

**GREEN CITY ENERGY**  
**Nuove energie per lo sviluppo**  
**competitivo e sostenibile della città**  
Pisa - Palazzo dei Congressi - 1, 2, 3 Luglio 2010

***Lo scenario tecnologico del  
settore geotermico***

Ing. Giancarlo Passaleva  
Presidente UGI-Unione Geotermica Italiana



## ***Green City & Flowers from geothermal heat...***



**... dal 1983, le Serre di Piancastagnaio**

**Energia termica fornita: 500 TJ/anno  $\Rightarrow$   $\approx$  12000 TEP/anno**

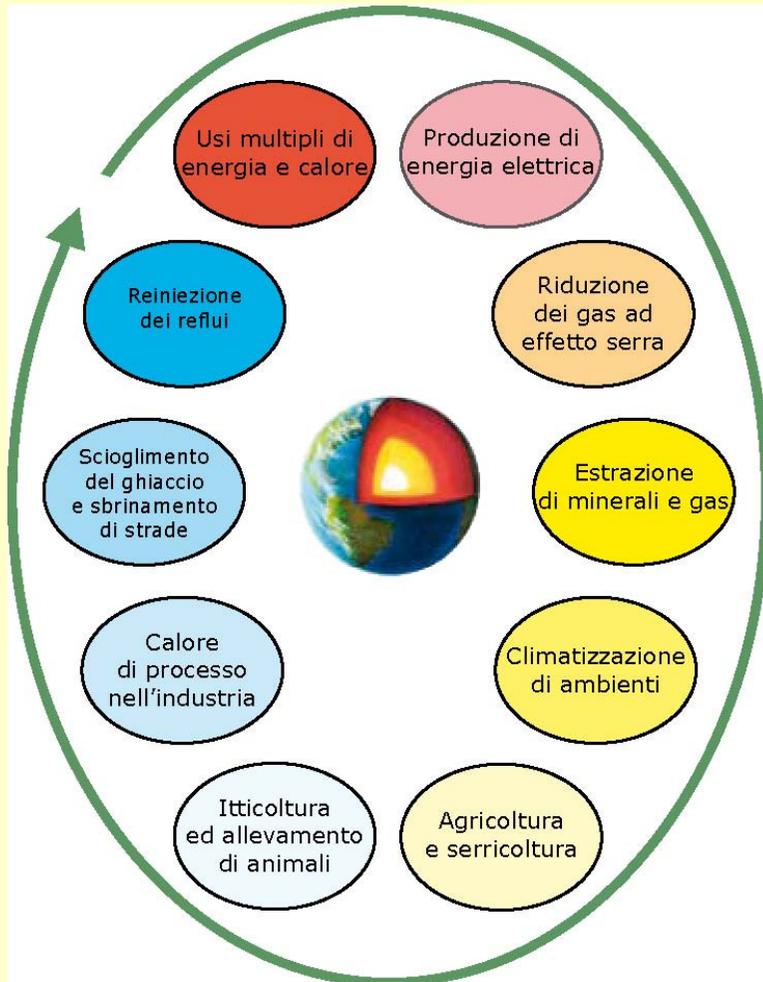
**Mancata emissione di CO<sub>2</sub> : 35000 ton/anno**

**Superficie riscaldata: 23 ettari di serre**

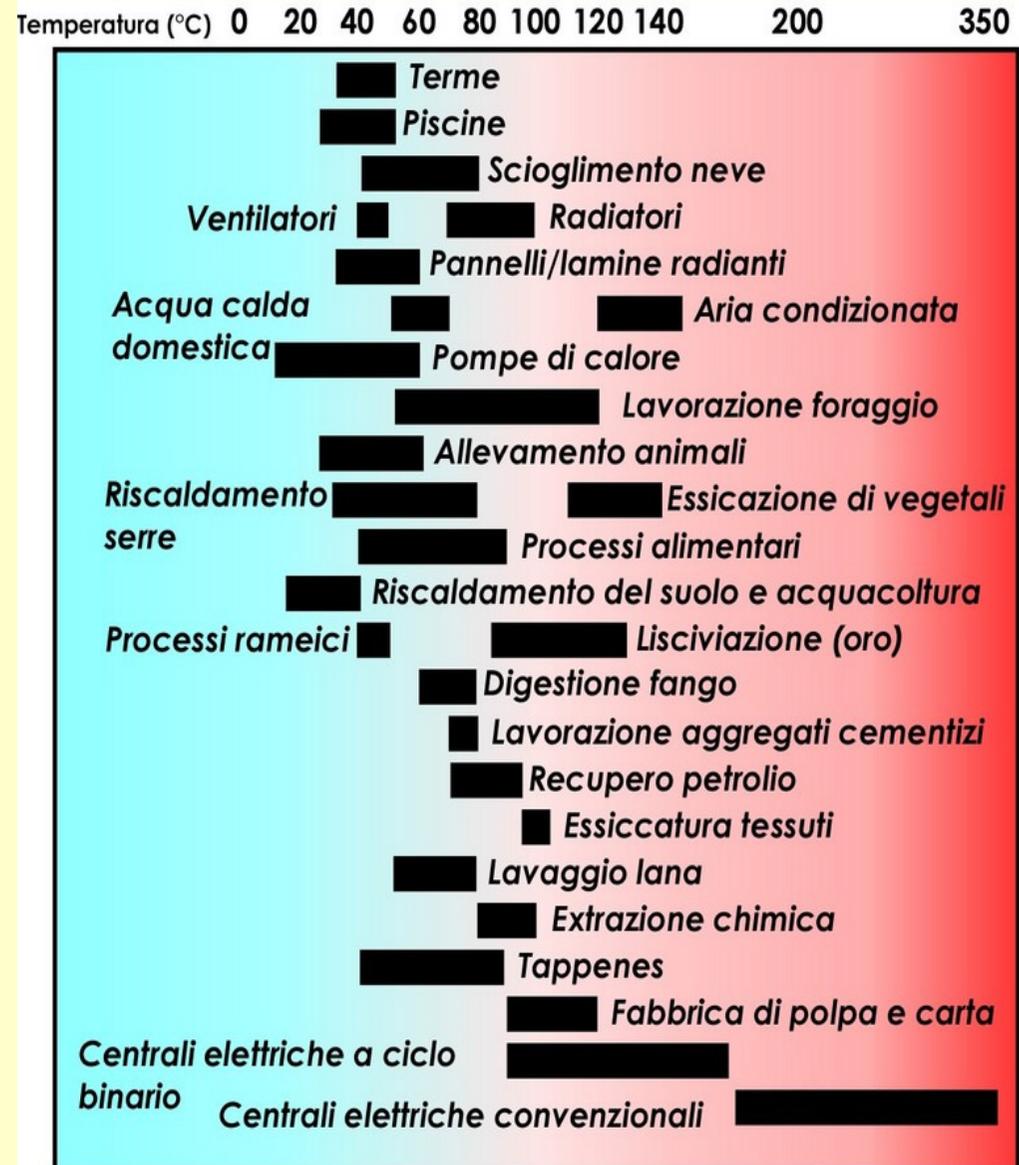
## *Il Calore della Terra*

- **La Terra ha una “riserva” interna di calore praticamente infinita ( $8 \times 10^{30}$  kCal)**
- **Il flusso termico in superficie è però molto esiguo (media terrestre :  $63 \text{ mW/m}^2$ ; in Italia varia da 30 a  $100 \text{ mW/m}^2$ , con picchi fino a  $450 \text{ mW/m}^2$ , nella zona tirrenica)**
- **Il gradiente termico medio, oltre i 20 m di profondità, è di  $30 \text{ }^\circ\text{C/km}$**
- **In superficie esistono manifestazioni spontanee molto limitate di questo patrimonio racchiuso nella terra (sorgenti termali, fumarole, lagoni, geysers)**

# LE PRINCIPALI APPLICAZIONI DELLA GEOTERMIA



## Diagramma di Lindal

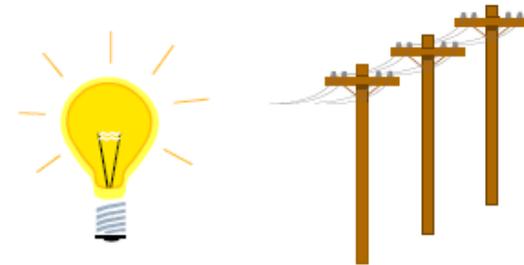


Cos'è l'Energia Geotermica?, M.H. Dickson e M. Fanelli. Website International Geothermal Association: <http://iga.igga.cnr.it/geo/geoenergy.php?lang=it>

## Uso dell'energia geotermica nel mondo (2010)

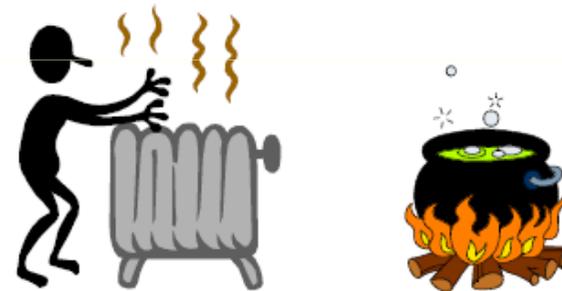
### Generazione elettrica (24 Paesi)

Potenza installata circa 10.715 MW<sub>e</sub>  
Energia prodotta > 67.000 GWh/a (13,5 MTEP)



### Usi diretti del calore (72 paesi)

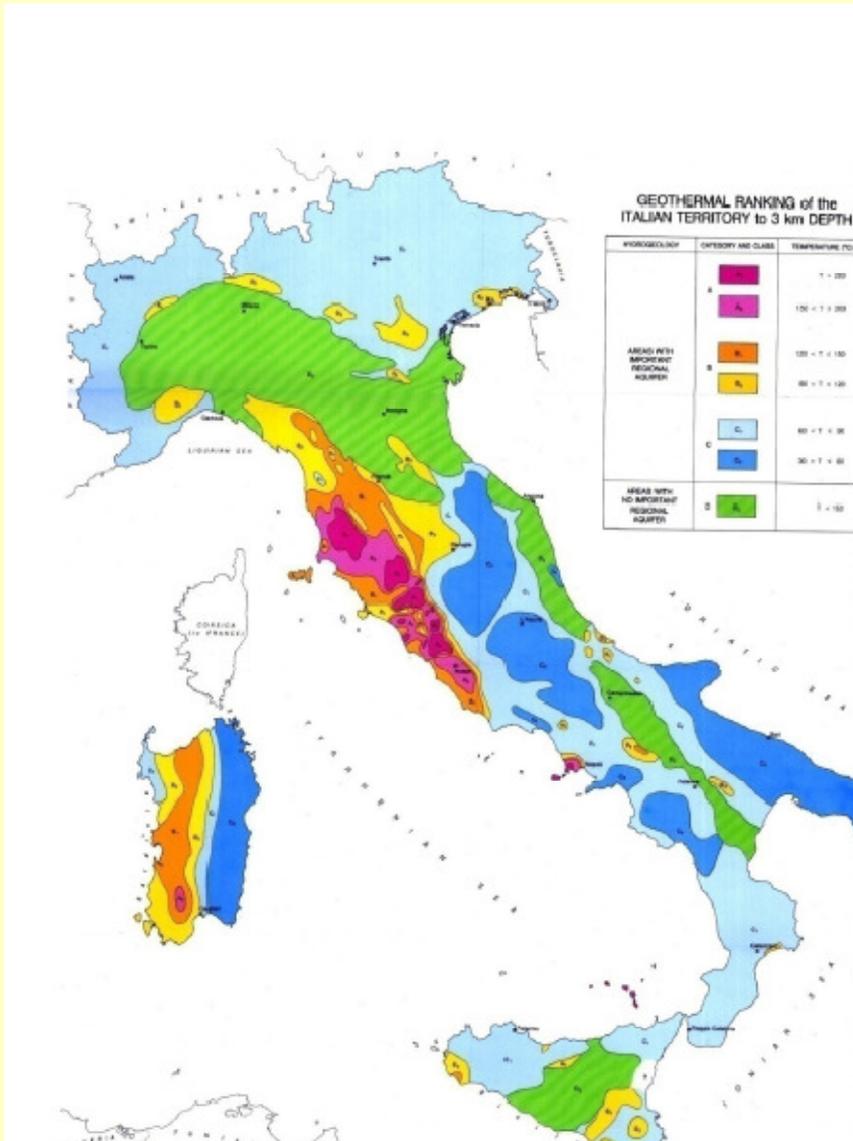
Potenza installata circa 51.000 MW<sub>t</sub>  
Energia prodotta 122.000 GWh/a (24 MTEP)



### In totale:

Circa 37 milioni di TEP/a  
Emissione evitata di circa 220 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> l'anno

# Le risorse geotermiche italiane



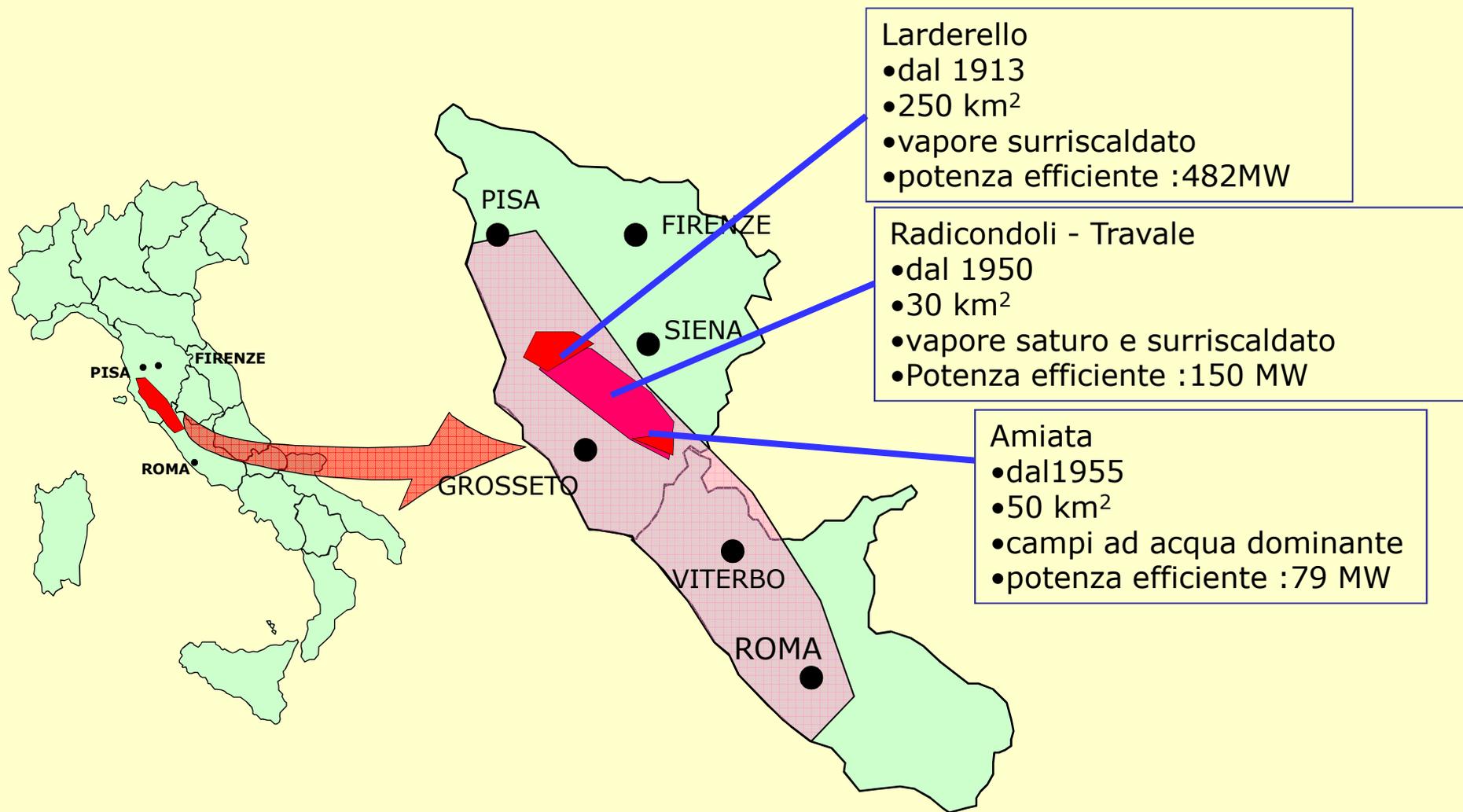
➡ **Risorse con  $T > 150^{\circ}\text{C}$  entro 3 km**, in molte aree della fascia preappenninica tosco-laziale-campana ed in alcune isole vulcaniche del Tirreno;

➡ **Risorse con  $T = 50-150^{\circ}\text{C}$  entro 3 km**, nel 50% del territorio nazionale (in particolare nella Pianura padana e nelle isole maggiori)

➡ **Risorse con  $T = 30 - 50^{\circ}\text{C}$  a modesta profondità**, nelle aree suddette ed in molte altre.

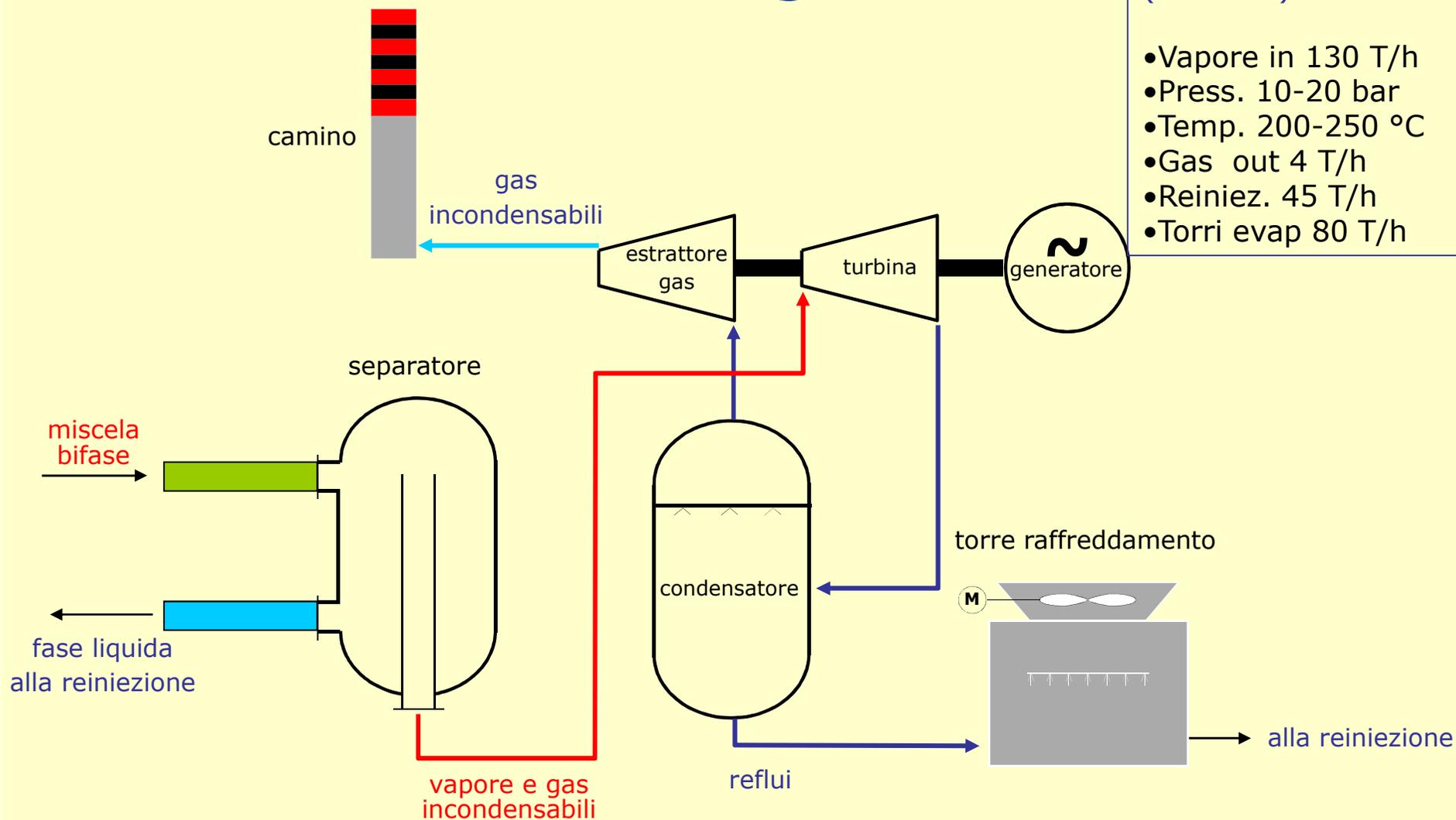
Esistono nel nostro Paese risorse geotermiche di ogni tipo: sistemi idrotermali classici e sistemi non convenzionali (EGS, Sistemi pressurizzati, Sistemi magmatici, Fluidi supercritici, e Salamoie calde). Si può dire perciò che **L'ITALIA HA UN FORTE VOCAZIONE GEOTERMICA, SOPRATTUTTO PER LE APPLICAZIONI DIRETTE.**

# Le aree



POTENZA TOTALE INSTALLATA 810 MW  
ENERGIA ANNUA PRODOTTA 5,5 TWh

# Schema di una centrale geo

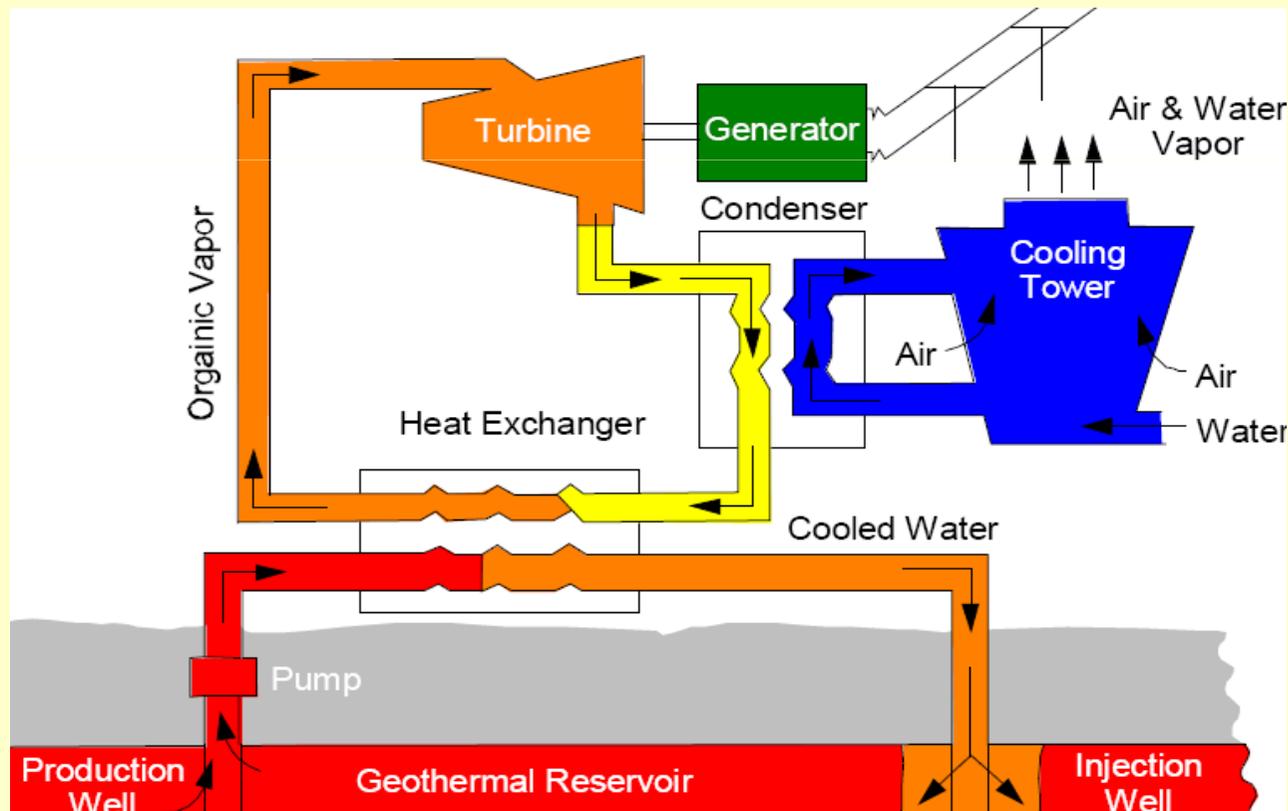


Impianto 20 MW  
(val medi)

- Vapore in 130 T/h
- Press. 10-20 bar
- Temp. 200-250 °C
- Gas out 4 T/h
- Reiniez. 45 T/h
- Torri evap 80 T/h

## Impianti a ciclo binario (*ORC-Organic Rankine cycle*)

- *acquiferi a media temperatura e media profondità*
- *disponibili in ampie zone in Italia e nel mondo*
- *tipologia di impianto ampiamente diffusa, ma non in Italia*



# I componenti di un impianto geotermoelettrico (ALTA ENTALPIA)



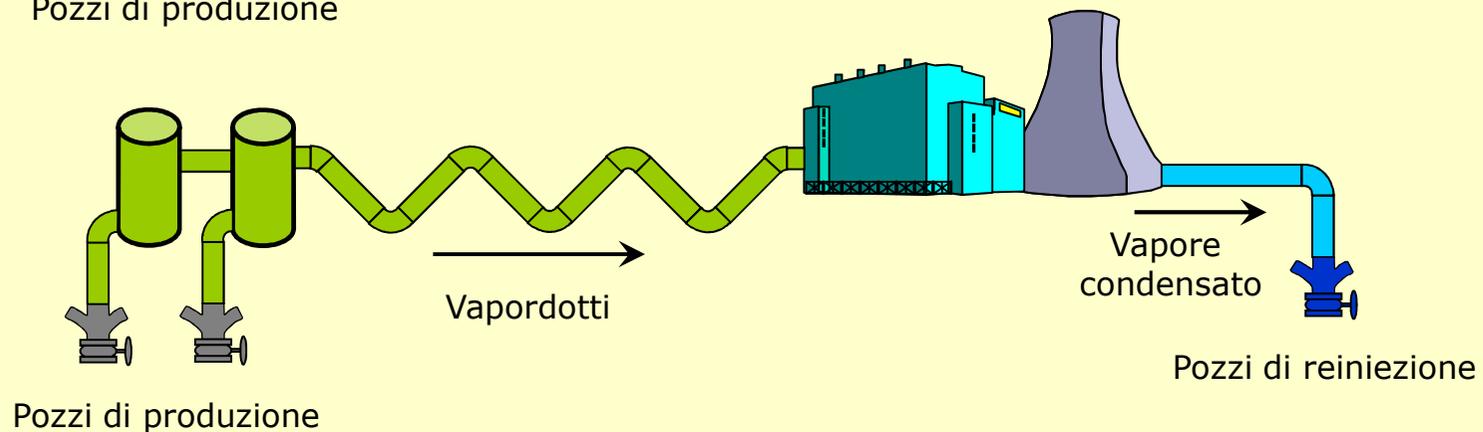
Pozzi di produzione



Vapordotti

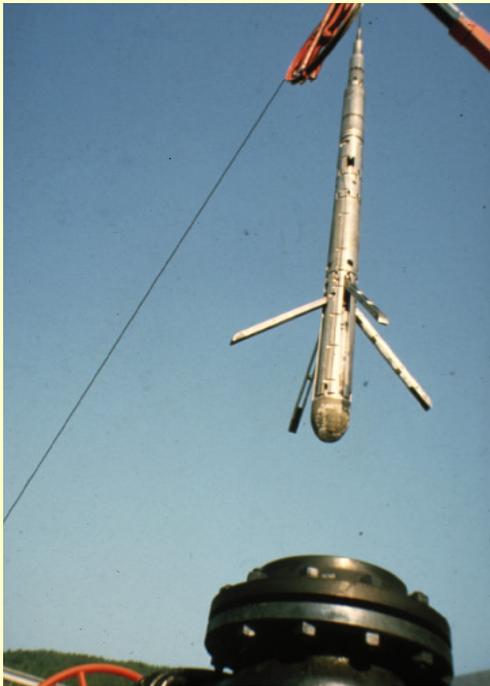


Centrali



# Sviluppo della tecnologia per la perforazione profonda

Nuove sonde e nuovi scalpelli, in grado di resistere alle forti sollecitazioni meccaniche, alle alte temperature e all'azione dei fluidi corrosivi, esplorano gli orizzonti dei **5000 m** di profondità ..



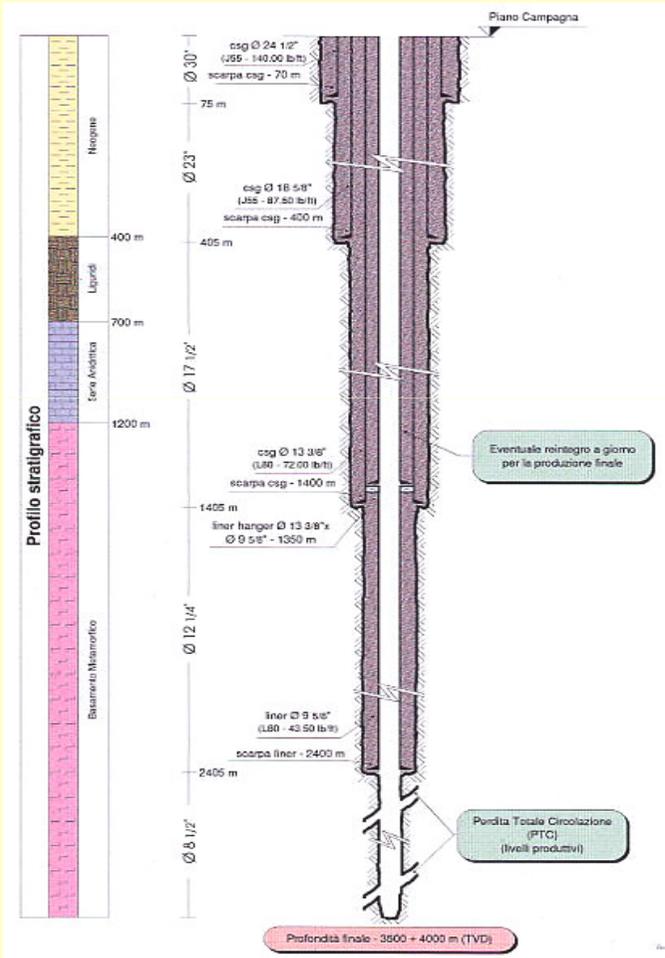
... nuove strumentazioni consentono di eseguire misure in pozzo con temperature fino a **400°C** e pressioni fino a **250 bar**.





# Le caratteristiche dei pozzi

## Profilo tecnico pozzo

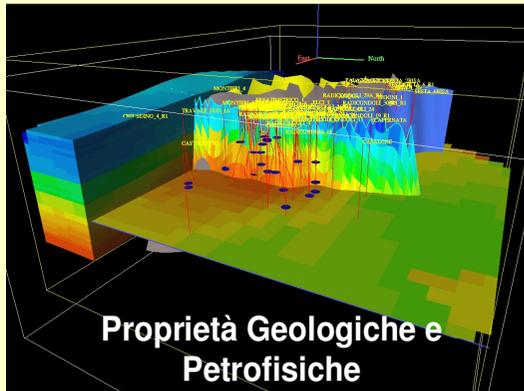


# I nuovi vapordotti

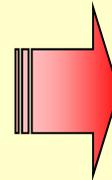
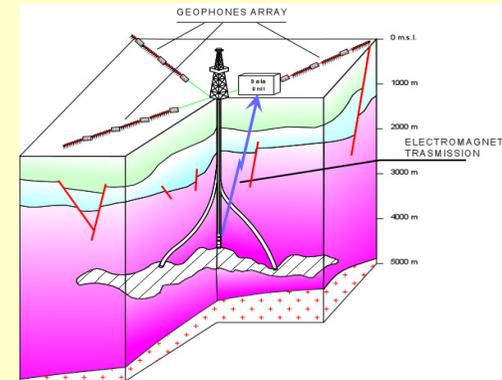


# Sviluppo metodologie di esplorazione e coltivazione del serbatoio

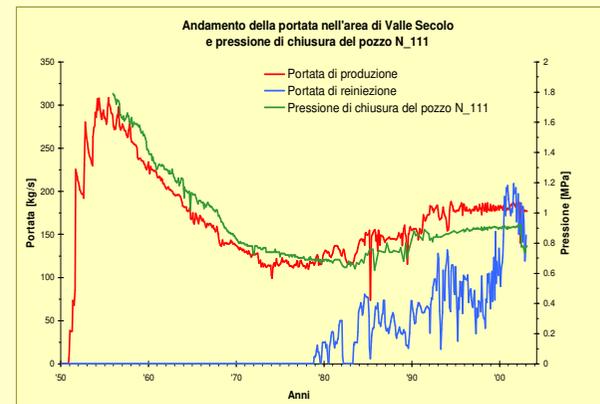
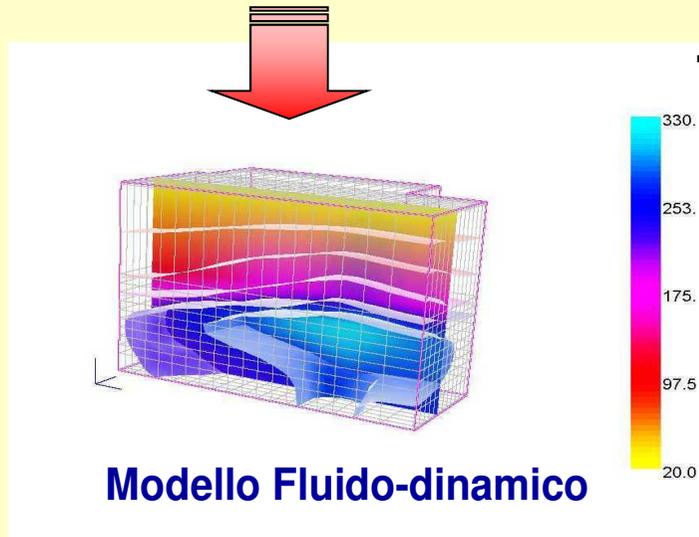
**Modello predittivo per ...**



**... obiettivi della perforazione**



**... ottimizzazione della gestione del serbatoio**



## Centrale Valle Secolo (2x60 MW)

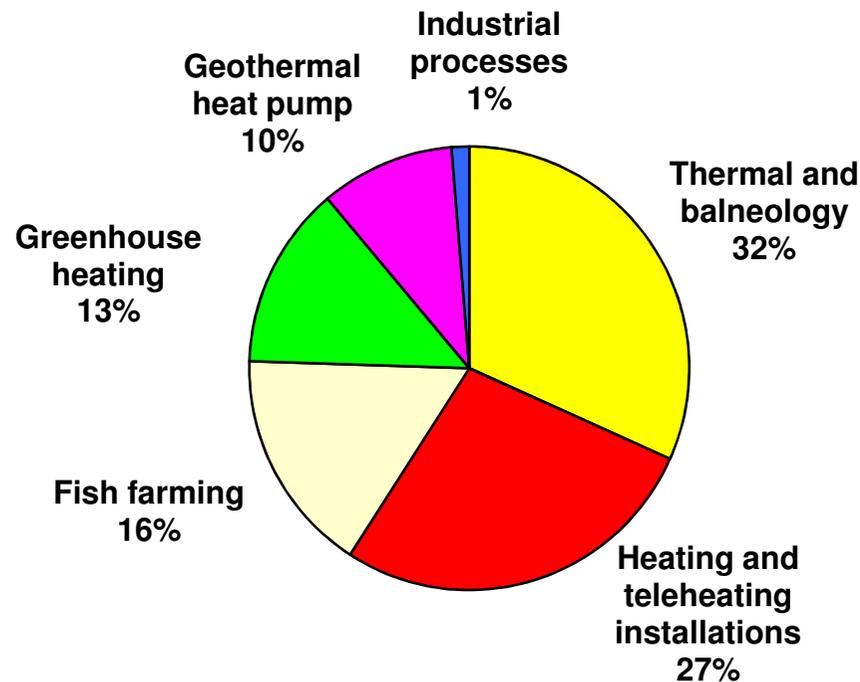


# AMIS



Una nuova tecnologia interamente progettata e sviluppata da Enel: **AMIS** (**A**bbattimento **M**ercurio e **I**drogeno **S**olforato)

**Main applications of the terrestrial heat for direct uses in Italy (2008)**



**Total thermal energy used 9,500 TJ (2008)**

The Heat Pumps are here in evidence with just the 10 % of the total energy: in the next future, their massive foreseen growth will allow an important contribution to the increase of the total geothermal uses in Italy.

In the last years, the increase of the Geothermal Direct Uses is due both to the development of geothermal district heating (5-20 MWth unit power), mainly in northern areas of Italy, and to single household applications, which are widely implementing their heating and cooling equipment with geothermal sources of small unit power.

# Il Calore terrestre per la climatizzazione degli edifici

## 1) Mediante utilizzo di fluidi caldi sotterranei

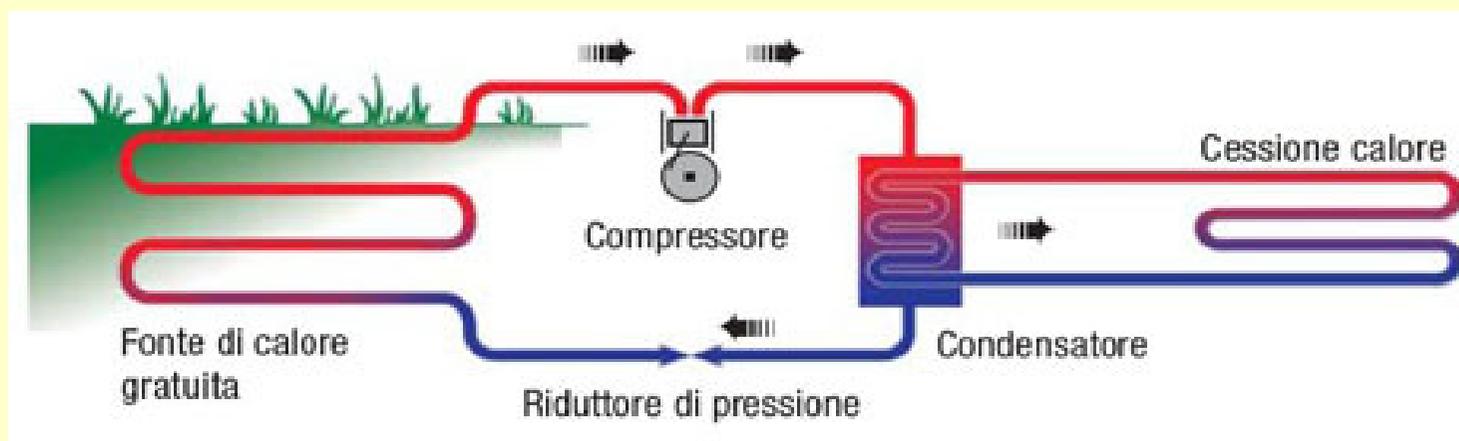
- **Acque calde, da scambiatori alimentati con fluidi ad AT, da pozzi profondi (*teleriscaldamenti di Ferrara e dei Comuni geotermici toscani*)**
- **Acque calde di media temperatura, da pozzi di modesta profondità**
- **Acque termali**
- **Acque calde di bassa temperatura (<50 °C), da pozzi di modesta profondità, tramite POMPE di CALORE in ciclo aperto o ciclo chiuso.**

## Il Calore terrestre per la climatizzazione degli edifici

2) Utilizzando il terreno (o acque di superficie) come fonte di calore, sempre per mezzo di POMPE di CALORE

- **Mediante sonde scambiatrici verticali (profondità 50 - 300 m)**
- **Mediante serpentine inserite in pali di fondazione**
- **Mediante serpentine scambiatrici orizzontali a bassa profondità (< 5 m)**

## Schema di funzionamento della di pompa di calore



[www.groundreach.eu](http://www.groundreach.eu)

## Pompe di calore collegate al terreno (sistemi a circuito chiuso)



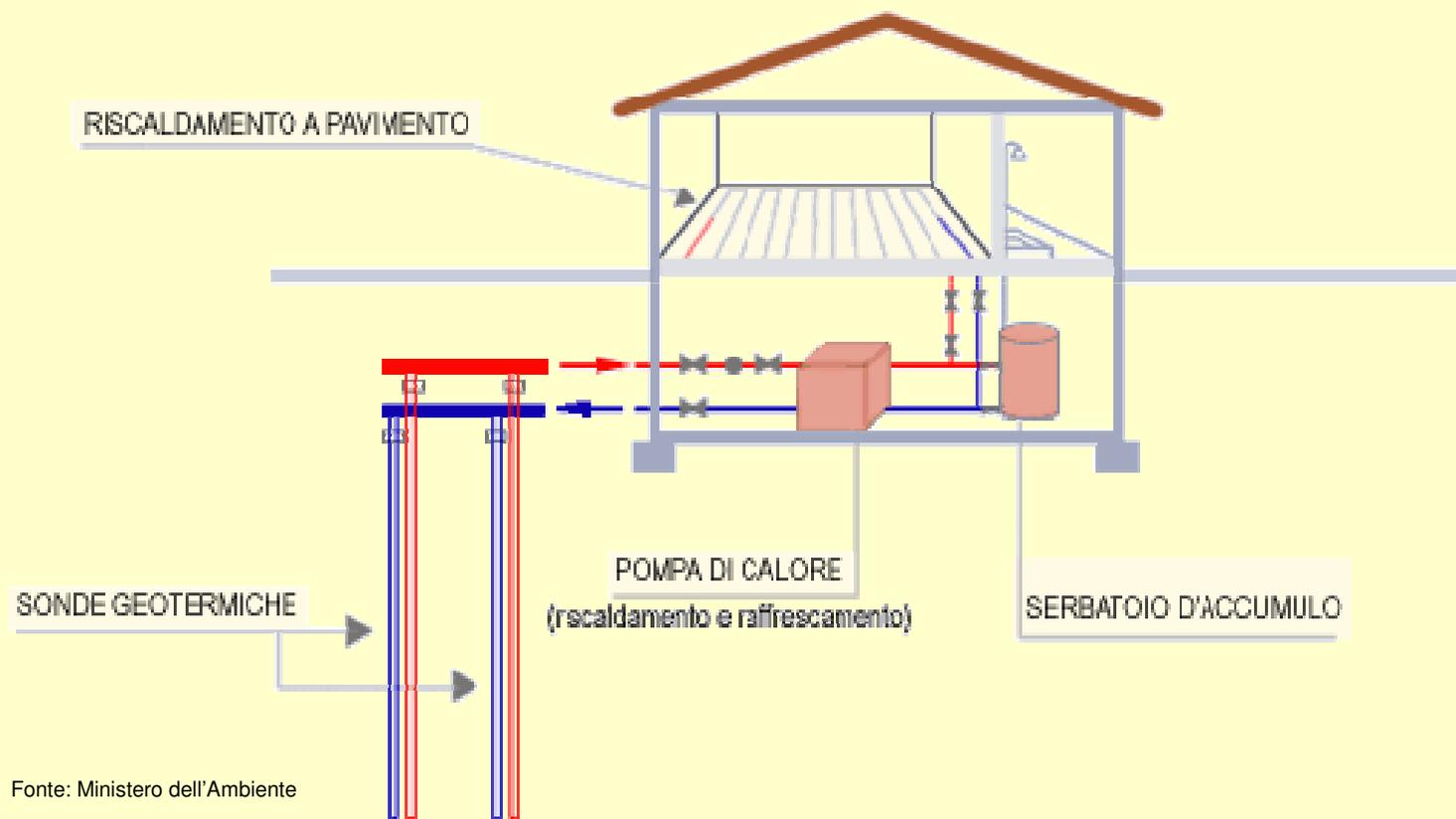
## Pompe di calore collegate ad acque sub-superficiali (sistemi a circuito aperto)



## Pompe di calore collegate ad acque superficiali



# Schema di impianto di climatizzazione da fonte geotermica di bassa temperatura

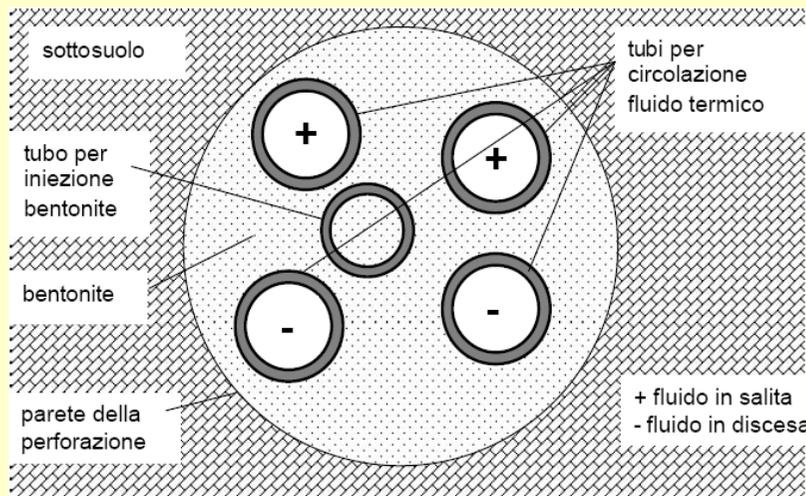


# Le sonde geotermiche

(fonte: **Misure di un impianto di riscaldamento con sonde geotermiche a Lugano (TI), dicembre 2002** / Impianti geotermici a pompa di calore, autore Studio di geologia e architettura CN )

Le sonde geotermiche ed i fasci di tubi prelevano calore dal suolo tramite un sistema di circolazione. Acqua addizionata di antigelo, serve da fluido termoconduttore. Con l'aiuto di una pompa di calore, il calore prelevato è portato alla temperatura necessaria per il riscaldamento dei locali e, all'occorrenza, dell'acqua per impianti sanitari.

La lunghezza delle **sonde geotermiche** attualmente in utilizzo, varia da 50 a 300 m, mediamente 100 -150 m, e permette di non sentire le variazioni di temperatura in superficie, giornaliere e stagionali.



Tubi polietilene

Contrappeso



**Domestic Ground Source Heat Pumps: Design and installation of closed-loop systems (2007 edition)**



**Figure 3** Trench and SLINKY™ © GeoScience

**Domestic Ground Source Heat Pumps: Design and installation of closed-loop systems**  
(2007 edition)



Figure 6 Installation of a vertical SUNKY ground collector © Kensa Engineering

## Alcuni esempi di impianti



Villetta monofamiliare  
Superficie 90 mq  
Potenza termica 6,5 KW  
Una perforazione da 100 mt



Appartamento adibito ad uso ufficio  
Superficie 180 mq  
Potenza termica 11 KW  
Nr 2 perforazioni da 100 mt



Superficie calpestabile: 2147 mq  
Capienza: 90 addetti  
Potenza frigorifera 85 KW  
Potenza termica 90 KW  
Nr 16 perforazioni da 100 mt

## ***ESEMPI DI GRANDI IMPIANTI CON IMPIEGO DI CALORE GEOTERMICO A BASSA TEMPERATURA E POMPE DI CALORE***

- **Teleriscaldamento Quartiere “Canavese”, Milano, ca 5000 appartamenti.**  
L’ impianto è servito da 1 unica pompa di calore da 15 MWt, alimentata ad acqua di falda (14 °C) e da 1 sistema di cogenerazione. Realizzazione A2A, per solo riscaldamento. Il progetto sarà replicato in 4 altri quartieri periferici di Milano, per un totale finale di ca 200.000 abitanti serviti.
- **Nuova sede della Regione Lombardia, Milano. Grattacielo di 36 piani + 9 edifici satellitari. Climatizzazione completa (riscaldamento + raffrescamento estivo).**L’ impianto è costituito solo da 3 pompe di calore, da 2150 kWt ciascuna, alimentate da acqua di falda a 14 °C, per mezzo di 8 sonde geotermiche verticali di 50 m di profondità. Potenza totale termica 6 MWt, potenza totale frigorifera 12 MWt.
- **Ipermercati IKEA di Corsico e Parma, climatizzazione completa, solo con pompe di calore.**

# Lo sviluppo della geotermia in Italia al 2008

Sommario degli usi complessivi e dei benefici prodotti  
dalla geotermia nel 2008

❖ **Energia elettrica**      **810.5 MWe**      **5.2 TWh/y**      **1,1x10<sup>6</sup> TEP**

❖ **Usi diretti (*tutti*)**      **800 MWt**      **9.500 TJ/y**      **0,2x10<sup>6</sup> TEP**

---

❖ **Equivalente energetico degli usi  
complessivi della geotermia**      **1,3x10<sup>6</sup> TEP**

❖ **Rapporto tra energia geotermica usata ed  
energia totale consumata nel 2008 in Italia  
(196x10<sup>6</sup> TEP)**      **0,67 %**

❖ **Emissione evitata di CO<sub>2</sub>**      **4x10<sup>6</sup> Tonn/anno**

# Il ruolo della geotermia in Italia al Dic. 2008

**CONSUMO TOTALE LORDO DI ENERGIA IN ITALIA ...ca  $190 \times 10^6$  TEP, di cui:**

- **da combustibili fossili ..... 87 %**
- **da idroelettricità ed altre fonti rinnovabili ..... 7 %**
- **da energia importata ..... 6 %**

---

**GEOTERMIA TOTALE..... ca.  $1,3 \times 10^6$  TEP (0,65 % del totale), di cui:**

- **da generazione elettrica .....  $1,1 \times 10^6$  TEP (0,55 % del totale)**
- **da tutti gli usi diretti .....  $0,2 \times 10^6$  TEP (0,1 % del totale).**

**SE RIFERITA AL TOTALE DEI CONSUMI ENERGETICI, LA GEOTERMIA HA QUINDI UN RUOLO SIGNIFICATIVO MA NELL'INSIEME MODESTO. SE RIFERITA INVECE AL TOTALE DELLE FONTI RINNOVABILI CORRISPONDE A QUASI IL 10%.**

**BISOGNA PERO' OSSERVARE CHE, A FRONTE DI UN NOTEVOLE POTENZIALE DI RISORSE DISPONIBILI, MENTRE LA PRODUZIONE GEOTERMoeLETTRICA HA AVUTO DA MOLTI DECENNI UNO SVILUPPO SOSTENUTO, GLI USI DIRETTI, SONO RIMASTI COMPLESSIVAMENTE "AL PASSO".**

## **MOTIVAZIONI DI SVILUPPO DELLA GEOTERMIA IN ITALIA**

- ➡ ha una tecnologia matura
- ➡ è disponibile in continuità ed in misura costante tutto l'anno
- ➡ i suoi usi diretti possono trovare applicazione in molte aree del territorio nazionale con l'utilizzo delle acque calde, ed ovunque con l'ausilio delle pompe di calore geotermiche.

## **COSA È NECESSARIO PER IL SUO SVILUPPO**

- Impegno forte di tutte le parti politiche
- Nuovo Piano Energetico Nazionale con sviluppo delle fonti rinnovabili
- PIER in tutte le Regioni italiane, con promozione dell'energia geotermica
- Sostegno allo sviluppo del calore terrestre tra le fonti rinnovabili di energia
- Coinvolgimento di categorie professionali esperte nel settore
- Campagne di informazione sui vantaggi dell'uso dell'energia geotermica.

## SCENARI DI CRESCITA DELLA GEOTERMIA ITALIANA FINO AL 2020

**Il primo scenario** si basa sull'attuale economia di mercato delle fonti energetiche, con le tecnologie attuali e con incisive azioni di sostegno

**Il secondo scenario** si basa su forti politiche di salvaguardia ambientale, sull'uso di tecnologie non ancora utilizzate in Italia ed anche su altre fortemente innovative.

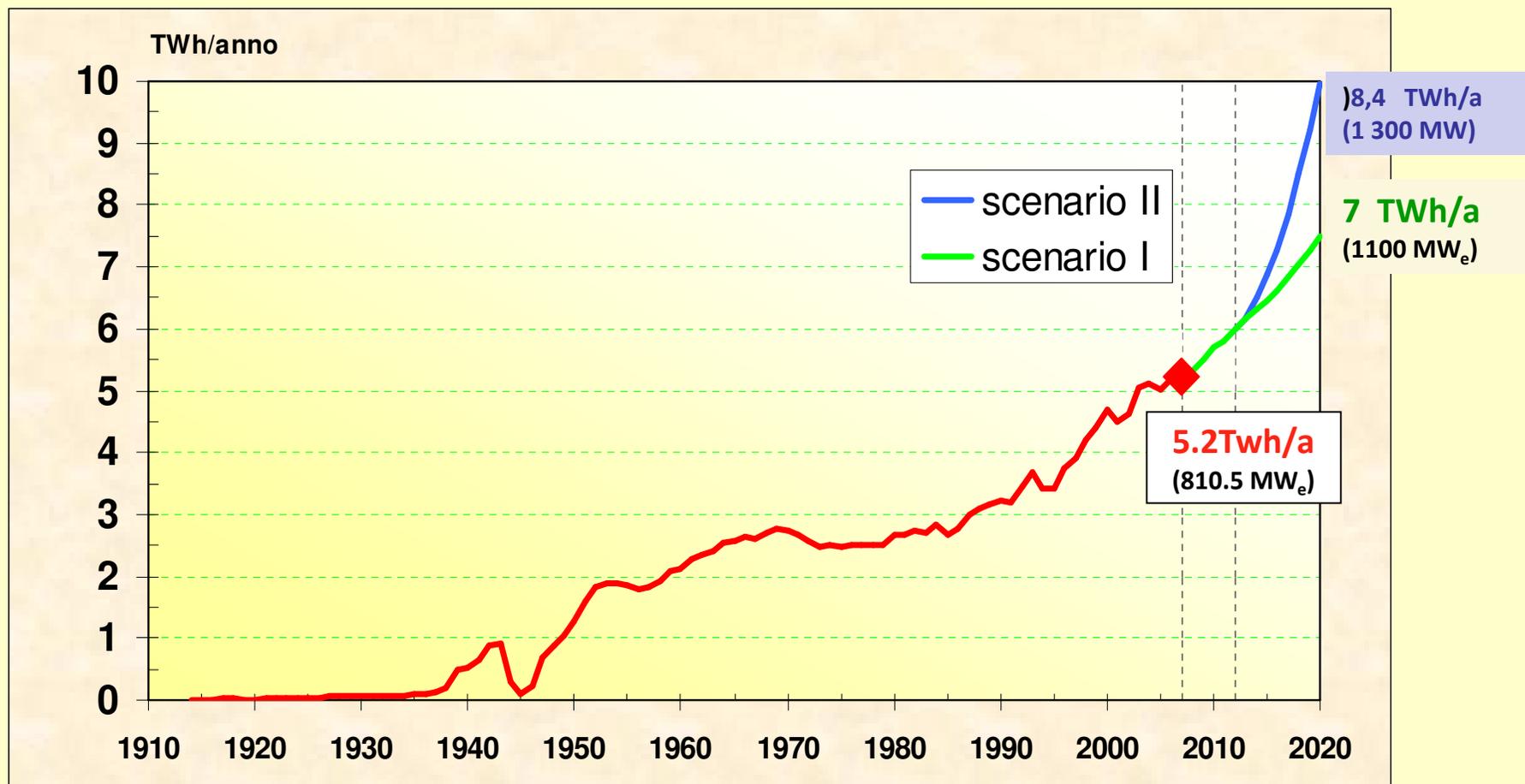
### TECNOLOGIE ancora da SVILUPPARE in ITALIA

- Cicli termodinamici binari (generazione elettrica anche a media temperatura)
- Produzione calore da serbatoi geotermici a media - bassa temperatura
- Teleriscaldamento, anche in sinergia con altre fonti (cogenerazione)
- Pompe di calore geotermiche

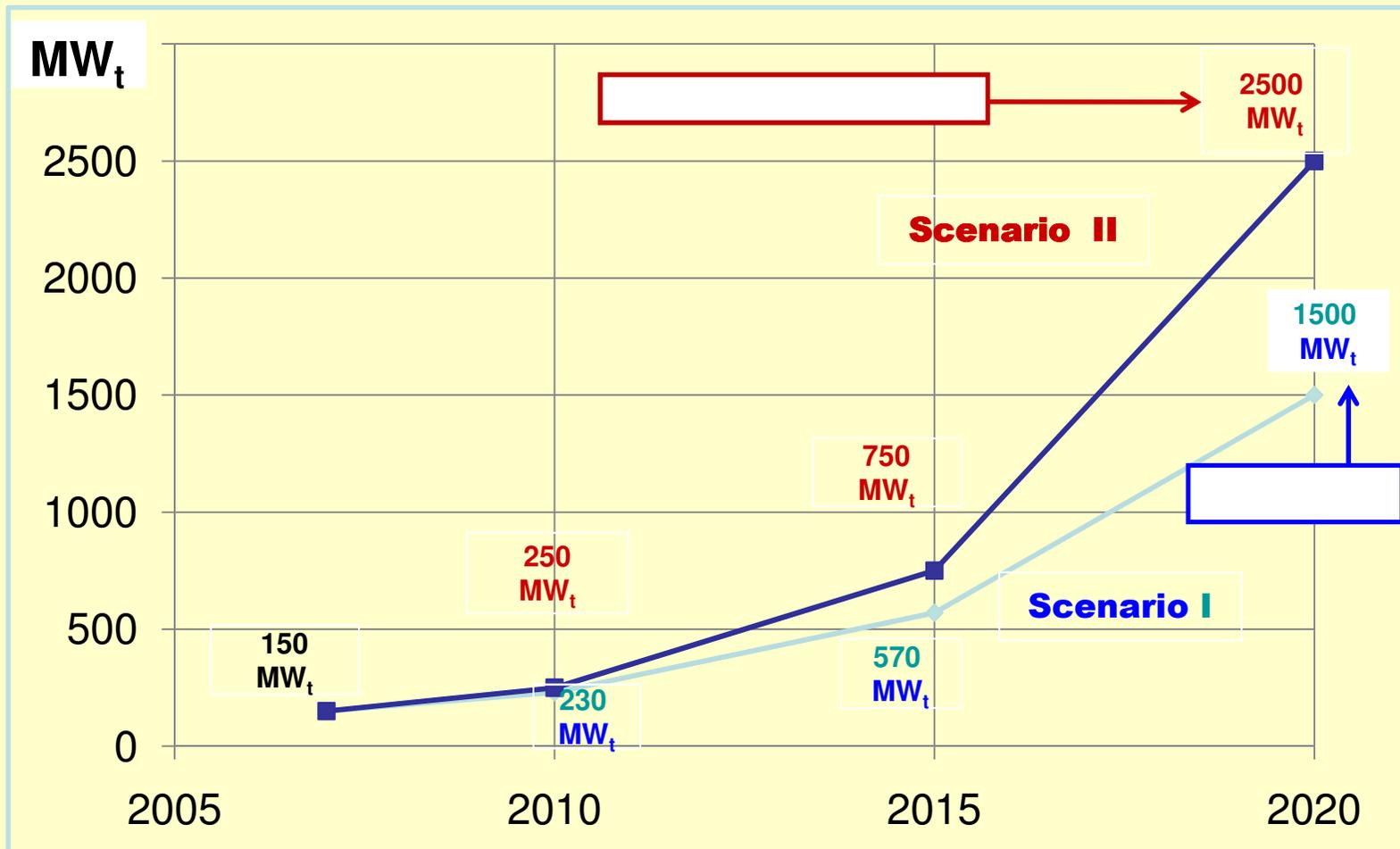
### TECNOLOGIE SPERIMENTALI

- Rocce calde secche:  
fratturazione artificiale, iniezione di acqua fredda e ritorno di fluido caldo
- Fluidi supercritici ; sistemi magmatici

## PRODUZIONE GEOTERMIELETRICA IN ITALIA DAL 1913 E PREVISIONE DI CRESCITA FINO AL 2020



## Previsione di crescita delle pompe di calore geotermiche fino al 2020 secondo gli Scenari I e II



Gli obiettivi di crescita al 2020 sono una tappa intermedia di un più sostenuto sviluppo delle pompe di calore geotermiche nei decenni successivi.

**PREVISIONI DI SVILUPPO DELLA GEOTERMIA IN ITALIA 2010 - 2020, E 2020 - 2030**  
**- Stime preliminari -**

UTILIZZAZIONE	<u>SCENARIO I</u>			<u>SCENARIO II</u>			INCREMENTO PERCENTUALE MEDIO ANNUO DI CAPACITA'	
	2010	2020	2030	2010	2020	2030	2011 - 2020	2021 - 2030
<b><u>PRODUZIONE ELETTRICA</u></b>	850	1100	1500	850	1300	2200	Scenario I = 2 Scenario II = 4,5%	Scenario I = 3 % Scenario II = 5.5 %
- Capacità installata (MWe)	5,5 (a)	7 (b)	9,7 (b)	5,5 (a)	8,4 (b)	14 (b)		
- Elettricità prodotta (TWh/anno)	1.100	1.400	1.940	1.100	1.680	2.800		
- Olio risparmiato (kTEP/anno)	3.400 (c)	4.300 (c)	6.000 (c)	3.400 (c)	5.200 (c)	8.600 (c)		
- CO <sub>2</sub> evitata (kTonn/anno)								
<b><u>USI DIRETTI</u></b> (pompe di calore incluse) *	1000	3000	8000	1000	4000	16.000	Scenario I =11,5% Scenario II=14,8%	Scenario I = 11% Scenario II = 15%
- Capacità installata (MWt)	12.500 (d)	37.500 (e)	100.000	12.500 (d)	50.000 (e)	200.000		
- Calore prodotto (TJ/anno)	300	900	(e)	300	1.200	(e)		
- Olio risparmiato (kTEP/anno)	900	2.800	2.400	900	3.700	4.800		
- CO <sub>2</sub> evitata (kTonn/anno)			7.400			14.800		

**GREEN CITY ENERGY**

**Nuove energie per lo sviluppo  
competitivo e sostenibile della città**

**Pisa - Palazzo dei Congressi - 1, 2, 3 Luglio 2010**

*Lo scenario tecnologico del settore geotermico*

*GRAZIE per l'ATTENZIONE*

**Ing. Giancarlo Passaleva  
Presidente UGI-Unione Geotermica Italiana**

