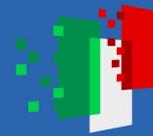




Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



InGEO: Innovation in geothermal resources and reserves potential assessment

A. Manzella, G. Gola, M. Tesauro, A. Galgaro





Potenziale geotermico (pre-VIGOR)

Inventario delle Risorse Geotermiche Nazionali
CNR, ENEA, ENEL, ENI - Legge N. 896-1986.

La classificazione del territorio si è basata su:

- Temperatura del fluido geotermico
- Profondità del serbatoio regionale

A1: Serbatoio regionale, $Z < 3$ km, $T > 200^{\circ}\text{C}$

A2: Serbatoio regionale, $Z < 3$ km, $150^{\circ}\text{C} < T < 200^{\circ}\text{C}$

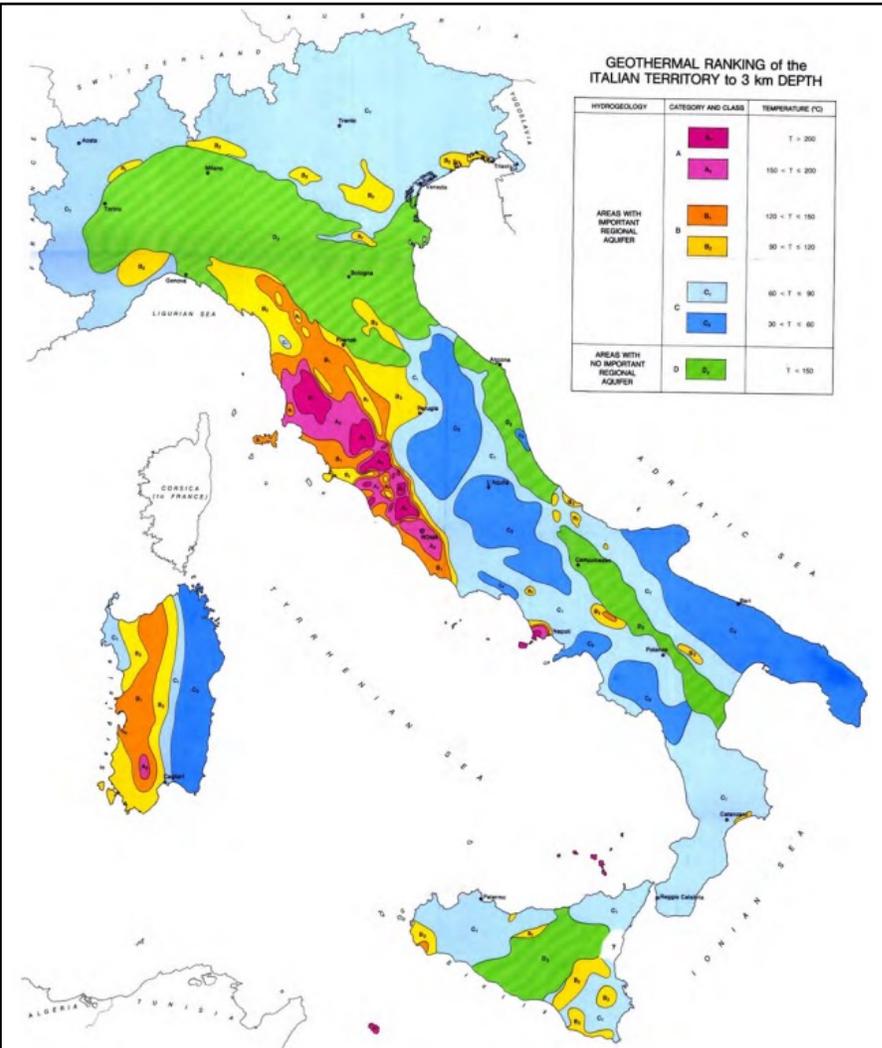
B1: Serbatoio regionale, $Z < 3$ km, $120^{\circ}\text{C} < T < 150^{\circ}\text{C}$

B2: Serbatoio regionale, $Z < 3$ km, $90^{\circ}\text{C} < T < 120^{\circ}\text{C}$

C1: Serbatoio regionale, $Z < 3$ km, $60^{\circ}\text{C} < T < 90^{\circ}\text{C}$

C2: Serbatoio regionale, $Z < 3$ km, $30^{\circ}\text{C} < T < 60^{\circ}\text{C}$

D1: Serbatoio locale, $Z < 3$ km, $T < 150^{\circ}\text{C}$





Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero dell'Università e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

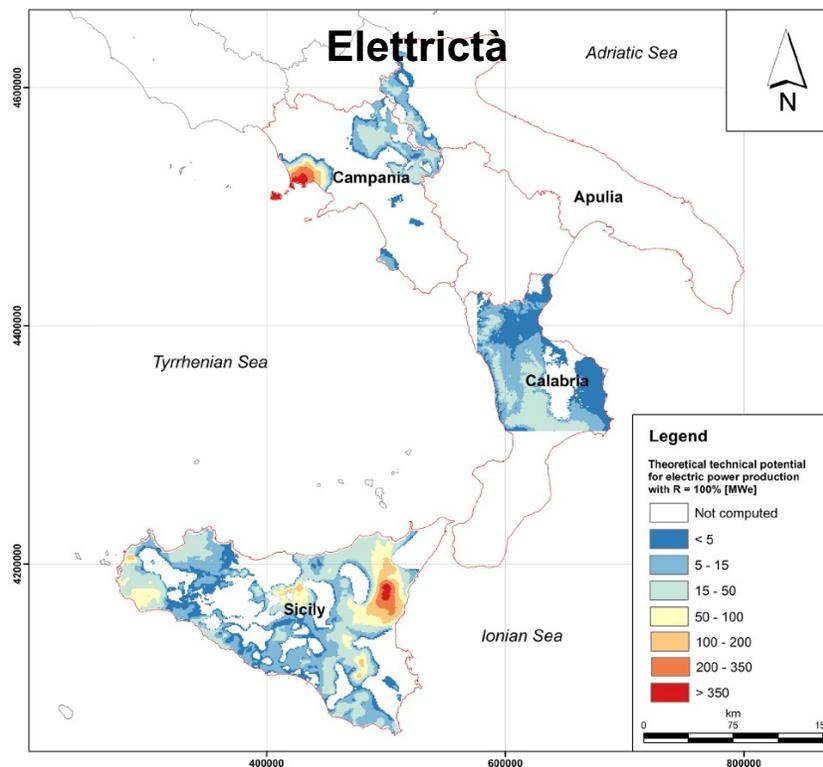
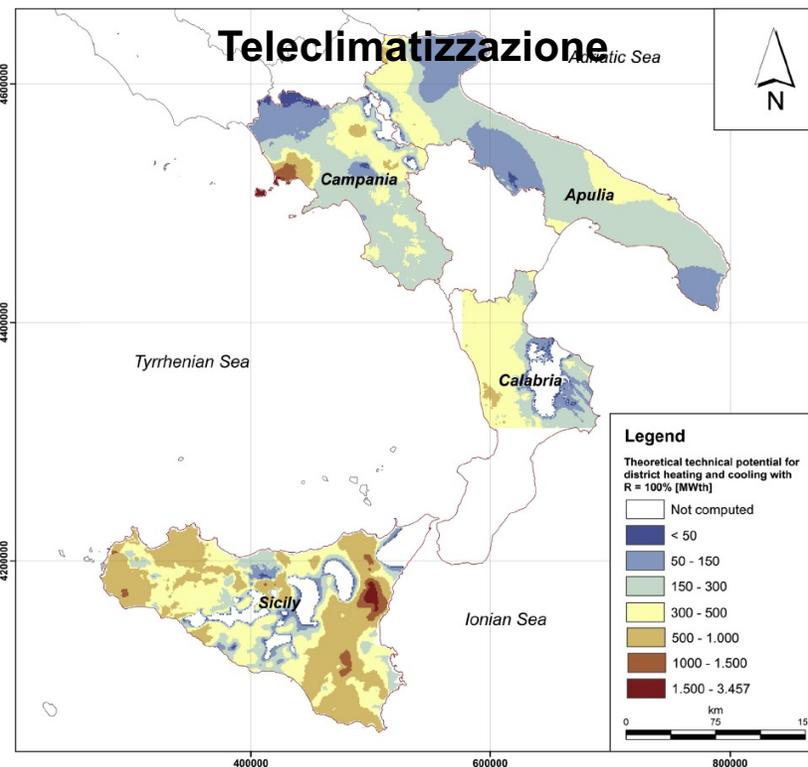
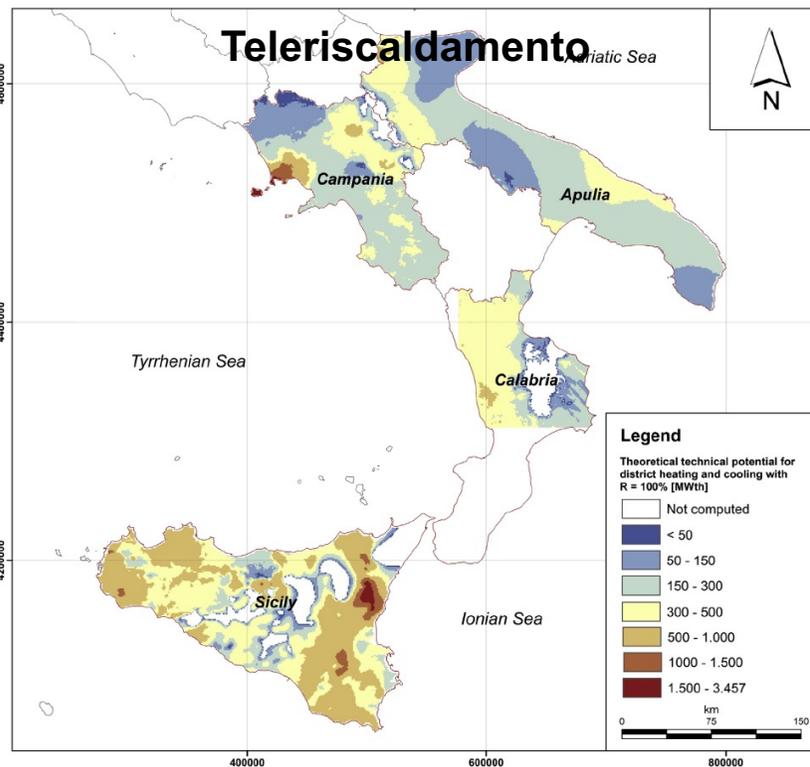


Geothermal potential assessment for a low carbon strategy: A new systematic approach applied in southern Italy

E. Trumpy ^{a,*}, S. Botteghi ^a, F. Caiuzzi ^a, A. Donato ^a, G. Gola ^a, D. Montanari ^a, M.P.D. Pluymackers ^b, A. Santilano ^a, J.D. van Wees ^{b,c}, A. Manzella ^a

^a Institute of Geosciences and Earth Resources - National Research Council, Via Moruzzi 1, 56124 Pisa, Italy
^b TNO - Geological Survey of the Netherlands, P.O. Box 80015, 3508 TA Utrecht, The Netherlands
^c Utrecht University, Faculty of Geosciences, P.O. Box 80021, 3508 TA Utrecht, The Netherlands

Potenziale geotermico profondo (Progetto VIGOR)



Potenziale geotermico profondo (Progetto VIGOR)

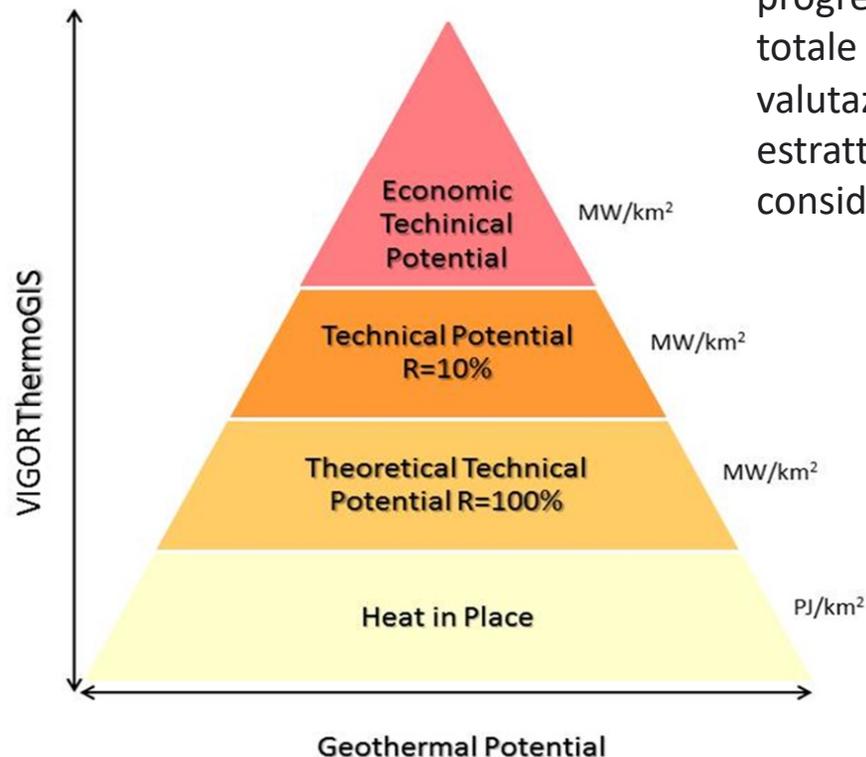
TNO innovation for life

Protocollo sviluppato dal TNO (Netherlands)

Valutazione della risorsa ospitata in serbatoi geotermici **carbonatici** alla scala **regionale** per la produzione di elettricità ed usi diretti del calore

Risultato: mappe 2D di **potenziale tecnico e tecnico - economico**

VIGOR ThermoGIS **evidenzia** le aree da investigare attraverso un programma di esplorazione geotermica

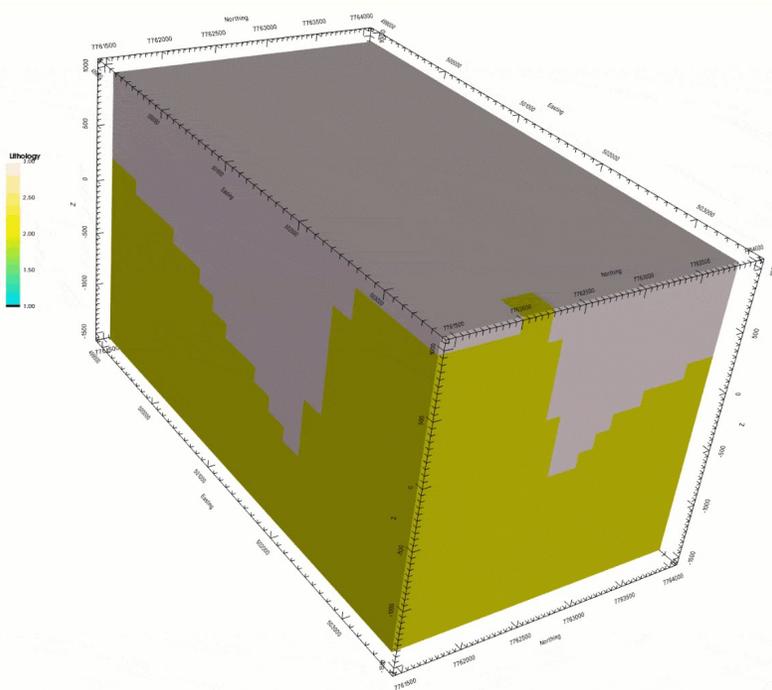


Il codice VIGORthermoGIS si basa su un progressivo filtraggio a partire dal calore totale immagazzinato nelle rocce fino alla valutazione del calore che può essere estratto (e convertito in energia elettrica) considerando vincoli tecnici ed economici.

- Serbatoio carbonatico **regionale**
- Profondità massima 5 km
- Applicazione **metodo del volume**
- **Doppio geotermico** (pozzo produzione ed iniezione)



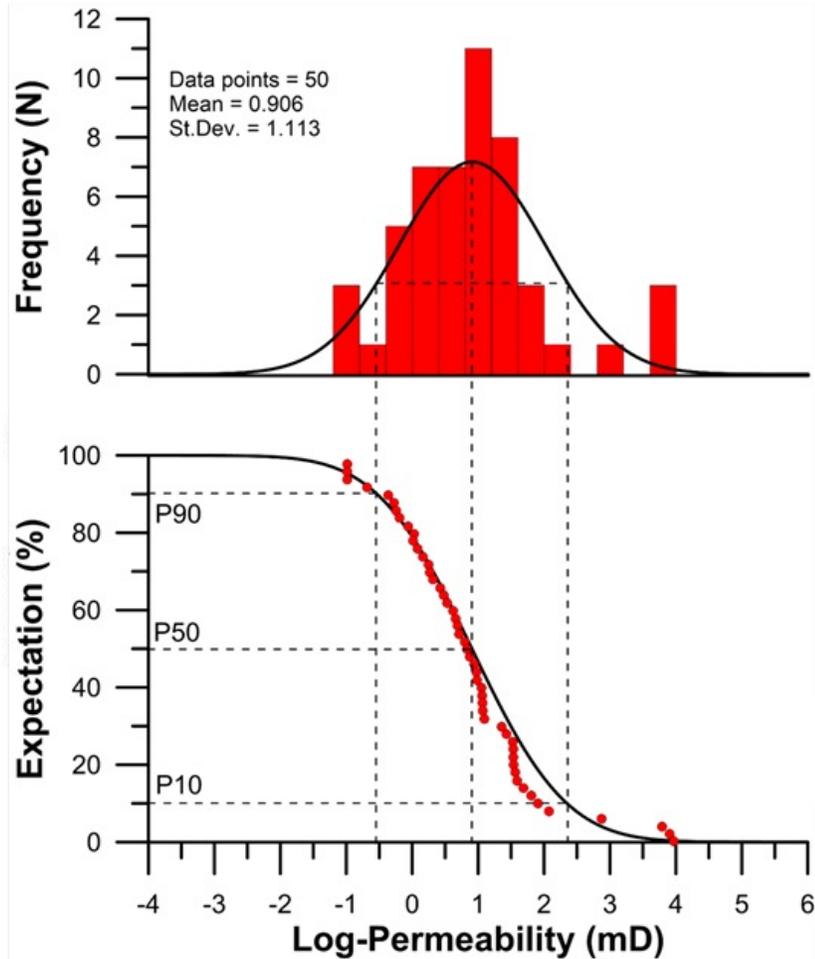
Dati di input e Griglia di calcolo



- Il codice utilizza modelli 3D del sottosuolo e distribuzione di temperatura
- L'elemento di volume (VOXET) ha specifiche dimensioni e in fase di *pre-processing* i dati di input devono essere campionati utilizzando lo stesso passo
- Le unità geologiche sono caratterizzate da valori petrofisici medi e non variano con la profondità, lateralmente e non tengono conto della variazione delle proprietà termiche con la temperatura
- Considera una tecnologia basata sul **doppio geotermico** (1 pozzo di produzione e 1 di iniezione)
- Considera un **impianto binario per la produzione geotermoelettrica** (con un valore dell'efficienza relativa del ciclo medio e costante)



Potenziale geotermico profondo



$$q_v [m^3/s] = \Delta p \cdot \left[\frac{2\pi KH}{\mu_{prod} \ln(L/r_w)} + \frac{2\pi KH}{\mu_{inj} \ln(L/r_w)} \right]$$

← Viscosità fluido ← Distanza pozzi ← Raggio pozzo
 ← trasmissività idraulica

$$P_{th} = q_v (\rho c_p)_f \cdot (T_{prod} - T_{inj})$$

$$P_e = P_{th} \cdot \eta_{ideal} \cdot \eta_{rel}$$

$$TP [MW] = TC \cdot \frac{\eta \times R}{(30 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60)} 10^{-6}$$

$$TC [PJ] = V \times (\rho c_p)_{rock} \times (T_{ijk > T_{prod}} - T_{inj}) 10^{-15}$$

$$HIP [PJ] = V \times (\rho c_p)_{rock} \times (T_{ijk} - T_o) 10^{-15}$$



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Partner di Progetto



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



DIPARTIMENTO
DI GEOSCIENZE



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE



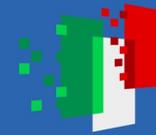
dipartimento
di matematica
e geoscienze

Temi chiave

Il Progetto PRIN PNRR **InGEO** affronta diverse sfide tecnologiche:

- **Sviluppare una valutazione efficace delle risorse geotermiche profonde** tenendo conto delle condizioni geologiche locali, del regime e della capacità di scambio termico.
- **Definire soluzioni operative per la produzione di energia e per l'accumulo di calore** nel sottosuolo, ottimizzando le prestazioni termiche.
- **Convalidare** con un caso studio gli approcci sviluppati a scala regionale.





InGEO: Innovation in geothermal resources and reserves potential assessment for the decarbonization of power/thermal sectors

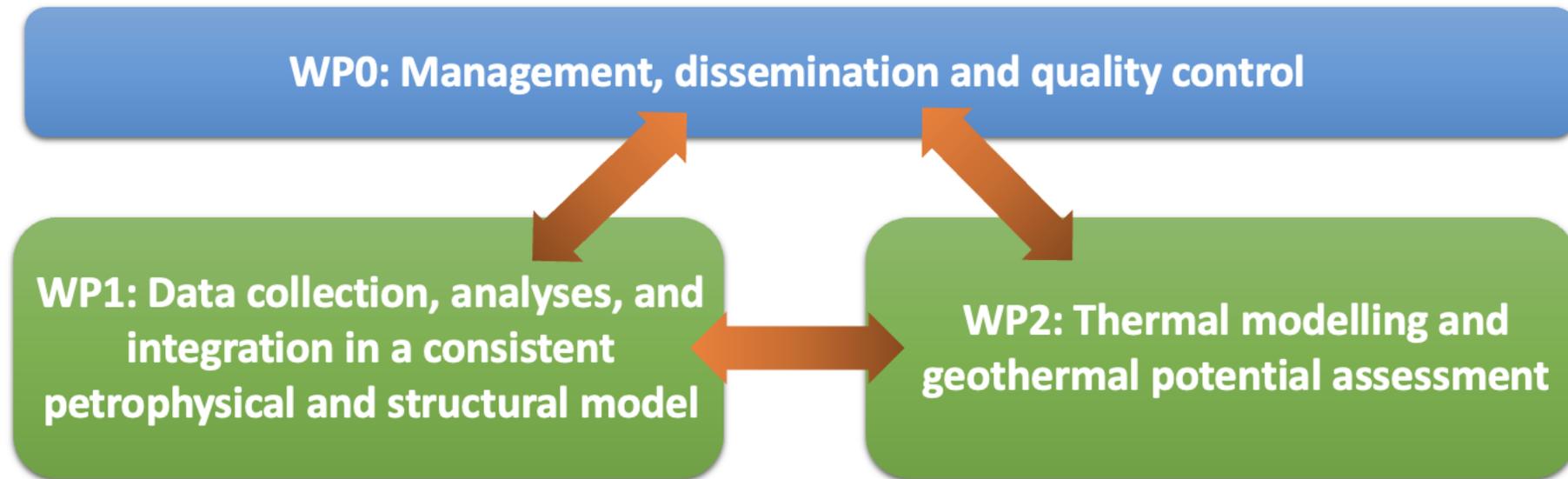


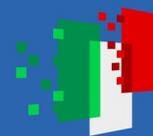
Figure 1: Thematic Work Packages and relations



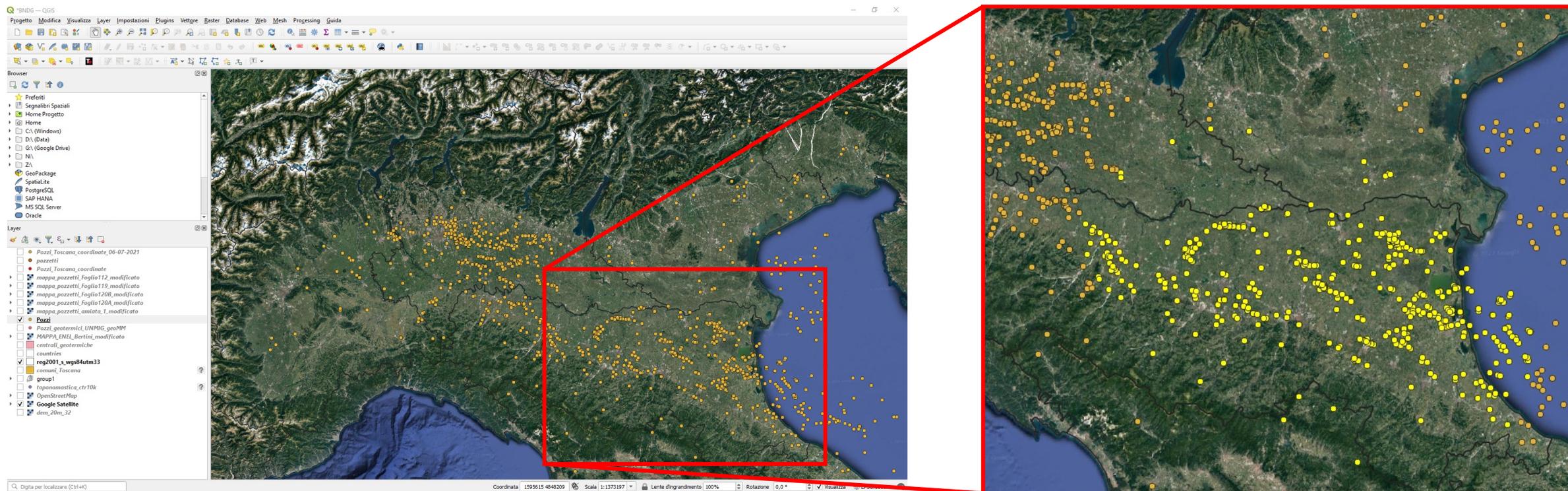
Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero dell'Università e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA



Geothopica → in Italia circa 3800 pozzi in totale

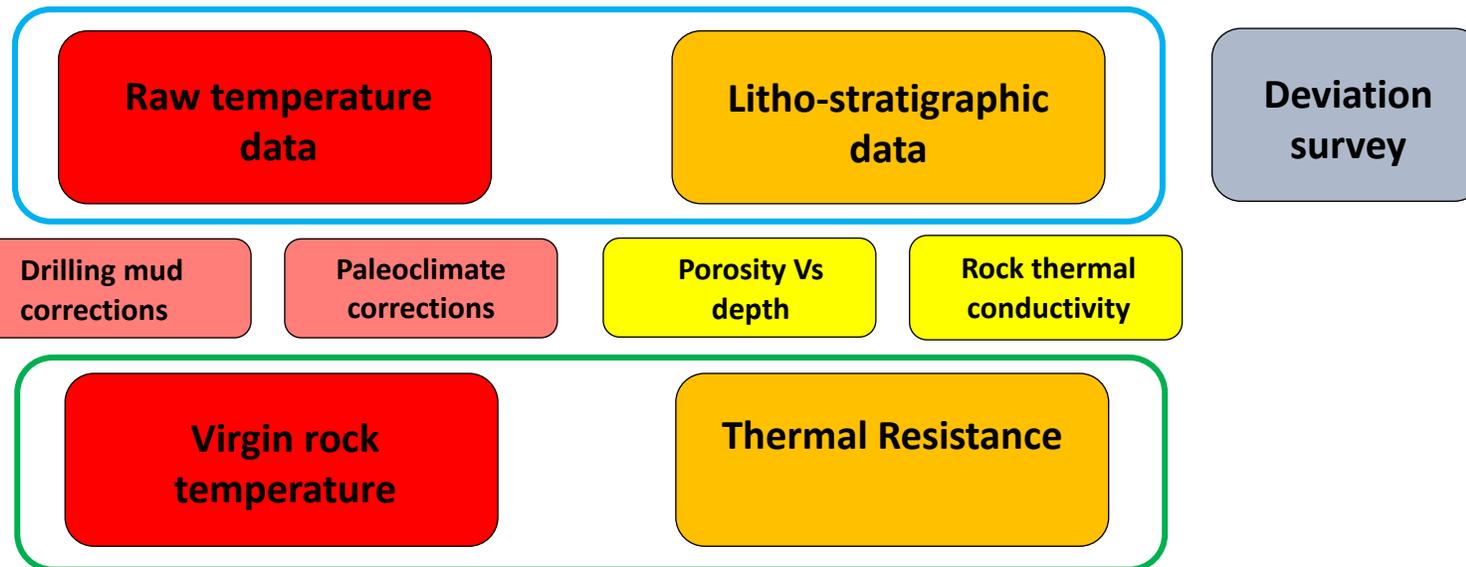
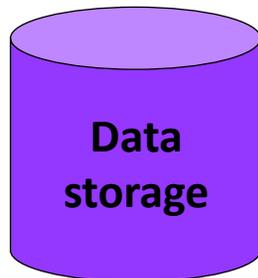
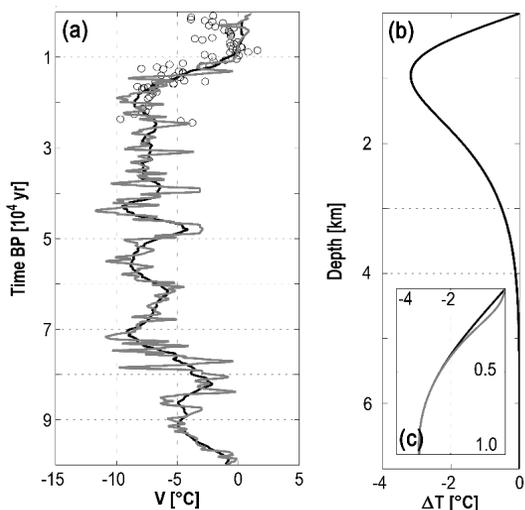
→ Selezionati circa 560



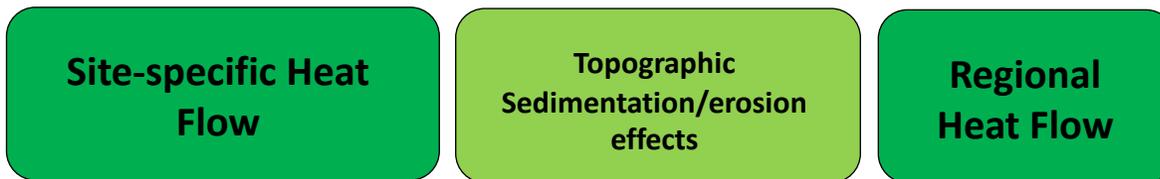
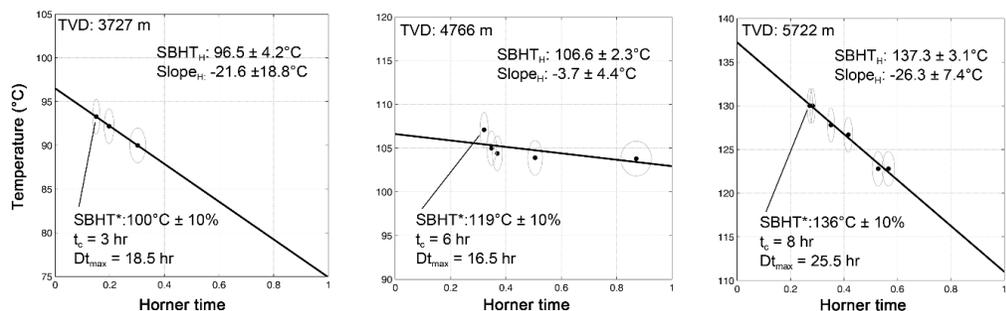
Disponibilità Pdf Profilo Finale di pozzo da Progetto Videpi.
Aggiornamento BNDG: Anagrafica, Coordinate, Deviazioni, Litostratigrafia e **BHT, Unità Litotermiche, Dati di Flusso**

Heat Flow determination: an Automatized Work Flow

Paleoclimate correction



Correction of time-temperature series





Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero dell'Università e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA



Modello Geologico Crostale e sub-crostante

Earth Syst. Sci. Data, 15, 4261–4293, 2023

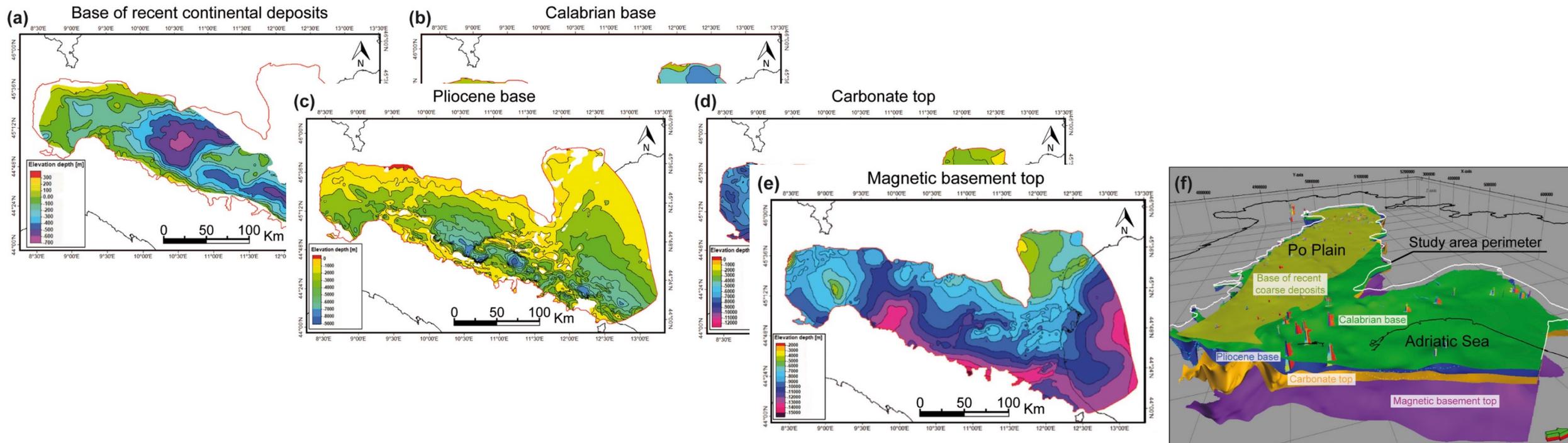
<https://doi.org/10.5194/essd-15-4261-2023>

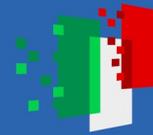
© Author(s) 2023. This work is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 License.



Subsurface geological and geophysical data from the Po Plain and the northern Adriatic Sea (north Italy)

Michele Livani¹, Lorenzo Petracchini¹, Christoforos Benetatos², Francesco Marzano², Andrea Billi¹, Eugenio Carminati³, Carlo Doglioni^{3,4}, Patrizio Petricca⁵, Roberta Maffucci^{3,4}, Giulia Codegone², Vera Rocca², Francesca Verga², and Ilaria Antoncicchi⁶





communications
earth & environment

Modello Geologico Crostale e sub-crostaie

ARTICLE

<https://doi.org/10.1038/s43247-022-00397-7> OPEN

Adjoint tomography of the Italian lithosphere

Federica Magnoni^{1,2,3}, Emanuele Casarotti¹, Dimitri Komatitsch², Raffaele Di Stefano¹, Maria Grazia Ciaccio¹, Carl Tape³, Daniele Melini¹, Alberto Michelini¹, Antonio Piersanti¹ & Jeroen Tromp⁴

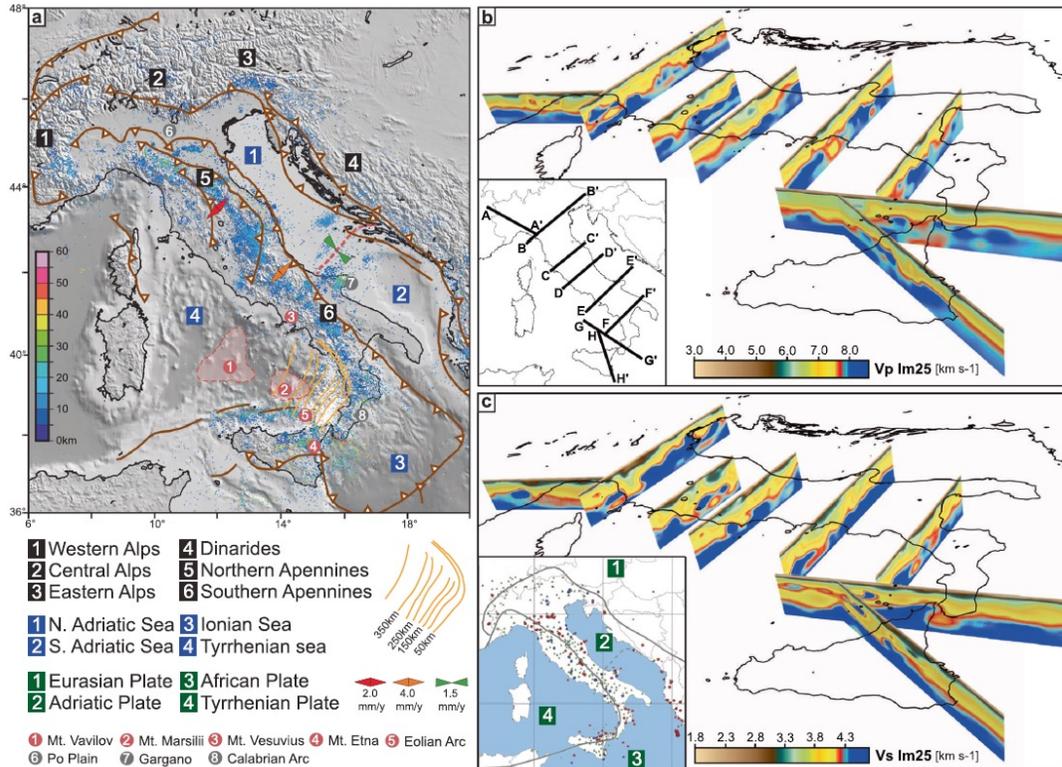


Data availability

All the continuous seismic data are collected from the European Integrated Data Archives (EIDA; <https://eida.lingv.it>).

The source parameters of the earthquakes considered in this study, for the initial TDMT solution and the solutions obtained with the starting 3D wavespeed model and model *Im12*, are available in the following public repository: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5997587>.

A digital file of model *Im25* in the study region of this manuscript is available in the following public repository: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6006660>.



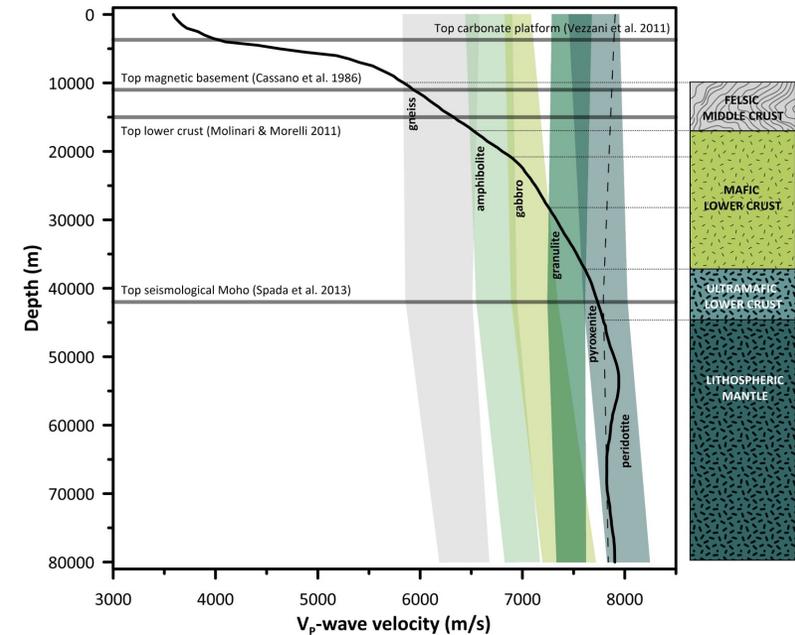
Dataset (Vp, Vs, Vp/Vs), 1.7 Gb cad.
Estrazione dati area di studio

Progetto Paraview per visualizzazione

Elaborazioni:

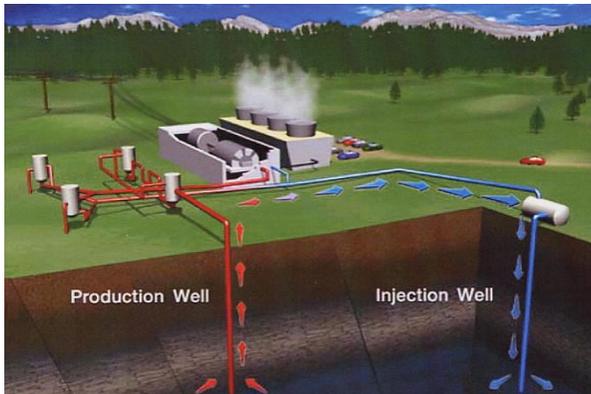
Analisi Cluster

Conversione in modello litologico





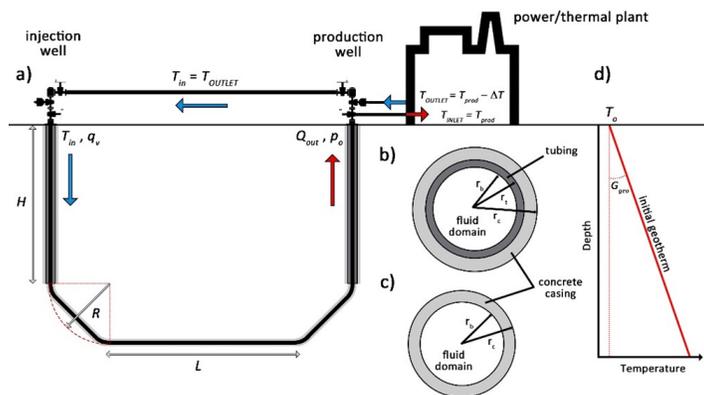
Tecnologie



Serbatoi idrotermali

Usi diretti del calore

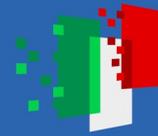
- Teleriscaldamento
- Teleclimatizzazione
- **Stoccaggio termico**



Geoscambio profondo

Produzione elettrica

- **Centrale a Ciclo Binario**
- **Centrale a Vapore (flash singolo)**
- **Centrale a Vapore (flash doppio)**



Efficienza centrale geotermica

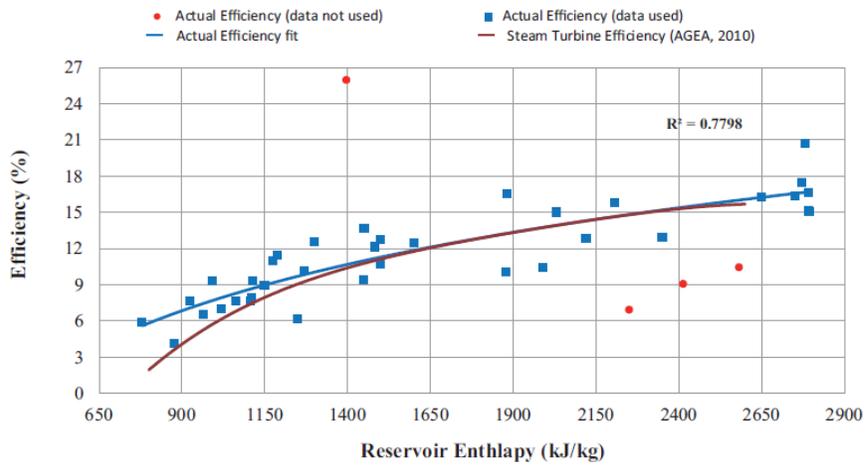
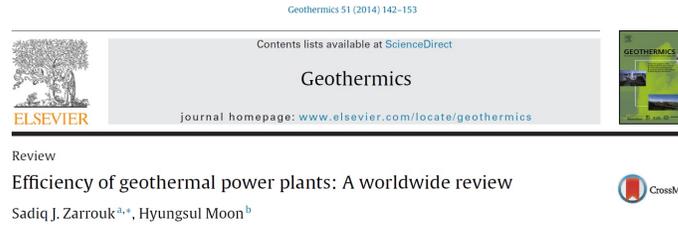


Fig. 6. The single flash and dry steam efficiency.

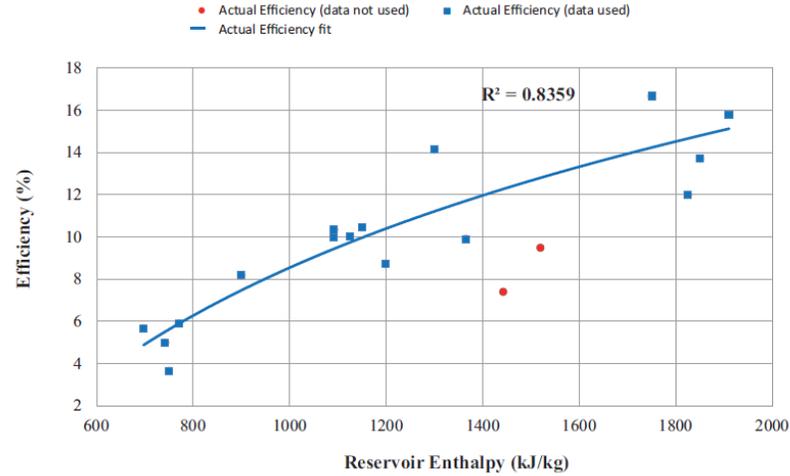


Fig. 7. The double flash actual efficiency.

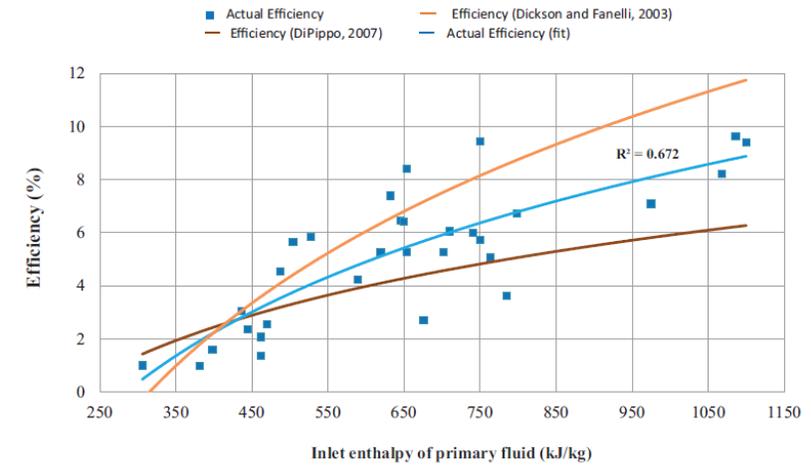


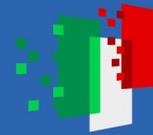
Fig. 11. The binary efficiency based on enthalpy.



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



MATLAB Web App Server

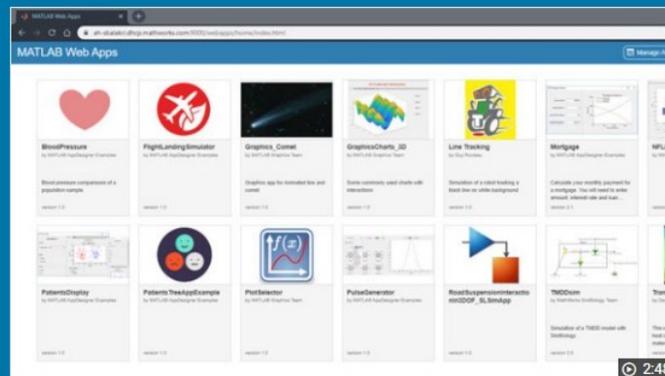
Ricerca MathWorks.com

MATLAB Web App Server

Condivisione di app MATLAB e simulazioni Simulink
come app web basate su browser

MATLAB Web App Server consente di ospitare app MATLAB e simulazioni Simulink come app web interattive. È possibile creare app usando App Designer, inserirle in un pacchetto con MATLAB Compiler e ospitarle con MATLAB Web App Server. Gli utenti finali potranno accedere alle app web ed eseguirle con un semplice browser, senza dover installare software aggiuntivi.

MATLAB Web App Server supporta l'integrazione con gli standard di autenticazione quali OpenID Connect e LDAP, permettendoti così di tenere sotto controllo gli accessi alle tue app web. È possibile ospitare e condividere più app sviluppate con release diverse di MATLAB e Simulink.



Che cos'è MATLAB Web App Server?

- Il nuovo codice utilizzerà **modelli 3D** del sottosuolo, di distribuzione di temperatura e delle proprietà petrofisiche
- Il codice sarà dotato di una **libreria di proprietà petrofisiche**
- Sarà considerata la **dipendenza dalla temperatura** delle proprietà termiche delle rocce e dei parametri tecnici degli impianti geotermici di superficie
- La tecnologia basata sul doppietto geotermico sarà ampliata alla produzione in un **campo pozzi** (numero definito dall'utente o ottimizzato in funzione della richiesta di energia prodotta)
- Il codice (Matlab, Python) sarà distribuito in modalità **opensource**
- Sarà sviluppata una **interfaccia** utente



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Progetto PRIN 2022 PNRR



*Innovazione nella valutazione del
potenziale delle risorse e riserve
GEOtermiche per la decarbonizzazione
dei settori elettrico e termico*



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Temi chiave del progetto

Per aumentare la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili occorre accelerare lo sviluppo del geotermico in Italia. InGEO risponde a questa necessità migliorando la conoscenza delle risorse geotermiche e dell'energia che contengono, da utilizzare per vari usi. Il progetto affronta diverse sfide tecnologiche:

- sviluppare una efficace valutazione delle risorse geotermiche profonde tenendo conto delle condizioni geologiche locali, del regime e della capacità di scambio termico;
- definire soluzioni operative per la produzione di energia e per l'accumulo di calore nel sottosuolo, ottimizzando le prestazioni termiche;
- convalidare con un caso studio reale gli approcci sviluppati in un'area a scala regionale. La ricostruzione delle strutture crostali e sub-croscali e della distribuzione di temperatura delle pieghe sepolte del settore padano costituirà l'input per il calcolo del potenziale geotermico, considerando varie applicazioni (generazione elettrica, teleriscaldamento, calore di processo e combinazioni) e tecnologie di scambio di energia dal sottosuolo (circuiti aperti e chiusi).



Prodotti attesi

- Un **database** di parametri petrofisici delle rocce.
- Un **modello 3D** delle strutture litosferiche poco profonde dell'area di studio, basato sull'integrazione dei dati raccolti, acquisiti, analizzati e interpretati nel progetto.
- Una review della valutazione del potenziale geotermico profondo.
- Uno strumento **software open source** accessibile attraverso un'applicazione web-GIS per calcolare il **potenziale geotermico profondo** con modalità di estrazione del calore e tassi di produzione variabili.
- La valutazione delle **performance termiche di uno scambiatore di calore profondo a circuito chiuso** in funzione delle variabili ambientali, progettuali e operative.
- **Mappe** del potenziale geotermico dell'area di studio



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



DIPARTIMENTO
DI GEOSCIENZE



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE



DIPARTIMENTO
DI MATEMATICA
E GEOSCIENZE

<https://www.ingeo.cnr.it/>