



Analisi di prefattibilità dei sistemi ATES mediante simulazioni numeriche

*G. Squarzoni, N. Luciano, F. Colucci, G. Agate, L. Vadacca – RSE S.p.A
G. Pallotta, E. Marasso, C. Roselli, C. Martone - Università degli Studi
del Sannio*

Salina – 2 ottobre 2024



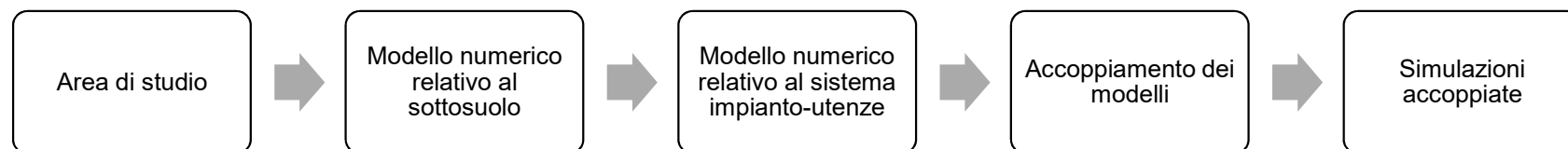
INTRODUZIONE



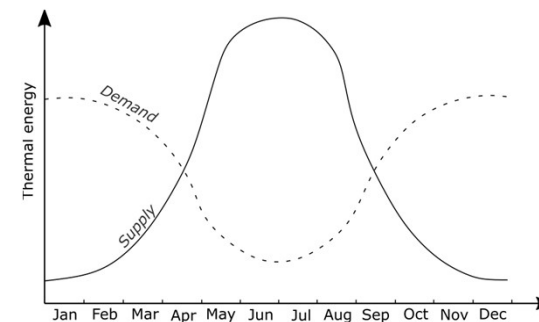
L'eccesso di energia termica prodotto dalle FER può essere accumulato e riutilizzato



Accumulo termico nel sottosuolo

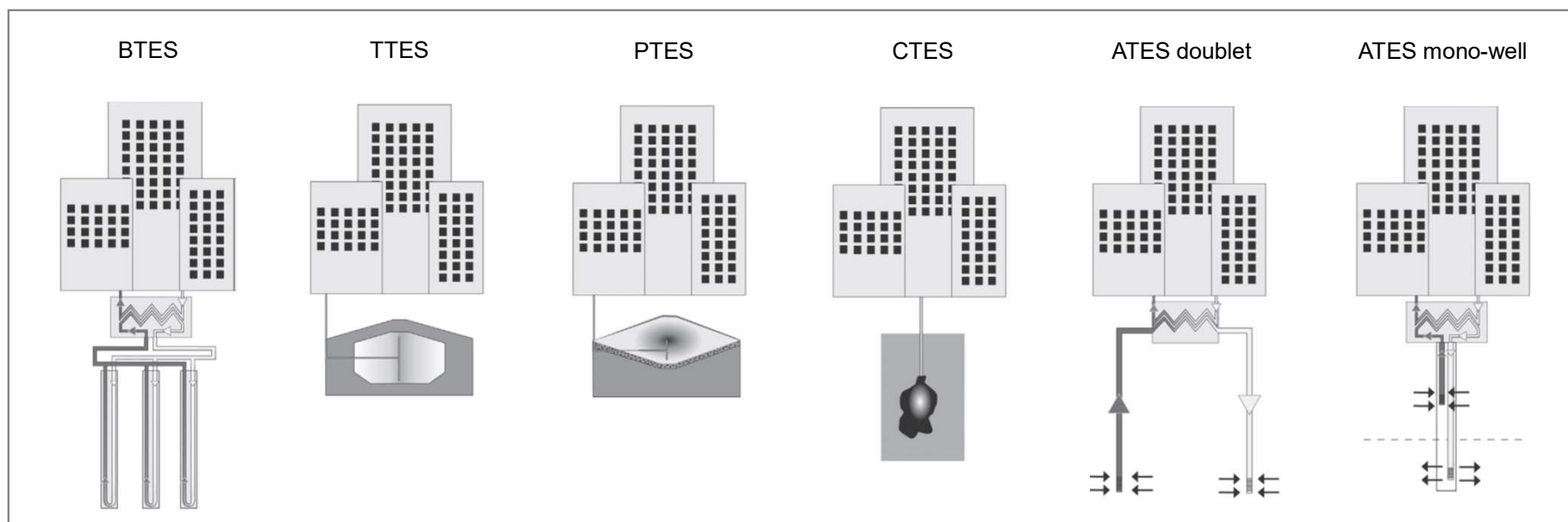


Stima dell'efficienza del sistema di accumulo





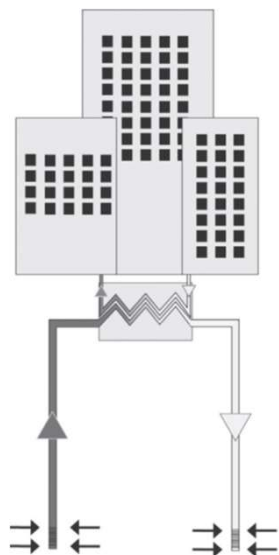
➤ **UTES - Underground Thermal Energy Storage**



Tipologie di sistemi UTES (modificato da Fleuchaus et al, 2018).

➤ **ATES - Aquifer Thermal Energy Storage**

Gli ATES sono sistemi UTES a circuito aperto che utilizzano i corpi acquiferi presenti nel sottosuolo per accumulare energia termica.



Requisiti:

- Presenza di suoli o formazioni rocciose permeabili (acquiferi)
- Flusso di falda relativamente lento
- Presenza di strati a bassa permeabilità per il confinamento dell'acquifero

Vantaggi:

- Grande capacità di stoccaggio
- Applicazione a larga scala

Funzionamento:

- Periodo *estivo*: estrazione di acqua *fredda* e immissione di acqua *calda*
- Periodo *invernale*: estrazione di acqua *calda* e immissione di acqua *fredda*

Tipologie:

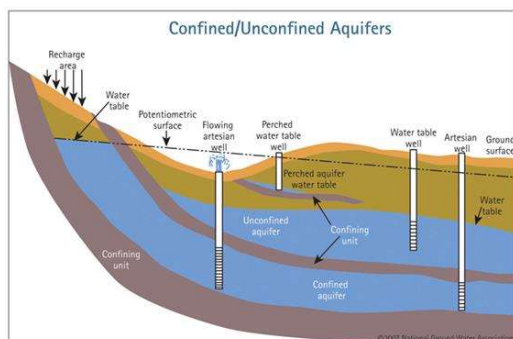


- High Temperature ATES ($T_{inj} > 50^{\circ}\text{C}$)
- Low Temperature ATES ($T_{inj} < 30^{\circ}\text{C}$)

➤ Modellazione di un sistema HT-ATES in un'area con teleriscaldamento da centrale a biomassa

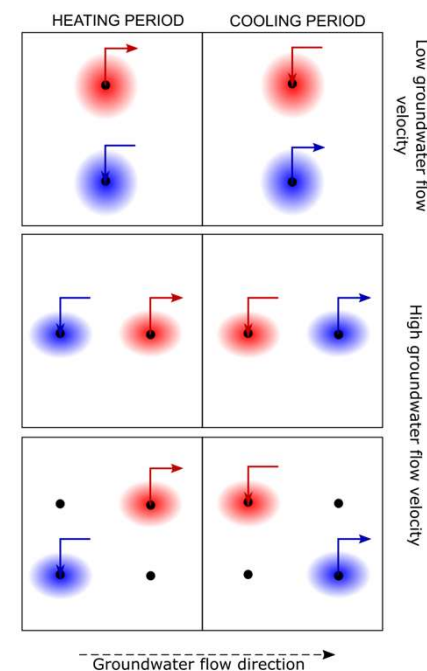
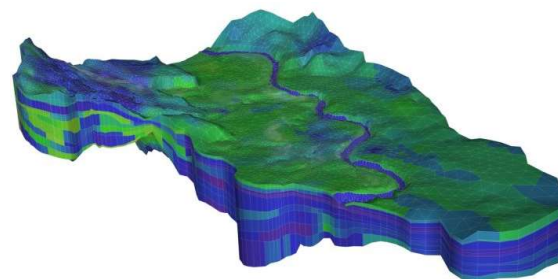
Finalità della modellazione idrogeologica:

- Definire l'assetto idrogeologico del sottosuolo nell'area circostante alla centrale a biomassa
- Definire la configurazione ATES più idonea in presenza di assetti idrogeologici complessi



Strategie:

- Ricostruzione delle geometrie e delle caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo
- Testare le possibili configurazioni del sistema ATES attraverso simulazioni preliminari (numero di pozzi, distanza, lunghezza...)



➤ Modellazione del sistema integrato utenza - impianto

Finalità della modellazione utenza-impianto:

- Stimare l'eccesso di energia termica proveniente dalla centrale a biomassa durante la stagione estiva
- Stimare la domanda di energia termica delle utenze

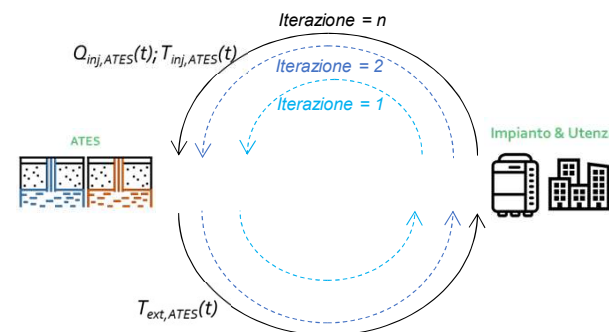
Strategie:

- Caratterizzazione delle utenze
- Caratterizzazione dell'impianto
- Simulazione del sistema integrato utenze-impianto

➤ Accoppiamento del modello ATES con il modello utenza - impianto

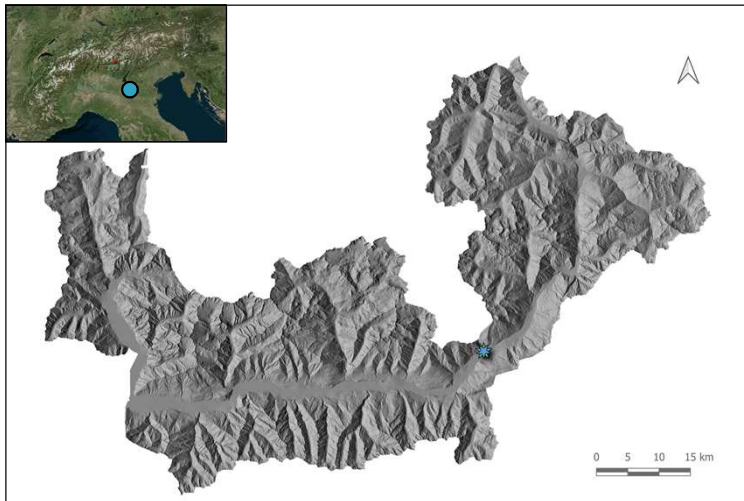
Finalità della modellazione accoppiata:

- Utilizzare l'energia termica accumulata nel sottosuolo durante la stagione estiva per servire la rete di teleriscaldamento

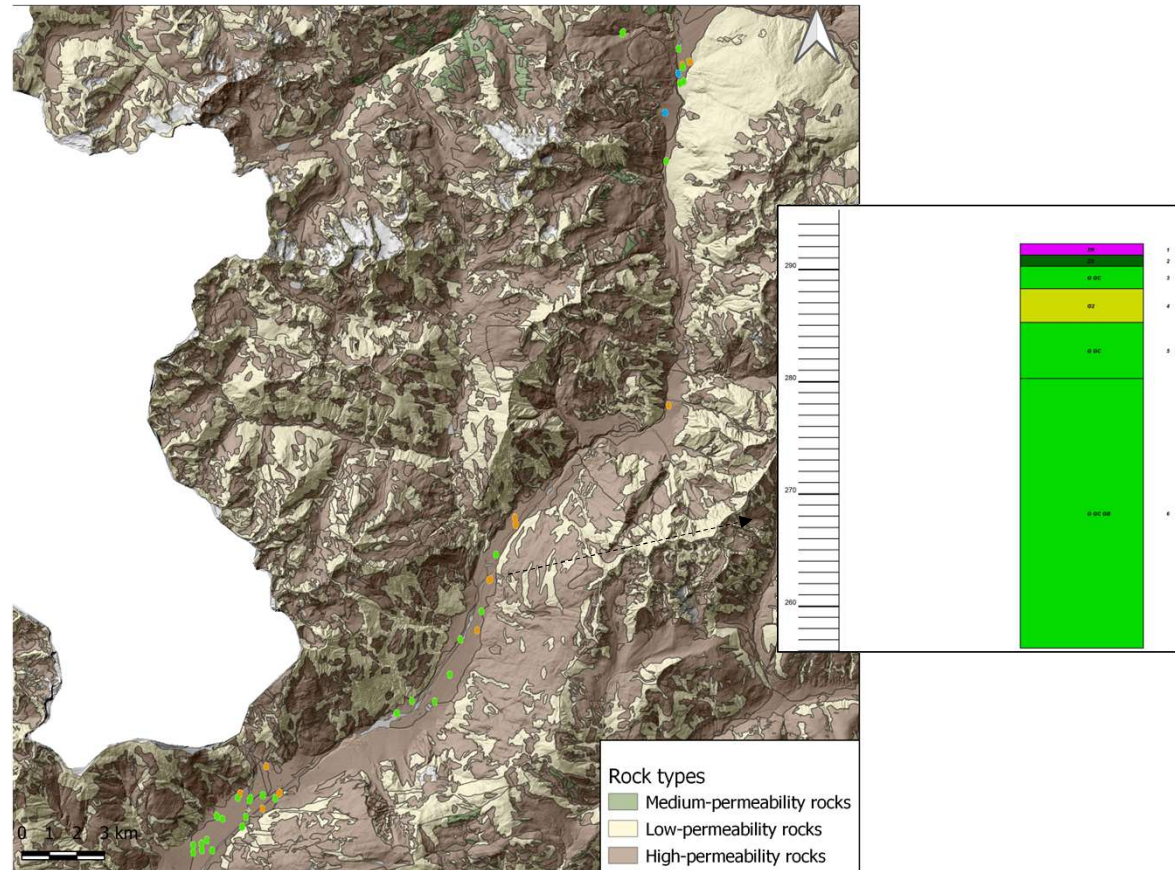




➤ Area di studio: valle di Tirano



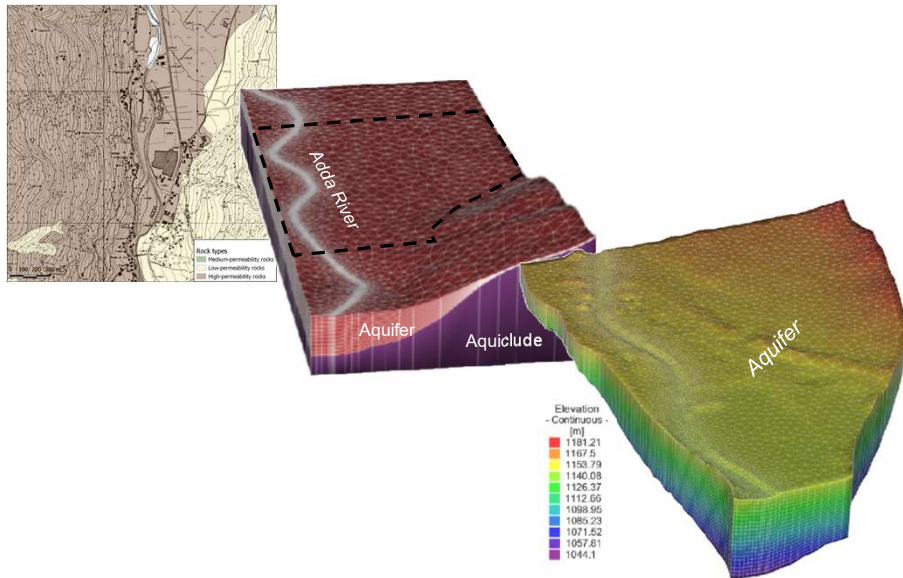
- Profondità dell'acquifero
- Litologie dell'acquifero e relative proprietà
- Flusso di falda



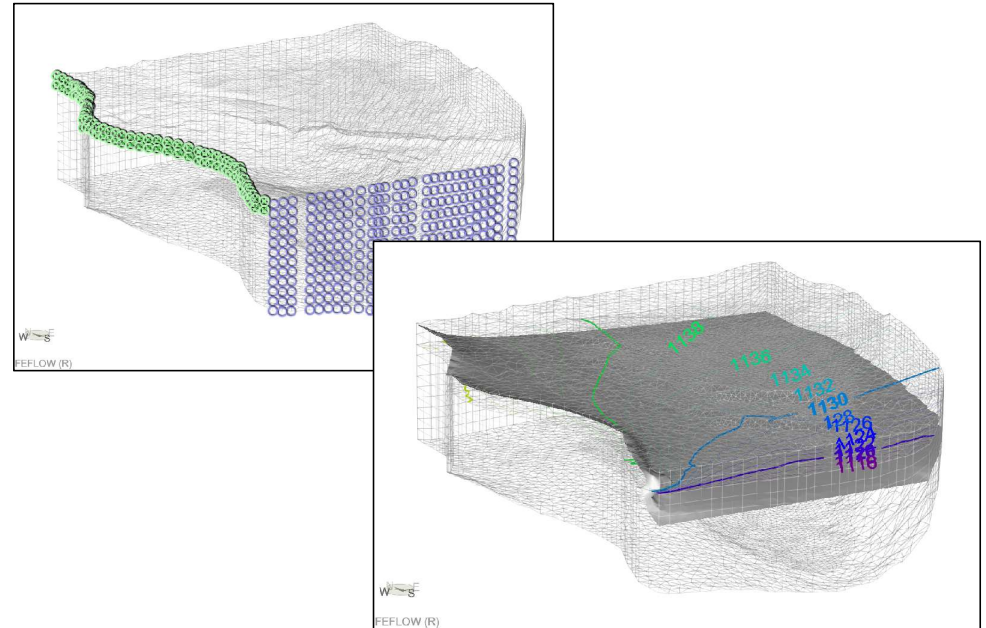


➤ **Modello ATES**

Modello geologico “concettuale”



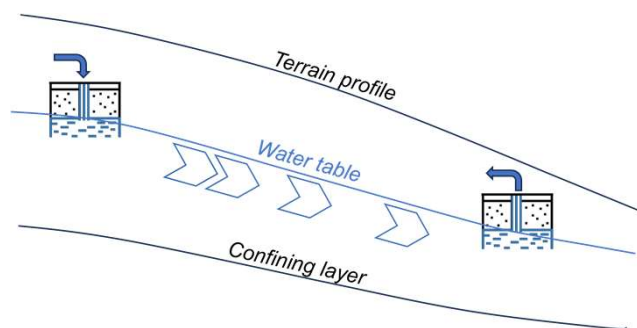
Inizializzazione del modello idrogeologico (ATES) numerico



➤ **Modello ATES**

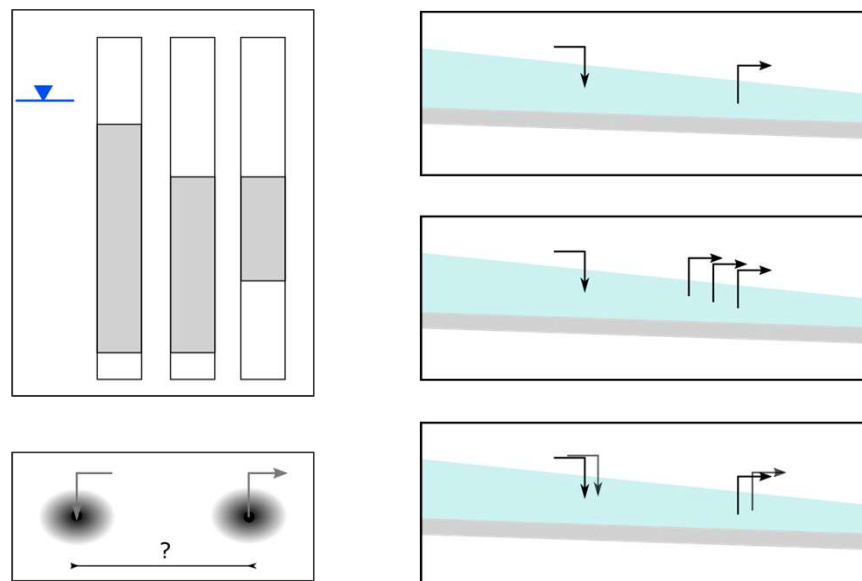
Problematiche idrogeologiche:

- Assenza di un livello di confinamento superiore dell'acquifero
- Fiume alimentante la falda
- Quota della tavola d'acqua (valle) variabile → velocità di flusso variabile e anche relativamente elevata

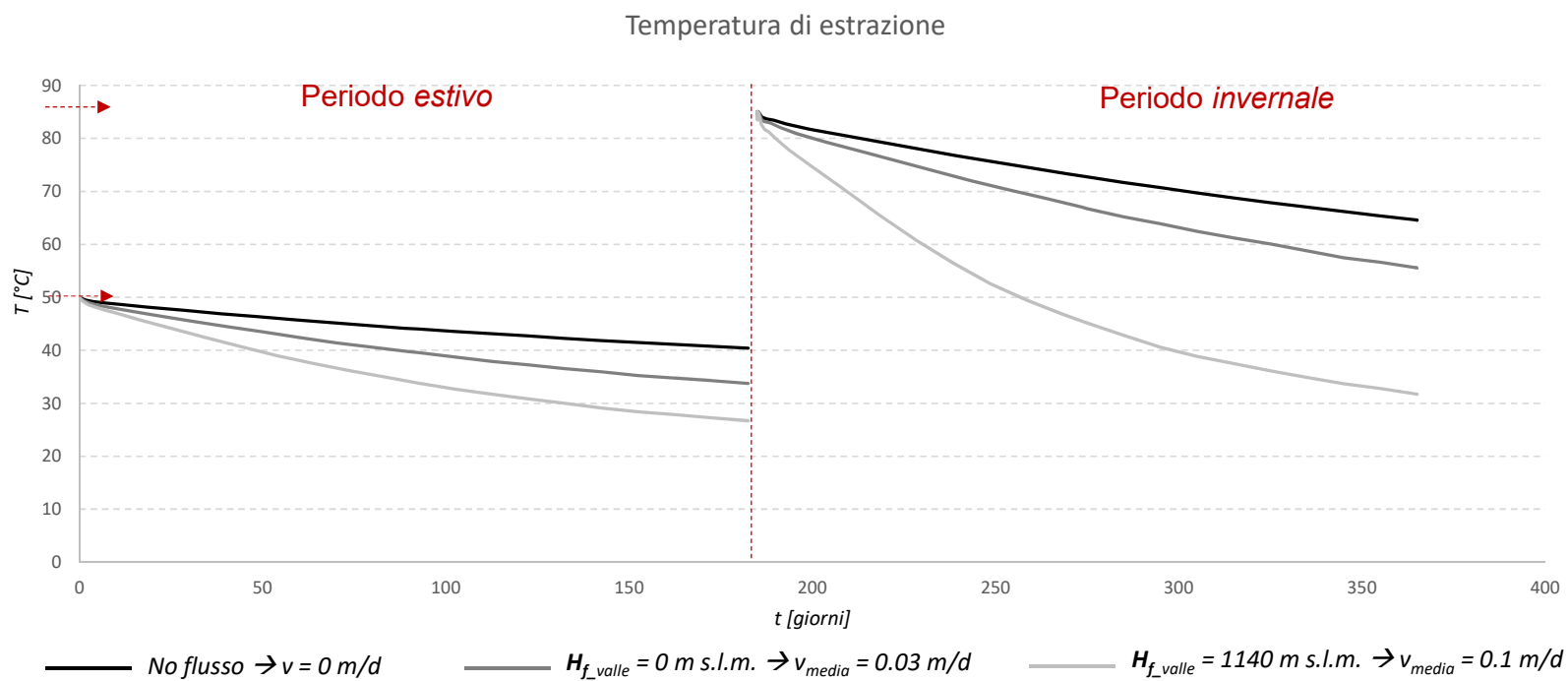
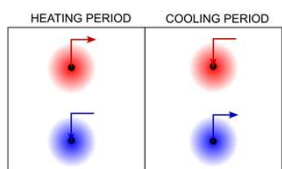


Strategie:

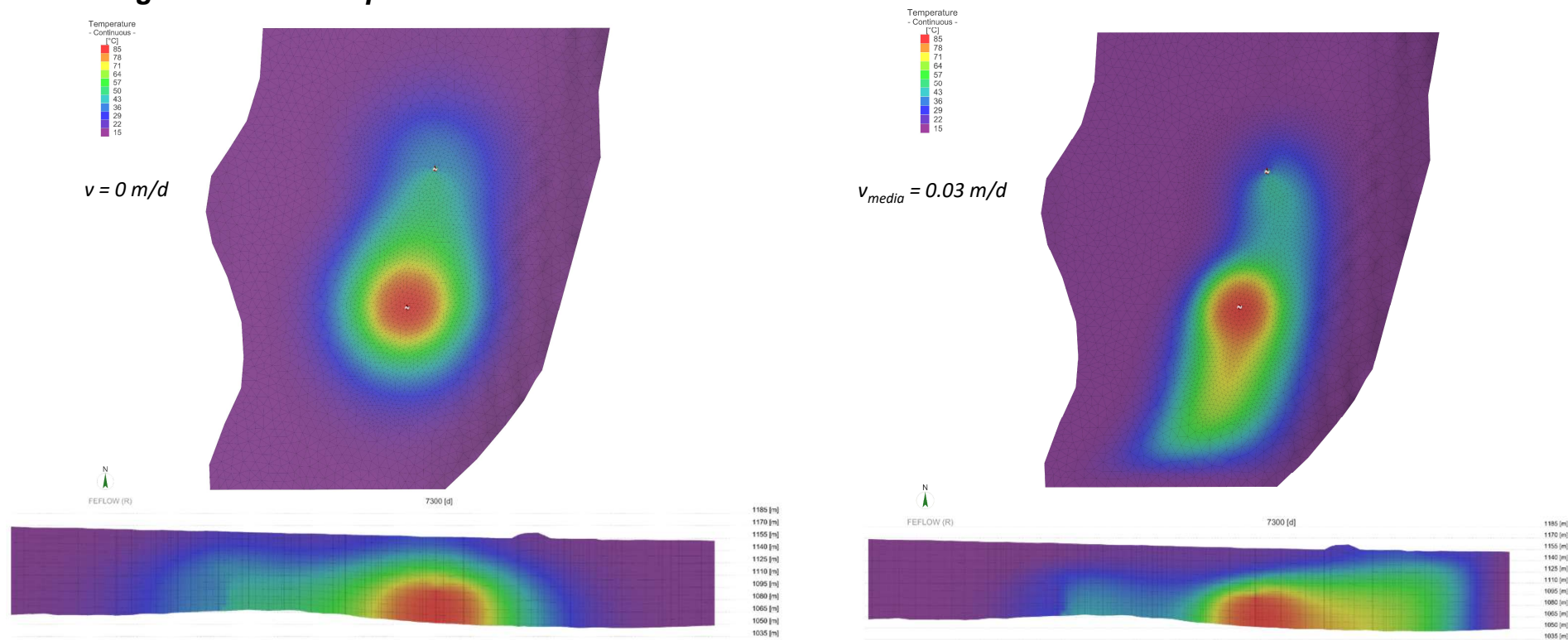
- Simulazioni preliminari per definire la configurazione ATES più idonea al contesto idrogeologico esistente



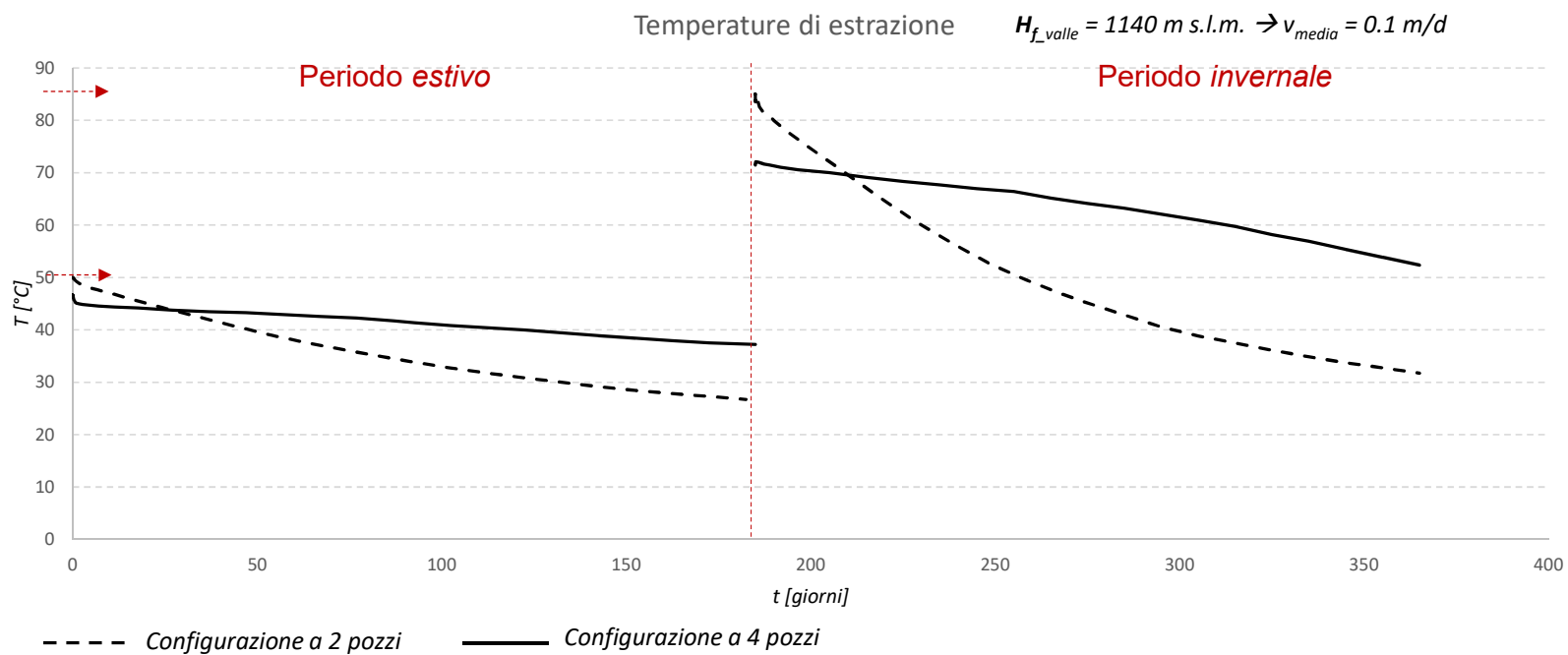
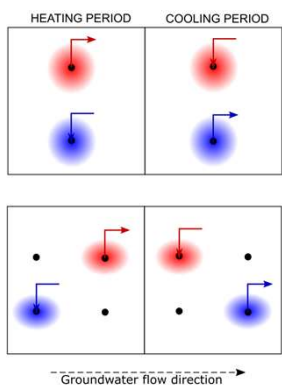
➤ Configurazione a due pozzi – influenza della velocità di flusso della falda



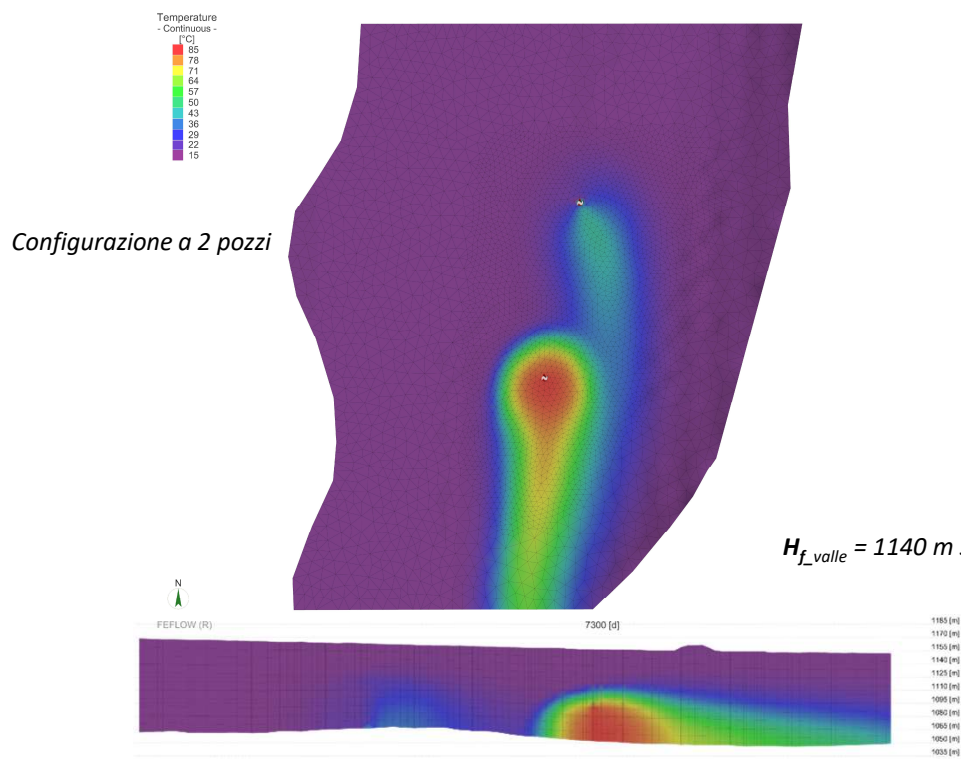
➤ Configurazione a due pozzi – influenza della velocità di flusso della falda



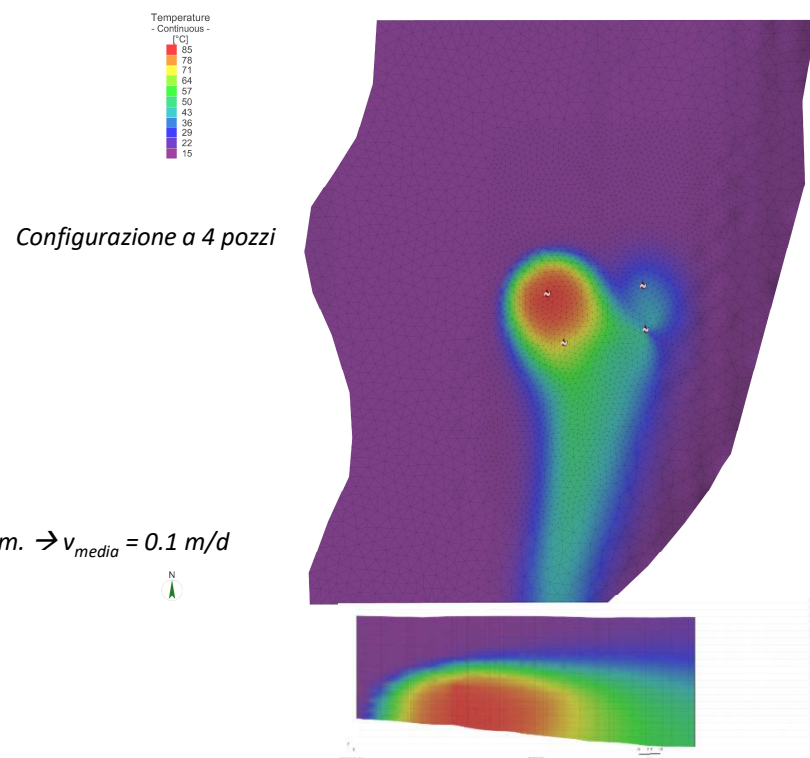
➤ Tipi di configurazione – numero di pozzi presa e di resa



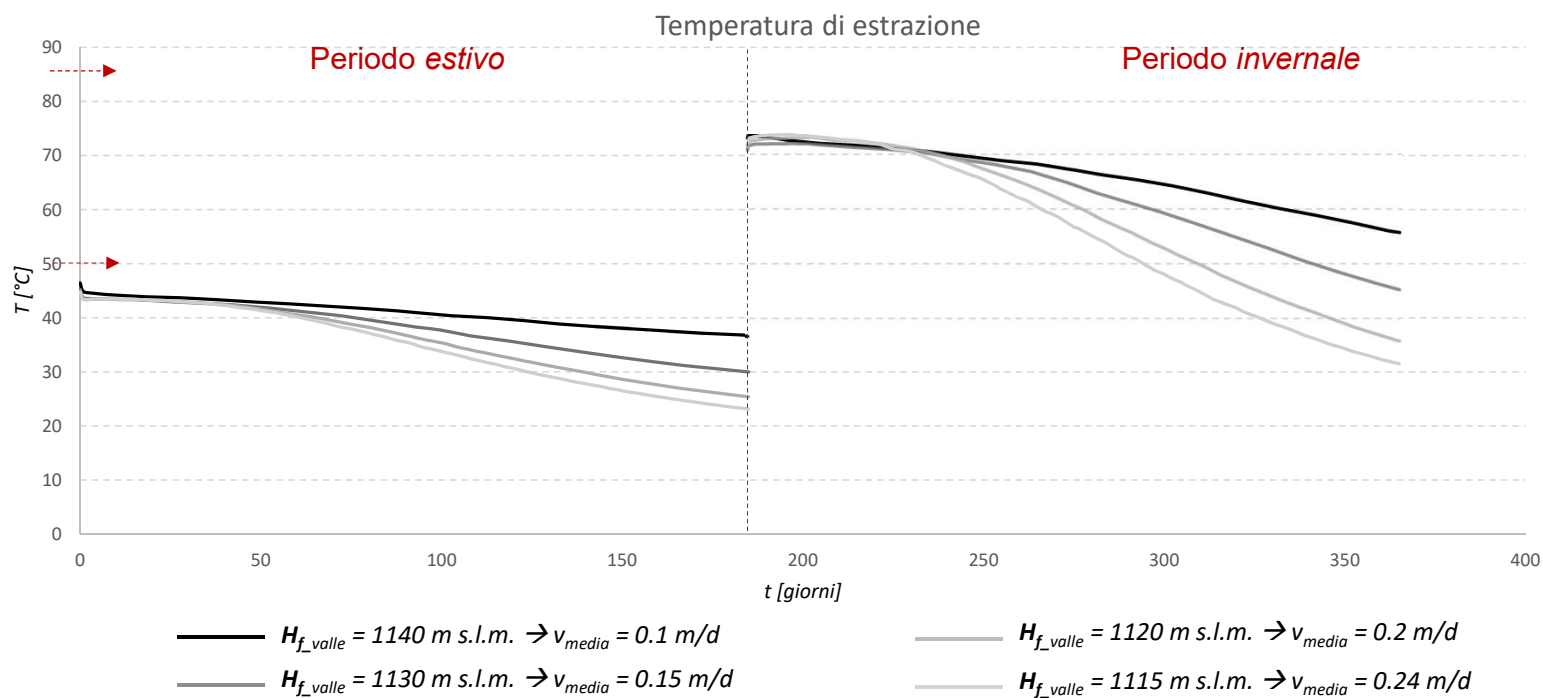
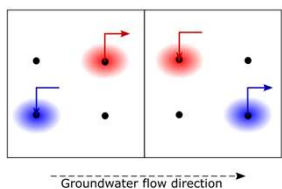
➤ Tipi di configurazione – numero di pozzi presa e di resa



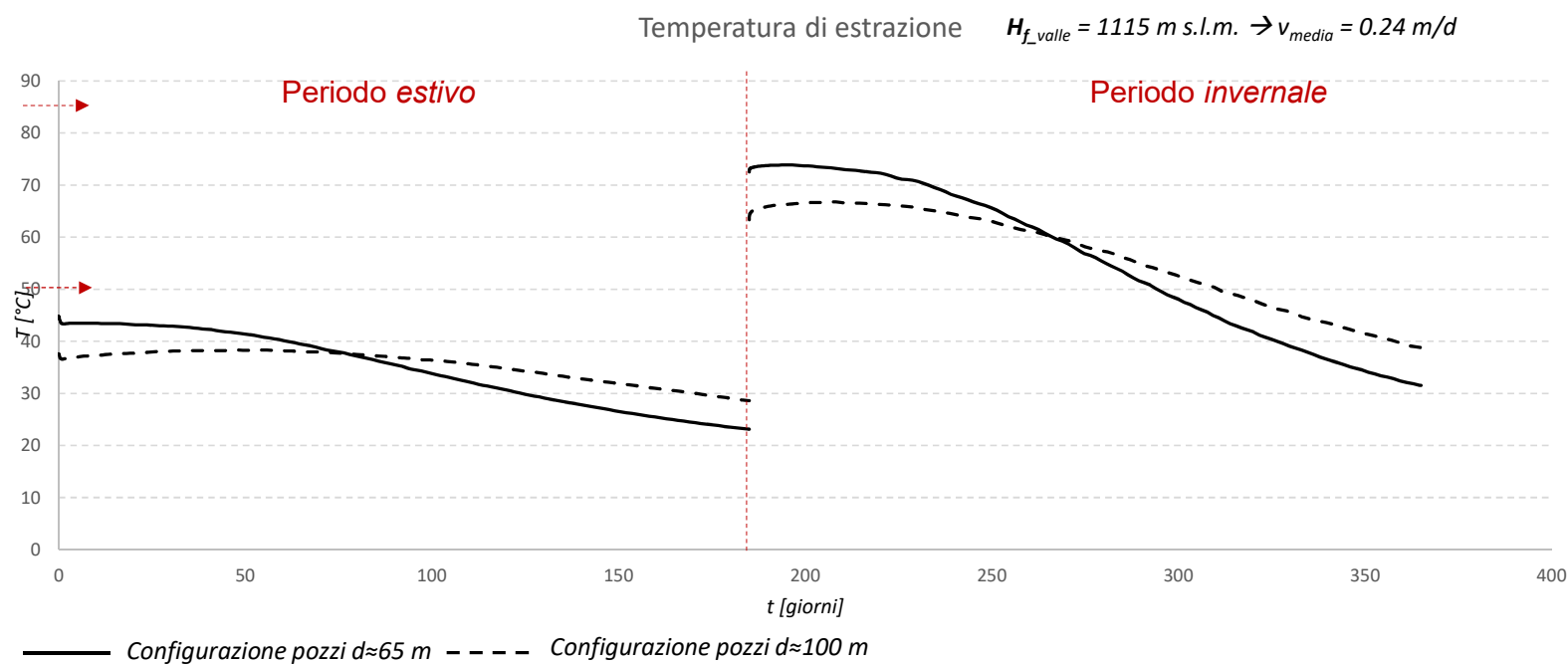
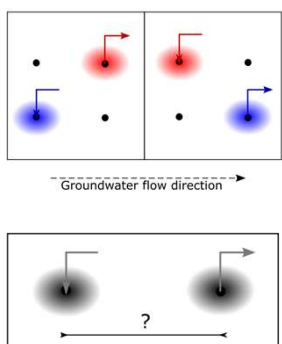
$$H_{f_valle} = 1140 \text{ m s.l.m.} \rightarrow v_{media} = 0.1 \text{ m/d}$$



➤ Configurazione a 4 pozzi – influenza della velocità di flusso della falda



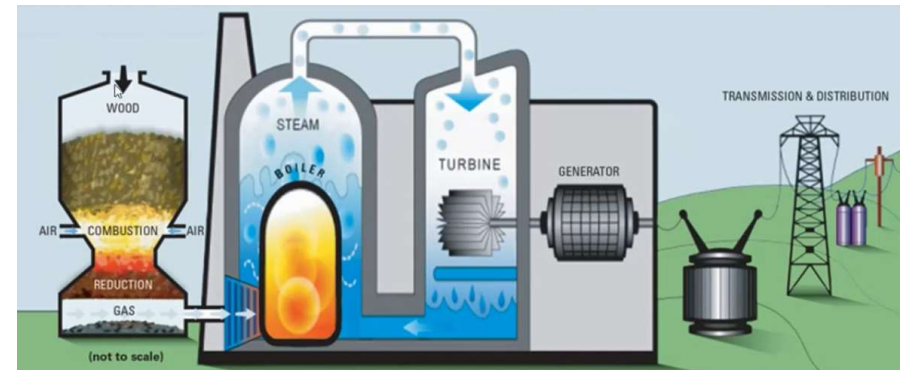
➤ Tipi di configurazione – distanza pozzi



➤ Modello integrato utenza - impianto

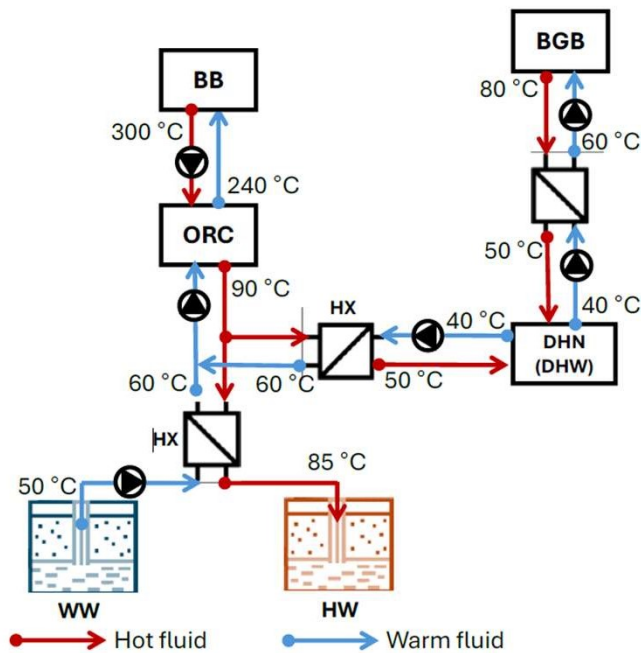
Modello utenza-impianto:

- Centrale a biomassa che fornisce energia a una rete di teleriscaldamento
- Periodo *estivo* (solo acqua calda sanitaria): 6 mesi
- Periodo *invernale*: 6 mesi
- Accumulo di energia termica all'interno del sistema ATES durante il periodo *estivo*
- Prelievo dell'energia termica dal sistema ATES durante il periodo *invernale*
- Eventuale utilizzo di caldaie a biogas di integrazione durante il periodo *invernale*

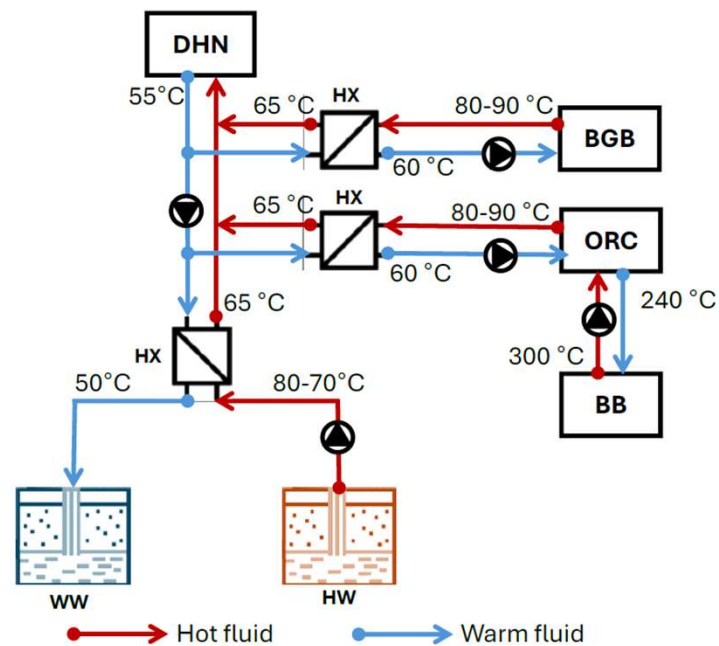


➤ Modello integrato utenza - impianto

Periodo estivo



Periodo invernale



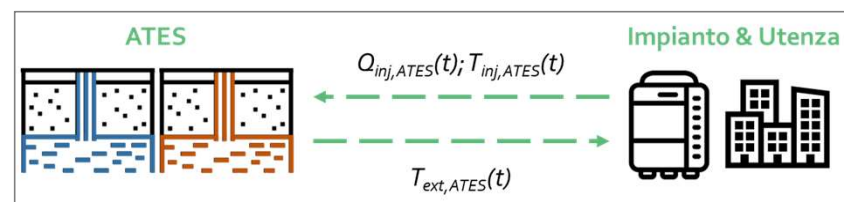
BB: Biomass Boiler
BGB: BioGas Boiler
DHN: District Heating Network
DHW: Domestic Hot Water
HW: Hot Well
HX: Heat Eschanger
ORC: Organic Rankine Cycle
WW: Warm Well

➤ Modellazione accoppiata ATES – utenza-impianto

Interazione tra il sistema ATES e il sistema utenza-impianto:

- Il modello ATES richiede in input serie di portate ($Q_{inj,ATES(t)}$) e temperature che derivano dal modello utenza-impianto ($T_{inj,ATES(t)}$).
- L'acqua proveniente dal sistema utenza-impianto viene stoccata ($Q = Q_{inj,ATES(t)}$ and $T = T_{inj,ATES(t)}$) nell'acquifero attraverso uno dei pozzi e contemporaneamente viene estratta da un secondo pozzo ($Q = -Q_{inj,ATES(t)}$ and $T = T_{ext,ATES(t)}$).

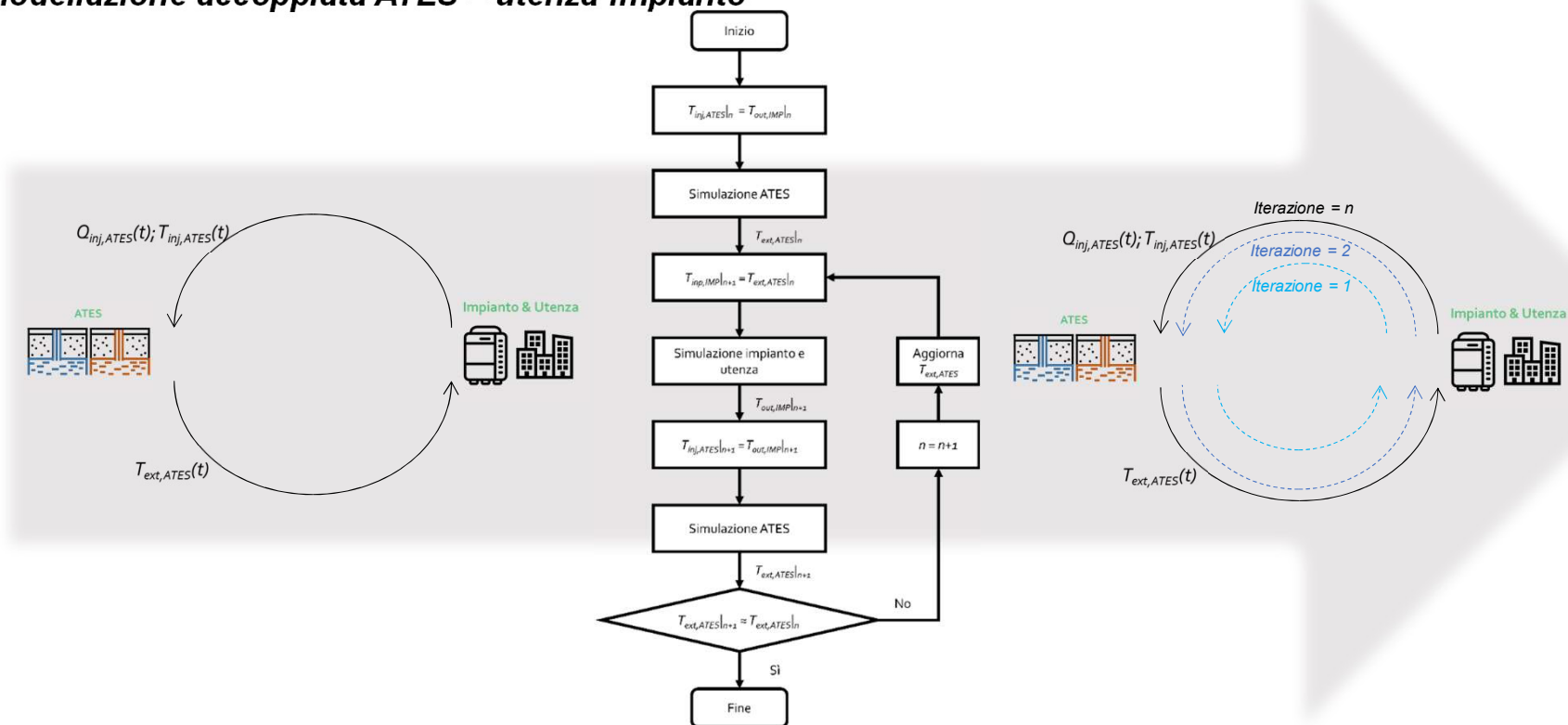
- La serie delle temperature in uscita dall'acquifero ($T_{ext,ATES(t)}$) è fornita in input al modello utenza-impianto, insieme alla serie delle portate.



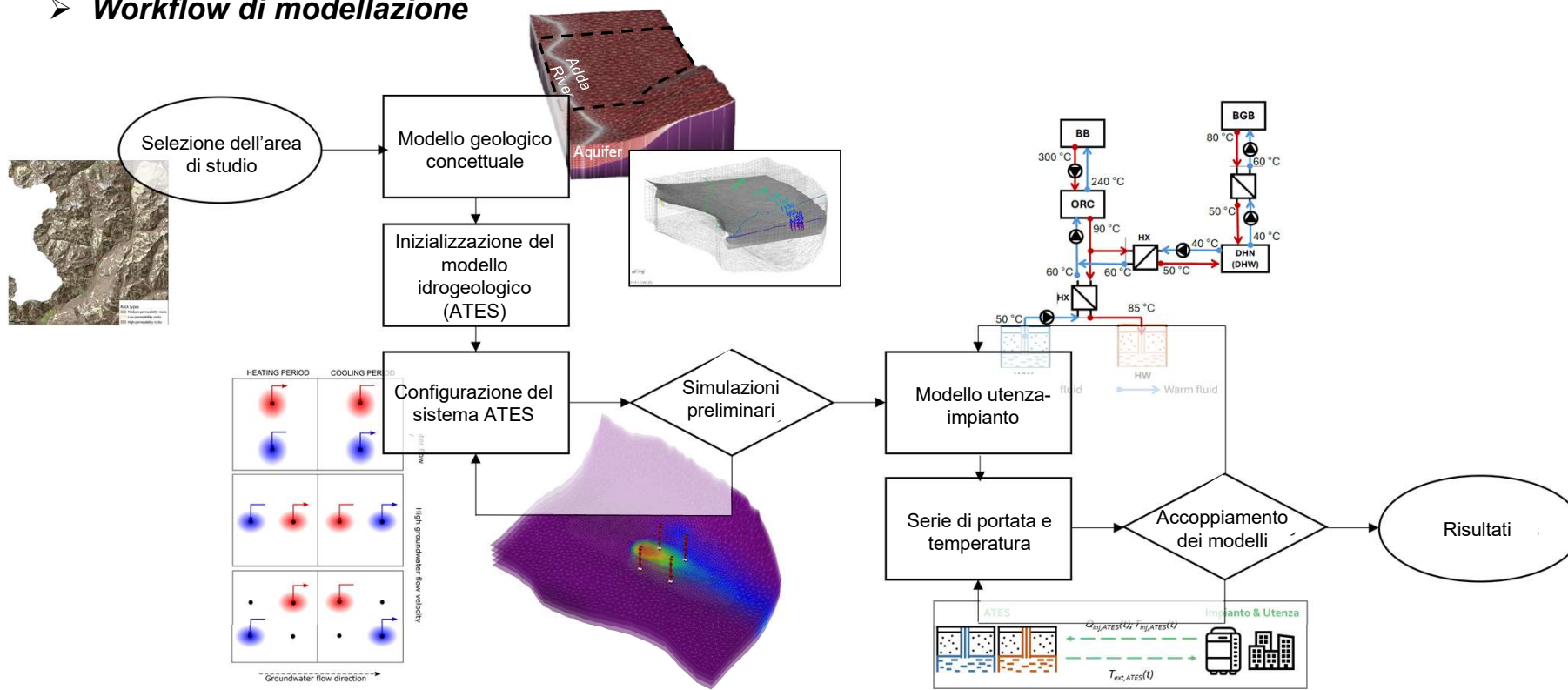
Rappresentazione schematica dell'interazione tra il modello ATES e il modello utenza-impianto.

ACCOPPIAMENTO DEI MODELLI

➤ Modellazione accoppiata ATEs – utenza-impianto



➤ Workflow di modellazione

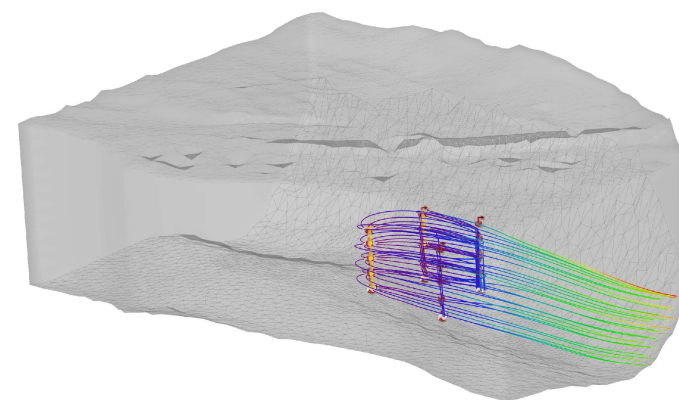
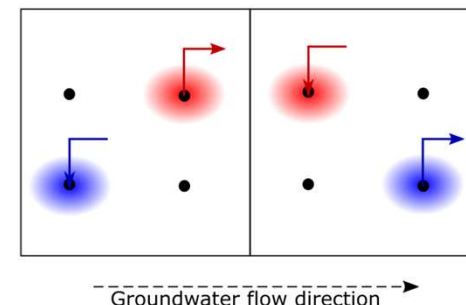




CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

➤ Osservazioni

- La configurazione di sistemi HT-ATES in un'area interessata da impianti a biomassa dipende dalle proprietà geologiche e idrogeologiche del sottosuolo.
- La modellazione del sistema ATES evidenzia la forte influenza delle proprietà geologiche sulla capacità di accumulo di energia termica dell'acquifero.
- Le simulazioni preliminari mostrano che la tipica configurazione a due pozzi non può essere utilizzata in regimi di flusso di falda tipico di bacini montani.
- La configurazione migliore in presenza di flusso di falda è fornita da un doppio set di pozzi: l'acqua iniettata in un pozzo durante una stagione è prelevata dal pozzo a valle nella stagione successiva.





Grazie

Questo lavoro è stato finanziato dal Fondo di Ricerca per il Sistema Elettrico nell'ambito del Piano Triennale 2022-2024 (DM MITE n. 337, 15.09.2022), in ottemperanza al DM 16 aprile 2018



Contatti

Rimani sempre aggiornato con RSE perché

#wemoversearch

Gabriela Squarzoni



gabriela.squarzoni@rse-web.it



www.rse-web.it



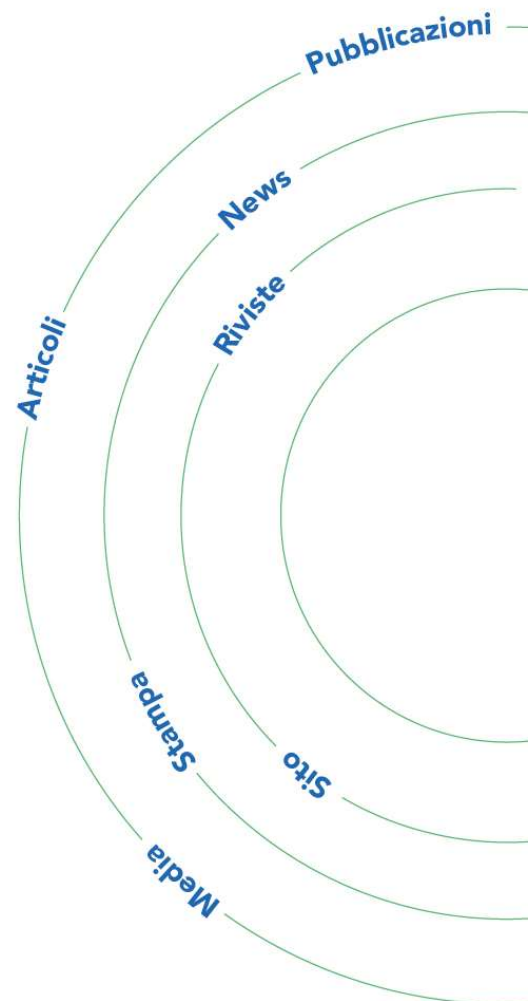
[@Ricerca sul Sistema Energetico - RSE SpA](#)



[@RSEnergetico](#)



[RSE SpA - Ricerca sul Sistema Energetico](#)



➤ Workflow di modellazione

