

# POTENZIALITÀ IDROTERMICHE IN EMILIA-ROMAGNA

UNO STUDIO DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA HA EFFETTUATO UNA CARATTERIZZAZIONE DELLE POTENZIALITÀ IDROTERMICHE, AL FINE DI ACQUISIRE E ANALIZZARE DATI UTILI PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE DELLE RISORSE ENERGETICHE DEL SOTTOSUOLO. I SISTEMI ACQUIFERI SUPERFICIALI POSSONO ESSERE SFRUTTATI PER LA CLIMATIZZAZIONE DEGLI EDIFICI.

Uno studio della Regione Emilia-Romagna ha avuto l'obiettivo di caratterizzare il sottosuolo del territorio regionale ai fini di una stima preliminare delle potenzialità idrotermiche ( $t < 17/18$  °C).

Al contrario dei serbatoi geotermici profondi, vale a dire serbatoi saturi con acque salate spesso connate e privi di ricarica, la risorsa "idrotermica" si trova all'interno dei sistemi acquiferi più superficiali saturi ad acque dolci. All'interno di questi serbatoi, la componente prevalente relativa al trasporto di calore nel sottosuolo è dovuta al trasporto di massa (acqua fluido vettore) lungo la direzione di gradiente idraulico principale del sistema acquifero e lungo strato.

Un sistema acquifero superficiale può essere concepito quindi come un "serbatoio termico dinamico". Nel caso appunto di sfruttamento dell'acqua di falda nei sistemi acquiferi più superficiali (<100/130 metri di profondità) è più opportuno parlare di "idrotermia", piuttosto che di "geotermia", in quanto le temperature medie presenti di circa 14°-15 °C sono principalmente influenzate dalla temperatura media ambiente annua rispetto al gradiente geotermico naturale.

I sistemi acquiferi superficiali possono essere sfruttati per la climatizzazione degli edifici e diventa importante poter stimare le potenzialità idrotermiche, al fine di un loro sfruttamento sostenibile.

## Caratterizzazione idrotermica dei sistemi acquiferi superficiali

In base alle conoscenze sul sottosuolo acquisite negli anni dal Servizio geologico, sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna, è stato possibile utilizzare mappe tematiche e sezioni idrostratigrafiche (figure 1a e 1b)

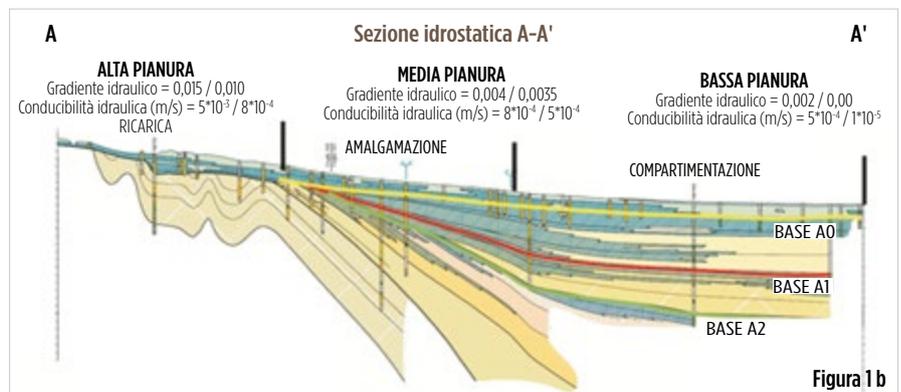
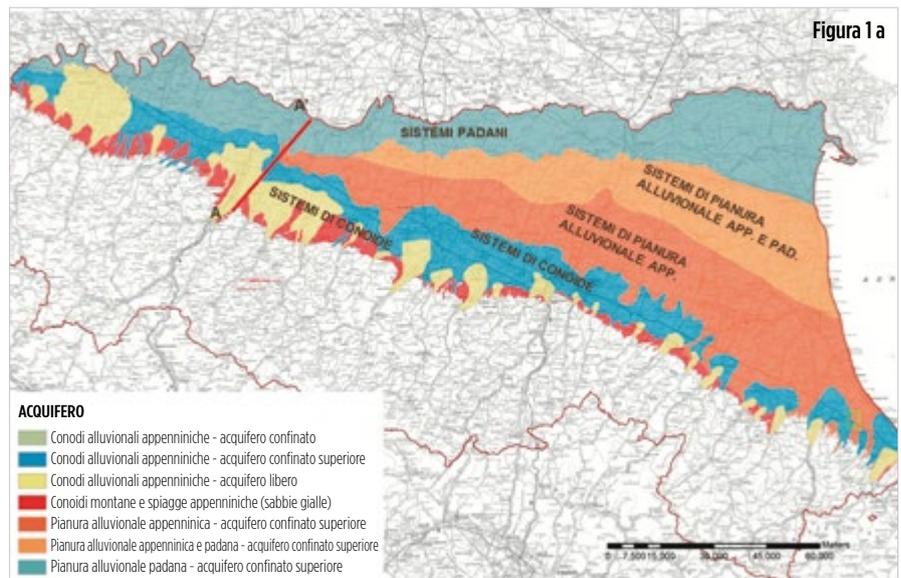


FIG. 1 ACQUIFERI EMILIA-ROMAGNA

1a) Principali tipologie di sistemi acquiferi presenti nella pianura emiliano-romagnola.

1b) Sezione idrostratigrafica A-A'.

al fine di suddividere in macro-aree il territorio regionale in base alla tipologia dei sistemi acquiferi presenti nei primi 100-150 metri di profondità:

- sistemi di conoide appenninica
- sistemi di piana alluvionale
- sistemi padani.

### Assegnazione parametri idrogeologici

All'interno di ogni macro-area sono state assegnate differenti proprietà idrogeologiche riguardanti i principali parametri:

- gradiente idraulico (i)
- conducibilità idraulica (K)
- spessore cumulato (H) dei depositi grossolani (ghiaie e sabbie).

Come riferimento bibliografico è stato utilizzato "Riserve idriche sotterranee della regione Emilia-Romagna" (Rer/Eni-Agip, 1998), in cui è presente un elenco delle diverse proprietà idrogeologiche e petrofisiche dei sistemi acquiferi ricavati da prove idrauliche *in situ*.

**Stima del potenziale idrotermico**

Per la stima del potenziale idrotermico e il calcolo dell'energia annua sfruttabile sono state utilizzate le formule analitiche tratte da Banks (2009; 2011).

Come procedimento, si è deciso di suddividere il territorio regionale in elementi a maglia quadrata con dimensione di 500 metri. All'interno della cella 500x500 si è deciso che il pozzo di presa e il pozzo di resa (sistema open-loop) avessero una distanza pari a 50 metri in direzione N-S (figura 2).

La direzione N-S è stata decisa al fine di approssimare la direzione del gradiente idraulico regionale dai settori di alta pianura (conoide) fino ai settori di media/bassa pianura (asse del bacino Padano). I successivi sistemi open-loop (presa e resa) sono stati collocati, sempre in direzione N-S, a una distanza convenzionale di 450 metri; mentre in direzione E-O, direzione che si approssima alla perpendicolare rispetto al gradiente idraulico regionale, i sistemi open-loop sono stati distanziati di 200 m (figura 2).

Con la configurazione sopradescritta, all'interno di una singola cella (500x500) sono presenti 3 sistemi open-loop, per un totale di 3 pozzi di presa e 3 pozzi di resa.

**Stima della portata di esercizio di un sistema open-loop**

Attraverso un procedimento analitico, è stato possibile stimare la portata di

esercizio per ogni singolo sistema open-loop (pozzo di presa e pozzo di resa) e quindi anche la portata complessiva all'interno di ogni singola cella.

Al fine di poter stimare la portata estraibile da un sistema open-loop è stato necessario calcolare la distanza critica tra i pozzi, utilizzando la definizione e la formula analitica presente in Banks (2009; 2011): "Se noi assumiamo che la distanza critica tra un doppietto pozzi sia 2D, può essere dimostrato che esiste un minimo rischio di cortocircuitazione termica interna se:

$$D > D_{critical} = Q / HU\pi$$

Q = portata di esercizio sistema open-loop

H = spessore sistema acquifero  
U = velocità regionale di Darcy"

In questo studio, avendo impostato a priori la distanza a 50 metri, la formula analitica sopracitata è stata invertita.

Parametri "Sistema conoide appenninica"	
Portata (Q) (m³/giorno)	1106
Conducibilità idraulica (K) (m/giorno)	60,5
Gradiente idraulico (i)	0,0075
Velocità regionale di Darcy (U=k*i) (m/giorno)	0,45
Spessore depositi grossolani (H) (m)	30

TAB. 1 PARAMETRI CONOIDE APPENNINICA  
Principali parametri idrogeologici utilizzati per il calcolo analitico della portata di esercizio relativo al settore dei sistemi acquiferi di conoide appenninica.

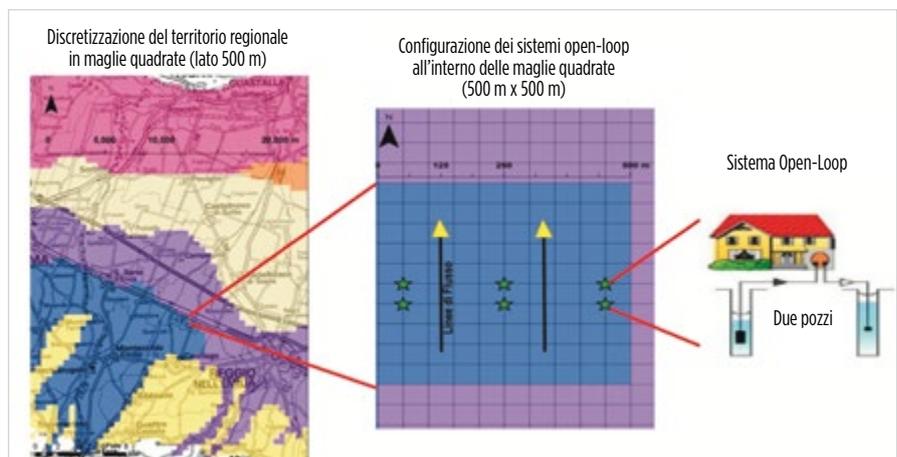


FIG. 2 SISTEMI OPEN-LOOP  
Discretizzazione del territorio regionale in celle quadrate (500x500 m) e configurazione dei sistemi open-loop.



FOTO: LIVIANA BANZI - AIUSG REGIONE ER

**Esempio di calcolo della portata di esercizio nei sistemi acquiferi di conoide appenninica**

Nel caso dei sistemi di conoide appenninica, non dovendo superare una distanza critica (D) pari a 25 metri, è stata calcolata una portata di esercizio (Q) per singolo sistema *open-loop* pari a 12,8 litri/secondo; questo significa che all'interno di una singola cella in cui sono presenti 3 sistemi *open-loop*, la portata complessiva sfruttabile è pari a 38,4 litri/secondo.

A fini cautelativi, la portata complessiva è stata diminuita del 25%, con un valore finale calcolato pari a 28,8 litri/secondo. I principali parametri idrogeologici utilizzati per il calcolo analitico sopradescritto e relativo al settore dei sistemi acquiferi di conoide appenninica sono indicati in *tabella 1*.

**Calcolo della potenza termica (P)**

Una volta calcolata la portata di esercizio per ogni singola cella, è stato possibile calcolare la potenza termica sfruttabile (P) e disponibile dai sistemi acquiferi superficiali in base alla seguente formula:

$$P \text{ (Kcal/h)} = Q \text{ (l/h)} \times \Delta T \text{ (}^\circ\text{C)}$$

dove Q è la portata di esercizio per ogni singola cella mentre  $\Delta T$  ( $^\circ\text{C}$ ) è il salto termico che è considerato come la differenza di temperatura di origine presente nel pozzo di presa e la temperatura di restituzione nel pozzo di resa. Per comodità di utilizzo, la potenza termica che in questo studio è espressa in KWt è stata ottenuta dividendo per 860:  $P \text{ (Kcal/h)} / 860 = P \text{ (kW)}$ .

Il  $\Delta T$  convenzionale utilizzato è stato di 3  $^\circ\text{C}$ .

Facendo riferimento all'esempio precedente, in un sistema acquifero di conoide appenninica è stata calcolata una potenza per ogni singola cella di 360 KWt. Lo stesso procedimento è stato seguito per le altre tipologie di sistemi acquiferi, al fine di ottenere delle mappe tematiche alla scala regionale rappresentate nelle *figure 3 e 4*, vale a dire:

- elaborato 1: mappa della potenza idrotermica nelle rispettive macro-aree calcolata per ogni singola cella (*figura 3*)
- elaborato 2: mappa dell'energia termica nelle rispettive macro-aree calcolata per ogni singola cella (*figura 4*).

**Calcolo dell'energia termica (E)**

Per il secondo elaborato è stata calcolata l'energia termica annua sfruttabile dalla risorsa idrotermica in base alla classificazione climatica (art. 9 Dpr 412/93), utilizzando un massimo teorico di 2.548 ore/anno. Il calcolo

dell'energia termica annua quindi è stato ottenuto con la seguente formula:

$$E \text{ (KWht)} = P \text{ (KWt)} \times 2548 \text{ (h)}$$

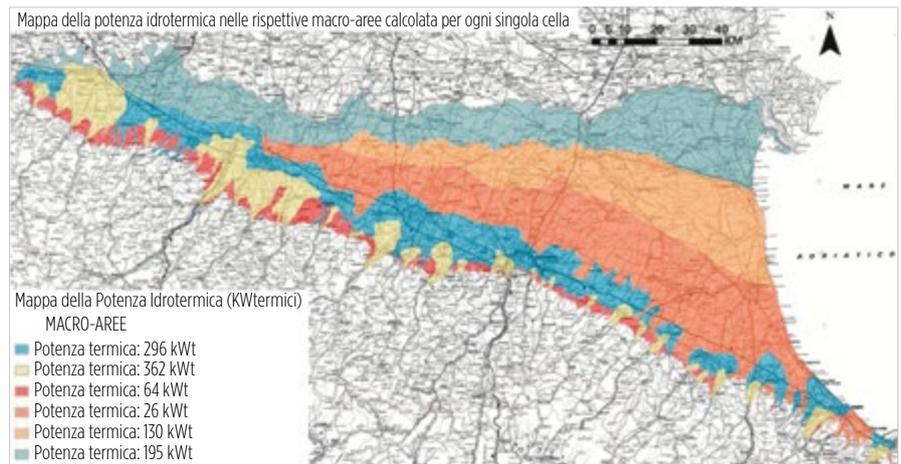
**Conclusioni**

Questo studio rappresenta un primo esempio alla scala regionale di stima della riserva idrotermica presente nella pianura emiliano-romagnola; altresì potrà essere la base per studi più approfonditi a scale

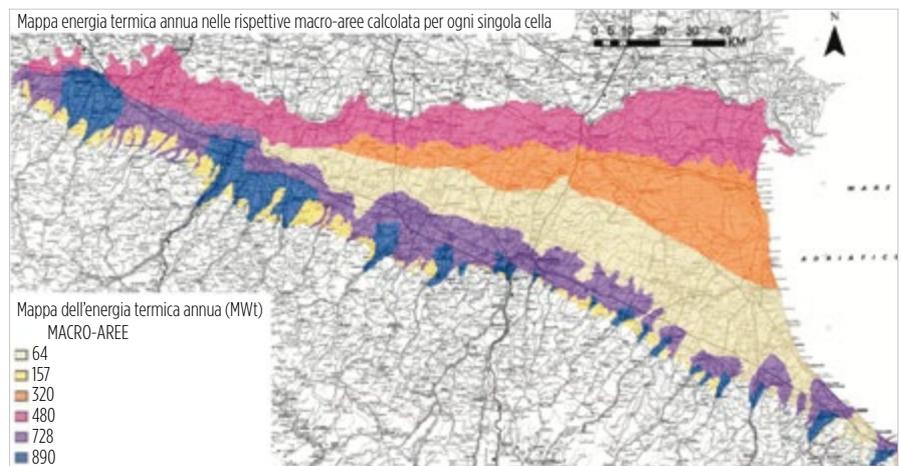
più ridotte, come ad esempio alla scala dei sistemi di conoide appenninica in cui sono presenti i sistemi acquiferi con maggiori potenzialità idrotermiche. Si ricorda, ad esempio, come nei sistemi di conoide siano presenti anche i maggiori centri urbani regionali.

**Fabio Carlo Molinari**

Servizio geologico, sismico e dei suoli, Regione Emilia-Romagna



**FIG. 3 POTENZA IDROTERMICA**  
Mappa della potenza idrotermica nelle rispettive macro-aree calcolata per ogni singola cella.



**FIG. 4 ENERGIA TERMICA**  
Mappa dell'energia termica annua nelle rispettive macro-aree calcolata per ogni singola cella.

**RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI**

Regione Emilia-Romagna, Eni-Agip, 1998, *Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna*.

Banks D., 2009, "An introduction to 'thermogeology' and the exploitation of ground source heat", *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*.

Banks D., 2011, "The application of analytical solutions to the thermal plume from a well doublet ground source heating or cooling scheme", *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*.

Servizio Geologico d'Italia - Regione Emilia-Romagna, *Carta geologica d'Italia in scala 1:50.000*, Foglio 199 - Parma Sud.