

F. Moia, A. Negri
Dipartimento Ambiente
e Sviluppo Sostenibile
Erse (già Cesi Ricerca)

Stabilizzare e ridurre nell'atmosfera la concentrazione dei cosiddetti gas serra è uno dei principali obiettivi da raggiungere entro poco tempo per mitigare i cambiamenti climatici e il riscaldamento globale come indicato nel programma World Energy Outlook 2007 dell'Iea (International Energy Agency).

In questo contesto le tecnologie Ccs (Carbon Capture and Storage) possono fornire un valido contributo in quanto consentono il confinamento geologico della CO₂ catturata dagli impianti di generazione elettrica a combustibili fossili.

Le tecnologie Ccs, in estrema sintesi, prevedono la cattura della CO₂ direttamente alla fonte - nelle centrali elettriche a combustibili fossili e negli altri grandi impianti industriali - che viene separata dagli altri gas di combustione, compressa e trasportata mediante tubazioni al pozzo per lo stoccaggio geologico.

L'iniezione deve avvenire in serbatoi ad almeno 800 metri di profondità ove sussistano le con-

dizioni di temperatura e pressione idonee ad iniettare la CO₂ in condizioni supercritiche e con le caratteristiche di un fluido.

I serbatoi geologici per il confinamento permanente della CO₂ nel sottosuolo sono, come mostrato nella Figura 1, i letti di carbone non più sfruttabili, i campi ad olio ed a gas esauriti e gli acquiferi salini profondi.

In Europa e in Italia

Nella recentissima Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa allo stoccaggio geologico del biossido di carbonio (2008/0015 (Cod), 17 dicembre 2008) si riassumono le prospettive della Ccs nell'Unione Europea, affermando che si potrebbero stoccare 7 milioni di tonnellate di CO₂ entro il 2020 e fino a 160 milioni di tonnellate entro il 2030, a condizione che la Ccs ottenga sostegno privato, nazionale e comunitario e si dimostri una tecnologia ambientalmente sicura.

Le emissioni di CO₂ evitate nel 2030 potrebbero corrispondere

STOCCAGGIO GEOLOGICO DELLA CO₂ IN ITALIA

La cattura ed il sequestro geologico della CO₂ prodotta dalla combustione dei combustibili fossili (Ccs) rappresenta una opzione tecnologica importante nella transizione verso un sistema energetico "a basso contenuto di carbonio". L'articolo descrive gli studi e le ricerche avviati in Italia per valutare le potenzialità del sequestro geologico della CO₂ e per caratterizzare le possibili aree di stoccaggio.

Capture and Storage of the CO₂ produced by the combustion of fossil fuels (Ccs) represents a very important technology to bridge the world energy system toward a "low carbon" future. The paper describes the R&D activities performed in Italy aimed to evaluate the storage capacity of the Country and to characterize the potential storage areas.





al 15% circa delle riduzioni richieste nell'Unione.

Diversi sono i progetti finanziati dalla Commissione, cui partecipano imprese di produzione elettrica e/o petrolifere con i più importanti centri di ricerca geologica europei. Particolarmente importanti sono quello di Sleipner, nel Mare del Nord, e quello di Ketzin, ad ovest di Berlino. In Italia, attività di ricerca sono state svolte dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Ingv di Roma e dall'Istituto di Oceanografia e Geofisica Sperimentale - Ogs di Trieste; studi sul monitoraggio dei gas del suolo nell'ambito dello CO_2 storage sono svolti anche dall'Università di Roma La Sapienza.

Lo sviluppo di progetti che coinvolgono le tecnologie Ccs sono promossi dalla Sotacarbo - Società Tecnologie Avanzate Carbone nell'ambito del carbone pulito e del rilancio del bacino carbonifero del Sulcis in Sardegna che coinvolge anche la Carbosulcis.

Da citare, infine, il progetto dimostrativo di cattura e sequestro della CO_2 avviato da Enel nell'Alto Adriatico, che rientra nei progetti finanziabili dalla Unione Europea ai sensi della Direttiva citata.

Tuttavia, in ambito nazionale non esiste ancora un indirizzo e un piano di ricerca organico volto allo stoccaggio geologico della CO_2 prodotta dagli impianti di generazione termoelettrica a combustibili fossili e/o da altri complessi industriali come cementifici, raffinerie e siderurgia. Il Ministero dello Sviluppo Economico, nell'ambito del Fondo "Ricerca di Sistema Elettrico" (Decreto Map 2006 e successivi) ha promosso, dal 2006, importanti iniziative di ricerca, che comprendono non solo lo stoccaggio geologico della CO_2 ma anche la sua cattura alla fonte. In questo articolo si descrivono gli studi eseguiti sul territorio italiano per individuare i potenziali siti idonei allo stoccaggio geologico della CO_2 e lo sviluppo di strumenti atti a caratterizzare le diverse fasi dello stoccaggio. La ricerca è stata sviluppata nell'ambito del Progetto "Caratterizzazione dei siti per lo stoc-

caggio della CO_2 ", ai sensi dell'accordo di programma triennale tra il Ministero per lo Sviluppo Economico e Cesi Ricerca (ora Erse) stipulato il 21 giugno 2007.

Le attività sviluppate nel quadro della ricerca sul tema del sequestro geologico includono gli studi geologici e la mappatura delle potenzialità di stoccaggio, mediante analisi dei pozzi perforati in Italia a scopi di ricerche minerarie e sviluppo di un apposito Sit (Sistema Informativo Territoriale), modellazione numerica dei potenziali serbatoi, al fine di caratterizzare le diverse fasi dello stoccaggio, e le tecniche di monitoraggio per la sorveglianza dei depositi e controllare le eventuali fughe di CO_2 .

Analisi geologiche sui profili dei pozzi profondi

Sono stati censiti ed analizzati i profili dei pozzi profondi, perforati per la ricerca degli idrocarburi in Italia, per individuare quelli idonei, per la presenza sia di formazioni geologiche che si prestassero all'immagazzinamento permanente della CO_2 , sia di una copertura impermeabile in grado di evitare le fughe di CO_2 dal potenziale serbatoio.

Per quanto riguarda i serbatoi, ci si è principalmente orientati sugli acquiferi salini profondi che presentano le maggiori potenzialità per lo stoccaggio della CO_2 . Sono stati comunque censiti anche i principali giacimenti ad idrocarburi noti in Italia che possono essere utilizzati allo scopo ad esempio utilizzando la tecnologia Eor (Enhanced Oil Recovery).

Per l'elaborazione del catalogo dei siti è stato sviluppato un apposito Sistema Informativo Territoriale contenente temi geologici, territoriali e amministrativi utili non solo ai fini della ricerca ma anche per le problematiche collegate alla sicurezza e all'impatto ambientale.

Ciascun pozzo è stato così caratterizzato per individuare la presenza di formazioni geologiche impermeabili e costituite ad esempio da argille e gessi, idonee a svolgere il ruolo di caprock ed evitare le fughe della CO_2 dal serbatoio. Per ciascun pozzo, le

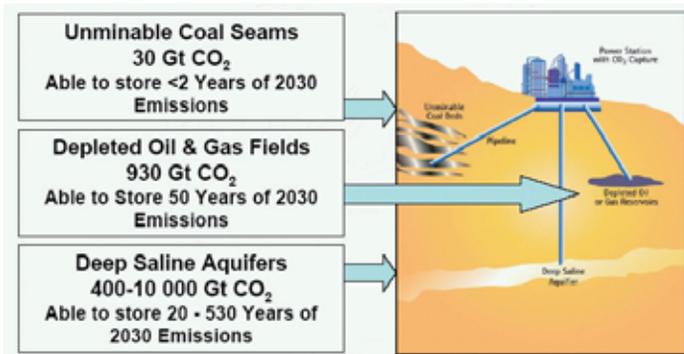
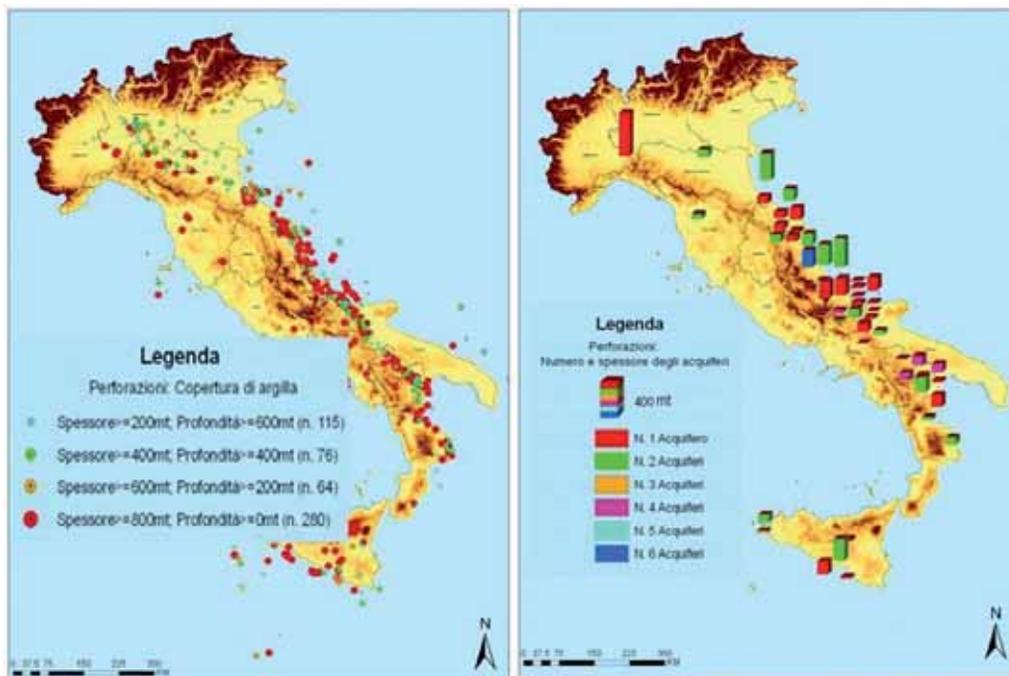


Figura 1 - Formazioni geologiche idonee per il confinamento permanente della CO₂ nel sottosuolo [1].

diverse litologie sono state classificate in funzione della loro permeabilità e, basandosi anche sul loro spessore, è stato calcolato il Fattore Bontà Pozzo (Fbp) che, in una scala crescente da 1 a 5, ha consentito di evidenziare la presenza di un caprock ottimale e con spessore consistente [2, 3]. La Figura 2 riporta, a sinistra, la distribuzione dei pozzi in funzione dello spessore del caprock argilloso e, a destra, per i 115 pozzi con più di 800 metri di argilla (evidenziati in rosso), la presenza del numero di acquiferi salini e il loro spessore in metri.

Figura 2 - Distribuzione dei pozzi idonei al sequestro geologico della CO₂.



Caratterizzazione dei serbatoi per lo stoccaggio della CO₂

I dati geologici censiti con le attività in precedenza descritte, costituiscono la base per estendere la ricerca e arrivare a definire un modello 3D del sottosuolo idoneo per la modellazione fluidodinamica, geochemica e geomeccanica del serbatoio e studiare il comportamento ed il destino della CO₂ iniettata [4]. Per alcune aree selezionate ven-

gono elaborate delle sezioni stratigrafiche di estremo dettaglio per capire l'estensione spaziale delle diverse Formazioni Geologiche che possono svolgere il ruolo di caprock e di roccia serbatoio.

La modellazione numerica per lo stoccaggio geologico della CO₂ negli acquiferi salini è fondamentale e a supporto di tutte le fasi decisionali e operative riguardanti la fattibilità di un progetto industriale Ccs. I codici sviluppa-

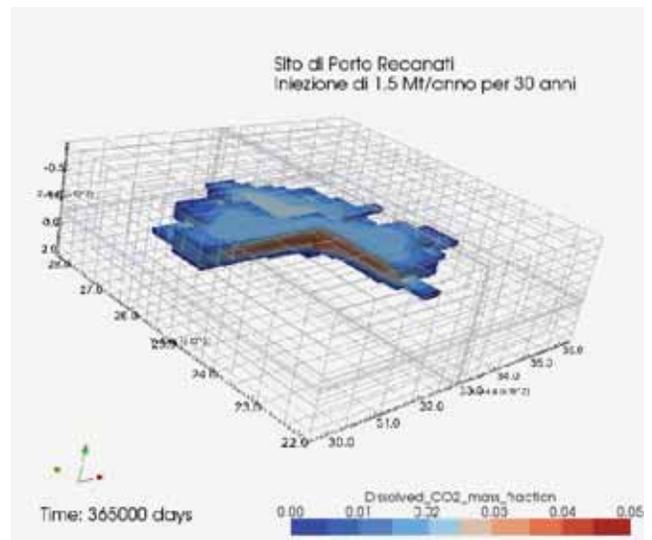


Figura 3 - Esempio di risultato della simulazione del processo di iniezione di CO₂.

ti consentono, infatti, lo studio del processo di iniezione in termini di: capacità di stoccaggio, possibilità di iniezione e capacità di contenimento nel tempo, inteso questo ultimo in senso geologico e quindi nell'ordine delle migliaia di anni.

Nel quadro della ricerca sono stati sviluppati codici - messi a disposizione della comunità scientifica e degli Operatori, come gli altri risultati del progetto - per la simulazione dell'intero processo di stoccaggio, ovvero considerando i seguenti aspetti:

- fluidodinamici (pressione, temperatura, diffusione e galleggiamento ecc.);
- geochemici (interazione con le rocce, precipitazione e dissoluzione della calcite ecc.);
- fisici (precipitazione salina, pH, solubilità delle diverse fasi ecc.);
- geomeccanici (fratturazione, porosità, integrità del caprock, ruolo dei pozzi preesistenti ecc.).

La Figura 3 riporta l'esempio

della simulazione numerica del processo di iniezione di CO₂ in un sito reale situato nell'offshore Adriatico (marchigiano).

Le simulazioni numeriche sono state eseguite ipotizzando:

- iniezione di CO₂ orizzontale in un tratto di circa 1.000 metri;
- iniezione di 1,5 milioni di tonnellate di CO₂ all'anno (corrispondenti alle emissioni di una centrale a carbone da 240 MW);
- durata dell'iniezione di 30 anni;
- analisi temporale estesa fino a 1.000 anni.

La figura è relativa all'area di circa 6 x 6 x 2 chilometri in cui si diffonde la CO₂ in un serbatoio prevalentemente sabbioso mineralizzato ad acqua salata e rappresenta la situazione finale dopo 1.000 anni [5].

Conclusioni

Le attività, svolte nell'ambito della Ricerca di Sistema e basate fondamentalmente sulle analisi geologiche dei pozzi perforati per la ricerca degli idrocarburi, hanno consentito di evidenziare che anche in Italia esistono i presupposti per ritenere potenzialmente percorribile lo stoccaggio geologi-

co della CO₂ catturata direttamente dagli impianti di generazione elettrica alimentati ad idrocarburi.

Esiste, infatti, un diffuso e spesso caprock, costituito prevalentemente da litologie impermeabili come le argille, idoneo ad evitare la fuga della CO₂ e un set rilevante di pozzi ha, in posizione sottostante al caprock, la presenza di uno o più acquiferi salini con spessori anche consistenti e quindi con la possibilità di confinare elevati volumi di CO₂.

Le aree off-shore più promettenti sembrano il medio bacino dell'Adriatico e il bacino dello Ionio mentre quelle on-shore sembrano più omogeneamente diffuse e vanno dalla Valle Padana alle zone prossime alla costa tra Marche e Molise fino alla Fossa Bradanica.

La potenzialità di sequestro geologico in Italia può essere orientativamente valutata tra 16 e 47 Gt CO₂, equivalenti a circa 100 ÷ 300 anni di emissioni dell'attuale parco termoelettrico italiano.



BIBLIOGRAFIA

- [1] H. Audus, "An update on Ccs: Recent developments". 2nd Iea Workshop on Legal Aspect of Storing CO₂, 2006, Paris.
- [2] F. Moia *et al.*, "A preliminary study of the CO₂ storage potential of Italian geological reservoirs based on the interpretation of deep well data". Oct 2007, Third International Conference on Clean Coal Technologies for our Future, Cagliari.
- [3] F. Quattrocchi *et al.*, "Development of an Italian catalogue of potential CO₂ storage sites: an approach from deep wells data". European Geosciences Union, General Assembly 2008, Vienna.
- R. Guandalini *et al.*, "A modeling approach to select potential sites for carbon storage in Italy". CO₂Net Annual Seminar 2008, Warsaw-Poland
- [4] R. Guandalini, "Modellazione numerica del comportamento della CO₂ in acquiferi salini". Convegno: Cattura e sequestro della CO₂: Risultati delle ricerche in ambito italiano, Milano 2008 http://www.cesiricerca.it/pagine/notizie/dett_notizia.asp?op=438&t=a
- [5] R. Guandalini *et al.*, "A methodology for the geological and numerical modelling of CO₂ storage in deep saline formations", EGU 2009 European Geosciences Union General Assembly - Vienna, 19-24 Aprile 2009



52 nuovi prodotti in 52 settimane

Una maratona che vi accompagnerà per tutto il 2009. Tante innovazioni per rendere sempre più efficiente la vostra produttività, le nostre soluzioni per il vostro successo!

Abbiamo fiducia nelle nostre possibilità, investiamo nel futuro, crediamo nella forza dell'innovazione, vi offriamo il nostro supporto, vi presentiamo 52 nuovi prodotti, uno alla settimana, per vincere una sfida che vogliamo affrontare con voi. La corsa è già partita, non rimanete indietro!

Visitate il sito www.sick.it per conoscere le prossime tappe.

readerservice.it n.23238

SICK
Sensor Intelligence.