

New fracking method of reservoir rocks: a “green” technology

Nuovo metodo di fratturazione delle rocce serbatoio: una tecnologia “verde”

Raffaele Cataldi

Keywords: *earth's heat, low-permeability hot rocks, rock fracturing.*

Parole chiave: calore geotermico, rocce calde poco permeabili, fratturazione artificiale di rocce.

Introduzione

I metodi di fratturazione artificiale di rocce serbatoio poco permeabili contenenti fluidi naturali (acqua, vapore, gas, petrolio leggero o pesante in forma anche di bitume) utilizzati fino ad ora sono principalmente due, a volte applicati in combinazione tra loro: i) dissoluzione chimica (leakage), soprattutto di serbatoi a matrice carbonatica, mediante acidificazione con appropriati reagenti; e ii) fratturazione meccanica mediante iniezione di acqua pressurizzata a diverse centinaia di atmosfere, con ripetuti impulsi di pressione (*hydra-frack*). In quest'ultimo metodo, per favorire il mantenimento delle fratture neo-formate, vengono usati in alcuni casi proppanti (sferule di sostegno e resistenti agli schiacciamenti; n.d.r.) speciali fatti di materiale durissimo. I due metodi richiedono rispettivamente: il primo decine di metri cubi di reagente iniettabile; ed il secondo molte migliaia di metri cubi d'acqua in un arco di tempo di pochi giorni; quantità che non sempre ed ovunque sono disponibili. Si tratta perciò, in entrambi i casi, di metodi sempre molto costosi, ma che spesso non danno i risultati attesi. Il metodo dell'*hydra-frack* in particolare ha lo svantaggio di creare, in zone con rocce profonde molto dure e compatte, scosse sismiche a volte di non lieve entità, che, se avvertite dalle popolazioni locali, possono dar luogo a giustificate preoccupazioni.

Ciò è accaduto, ad esempio, quasi 10 anni fa in una zona vicino a Basilea (Svizzera), dove le scosse provocate dalle operazioni di *hydra-frack* su rocce profonde (circa 3,5 gradi di magnitudo in scala Richter) hanno dato luogo ad una vertenza, promossa dalla popolazione locale in tribunale, da cui è derivata la chiusura di un progetto di sfruttamento del

calore geotermico per produzione di elettricità e di calore destinato ad usi diretti (R. Wyss 2010).

Sono questi i motivi principali per cui alcuni studiosi di paesi avanzati del mondo hanno cominciato a studiare diversi anni fa la possibilità di applicare metodi di fratturazione delle rocce più economici ed efficaci dei due sopradetti.

Nuovo metodo

Questi sforzi sembrano ora giunti a risultati di grande interesse grazie ad un gruppo di scienziati del PNNL / *Pacific North West National Laboratory* che opera a Richland (Washington, USA) per il DOE / Dipartimento dell'Energia del Governo degli Stati Uniti. Essi hanno messo a punto un fluido di fratturazione definito “green” (ecologicamente accettabile) che è una miscela di poli-allil-amine. La miscela è registrata commercialmente con il nome di *StimulFracTM* e, iniettata in quantità modeste nei livelli scelti del serbatoio ed addizionata di CO₂ da dosare caso per caso in base alla natura litologica ed alle condizioni fisico-chimiche del serbatoio stesso, innesca una reazione esotermica capace di aumentare fortemente il suo volume iniziale e di innalzare notevolmente il suo shock di pressione in strato.

Le allil-amine (o allil-ammine) sono liquidi organici incolori, di formula generale corrispondente a quella dell'allil-cloruro (C₃H₅NH₂). Le tre allil-amine (mono-, bi- e tri-allil-amine), per polimerizzazione con ammoniaca e successiva distillazione, possono essere trasformate in diversi altri e più complessi composti detti nell'insieme poli-allil-amine, simili ad una sorta di glicerina. La miscela specifica, però, di cui è fatta il prodotto registrato negli Stati Uniti con il nome di *StimulFracTM*, non è nota; né sono stati resi noti i dosaggi di essa con CO₂ effettuati in diverse condizioni di sottosuolo (litologia, chimismo del fluido di strato, temperatura, pressione, ecc.).

Le caratteristiche ed il comportamento dello *StimulFracTM* sono stati verificati in molte condizioni simulate di laboratorio, diverse per pressioni di strato, temperatura, chimismo, natura litologica del serbatoio e geo-meccanica delle rocce, con risultati ritenuti sempre migliori delle aspettative.

Per il chimismo, in particolare, è stato studiato il comportamento del reagente per condizioni di lavoro in acquiferi con valori di pH compresi tra 3 e 10, che hanno consentito di verificare la sua idoneità di applicazione in tutti i tipi di campo geotermico fino ad ora noti nel mondo. Lo schema simulato di effetto prodotto nei livelli di fratturazione scelti, insieme alle immagini delle onde d'urto create nel

Raffaele CATALDI 

Socio onorario UGI e cultore di Storia della Geotermia
raf.cat04@libero.it

Ricevuto/Received: 20 September 2018 - Accettato/Accepted: 24 February 2019
Pubblicato online/Published online: 29 March 2019

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

© Associazione Acque Sotterranee 2019

sottosuolo dalla reazione esotermica sopra detta, è illustrato nella figura 1

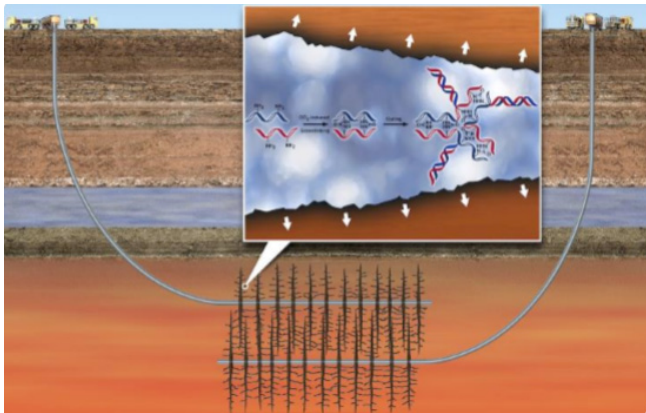


Fig. 1 - Sezione simulata delle onde d'urto provocate dalla reazione tra *StimulFracTM* e CO_2 in esso iniettata per creare fratture artificiali nelle rocce di serbatoio ed aumentarne così notevolmente la permeabilità (da IGA News n. 111, pag.38).

Fig. 1 - Simulated cross section of shock waves caused by reaction between *StimulFracTM* and CO_2 injected into the reservoir to create fractures and increase the permeability of rocks (from IGA News, n. 111, p. 38).

Sintesi dei risultati e conclusioni

In breve, si è potuto accertare in laboratorio che: i) la pressione ed il volume di acqua di iniezione dello *StimulFracTM* sono diecine di volte inferiori a quelle necessarie con il suddetto metodo di *hydra-frack*; ii) la pressione critica di invasione del fluido reagente nei pori della roccia è molto minore di quella della sola acqua; iii) la sismicità indotta viene eliminata quasi del tutto e ridotta ai pochi momenti di innesco della reazione in strato; e iv) l'incremento di permeabilità delle rocce ottenuta con questo metodo è fino a 10.000 (!) volte maggiore di quella solitamente ottenuta con i due metodi combinati di fratturazione detti in premessa. Perciò, i costi delle operazioni di fracking svolte con il fluido "verde" in parola si riducono di circa il 60 %.

Quanto sopra ha cominciato poi ad essere verificato con esperimenti di campagna, che sono iniziati da pochi mesi, ma che pare stiano dando anch'essi ottimi risultati; per cui gli scienziati del PNNL Varun Gupta e Carlos Fernandez, che hanno coordinato il gruppo di lavoro della ricerca, hanno espresso la propria soddisfazione giudicandoli "... al di là di ogni aspettativa...".

Concepito e sperimentato all'inizio per stimolare la produzione di pozzi perforati in campi geotermici con serbatoi poco permeabili, e per creare serbatoi artificiali in sistemi ad HDR / "rocce calde secche" (ora meglio noti con nomi come EGS / *Enhanced Geothermal Systems*, Sistemi artificiali, Sistemi petrotermali, ed altri), il metodo di fratturazione con *StimulFracTM* ha cominciato poi ad essere studiato per

l'applicazione in serbatoi petroliferi poco permeabili, ed in particolare in quelli associati agli scisti bituminosi, che hanno caratteristiche fisico-chimiche molto diverse da quelle dei campi geotermici. In base a quanto dichiarato dai suddetti scienziati coordinatori del progetto di ricerca, pare che anche in questi casi l'uso del reagente in parola stia dando ottimi risultati.

È allora evidente che la possibilità di applicazione in giacimenti petroliferi ed in campi geotermici di diverso tipo, ed in condizioni di lavoro molto differenti da caso a caso, non potrà che contribuire ad ottenere ulteriori miglioramenti tecnologici (già oggi molto importanti soprattutto per l'abbattimento della sismicità indotta), nonché forti riduzioni dei costi di tutte le operazioni di fratturazione delle rocce nel sottosuolo.

BIBLIOGRAFIA

- IGA (2018) News n. 111, pp. 37-38; June 2018.
 Pacific Northwest National Laboratory PNNL <https://www.pnnl.gov/environmental-management>.
 Wyss R (2010) "Secousses devant le tribunal"; *Geothermie CH* n.48, p.3, Mars 2010, con traduzione e commento in italiano sul Notiziario UGI n. 27, pp. 13-14; Agosto 2010.