contributi di esperti del settore, nei formati sia didattico del workshop, sia del rendiconto tecnico-scientifico, formati che hanno valorizzato i contenuti delle presentazioni,

lasciando al contempo spazio per un confronto sulla materia tra i presenti.

Molti i contributi che hanno riguardato il geoscambio, che utilizza impianti che integrano specifiche opere del sottosuolo (pozzi per acqua o sonde geotermiche), abbinate a pompe di calore, per soddisfare i fabbisogni di climatizzazione (invernale e/o estiva) di qualunque ambiente, abitativo o produttivo. I contenuti dei contributi sono stati presentati attribuendo il dovuto peso alla componente applicativa, rispetto a quella più puramente teorica, dando così modo ai tecnici e ai progettisti che hanno seguito gli eventi di approfondire le diverse fasi del loro lavoro, dalla progettazione, alla caratterizzazione, alla scelta delle componenti impiantistiche.

Relativamente alle PROSPETTIVE, che il geoscambio sia anche una soluzione da coltivare ulteriormente in futuro è un altro dato di fatto non opinabile, documentato e documentabile.

Ad esempio al 2018 l'energia termica per riscaldamento si affidava per soli 80 ktep (fonte GSE) alle pompe di calore geotermiche, mentre il loro potenziale complessivo nel settore residenziale è pari a 4,9 Mtep + 0,8 Mtep per acqua calda sanitaria, che corrisponde un mercato pari a circa 56,2 GW di impianti (installati in circa 1 milione di edifici).

Relativamente all'evoluzione delle pompe di calore geotermiche per il geoscambio, il mercato delle pompe di calore ha registrato una crescita record nel 2022 in Europa pari al +38% rispetto al 2021 (per le emissioni evitate per ciascun

	caldaia a condensazione	PdCgeotermica
Risparmio spesa riscaldamento	Fino al 10%	55 – 75%
Autonomia energetica (eliminazione gas)	NO	SI
Miglioramento classe energetica immobile	0 – 1	Fino a 4 classi
Incremento risparmio riscaldamento con ftv	0	+10% (totale risparmio 65 – 85%)
Aumento del valore dell'immobile	-	Da un 5% ad un 15%
Salute, sicurezza e sostenibilità	-	No CO <sub>2</sub>
Possibile uso per climatizzazione estiva	NO	SI

Paese si veda: EHPA *Market report 2023 - JRC - JRC134045 The Heat Pump Wave Opportunities and Challenges*, 2023).

I principali fattori chiave per la crescita del mercato risiedono da una parte in un elemento tecnologico: le pompe di calore oggi sono in grado di operare in modo efficiente con un range ampio di temperatura sia lato sorgente (da -25 °C), sia lato impianto (prodotti ad alta temperatura >65 °C); dall'altra nel fatto che le pompe di calore sono diventate un elemento chiave nelle politiche di transizione energetica e sono al centro anche di politiche di sostegno ed incentivazione in tutta Europa. L'evoluzione delle PDC geotermiche si basa e sempre più si baserà su un incremento delle prestazioni stagionali, sull'utilizzo di nuovi refrigeranti a basso GWP (*Global Warming Potential*), sulla disponibilità di pompe di calore ad alta temperatura per residenziale, teleriscaldamento e industria, nonché di pompe di calore multifunzione o a recupero, sulla possibilità di progettare sistemi dual source o multi source.

Altri elementi tecnici inerenti il geoscambio sono stati rimarcati nel corso dei Convegni.

A titolo esemplificativo, relativamente ai fabbisogni dell'edificio ed agli scambi termici con il terreno, in base a zone climatiche, gradi giorno e periodo di riscaldamento, il DPR 412/93, identificate le destinazioni d'uso degli immobili, suddivide il territorio italiano in sei (A-F) zone climatiche, in base a criteri (es.: gradi giorno) fondamentali per la progettazione degli impianti di climatizzazione e la definizione del periodo di accensione e durata e la cui

applicazione garantisce che le aspettative e le potenzialità degli impianti coincidano con i risultati: eliminazione totale del combustibile fossile, utilizzo della PDC anche per il raffrescamento estivo (servizio energetico aggiuntivo), possibilità di diminuire notevolmente i consumi elettrici in abbinamento ad un impianto FV.

Relativamente agli scambiatori di calore nel sottosuolo, le sonde geotermiche (BHE – *Borehole Heat Exchangers*), è ormai possibile e necessario provare ad uscire dalla routine della scelta di soluzioni standard, approfondendo la caratterizzazione del sito, scegliendo i materiali più performanti, progettando i layout più efficienti in pianta ed in sezione verticale, ricorrendo nei limiti del possibile anche a soluzioni diverse, quali le sonde coassiali.

Relativamente alla caratterizzazione del sistema sottosuolo, l'effettuazione di adeguati Test di Risposta Termica (TRT - *Thermal Response Test* - indicato talvolta anche come GRT - *Ground Response Test*), obbligatori solo in alcuni contesti impiantistici, garantisce un dimensionamento più accurato degli scambiatori, una maggiore efficienza e quindi un minor costo, il tutto a vantaggio del geoscambio mediante impianti geotermici a pompa di calore.

**Ringraziamenti:** Si ringraziano tutti i relatori degli interventi a GEOFLUID, anche se non citati esplicitamente, per i loro contributi.