



Ciclo di seminari sul tema dell'energia, delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica:
**VERSO IL PIANO ENERGETICO - AMBIENTALE DELLA REGIONE MOLISE
E LE POLITICHE ENERGETICHE DEL PROGRAMMA OPERATIVO REGIONALE FESR**

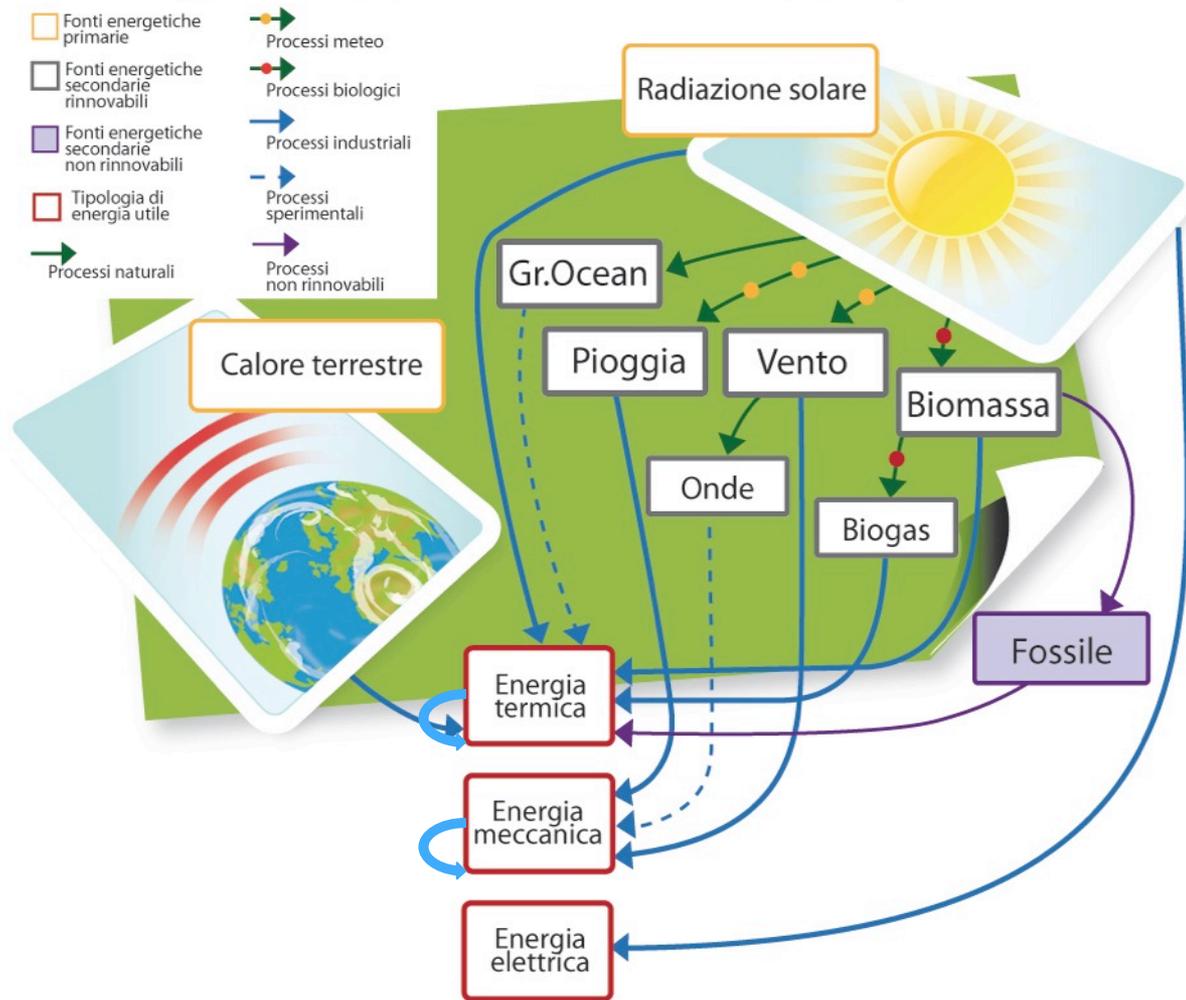
Geotermia

Adele Manzella

Istituto di Geoscienze e Georisorse, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Via Moruzzi 1 – 56124 PISA
manzella@igg.cnr.it



Fonti energetiche

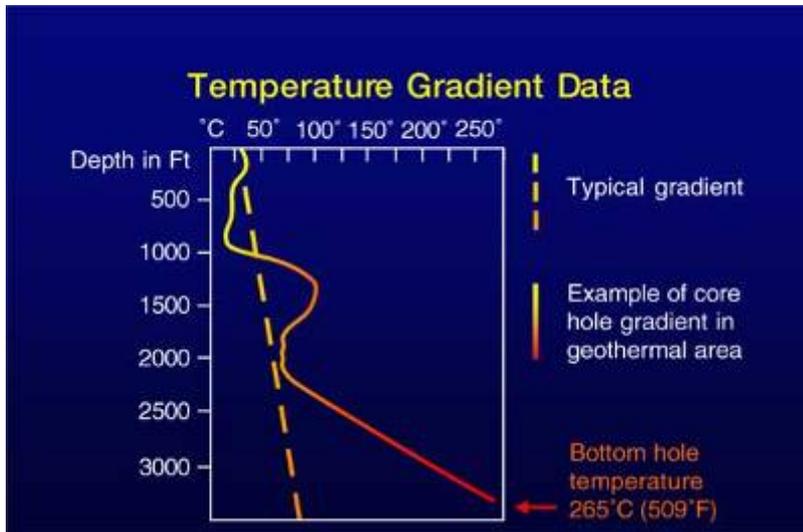
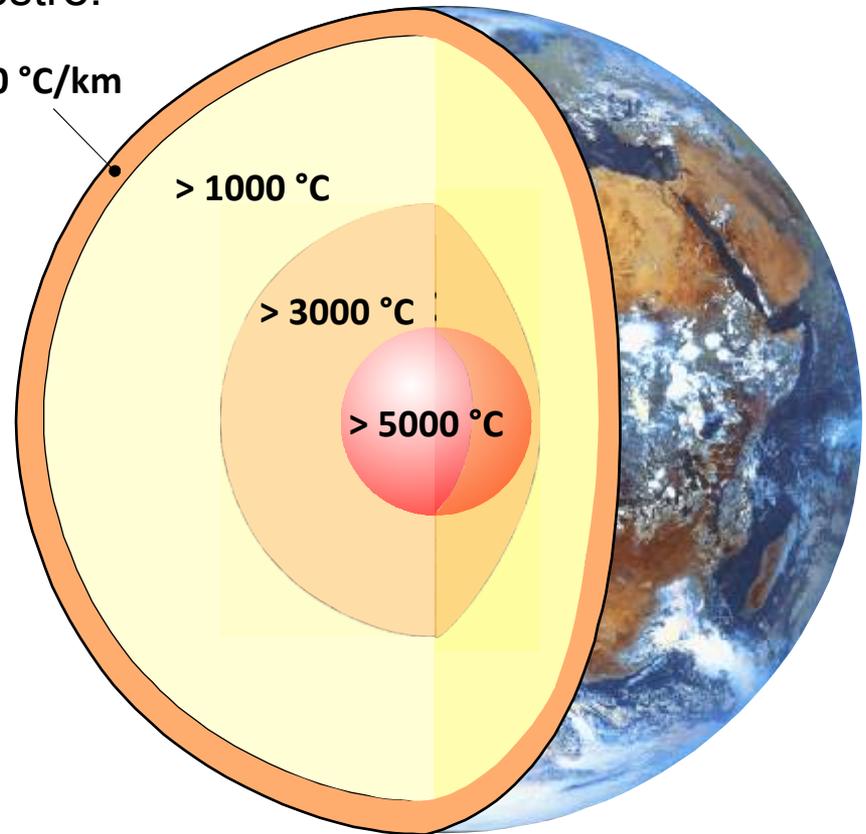


Concetti di base

L'energia geotermica, nella sua accezione completa, è l'energia termica immagazzinata sotto la superficie terrestre.

In principio lo 0.1% dell'energia immagazzinata nella crosta terrestre potrebbe soddisfare la richiesta energetica mondiale per 10.000 anni

~ 30 °C/km



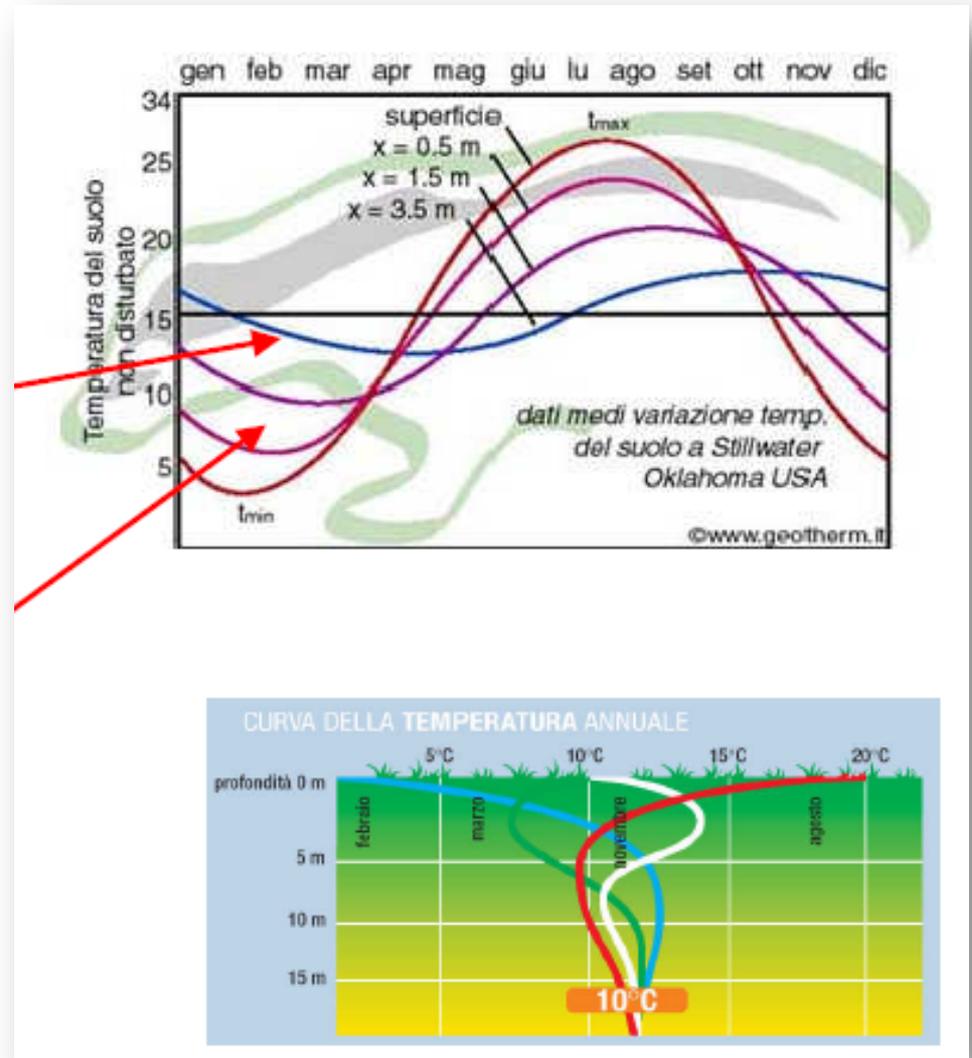
Concetti di base



Concetti di base



Profondità

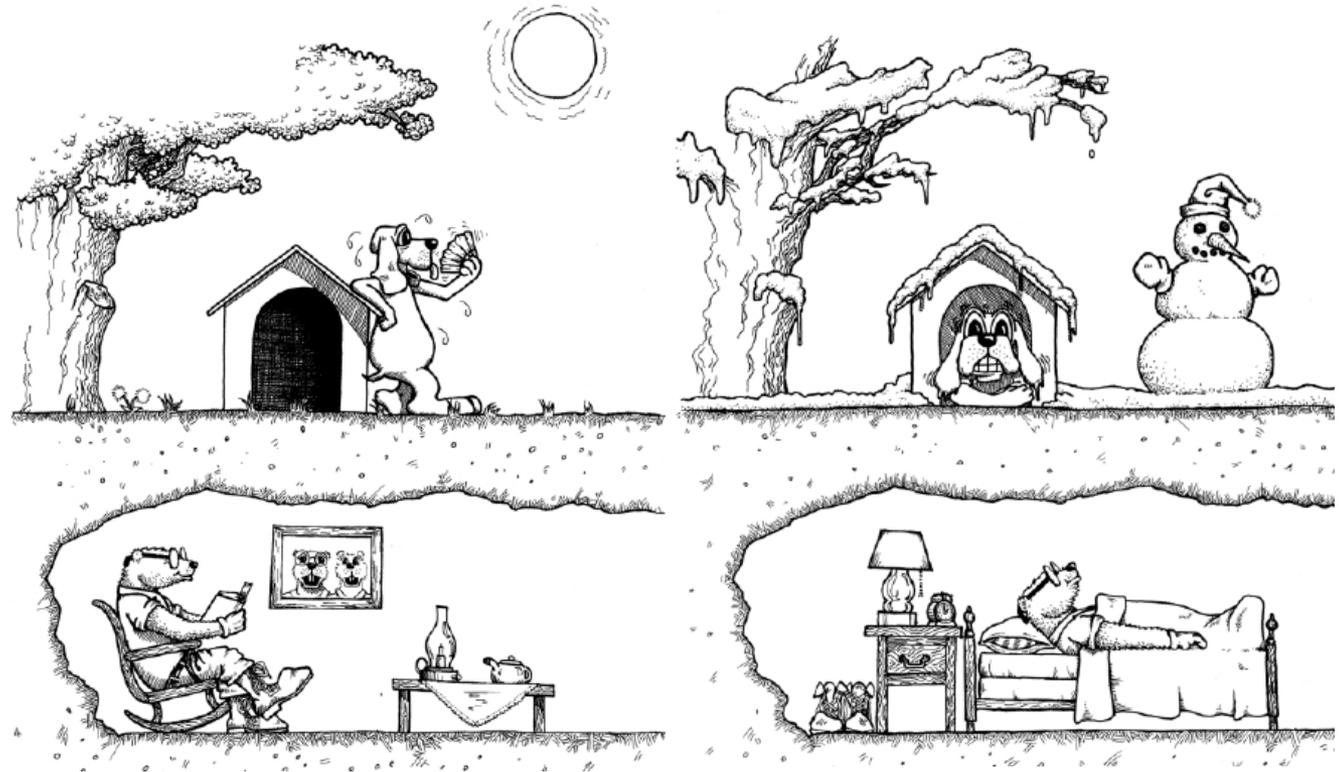


0 - 500 m



In estate ed in inverno, nel sottosuolo la temperatura costante consente di mantenere temperature confortevoli

Profondità



**Non è necessario vivere nel sottosuolo,
ma scambiare calore con la superficie!!!!**

0 - 500 m

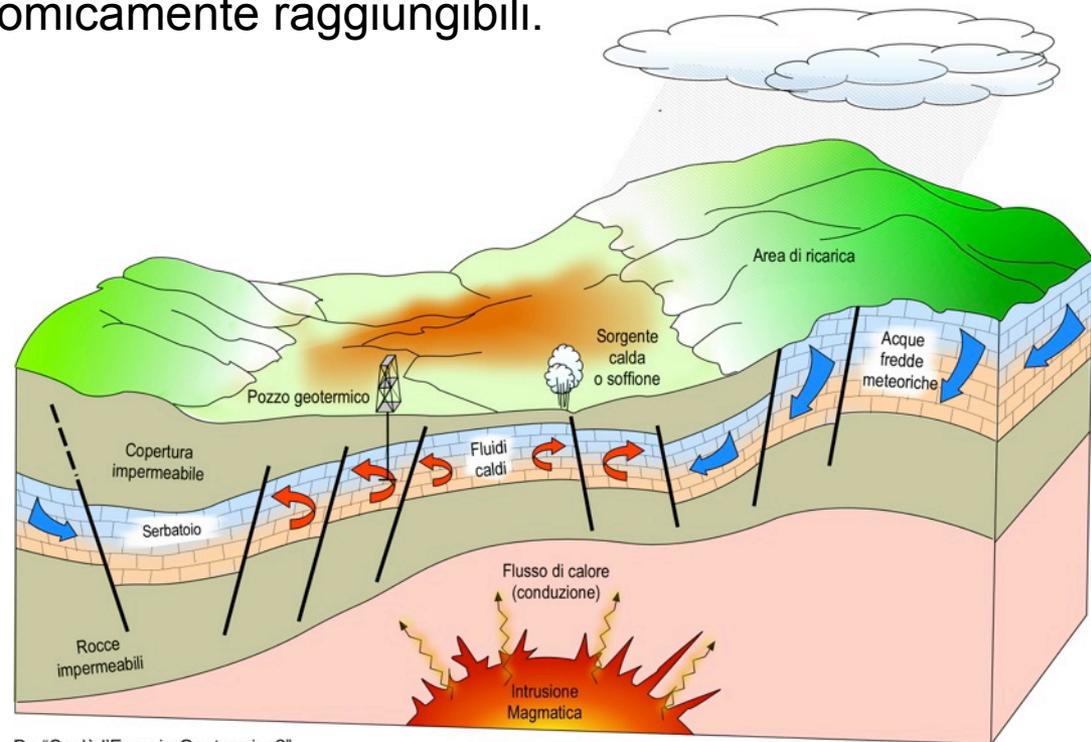


IGG – Istituto di Geoscienze e Georisorse
Consiglio Nazionale delle Ricerche



0 - 500 m

Nella gran parte dei casi la geotermia utilizzata, cosiddetta **convenzionale**, è quella dei sistemi idrotermali dominati dal moto convettivo dell'acqua, la quale muovendosi a partire dalla superficie della crosta terrestre all'interno di uno spazio confinato raggiunge zone calde profonde caratterizzate da un'anomalia termica e determina risalendo un trasferimento del calore profondo in superficie o a profondità economicamente raggiungibili.



1 - 5 km

Da "Cos'è l'Energia Geotermica?"
IGA
<http://iga.igg.cnr.it/geo/geoenergy.php?lang=it>

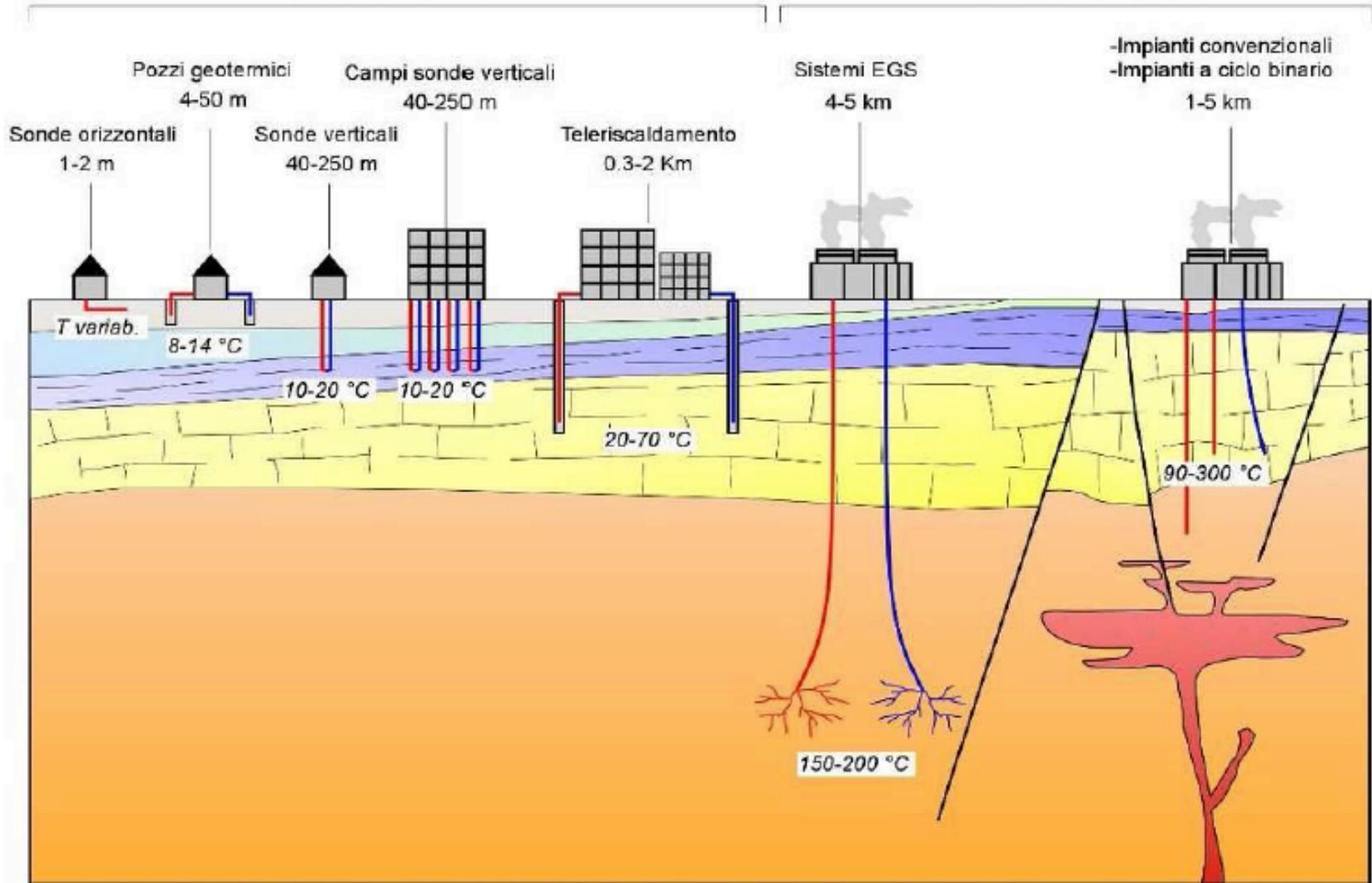


IGG – Istituto di Geoscienze e Georisorse
Consiglio Nazionale delle Ricerche



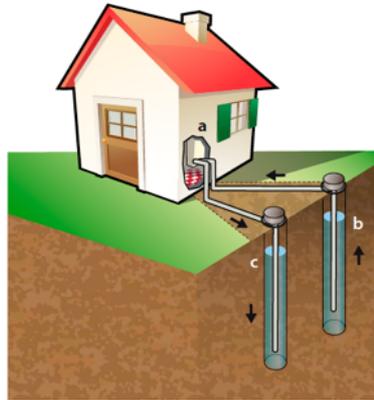
Geotermia superficiale

Geotermia profonda



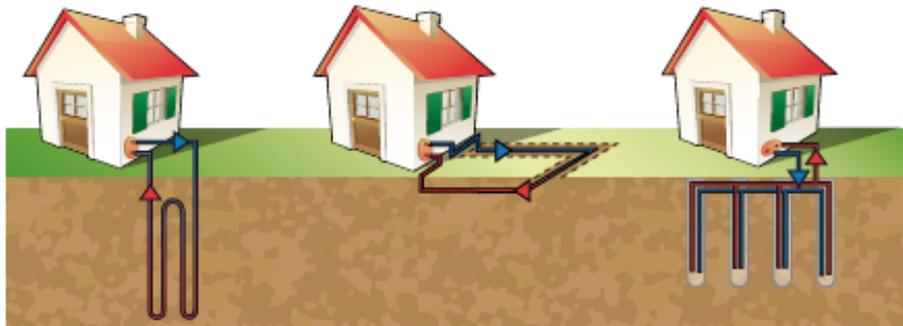
Geotermia superficiale

Sistema a ciclo aperto



Il trasporto di calore dal sottosuolo alla superficie avviene mediante pozzi per l'estrazione di acqua (nei **sistemi aperti**)

o **sonde di geoscambio (sistemi chiusi)**, ovvero tubi di polietilene o altro materiale infissi o sepolti nel sottosuolo, attraversati da un fluido vettore (acqua o altro) che scambia calore con il terreno.

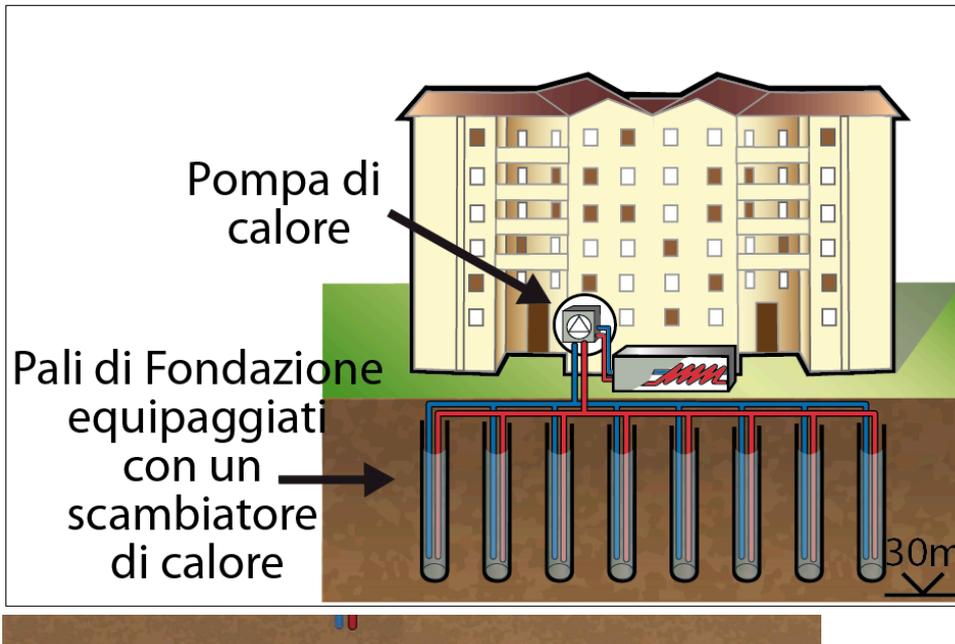
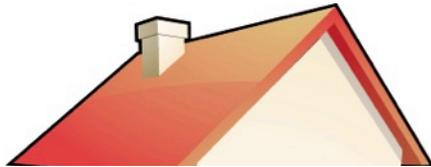


Verticale

Orizzontale

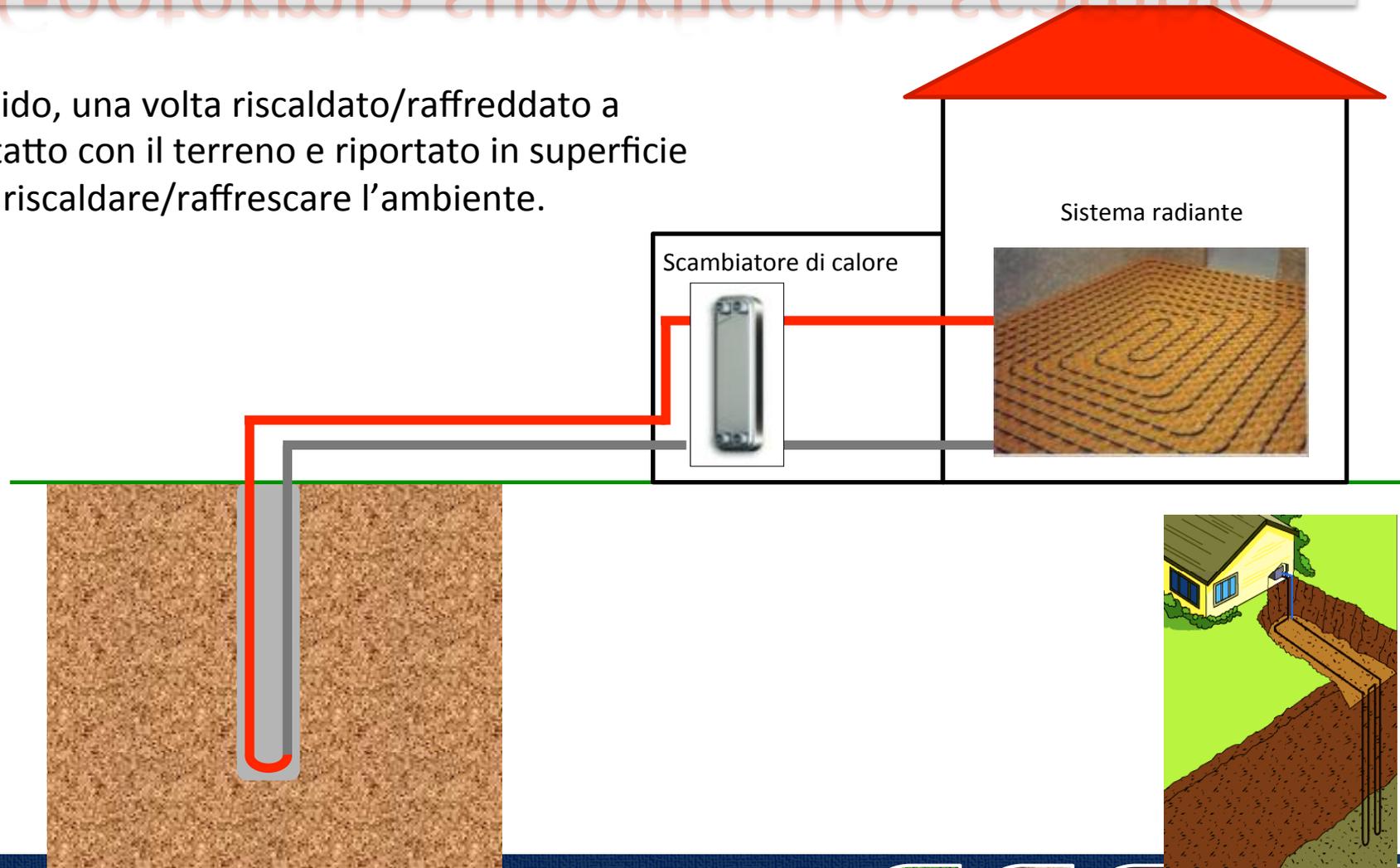
Geostrutture

Geotermia superficiale



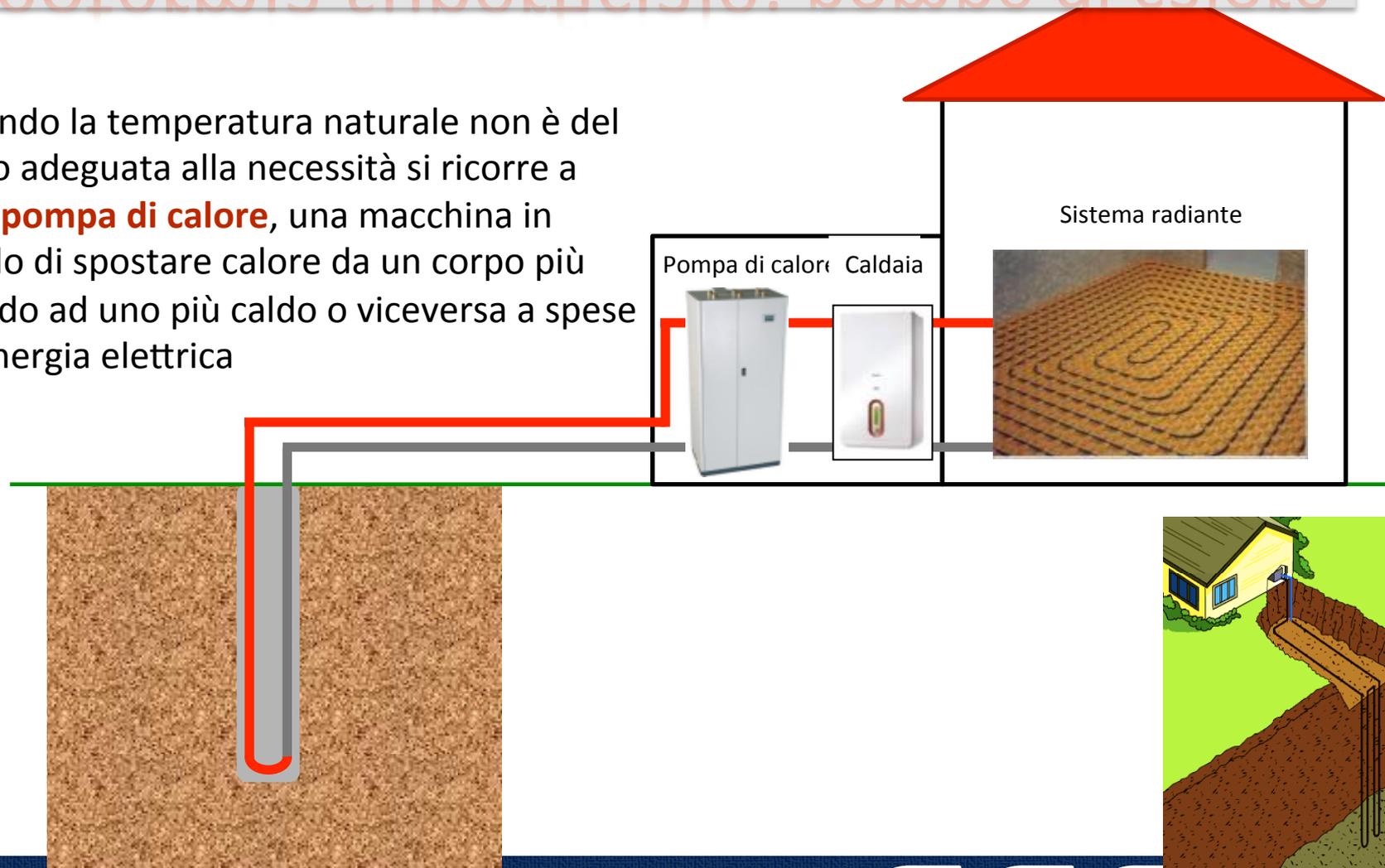
Geotermia superficiale: scambio

Il fluido, una volta riscaldato/raffreddato a contatto con il terreno e riportato in superficie può riscaldare/raffrescare l'ambiente.



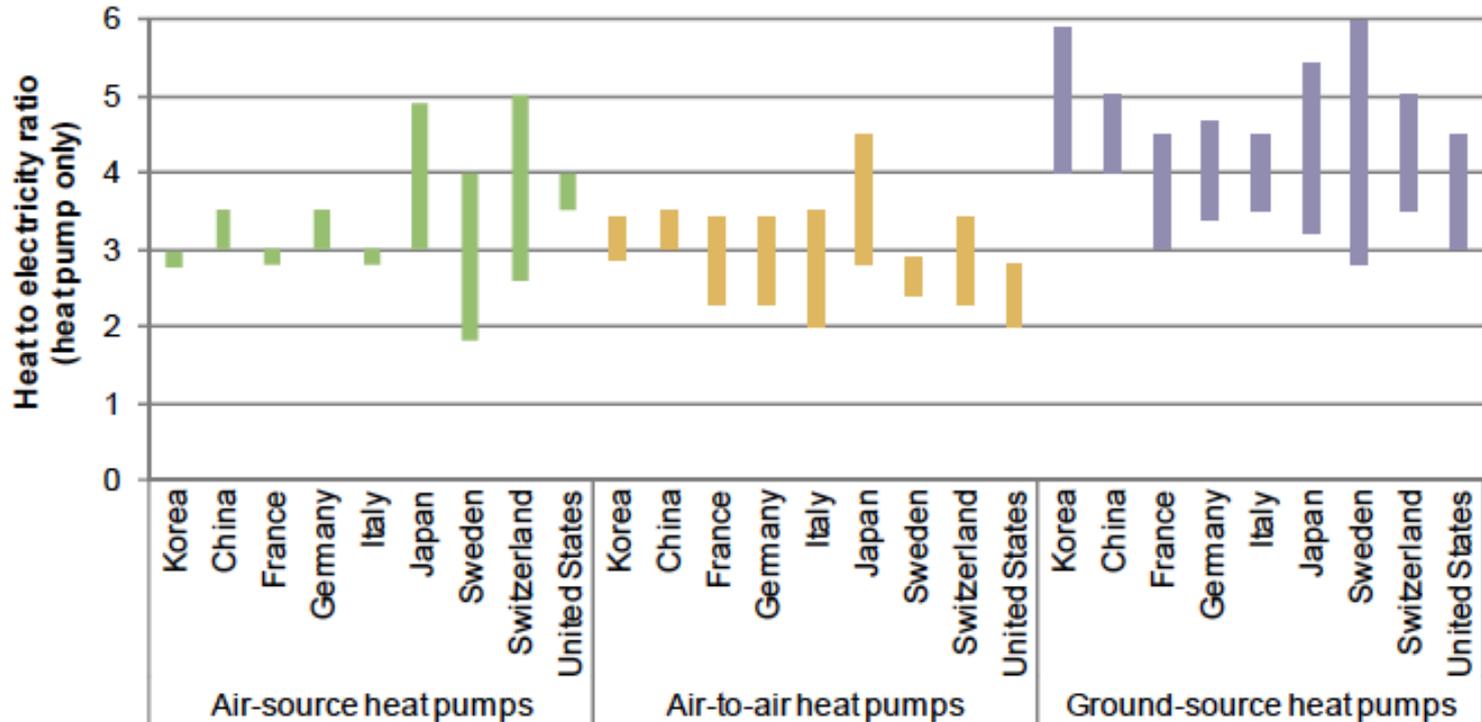
Geotermia superficiale: pompe di calore

Quando la temperatura naturale non è del tutto adeguata alla necessità si ricorre a una **pompa di calore**, una macchina in grado di spostare calore da un corpo più freddo ad uno più caldo o viceversa a spese di energia elettrica



Efficienza dei sistemi geotermici

Figure 28 • Representative efficiencies of air- and ground-source heat pump installations in selected countries



Note: The COP (heat to electricity ratio) values above are based on values provided by the manufacturers, and refer to the heat pump only. Heat to electricity ratios for the whole heat pump cycle typically lie well below the values indicated of the heat pump only.

Source: IEA (2012a), *Energy Technology Perspectives 2012*, OECD/IEA, Paris.

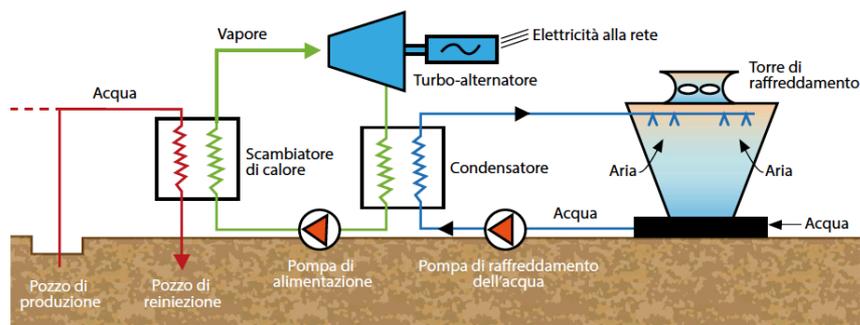
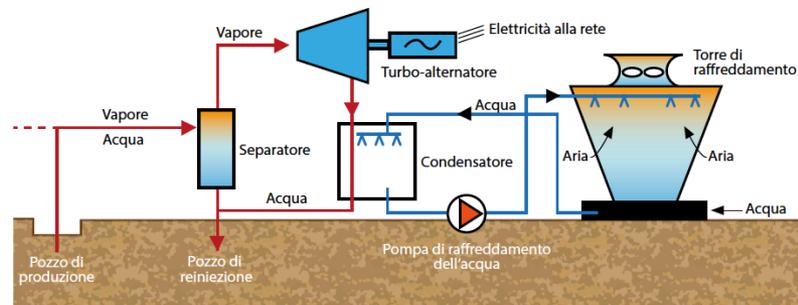
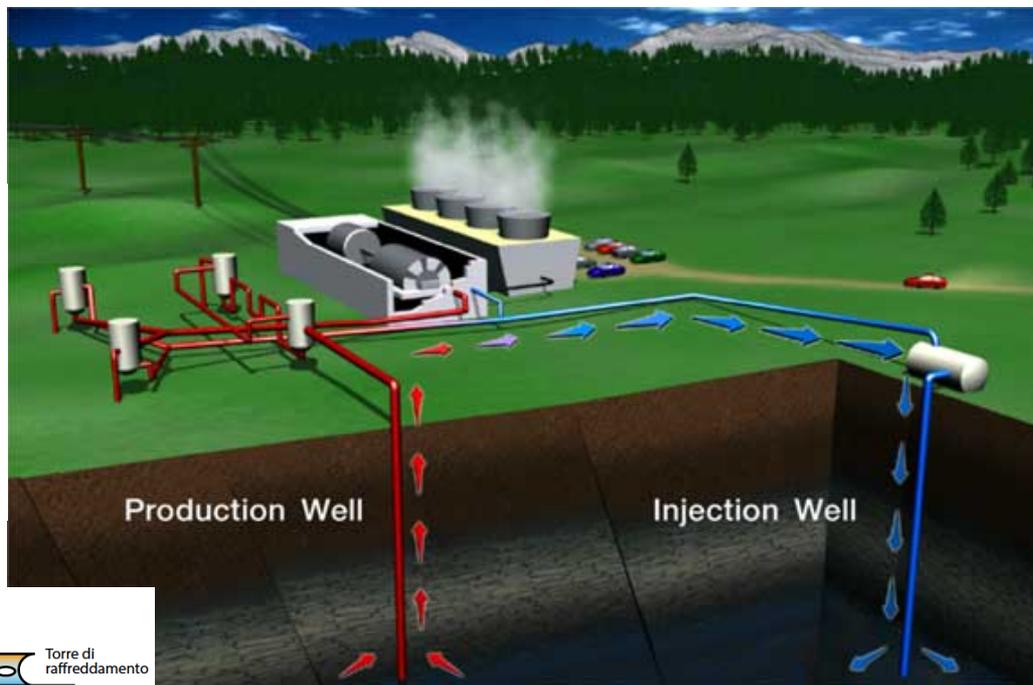
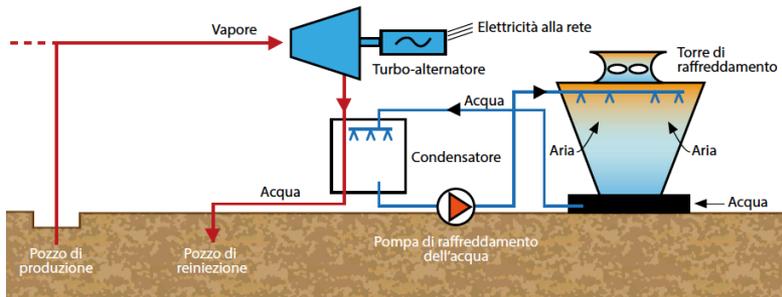


Produzione di energia elettrica

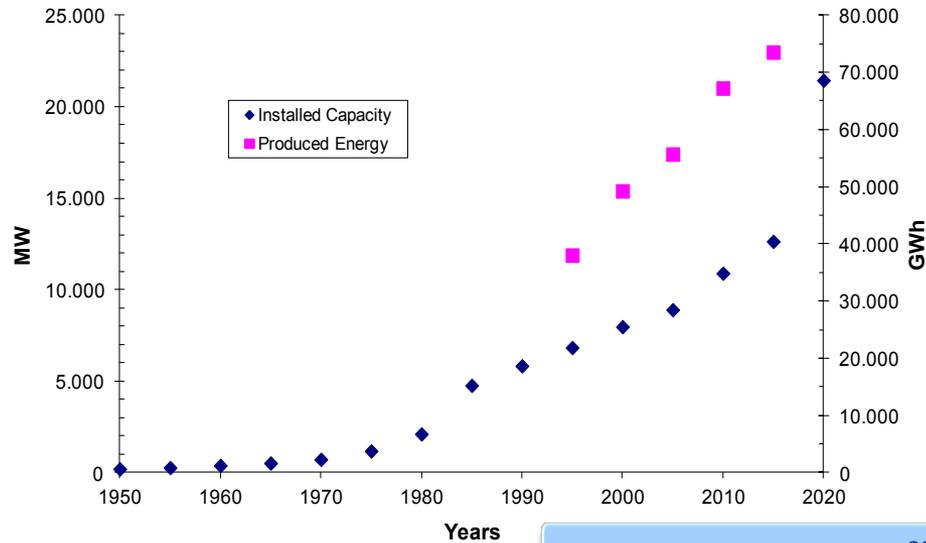
Il calore sotterraneo non viene utilizzato direttamente per la produzione di energia, ma attraverso una massa d'acqua che scambia ed estrae il calore immagazzinato nelle rocce (sistemi idrotermali)

La potenza elettrica è prodotta dalla conversione di **energia termica** immagazzinata nella massa d'acqua (T da 90°C a 350°C) in **energia meccanica** attraverso una turbina, direttamente (tecnologia convenzionale flash) o indirettamente (tecnologia binaria), ed infine in **energia elettrica** grazie al generatore

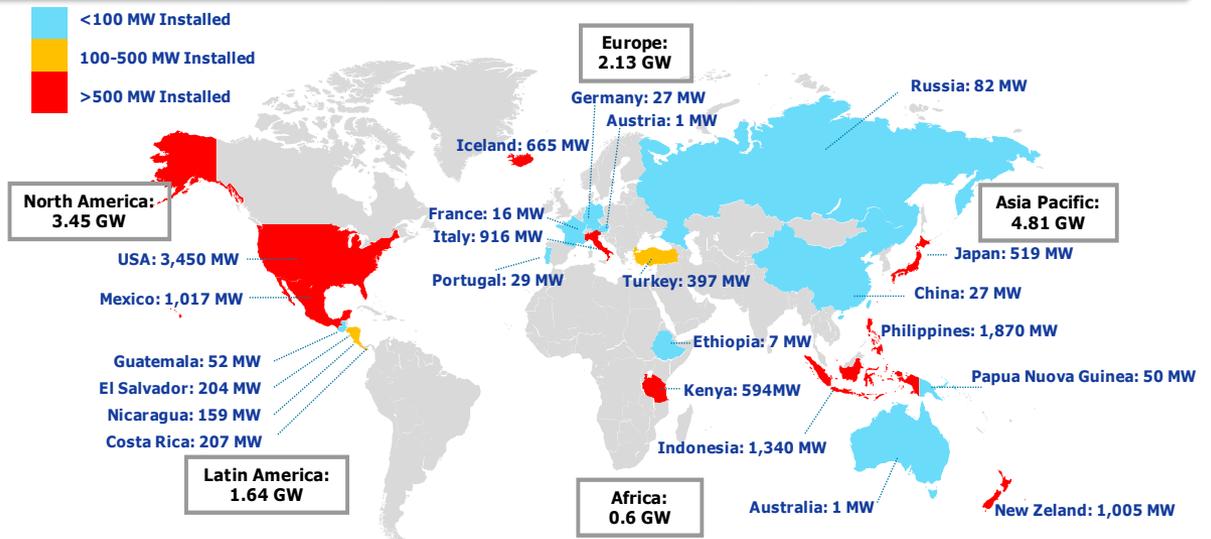




World Geothermal Electricity



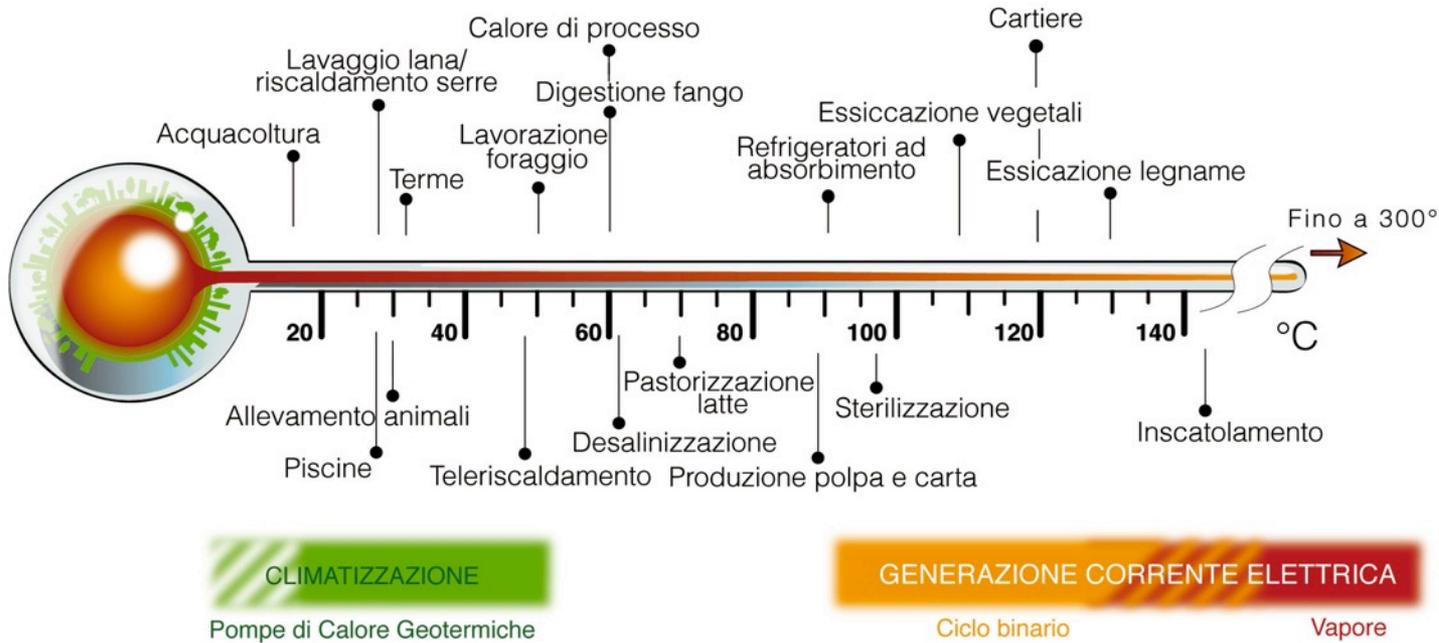
2015 Geothermal Installed Capacity (MW)



da Bertani,
WGC2015



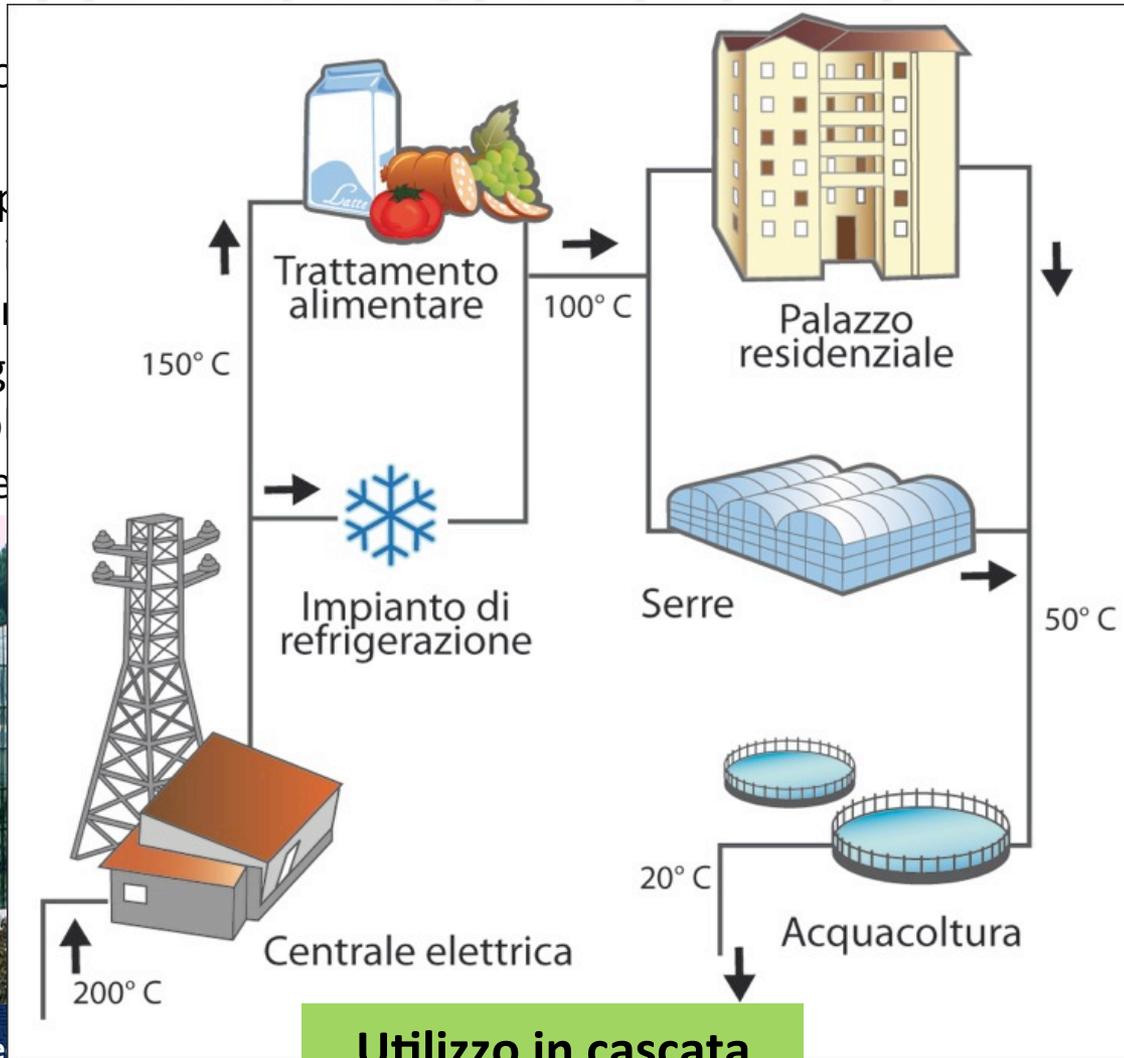
USI DEL CALORE GEOTERMICO



L'utilizzo convenzionale dell'energia geotermica è identificato dalla suddivisione in due categorie principali: **per produzione di energia elettrica** (risorse ad alta-media entalpia) e **per usi diretti del calore** (risorse a bassa-media entalpia). Le possibilità di utilizzo dell'energia geotermica a temperature inferiori a quelle comunemente utilizzate per la produzione geotermoelettrica sono notevoli e spaziano dalle comuni terme ai sempre più frequenti utilizzi diretti per scopi agroalimentari, florovivaistici ed industriali.

Uso diretto del calore

- L'uso diretto dell'energia
- La maggior parte geotermica
- Se la temperatura essere integrata carbone o o necessari per



Utilizzo in cascata

ZZO

are le risorse
s naturale.
ta, può
l'elettricità,
rte dei costi



Teleriscaldamento

Il riscaldamento geotermico convenzionale utilizza direttamente gli acquiferi del sottosuolo con temperature comprese fra 30 e 150°C. Esso permette sia di fornire calore per il riscaldamento domestico sia di produrre acqua calda sanitaria mediante scambiatori di calore posti all'interno delle singole costruzioni o centralizzati.

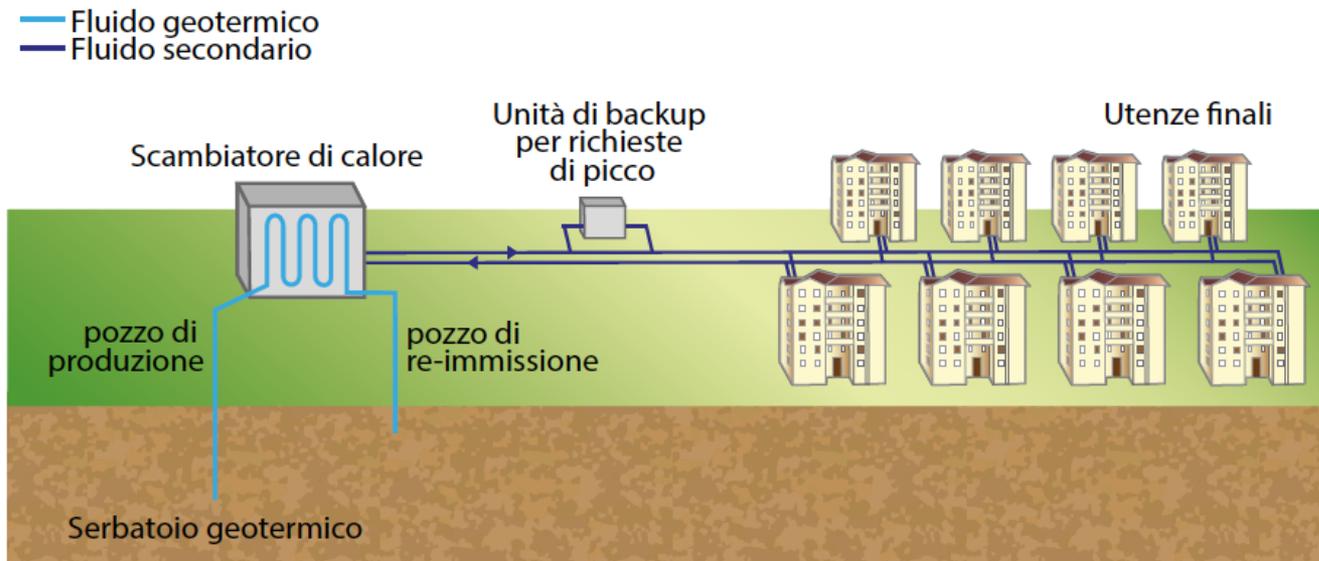
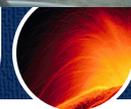
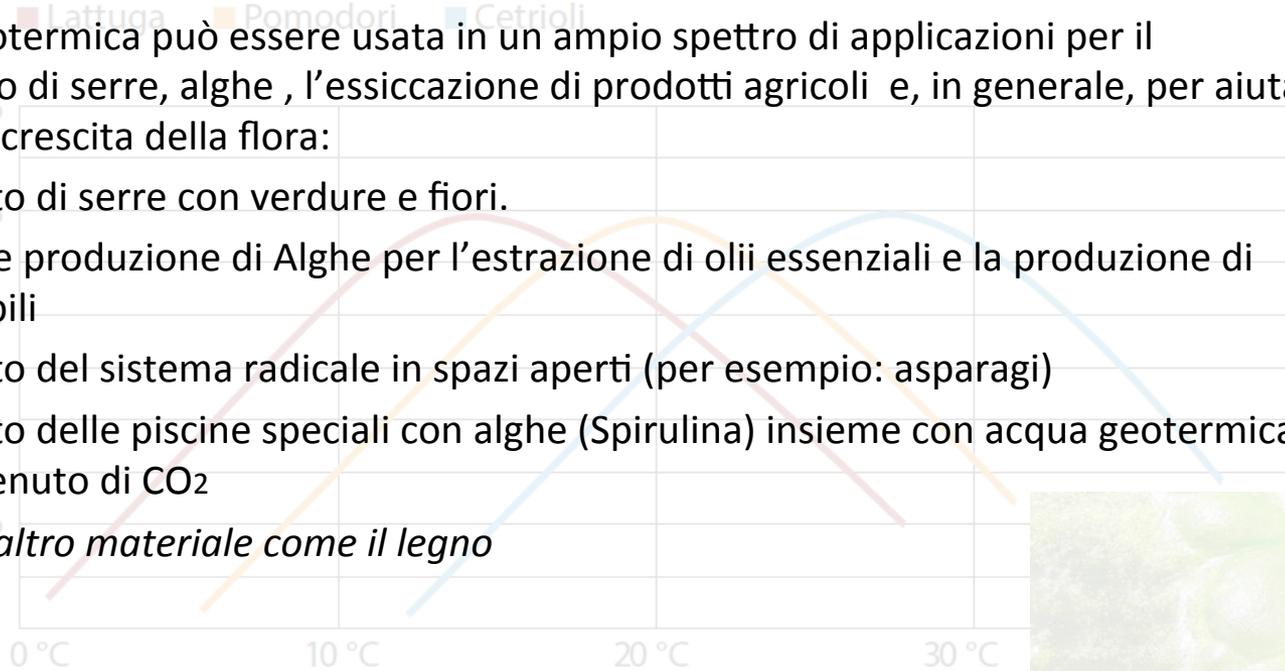


Figura 25. Schema di un impianto geotermico per la teleriscaldamento.

Agricoltura

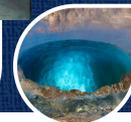
- La risorsa geotermica può essere usata in un ampio spettro di applicazioni per il riscaldamento di serre, alghe, l'essiccazione di prodotti agricoli e, in generale, per aiutare ed accelerare la crescita della flora:

- Riscaldamento di serre con verdure e fiori.
- Coltivazione e produzione di Alghe per l'estrazione di olii essenziali e la produzione di biocombustibili
- Riscaldamento del sistema radicale in spazi aperti (per esempio: asparagi)
- Riscaldamento delle piscine speciali con alghe (Spirulina) insieme con acqua geotermica a un elevato contenuto di CO₂
- *Essiccazione altro materiale come il legno*



Agroalimentare

- La risorsa geotermica può essere usata in un ampio spettro di applicazioni per il riscaldamento di serre, alghe, l'essiccazione di prodotti agricoli e, in generale, per aiutare ed accelerare la crescita della flora:
 - Riscaldamento di serre con verdure e fiori.
 - Coltivazione e produzione di Alghe per l'estrazione di olii essenziali e la produzione di biocombustibili
 - Riscaldamento del sistema radicale in spazi aperti (per esempio: asparagi)
 - Riscaldamento delle piscine speciali con alghe (Spirulina) insieme con acqua geotermica a un elevato contenuto di CO₂
 - *Essiccazione altro materiale come il legno, pesci*
 - *Essiccazione di ortaggi come pomodori, cipolle, cereali, patate, frutta*
 - *Produzione pasta, vino, pastorizzazione latte e produzione formaggio*

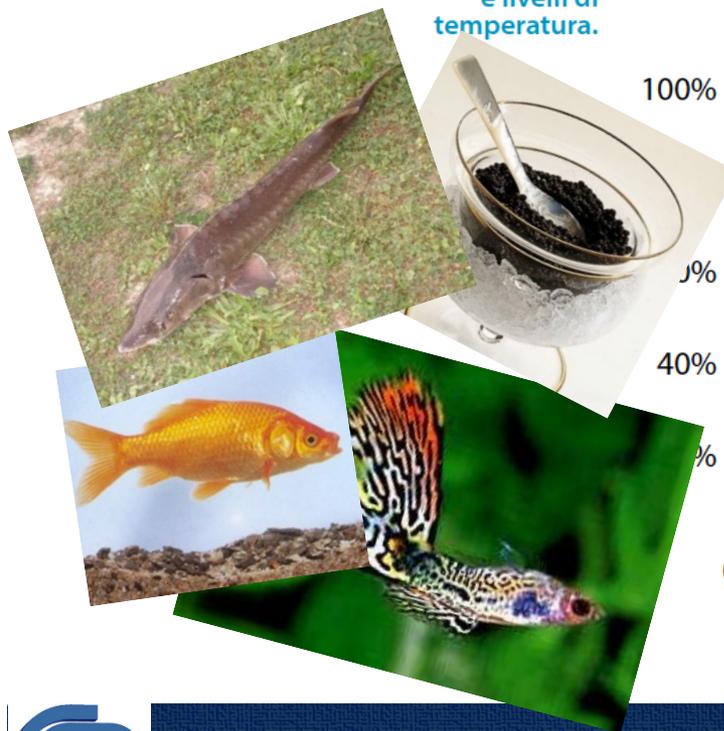
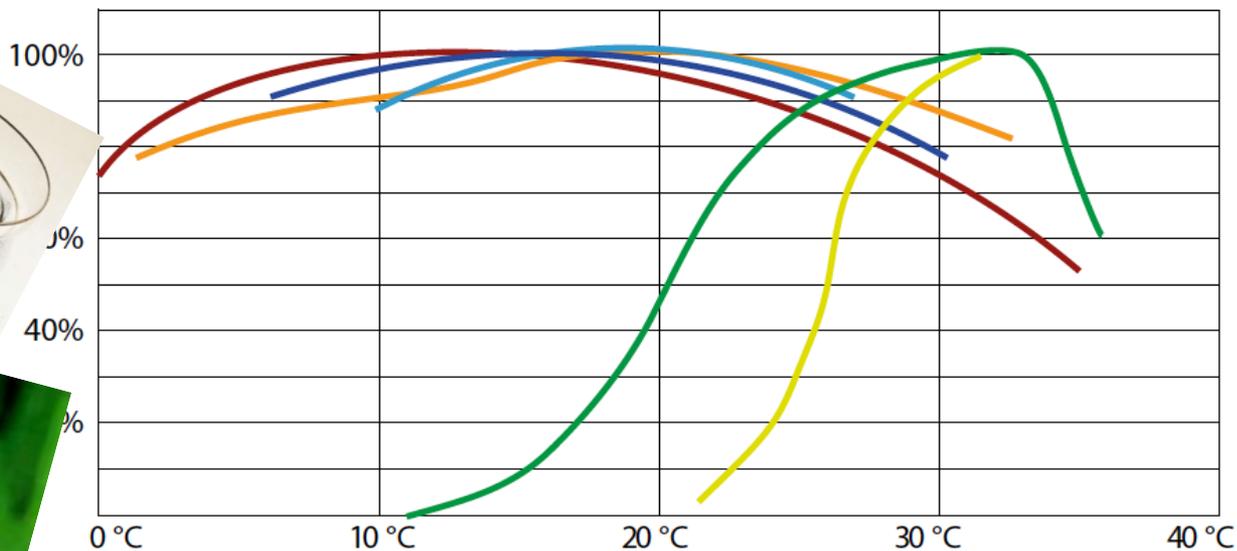


Allevamento

Effetti della variazione di temperatura sulla crescita e la produzione animale (*Beall e Samuels, 1971*)

Figura 16.
Allevamento.
Incremento
produttivo
e livelli di
temperatura.

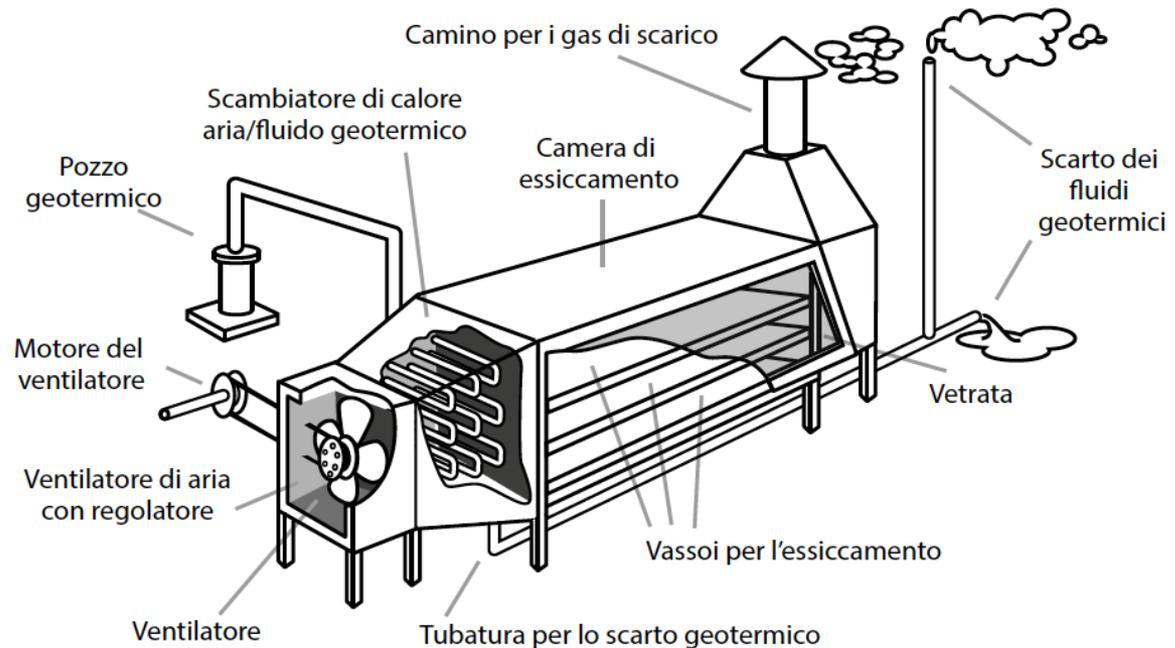
- Galline da uova
- Pollame, aumento di peso
- Mucche Jersey, produzione di latte
- Maiali, aumento di peso
- Gamberi, crescita
- Pesci-gatto, aumento di peso



Calore di processo

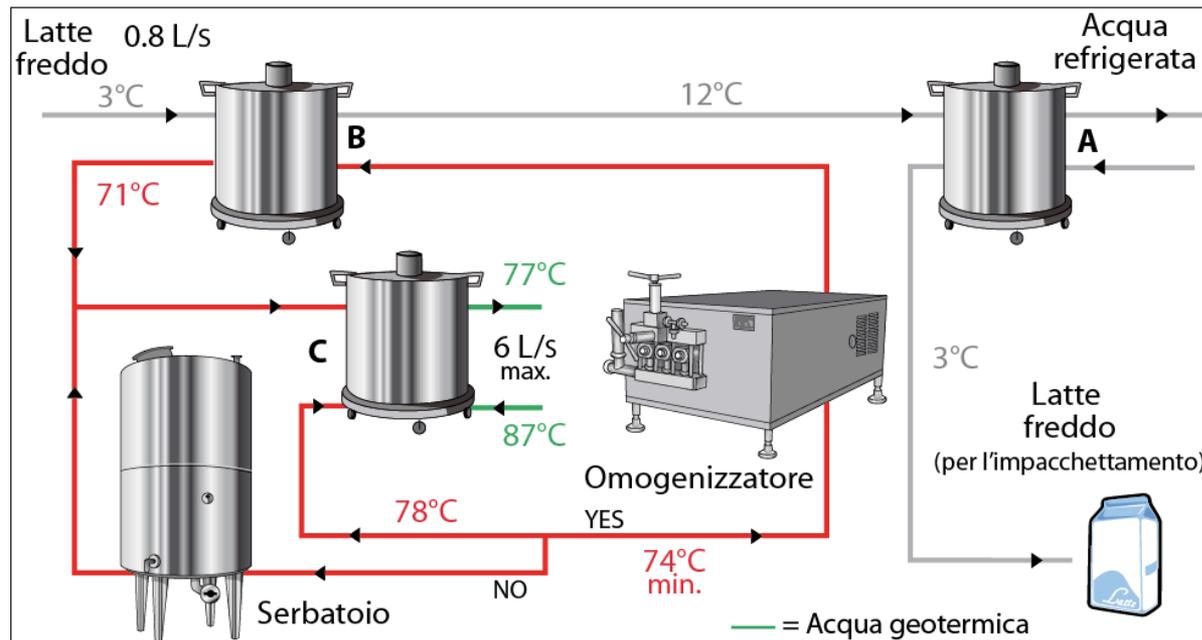
Tutto l'intervallo di temperatura dei fluidi geotermici, vapore o acqua, può essere sfruttato in *usi industriali*. Le diverse possibili forme di utilizzazione comprendono processi a caldo, evaporazione, essiccamento, distillazione, sterilizzazione, lavaggio, decongelamento, ed anche estrazione di idrocarburi.

Figura 21.
Rappresentazione
di un impianto
industriale
di essiccamento
(Sumotarto, 2007).

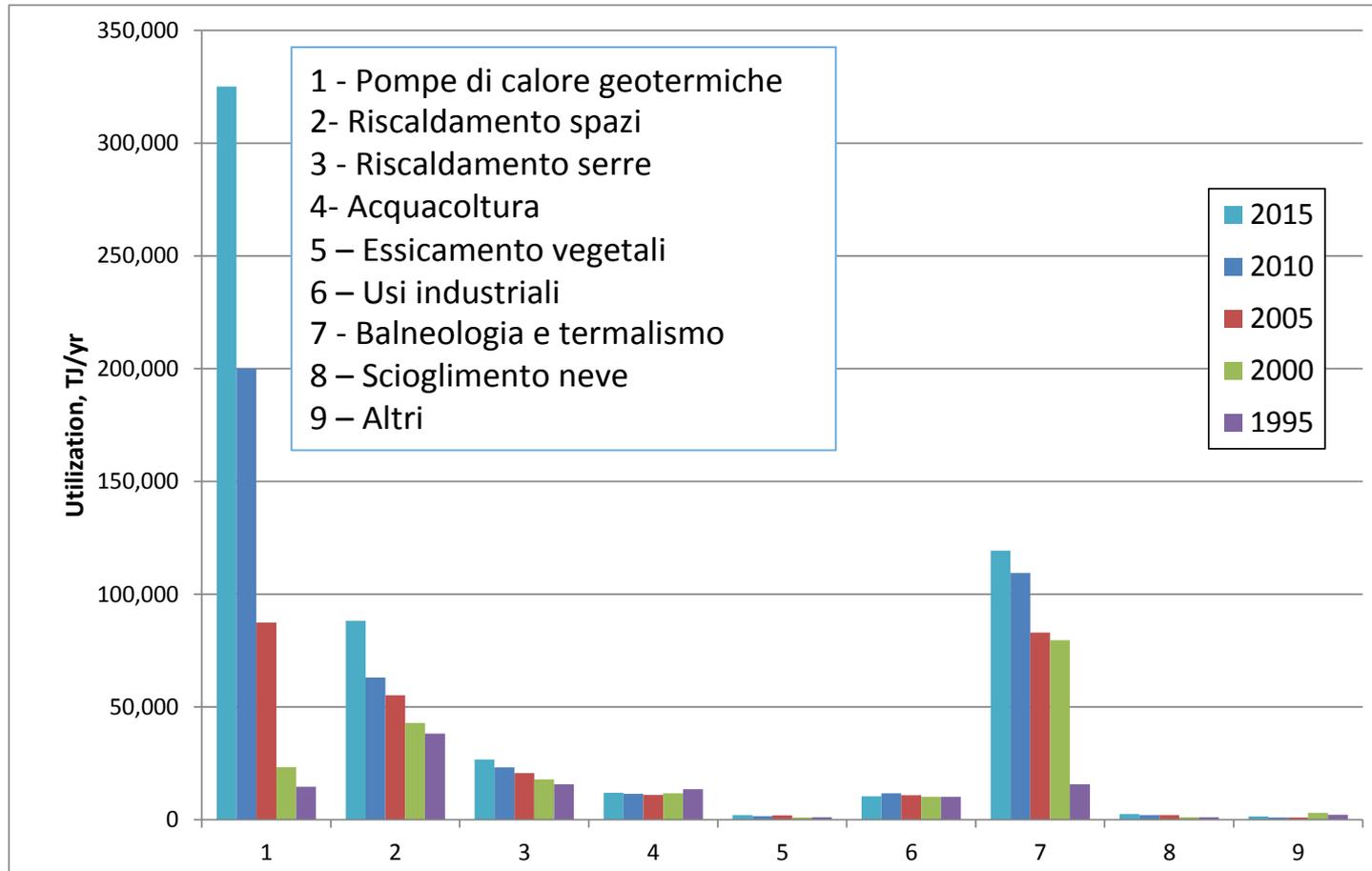


Calore di processo

Tutto l'intervallo di temperatura dei fluidi geotermici, vapore o acqua, può essere sfruttato in *usi industriali*. Le diverse possibili forme di utilizzazione comprendono processi a caldo, evaporazione, essiccamento, distillazione, sterilizzazione, lavaggio, decongelamento, ed anche estrazione di idrocarburi.



Usi del Calore nel mondo



da Lund e Boyd, WGC 2015



IGG - Istituto di Geoscienze e Georisorse
Consiglio Nazionale delle Ricerche



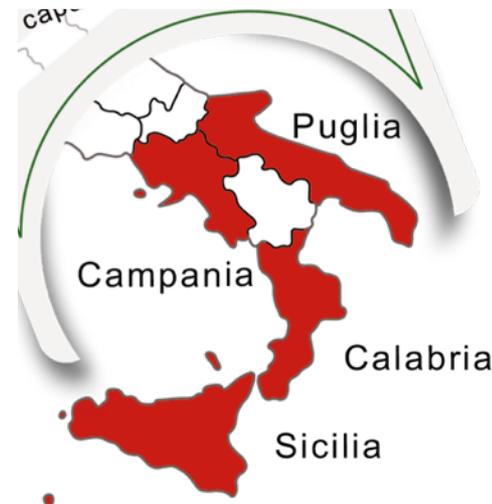
Opportunità e necessità della geotermia

- Produce con continuità
- Permette un ampio spettro d'uso
- Produzione energetica rinnovabile, sostenibile e locale
- Contribuisce al risparmio ed efficienza energetica
- La geotermia superficiale può essere utilizzata quasi dappertutto, quella profonda in molti luoghi soprattutto per usi non elettrici
- La combinazione con pompe di calore e altre fonti energetiche amplia enormemente le applicazioni
- I costi iniziali sono elevati (ma i LCoE sono paragonabili o più bassi di altre rinnovabili)
- Richiede conoscenze molto specialistiche, soprattutto geologiche, per evitare che venga progettata male

- Inserimento nei piani energetici
- Richiesta di inserimento in edifici di nuova costruzione e restauro
- Azioni di sostegno finanziario iniziale

Pianificazione d'uso:
valutazione iniziale,
controllo progettazione e gestione degli impianti





Valutazione del potenziale Geotermico delle regioni Convergenza



Intesa Operativa

Ministero dello Sviluppo Economico – CNR DTA

Coerente con l'obiettivo generale del POI "Energie Rinnovabili e Risparmio Energetico 2007-2013", finanziato con le risorse FESR della politica regionale comunitaria, di "Aumentare la quota di energia consumata proveniente da fonti rinnovabili e migliorare l'efficienza energetica, promuovendo le opportunità di sviluppo locale".
Linea di attività 1.4 "Interventi innovativi di utilizzo della fonte geotermica"



IGG – Istituto di Geoscienze e Georisorse
Consiglio Nazionale delle Ricerche



VIGOR per valutazione e conoscenza

- pianificazione di impianti
- l'individuazione delle opportunità e criticità in funzione delle peculiarità territoriali

Strumento per:
Amministrazioni,
Progettisti,
Imprenditori,
Compagnie
assicurative

- valutazione e quantificazione del potenziale energetico profondo utilizzabile per diverse tecnologie

Potenziale
geotermico
regionale profondo

Potenziale di
geoscambio per
sistemi a circuito
aperto

Potenziale di
geoscambio per
sistemi a circuito
chiuso

- individuazione delle potenzialità del territorio all'impiego di sistemi geotermici di bassa entalpia con l'utilizzo di acque sotterranee

- individuazione delle potenzialità del territorio relative all'attitudine allo scambio termico con il sottosuolo per la climatizzazione degli edifici



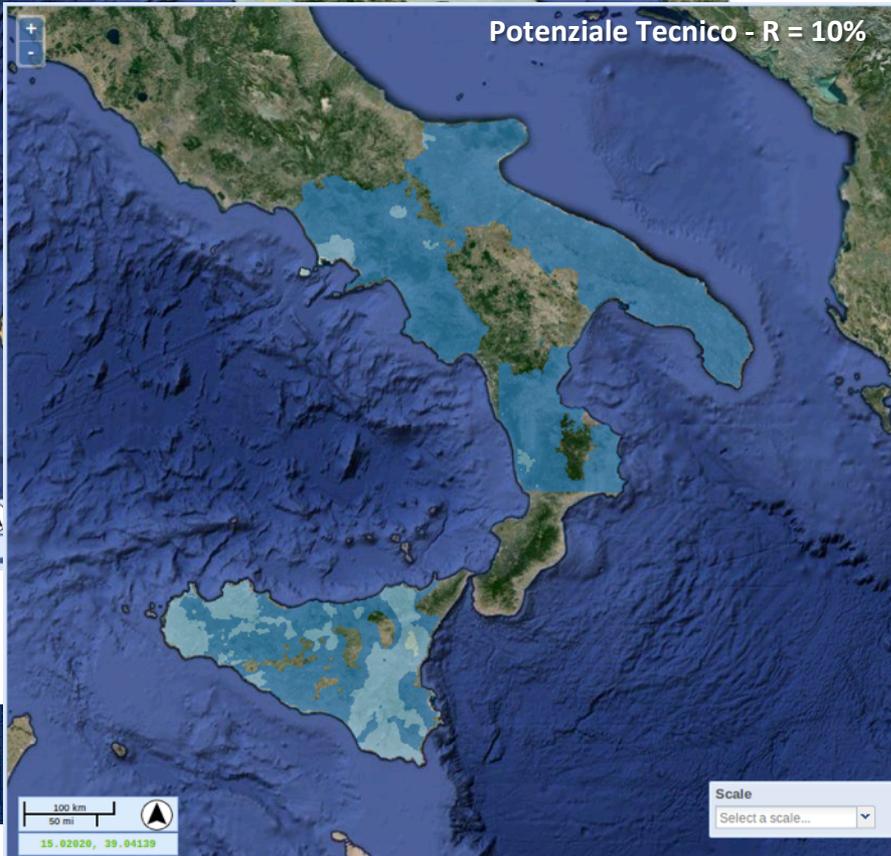
Le mappe di potenziale geotermico profondo: teleclimatizzazione



Il potenziale tecnico è l'energia termica producibile in un determinato intervallo di tempo (30 anni).

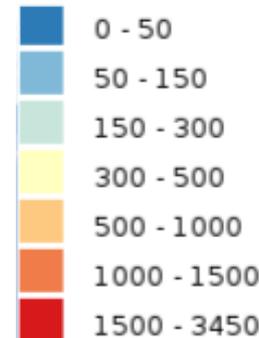
Dipende da quanta energia è effettivamente recuperabile in un serbatoio in base al tipo di applicazione.

Il Potenziale Tecnico teorico considera un recupero di energia termica pari a 100%.



Il potenziale tecnico reale tiene di conto di un fattore R di recupero.

MW/km²



Teleriscaldamento -
raffrescamento

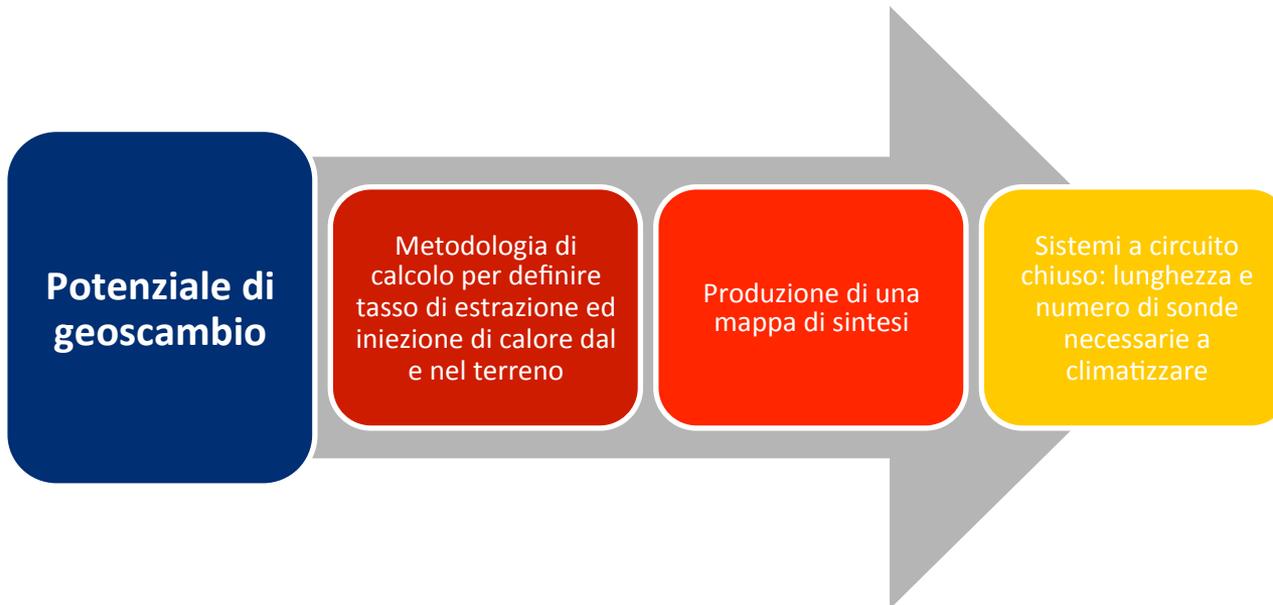
Temperatura
minima 60 °C

Temperatura
re-iniezione 33 °C

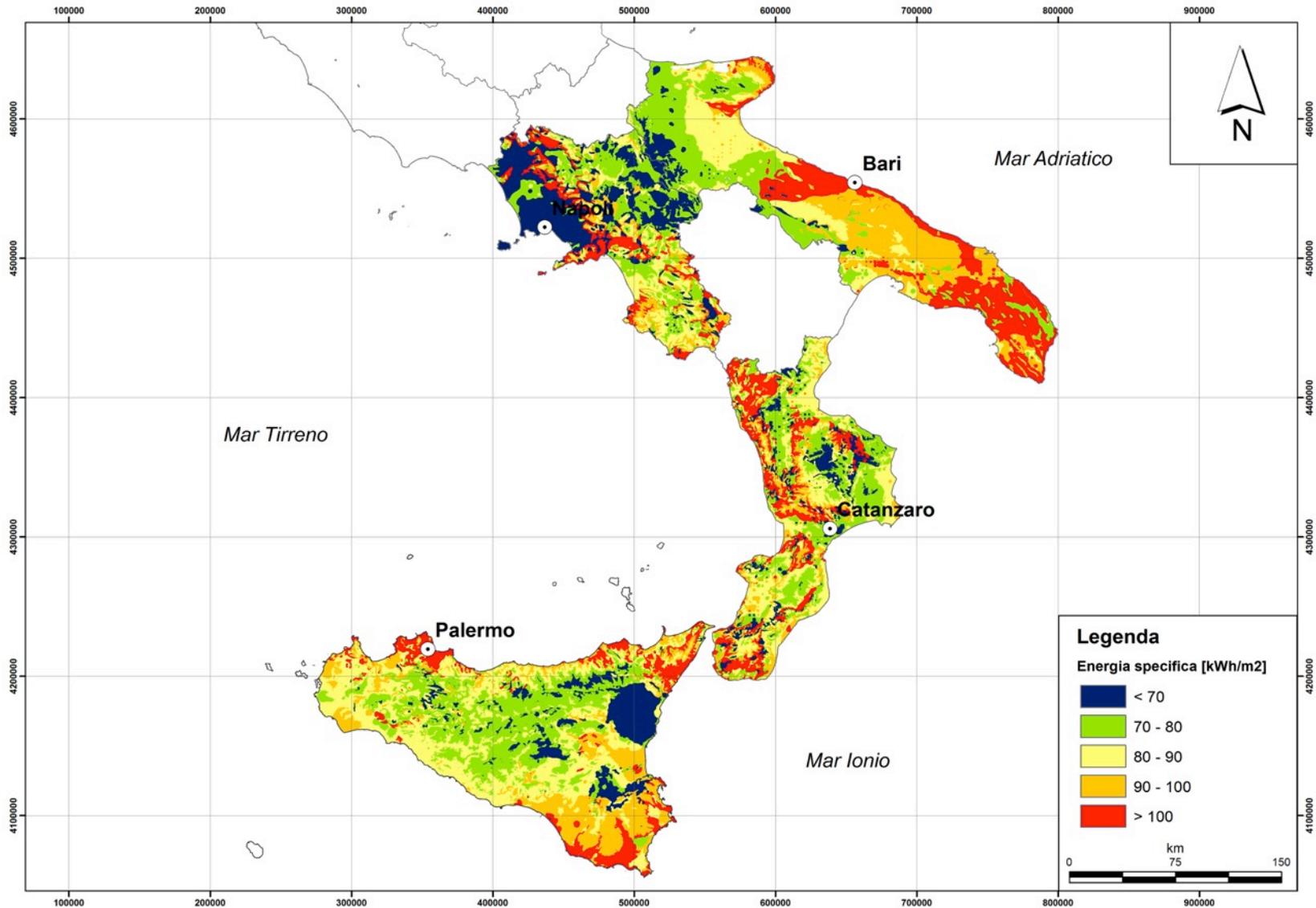


Il potenziale regionale superficiale

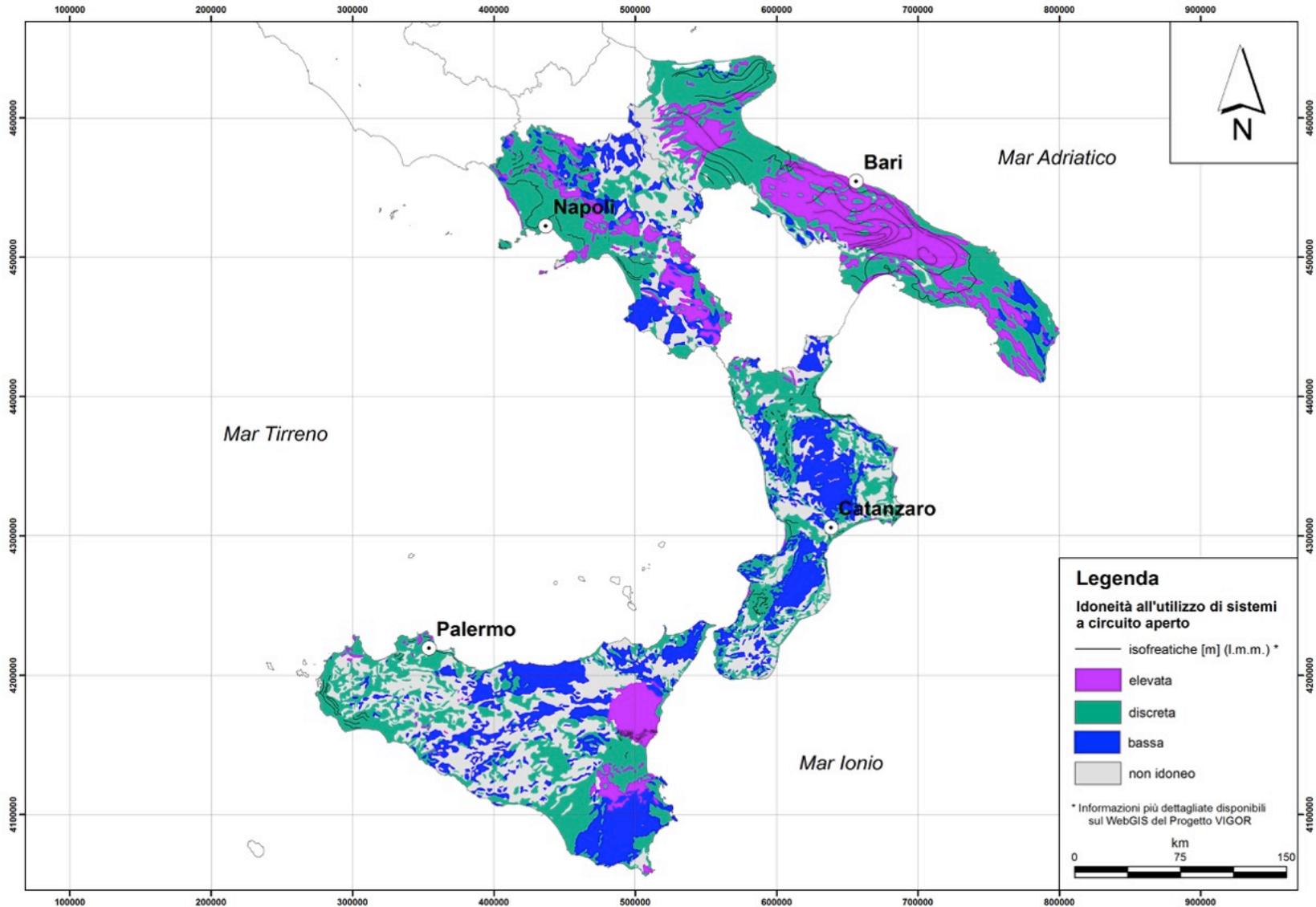
- **Potenziale di geoscambio** ovvero attitudine del terreno allo scambio termico per la climatizzazione degli edifici
- **Idoneità** del terreno all'impiego di sistemi geotermici a circuito aperto – movimentazione di acque di falda



Il potenziale regionale superficiale



Il potenziale regionale superficiale



Atlante Geotermico del Mezzogiorno

Zonazione condizioni favorevoli a ritrovare serbatoi geotermici **utili a produrre energia elettrica**

▪ I sistemi GIS consentono di produrre mappe di favorevolezza combinando una serie di mappe come input

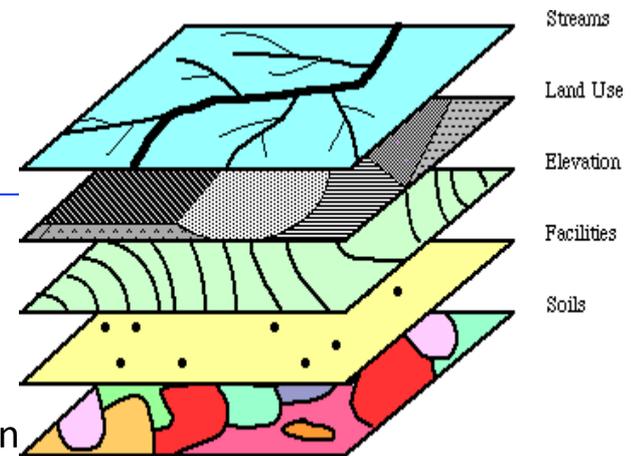
▪ Dati di input

Geometria del serbatoio

Definizione del campo delle temperature

Distribuzione areali di elementi geochimici che indicano presenza di anomalie geotermiche o particolari circolazioni idrotermali

Distribuzione areali di fattori che possono influenzare le proprietà idrauliche dei serbatoi regionali (analisi simologiche e faglie ecc...)

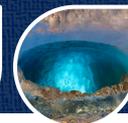
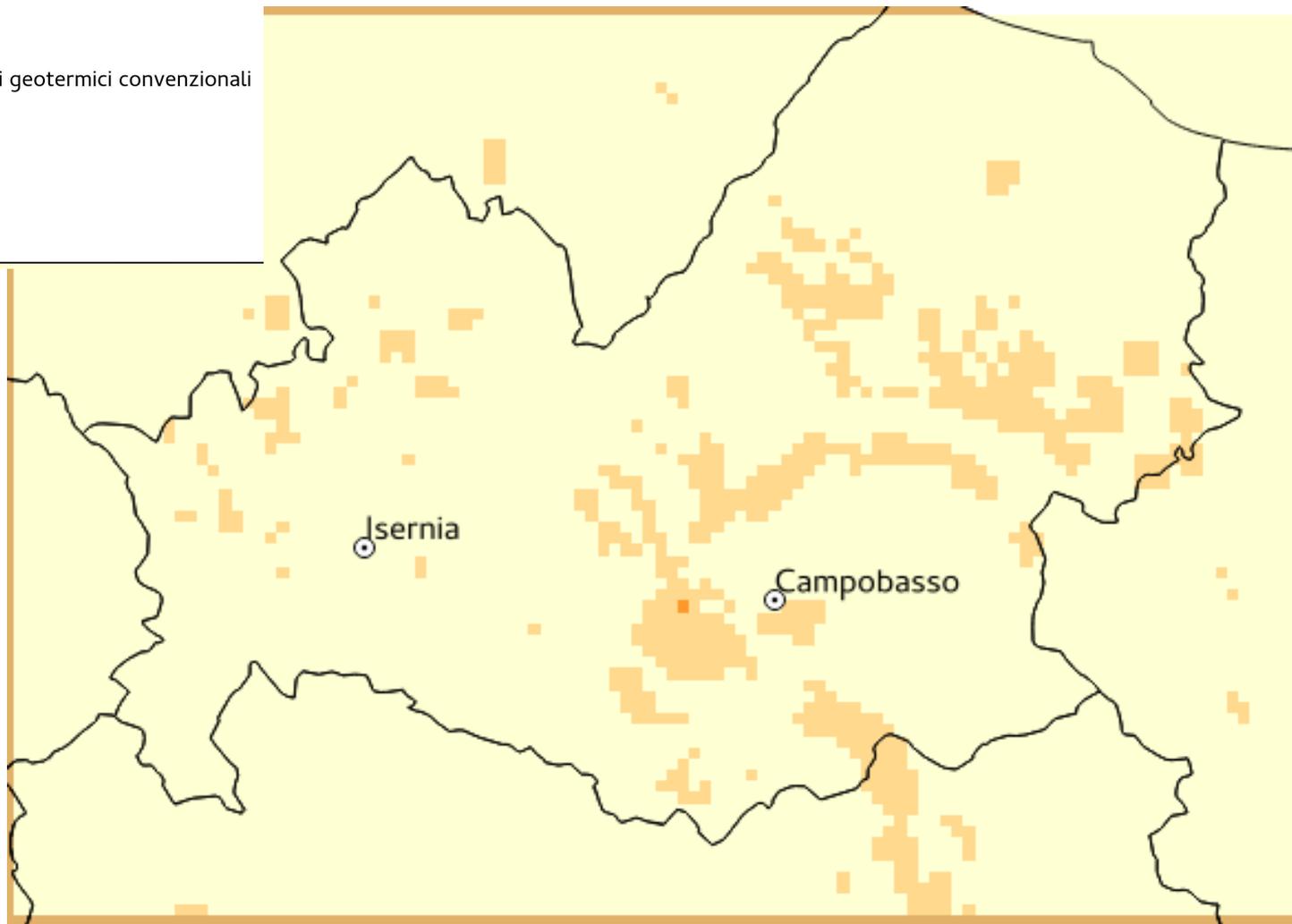




Legenda

Favorevolezza sistemi geotermici convenzionali

- Molto bassa
- Bassa
- Media
- Alta
- Molto alta



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Adele Manzella

manzella@igg.cnr.it

Progetto VIGOR (*Valutazione del potenziale geotermico delle regioni della convergenza*)

<http://www.vigor-geotermia.it/>

alla sezione “prodotti”

materiale informativo geotermia, studi fattibilità completa, valutazione potenziale e webGIS, iter autorizzativo, studio accettabilità sociale



IGG – Istituto di Geoscienze e Georisorse
Consiglio Nazionale delle Ricerche

