



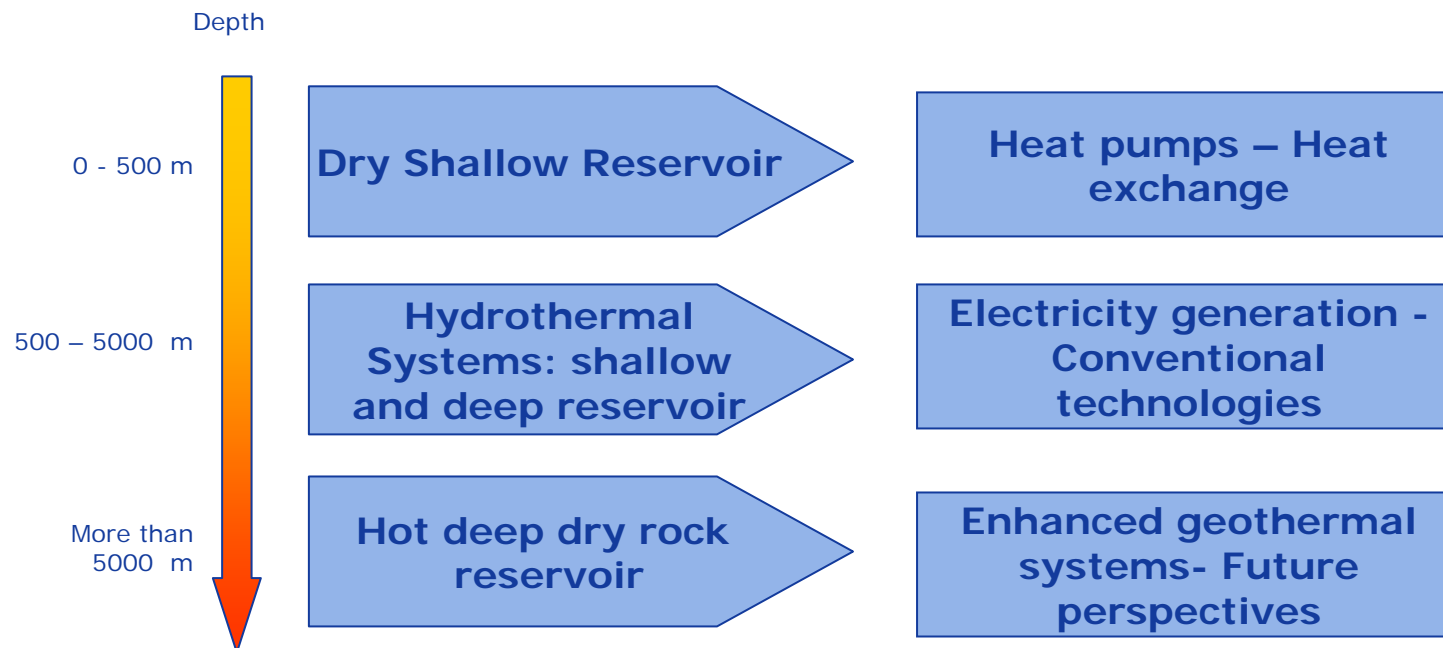
# La produzione geotermoelettrica ad alta entalpia: stato dell'arte

Ferrara, 23 settembre 2009

# Agenda

- **La situazione attuale**
- **Prospettive di sviluppo**
- **Condizioni per lo sviluppo**

# I sistemi geotermici



**Le caratteristiche del serbatoio condizionano le possibilità di sviluppo e le tecnologie utilizzabili**

## Classificazione sistemi geotermici

### Tipo di fluido

- Vapore  
dominante

- Acqua  
dominante

### Contenuto energetico

- Alta entalpia

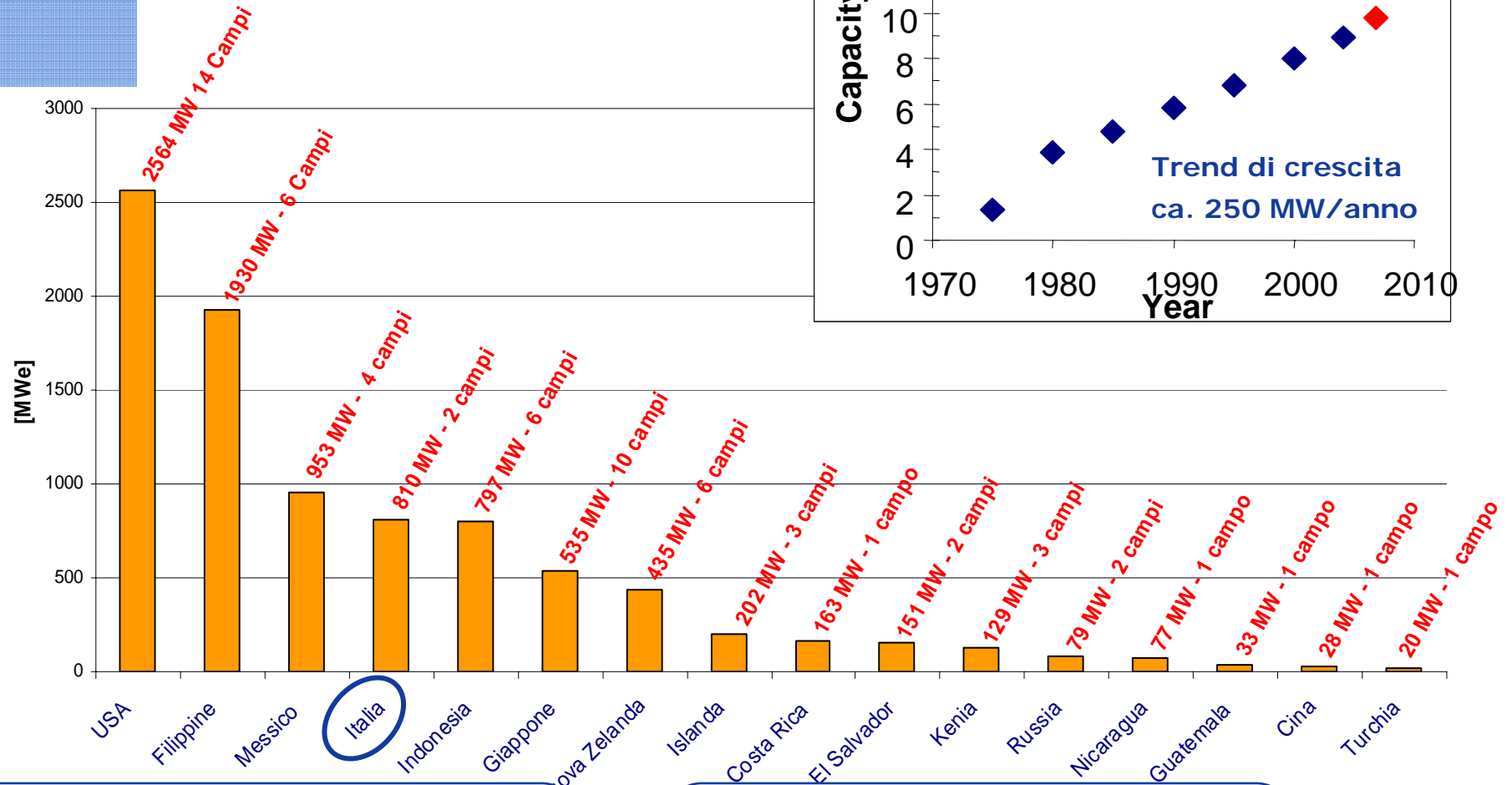
- Bassa entalpia

### Utilizzo

- Produzione  
elettrica

- Uso diretto  
del calore

# Potenze installate nei vari paesi



**Generazione elettrica (24 Paesi)**

9.700 MW potenza  
62.000 GWh/anno

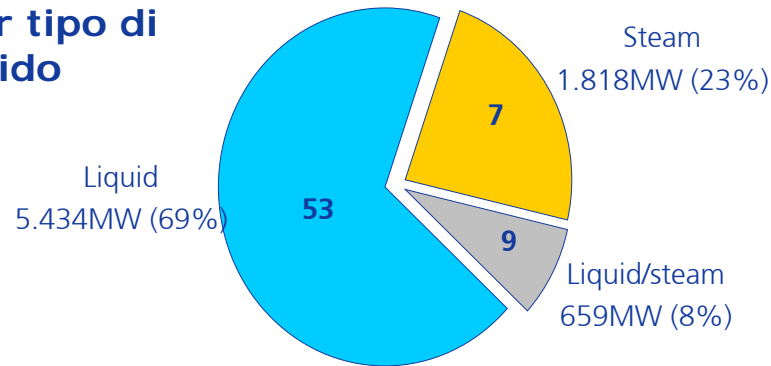
**Usi termici (71 Paesi)**

28.000 MWt potenza  
73.000 GWht/anno

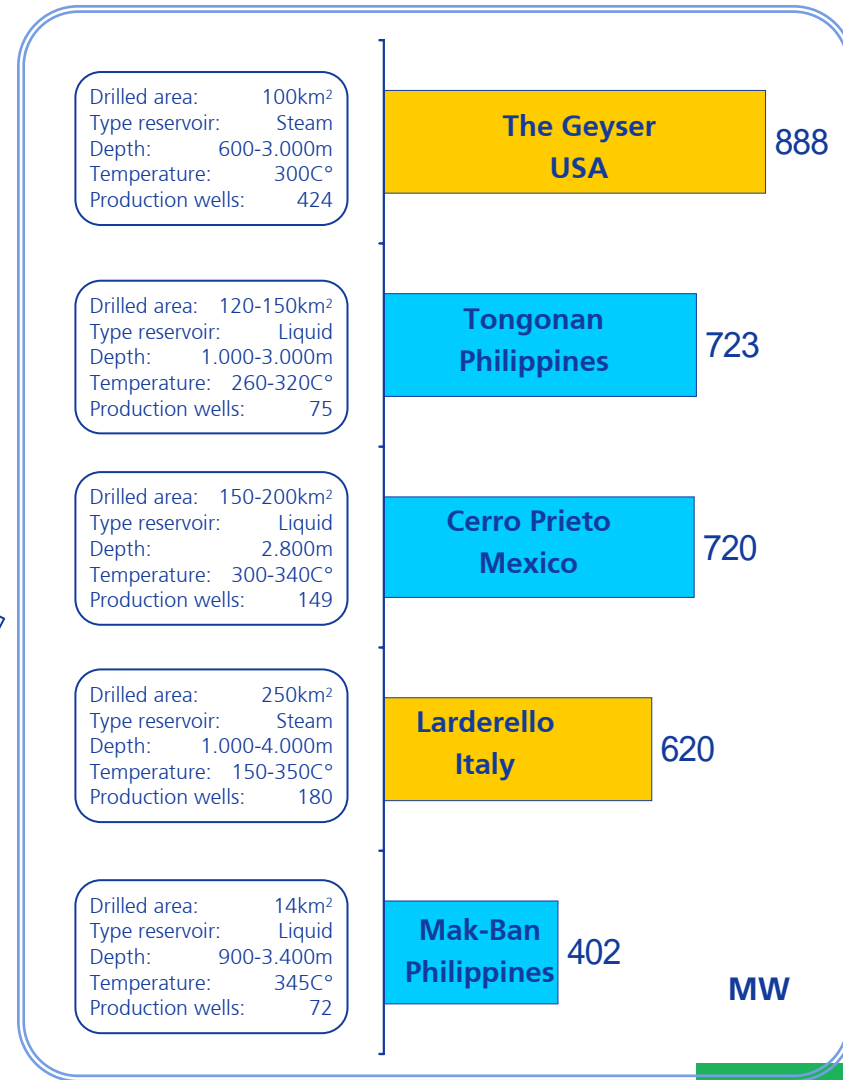
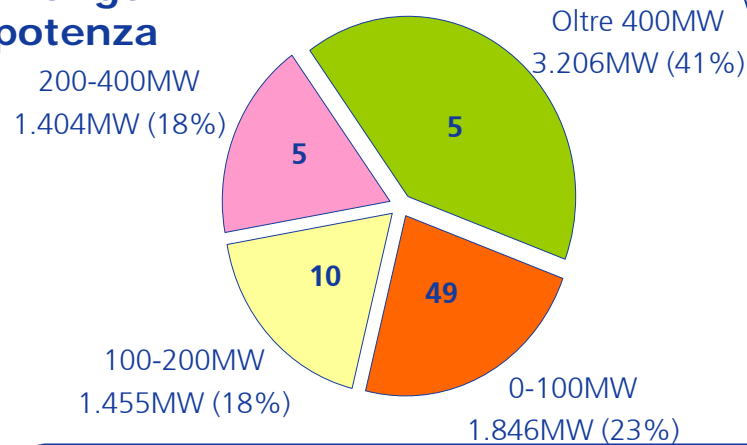


# I campi geotermici nel mondo

Per tipo di fluido



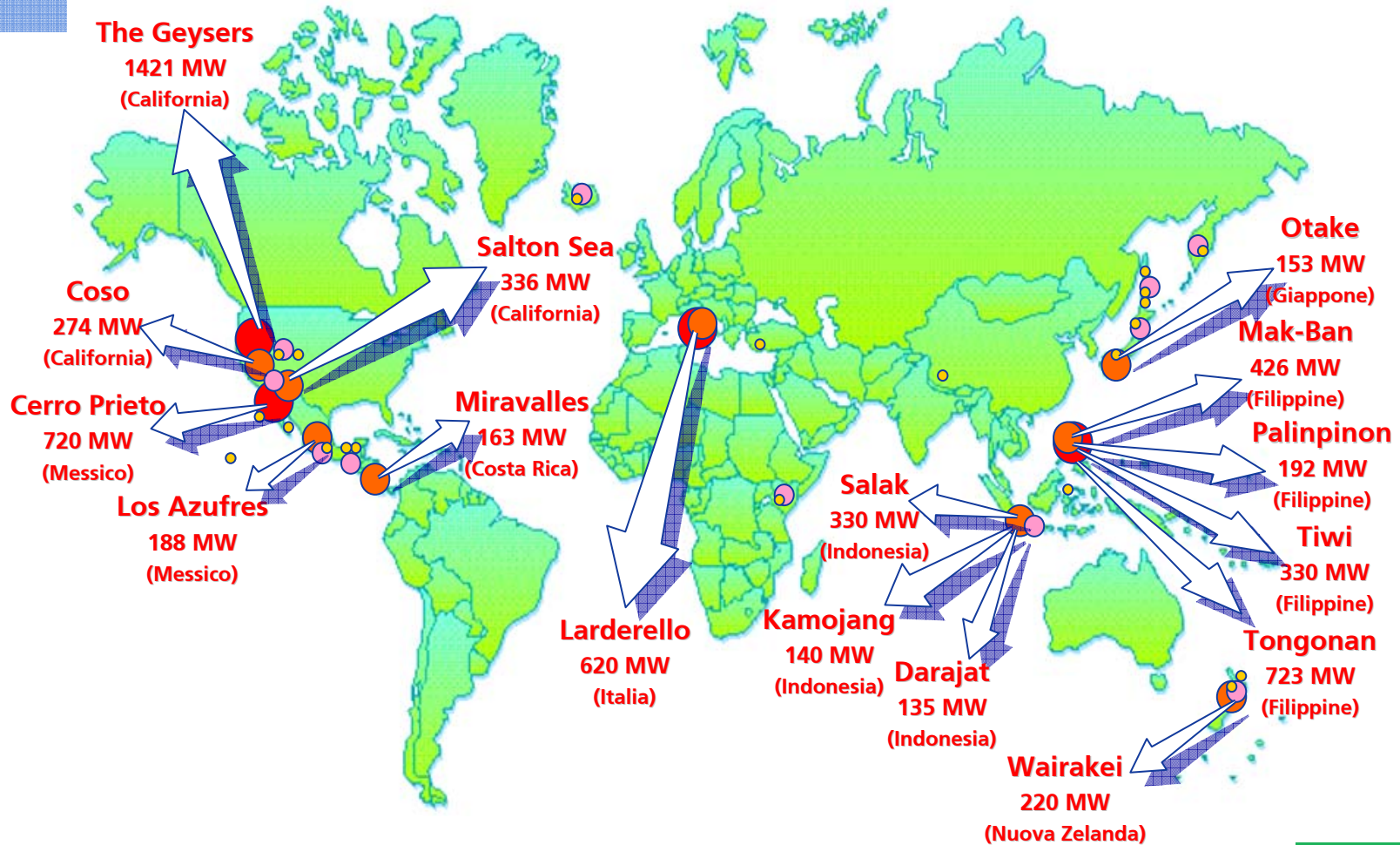
Per range di potenza



**Pochi campi contribuiscono per oltre il 40% al totale**



# Principali campi geotermici

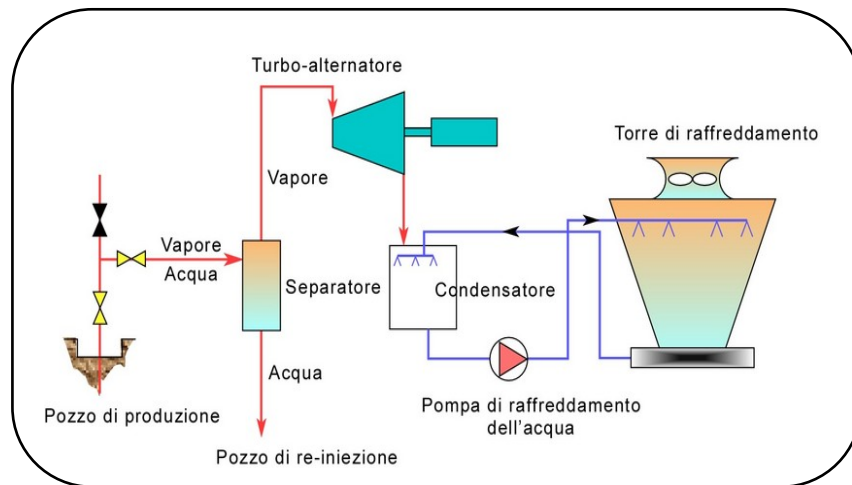


Localizzazione in limitate aree geografiche



# Le tecnologie disponibili

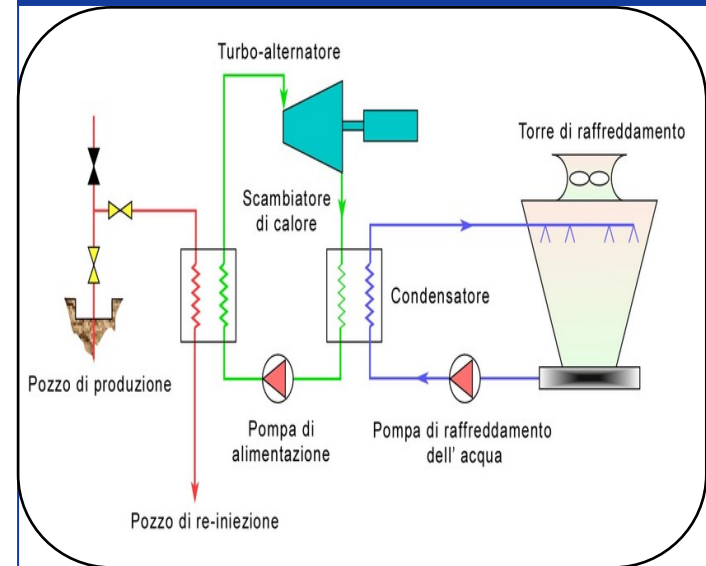
## Impianti a vapore



Vapore secco

Vapore di flash

## Impianti binari



Potenza globale installata 2007	Unità	58	195	237
	Potenza ( GW)	2.6	5.6	0.8
	Potenza media ( MW)	~45	~29	~3



## Enel Green Power: gli impianti in esercizio

**810.5 MW potenza installata**  
**711 MW potenza efficiente**

- 32 Unità in esercizio
- Potenza 10 MW - 60 MW
- Tutte le unità sono "remote controlled"
- 500 pozzi in esercizio
- 460 km tubazioni per trasporto fluidi
- 3.4 Mt CO<sub>2</sub> emissioni evitate
- 1.1 Mtep risparmiate



# Agenda

- **La situazione attuale**
- **Prospettive di sviluppo**
- **Condizioni per lo sviluppo**

## Le prospettive di sviluppo: nel mondo

Dai report pubblicati previsione di crescita a **11000 MW** entro il 2010

Paesi dove sono previsti i maggiori incrementi

Indonesia	200 MW
Islanda	160 MW
USA	130 MW
Nuova Zelanda	120 MW
Messico	225 MW

I sistemi ad elevata entalpia costituiscono ancora l'obiettivo di maggior interesse dal punto di vista industriale per la produzione di energia elettrica (quelli ancora da sviluppare restano oggi una aliquota residuale)

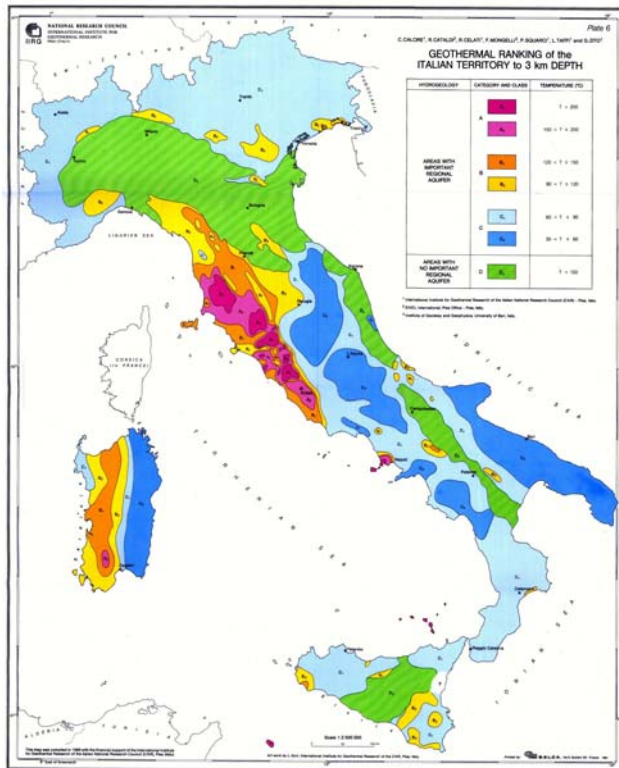
I paesi dove si prevedono i maggiori sviluppi nel medio/lungo termine

- **Indonesia**: è il paese con il più elevato potenziale ancora non sviluppato
- **Centro\_Sud America**: buone prospettive per sviluppi in zone fino ad oggi considerate poco accessibili

In **USA**: c'è oggi un forte interesse per lo sviluppo di progetti a media entalpia

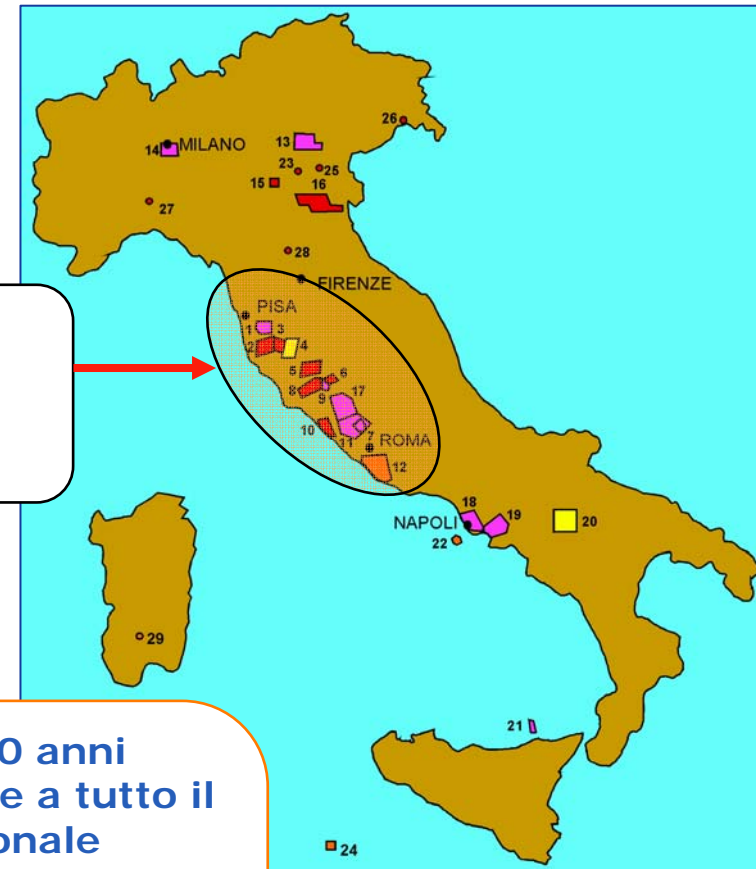
# In Italia

## Temperature a 3000 m



Toscana e Lazio le aree a maggior potenziale geotermico

## Le aree di attività



- Negli ultimi 30 anni indagini estese a tutto il territorio nazionale
- Perforati oltre 120 pozzi all'esterno della Toscana
- Vaste aree del Lazio, Umbria, area Napoletana, Isola Vulcano ed altre zone





# Agenda

- **La situazione attuale**
- **Prospettive di sviluppo**
- **Condizioni per lo sviluppo**

# Processo di sviluppo di un progetto geotermico

## Riconoscimento

Area > 1000 Km<sup>2</sup>

## Prefattibilità

Area 100 - 200 Km<sup>2</sup>

- valutazione preliminare del Potenziale
- ubicazione pozzi esplorativi

## Individuazione

## Fattibilità

Area 10 - 20 Km<sup>2</sup>

- Caratterizzazione Reservoir
- Valutazione del potenziale
- Definizione caratteristiche del fluido

## Caratterizzazione

## Sviluppo

- Definizione obiettivi minerari
- Progetto di sistema.

## Monitoraggio

## Gestione

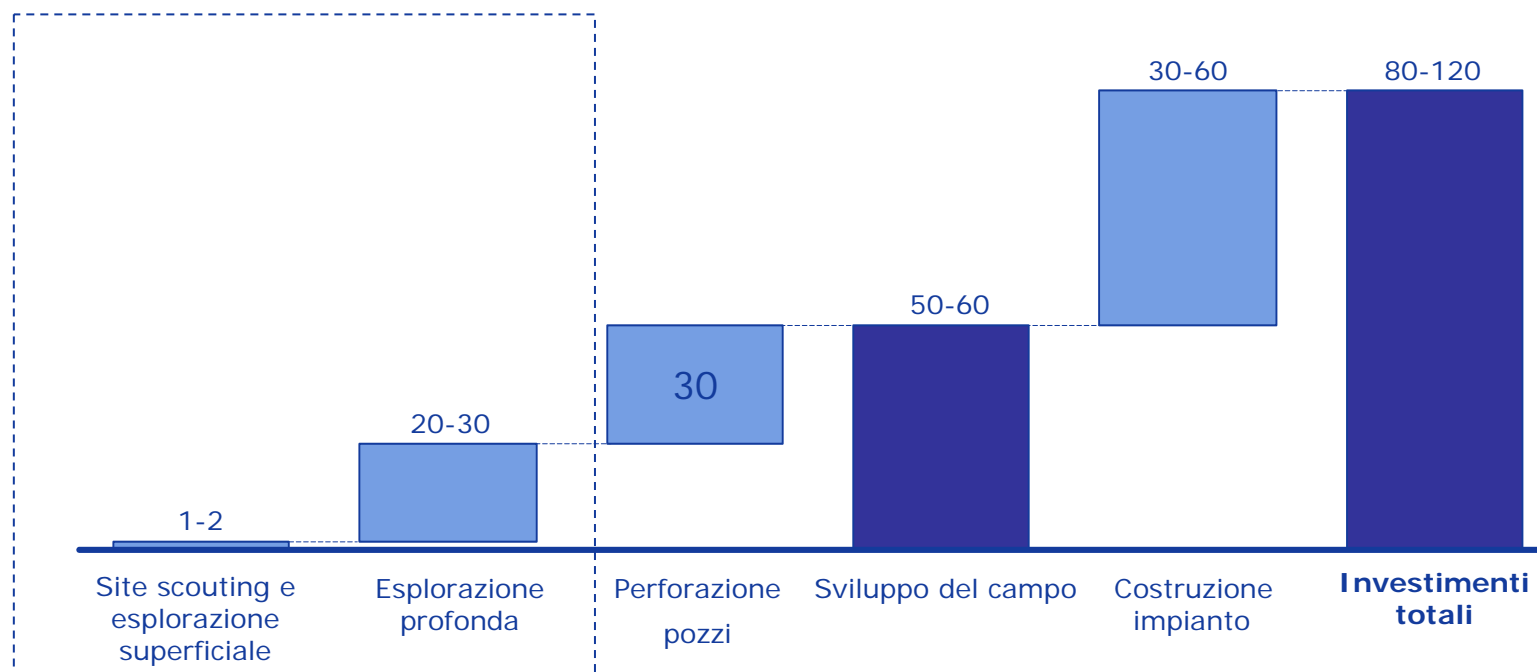
## Esercizio

- Contrasto del declino
- Gestione ottimale

Processo step by step: durata 36 – 48 mesi

# Gli investimenti

Milioni EURO, riferimento impianto da 20 MW



**Investimenti elevati già nella fase di esplorazione**

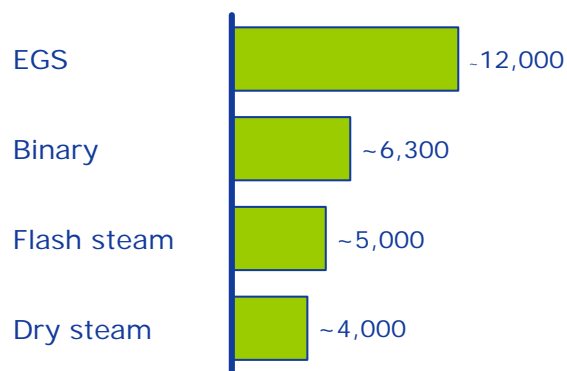


# Investimenti: confronto con altre tecnologie

## Investimenti site specific e differenziati in funzione delle tecnologie...

### Investimenti

2007, EUR/KW installato



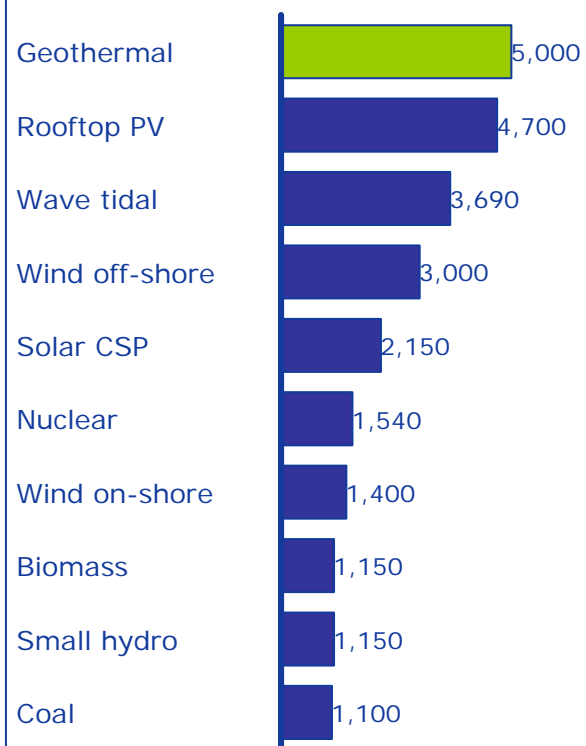
Entità investimenti fortemente condizionata dai costi di perforazione

- Numero di pozzi necessari
- Profondità di perforazione

## ... ancora non comparabili con tecnologie non rinnovabili

### Investimenti

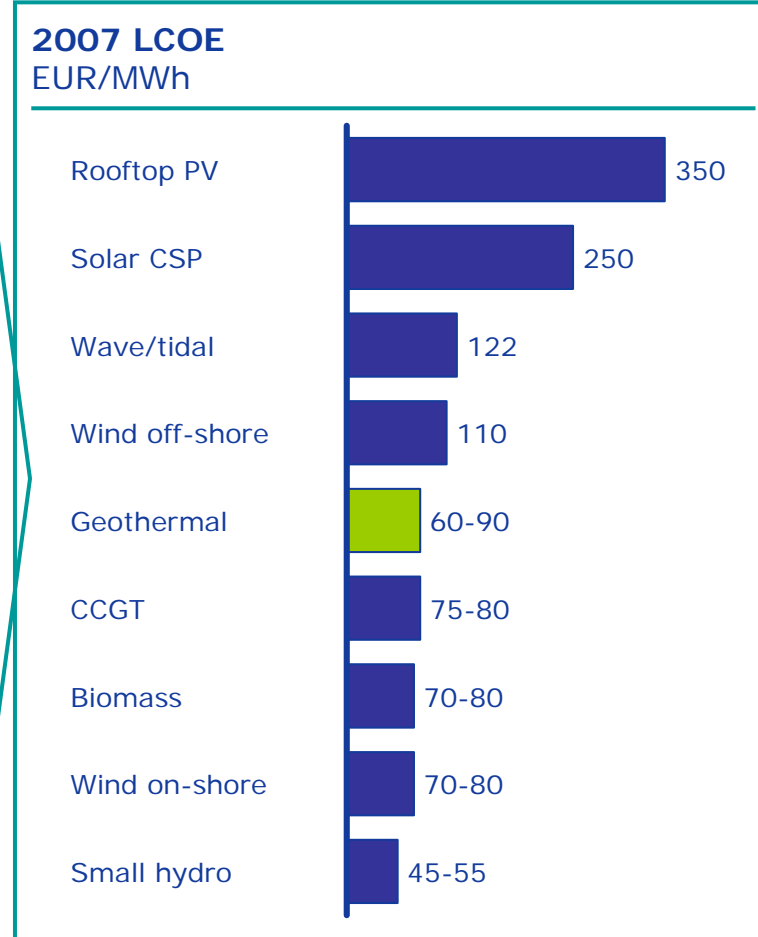
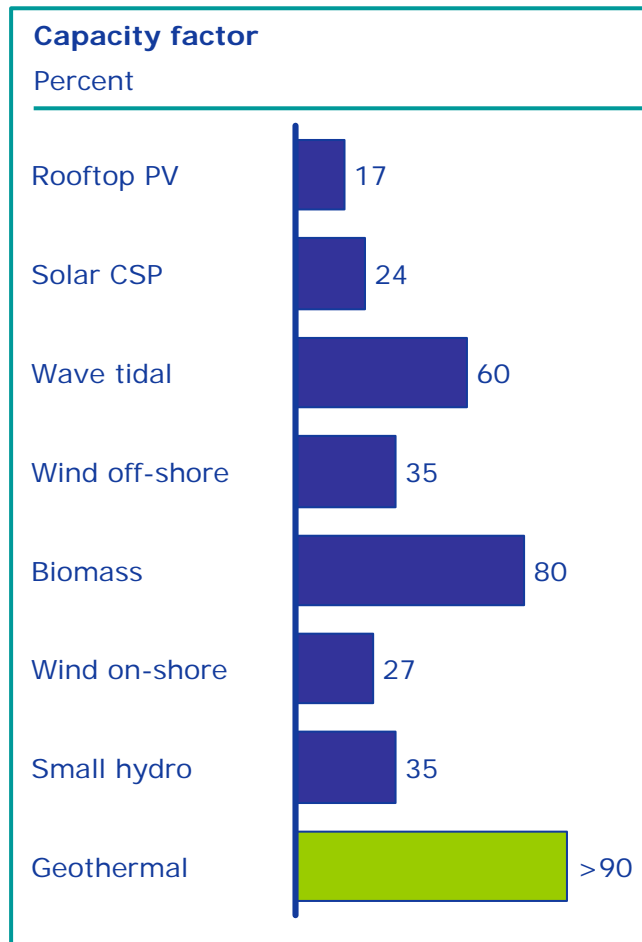
2007, EUR/KW installato



Gli investimenti per la produzione geotermica

- Sono elevati e fortemente condizionati dal sito e dalla tecnologia utilizzata
- Sono superiori alle altre fonti di energia rinnovabili e non rinnovabili

# Fattore di utilizzazione elevato LCOE nei confronti di altre tecnologie rinnovabili



Tra le energie rinnovabili, **la produzione geotermica è la più adatta per il carico di base**, avendo:

- elevato capacity factors
- Bassi costi di generazione



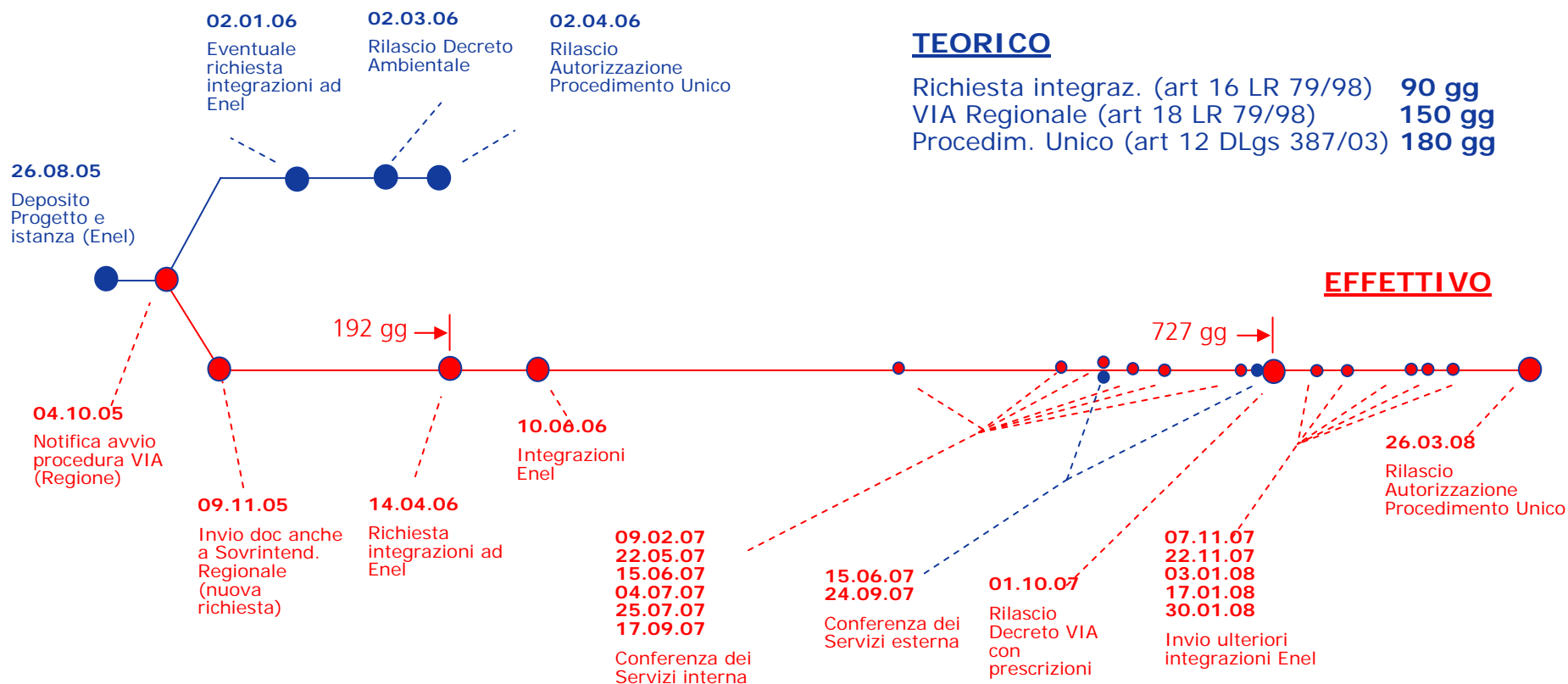
# Investimenti: spazi di ottimizzazione/riduzione

Average breakdown of capital costs 2007, percent	Room for capex reduction	Capex reduction driver	Examples
Exploration 25		Methodological and technological developments In-situ analysis of reservoir properties, modeling of geothermal reservoir behavior and management	Exploration data and lab experiments to identify robust values of physical rock properties Reservoir identification through 3D modeling/seismics to reduce mining risks (i.e., lower probability of finding dry boreholes) Optimization of numerical tools for systematic measurements of behavior of geothermal facilities Numerical modeling tools to predict long term geothermal reservoir's behavior
Drilling 40		Reduction of drilling costs by employing new techniques and high temperature tools (e.g., directional drilling)	Use of supercritical CO <sub>2</sub> as fluid Optimization and development of in-situ measurement technologies and borehole monitoring with fiber optics
Plant 35		Limited room for significant reduction (i.e., mature technology) Higher plant availability (reaching 95% capacity factor) and heat conversion efficiency (especially for binary cycle technology) expected	R&D in drilling for heat exchangers in low-enthalpy reservoirs
Total 100		Improvement of separators in water-dominated geothermal fields	



# Iter autorizzativi: tra teoria e pratica

2005					2006								2007								2008											
07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03



**Tempi non congrui per una corretta programmazione degli investimenti**



## Impianto AMIS



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

Programma di  
Ambientalizzazione 16 centrali  
tra il 2005 e il 2007



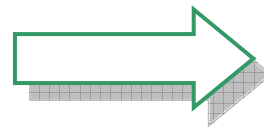
Complessivamente **trattato l'80% delle emissioni** degli impianti geotermici

# Evoluzione impiantistica

L'evoluzione degli impianti ...



... le soluzioni architettoniche



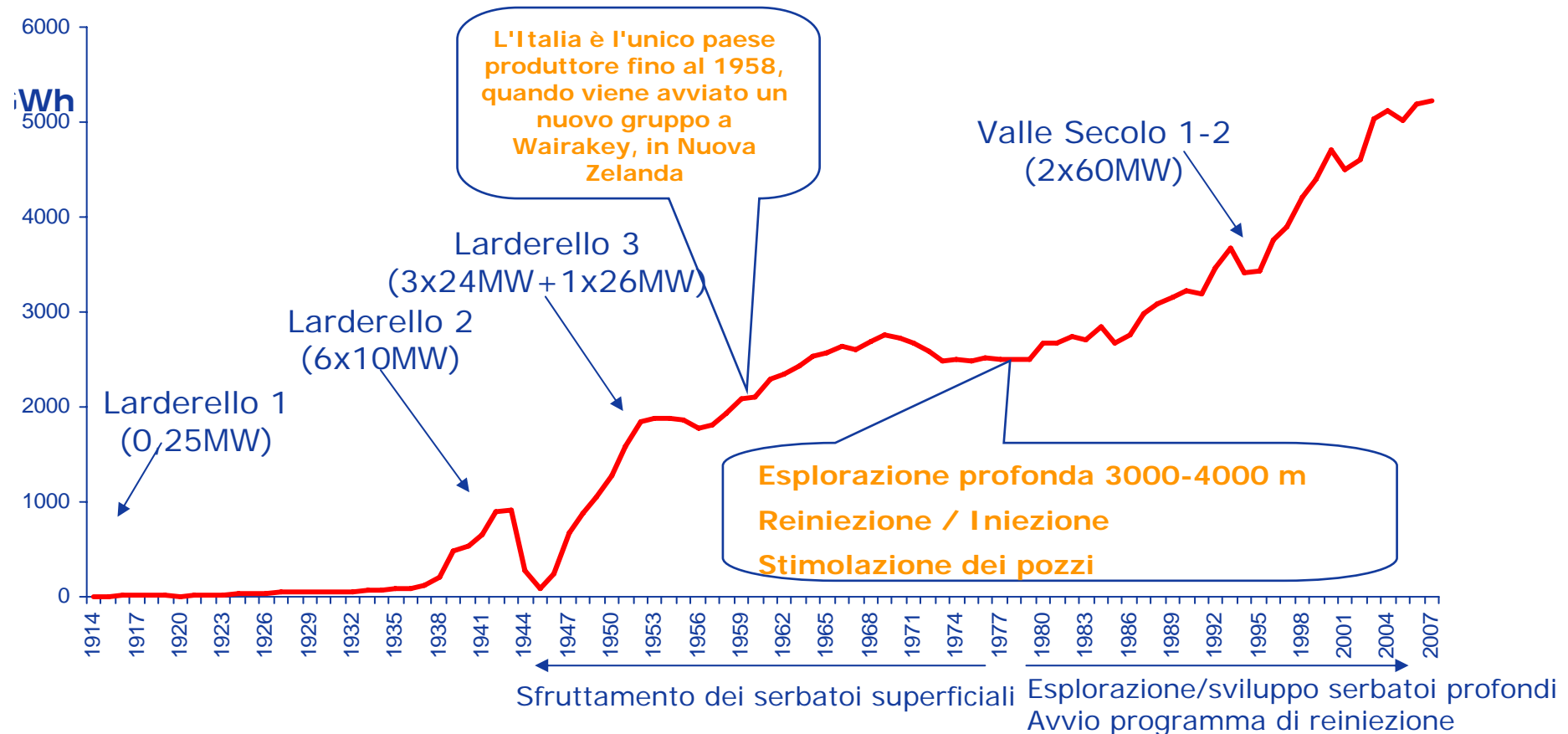
**ripristino dei siti dismessi**

## Dettagli ... importanti



Cura nella scelta dei percorsi per minimizzare l'impatto

# Sostenibilità possibile



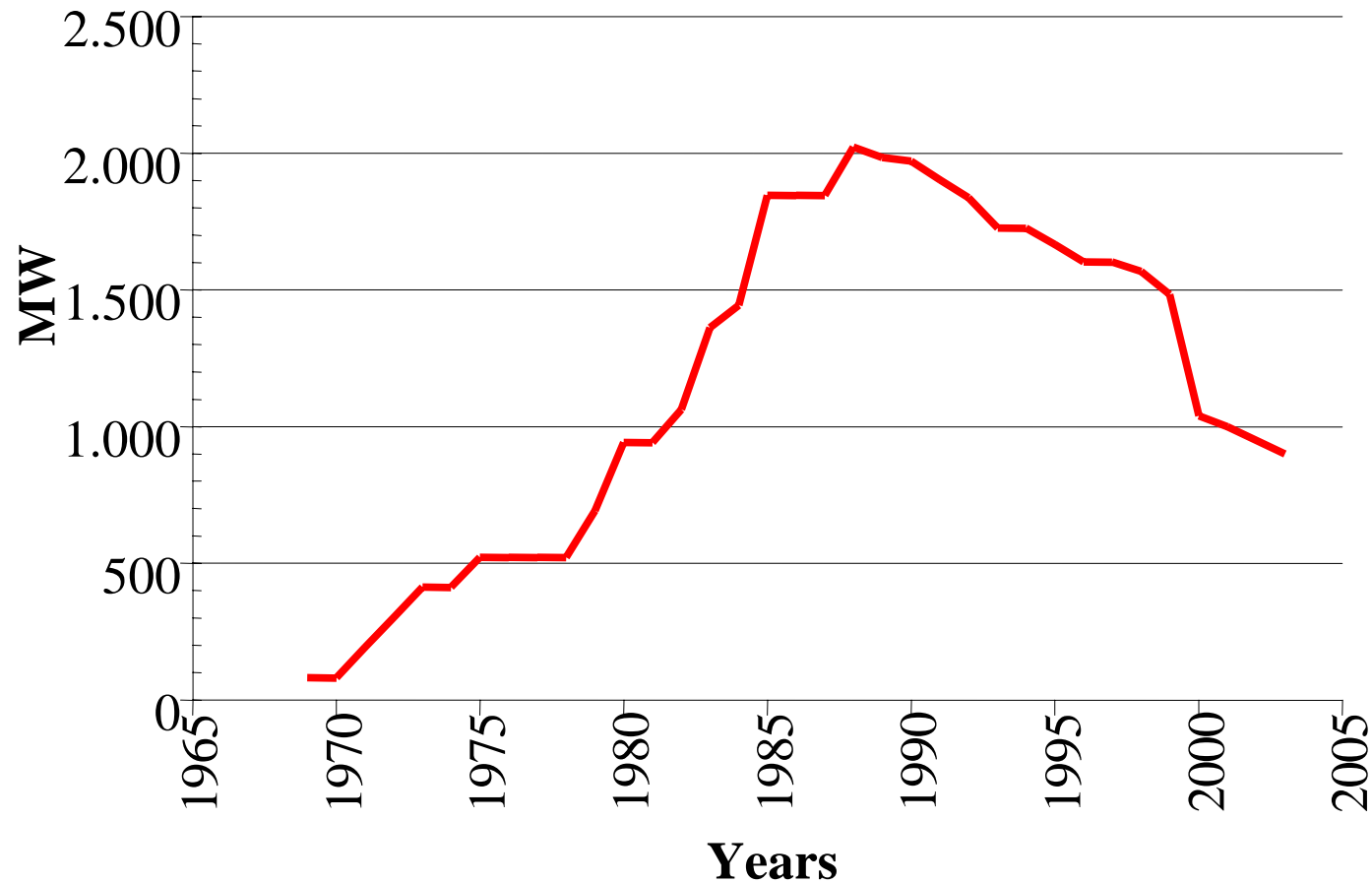
**Produzione in costante crescita**





# Sostenibilità

## USA: The Geyser trend storico di produzione



**Le politiche di gestione condizionano la sostenibilità**



# Enel Green Power: le competenze

