

6[^] sessione

STOCCAGGIO DI BIOSSIDO DI CARBONIO E GAS NATURALE

**modera:
Antonio Paglionico**

**fabio moia
et alii**

La fattibilità dello stoccaggio geologico della CO₂ negli acquiferi salini profondi nell'onshore e offshore italiano

Fabio Moia⁽¹⁾, Silvana Fais⁽²⁾, Fabrizio Pisanu⁽³⁾, Giorgio Sardu⁽³⁾, Piero Casero⁽⁴⁾, Roberto Guandalini⁽¹⁾, Giordano Agate⁽¹⁾, Silvia Beretta⁽¹⁾, Francesca Cappelletti⁽¹⁾ e Francesca Colucci⁽¹⁾

⁽¹⁾RSE S.p.A., ⁽²⁾DICAAR-Università di Cagliari-CINIGEO Roma, ⁽³⁾Carbosulcis S.p.a., ⁽⁴⁾Geologo

Parole chiave: stoccaggio CO₂, acquiferi salini, modellazione

Atti del 1° Congresso dell'Ordine dei Geologi di Basilicata, "Ricerca, Sviluppo ed Utilizzo delle Fonti Fossili: Il Ruolo del Geologo", Potenza, 30 Novembre - 2 Dicembre 2012.

Riassunto

Le tecnologie CCS-Carbon Capture and Storage, unitamente al risparmio energetico e alle energie rinnovabili, sono ritenute uno dei mezzi più efficaci per contrastare il riscaldamento globale e limitare le emissioni dei gas serra e in particolare della CO₂. La ricerca ha affrontato le problematiche riguardanti il CO₂ Geological Storage in Italia sfruttando le metodologie di analisi e modellazione numerica sviluppate nell'ambito del Fondo per la Ricerca di Sistema Elettrico (DM 19 marzo 2009 GU n.117/2009). L'obiettivo è stato di verificare la fattibilità dello stoccaggio della CO₂ in condizioni supercritiche in serbatoi mineralizzati ad acqua salata e con profondità superiore agli 800-1000 metri. L'analisi di circa 2000 profili di pozzo depositati presso l'Ufficio Nazionale Minerario Idrocarburi e Georisorse del Ministero dello Sviluppo Economico e relativi ai titoli minerari cessati, ha consentito di individuare alcuni dei sistemi roccia di copertura - serbatoi più idonei. Per particolari aree con la disponibilità di linee sismiche a riflessione, sono stati eseguiti studi più dettagliati ed è stata valutata la fattibilità del processo di stoccaggio a breve, medio e lungo termine con volumetrie comparabili ad esempio a quelle del progetto ENEL-Porto Tolle che prevede l'iniezione di 1 milione di tonnellate di CO₂ all'anno per 30 anni.

Introduzione

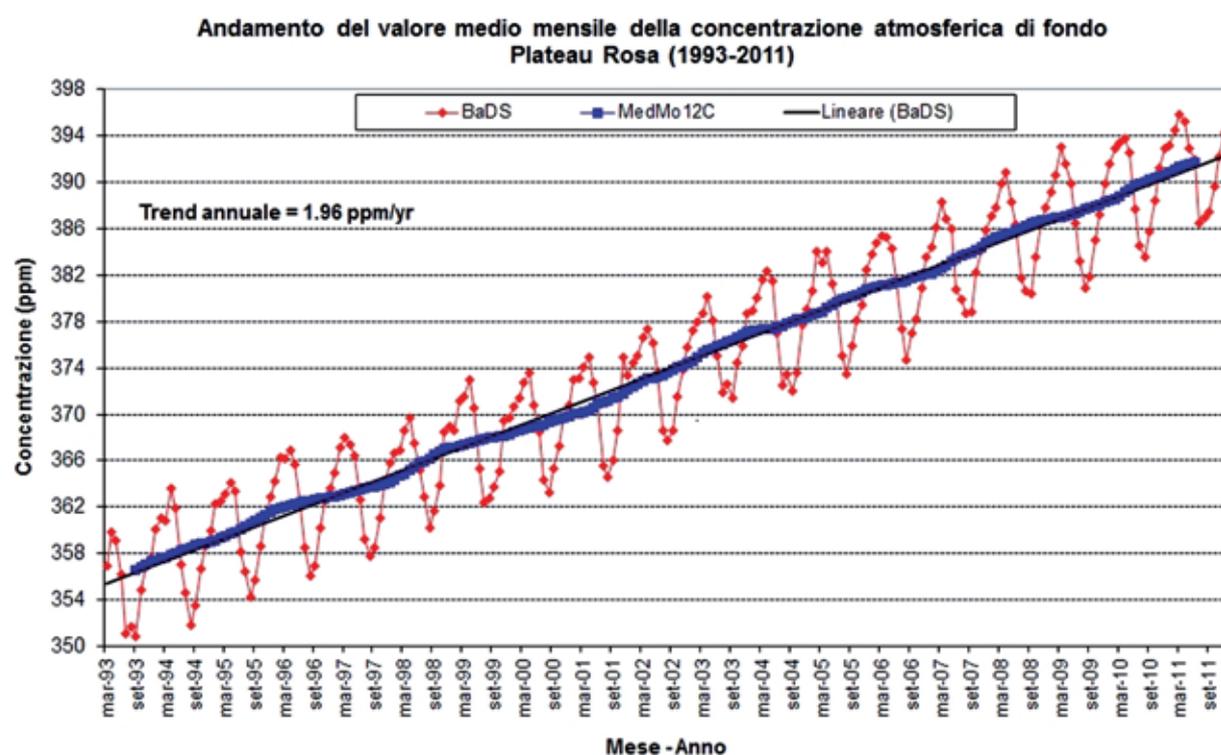


Fig. 1 Concentrazione CO₂ misurata presso la stazione RSE del Plateau Rosa

La concentrazione di anidride carbonica è cresciuta in modo rilevante nell'ultimo decennio contribuendo al fenomeno del riscaldamento globale come dimostrato anche nella Fig. 1 relativa alla concentrazione di CO₂ tra il 1993 e il 2011 misurata presso la stazione RSE del Plateau Rosa a 3450 m.s.l.m..

L'esigenza di soddisfare la crescente domanda di energia e in particolare quella dei paesi emergenti, va di pari passo con la necessità di contrastare il riscaldamento terrestre e contenere quindi l'aumento della concentrazione di anidride carbonica. La European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Plants - ZEP ha indicato già nel 2007, che la domanda mondiale di energia dovrebbe aumentare di oltre il 50% entro il 2030 e la sfida per contenere le emissioni di CO₂ sarà enorme e bisogna agire in fretta con un mix di soluzioni che coinvolgono l'efficienza energetica, le energie rinnovabili e la CCS-Carbon Capture and Storage. In questo contesto la Commissione Europea nel 2009 ha emanato la Direttiva 2009/31/CE sullo stoccaggio geologico del biossido di carbonio che è stata recepita dal governo italiano con il D.L. n.162 del 14 settembre 2011. Il recepimento della Direttiva Europea all'articolo 7 comma 1, prevede che entro 24 mesi vengano individuate, con apposito decreto, le aree del territorio nazionale e della zona economica esclusiva all'interno delle quali possono essere selezionati i siti di stoccaggio.

Lo studio descritto nella presente memoria si è sviluppato secondo le Linee Guida fornite dalla Commissione Europea agli Stati Membri per la corretta implementazione della Direttiva 2009/31/CE. Le attività sono state rivolte verso i serbatoi geologici profondi oltre 800-1000 metri mineralizzati ad acqua salata e definiti comunemente acquiferi salini, che presentano le più favorevoli volumetrie di stoccaggio. Infatti, oltre le profondità suddette e in condizioni di gradiente geotermico normale, sussistono le condizioni di pressione e temperatura favorevoli allo stoccaggio della CO₂ oltre il punto critico e quindi con le caratteristiche di un fluido ad alta densità.

Un numero rilevante di pozzi profondi pubblici, circa 2000, è stato analizzato e sono state individuate le aree del territorio italiano con la presenza di un sistema caprock-reservoir favorevole per lo stoccaggio della CO₂. Per particolari zone con la disponibilità anche di un numero sufficiente di linee sismiche a riflessione sono stati eseguiti degli studi di dettaglio che hanno evidenziato la strutturazione geologica profonda, la presenza delle faglie e le caratteristiche petrofisiche delle formazioni geologiche presenti. Sono stati calcolati i potenziali volumi statici di stoccaggio della CO₂ utilizzando la metodologia proposta da U.S. DOE-Department of Energy e per alcune aree/strutture è stata verificata la fattibilità del processo industriale di stoccaggio della CO₂ a breve, medio e lungo termine. Le analisi numeriche sono state eseguite utilizzando il SIAM-Sistema Integrato di Analisi Modellistica realizzato da RSE per la simulazione fluidodinamica, geomeccanica e geochimica del processo di stoccaggio di CO₂.

Analisi sui profili di pozzo e modellazione numerica dello stoccaggio CO₂

I dati geologici necessari all'individuazione delle formazioni geologiche idonee a svolgere il ruolo di roccia di copertura e serbatoio sono stati desunti dal progetto Vi.D.E.P.I. - Visibilità dei dati afferenti all'esplorazione petrolifera in Italia che ha reso disponibile la documentazione dei 1586 titoli minerari cessati per la ricerca degli idrocarburi che comprende una rilevante mole di dati e precisamente: 2197 profili finali di pozzo, 1935 linee sismiche georiferite, 578 linee relative alla sismica riconoscitiva per un totale di circa 55000 chilometri di profili sismici 2D e 4072 relazioni tecniche con 6723 allegati.

Circa 2000 dei suddetti pozzi sono stati accuratamente analizzati e i dati lito-stratigrafici e minerari sono fruibili in ambiente GIS e relativa banca dati (Cappelletti et al., 2012). L'analisi ha riguardato anche il recupero di tutte le informazioni riguardanti: formazioni mineralizzate ad acqua salata, analisi chimico-fisiche dei fluidi e/o gas in pozzo, dati di temperatura misurata in foro, porosità, permeabilità e analisi mineralogiche. Sono stati inoltre analizzati i logs elettrici e sonici se disponibili, le analisi sulle carote prelevate durante la perforazione, le prove di produzione/erogazione eseguite e le eventuali perdite di circolazione.

Il primo risultato ottenuto riguarda la distribuzione della copertura argillosa (esempio la Formazione delle Argille del Santerno) presente sul territorio nazionale in funzione del suo spessore che è stata elaborata, Fig. 2, tenendo sempre come riferimento gli 800 metri di profondità minima. Sono state pertanto individuate 4 classi differenti di spessore del caprock 200, 400, 600 e 800 metri con litologia costituita in massima parte da argilla e con assenza quasi totale o limitata di mineralizzazioni ad acqua salata o dolce e gas; il numero dei pozzi appartenenti a ciascuna classe è riportato nella legenda della Fig. 2 precedentemente citata.

Per i 280 pozzi con caprock ottimale (≥ 800 m.) è stata analizzata anche la presenza di livelli mineralizzati ad acqua salata in rocce serbatoio e i risultati sono rappresentati in Fig. 3. La distribuzione dei pozzi con sistema caprock-reservoir compatibile con lo stoccaggio geologico della CO₂ indica dei domini piuttosto definiti che trovano riscontro anche in lavori di altri ricercatori (Buttinelli et al., 2011):

- Avanfossa Adriatica del centro dell'Appennino: coperture recenti marnoso-argillose e acquiferi profondi ospitati in calcari fratturati;
- Avanfossa del dominio alpino: coperture da marnose ad argillose e acquiferi profondi ospitati sia in unità sabbiose e anche in calcari fratturati;
- Avanfossa dell'Appennino settentrionale: coperture da marnose ad argillose e acquiferi profondi ospitati in unità sabbiose;
- Fossa Bradanica: coperture marnoso-argillose e acquiferi profondi ospitati in calcari fratturati;
- Offshore dell'avampese apulo: grandi spessori di coperture argillose recenti e acquiferi generalmente piuttosto profondi ospitati in calcari di piattaforma;
- Avanfossa offshore dell'Arco Calabro: recenti coperture argillose e acquiferi da profondi a molto profondi ospitati in rocce conglomeratiche e ghiaioso-sabbiose;
- Avanfossa Siciliana: coperture da marnose ad argillose e acquiferi profondi ospitati sia in unità sabbiose sia in calcari fratturati.

Per l'individuazione dei potenziali serbatoi sono state eseguite delle analisi integrative e finalizzate all'individuazione della strutturazione geologica profonda di ampi settori offshore come ad esempio la ZONA B dell'Adriatico. È stata realizzata, infatti, la carta delle isocrone al tetto della Formazione delle Marne a Fucoidi (Cretaceo Inferiore-Aptiano inferiore p.p./ Albiano superiore p.p.) che si estende per circa 300 km da NW-circa confine Emilia-Marche a SE-promontorio del Gargano e presenta una superficie nell'ordine dei 23500 kmq. L'analisi

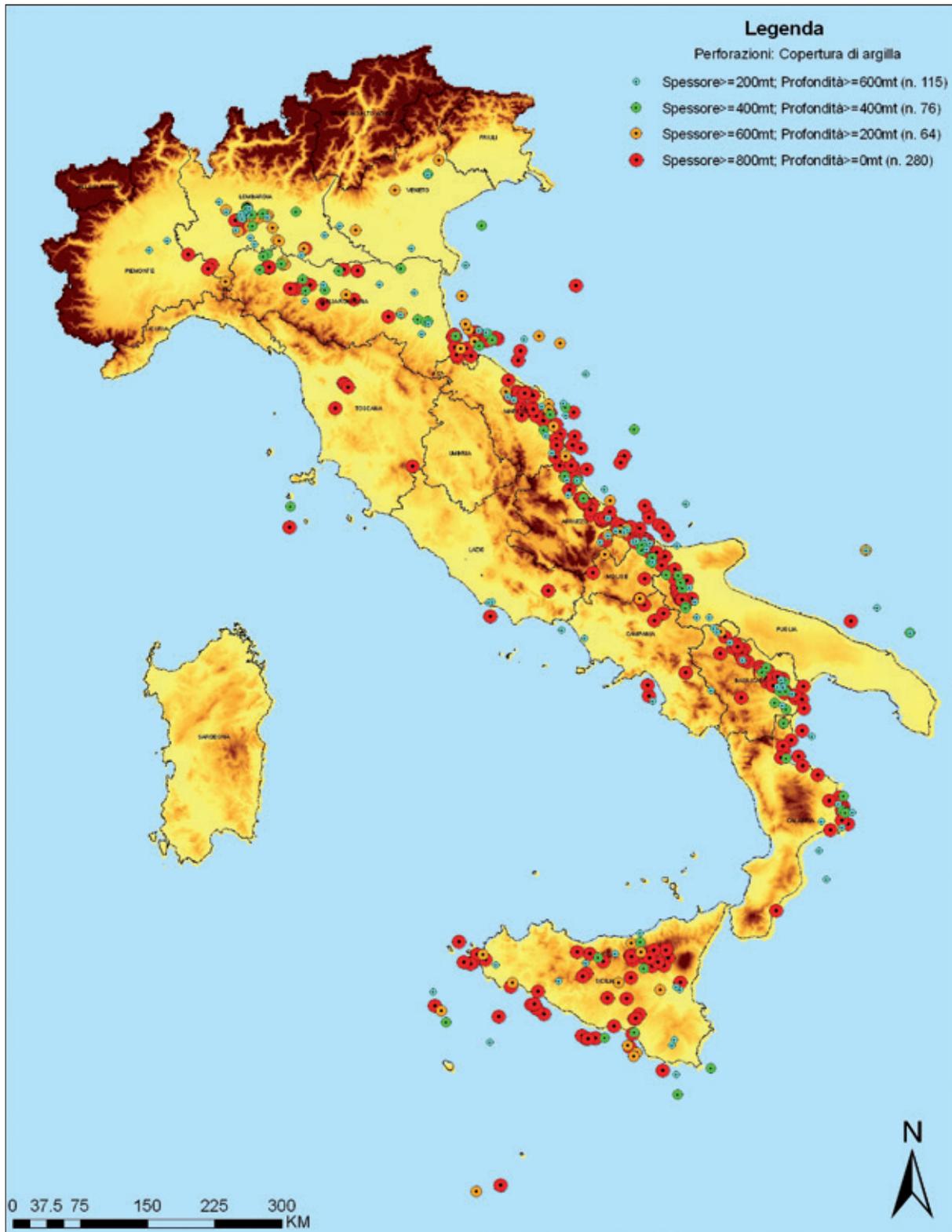


Fig. 2 Pozzi e spessore della copertura argillosa in Italia

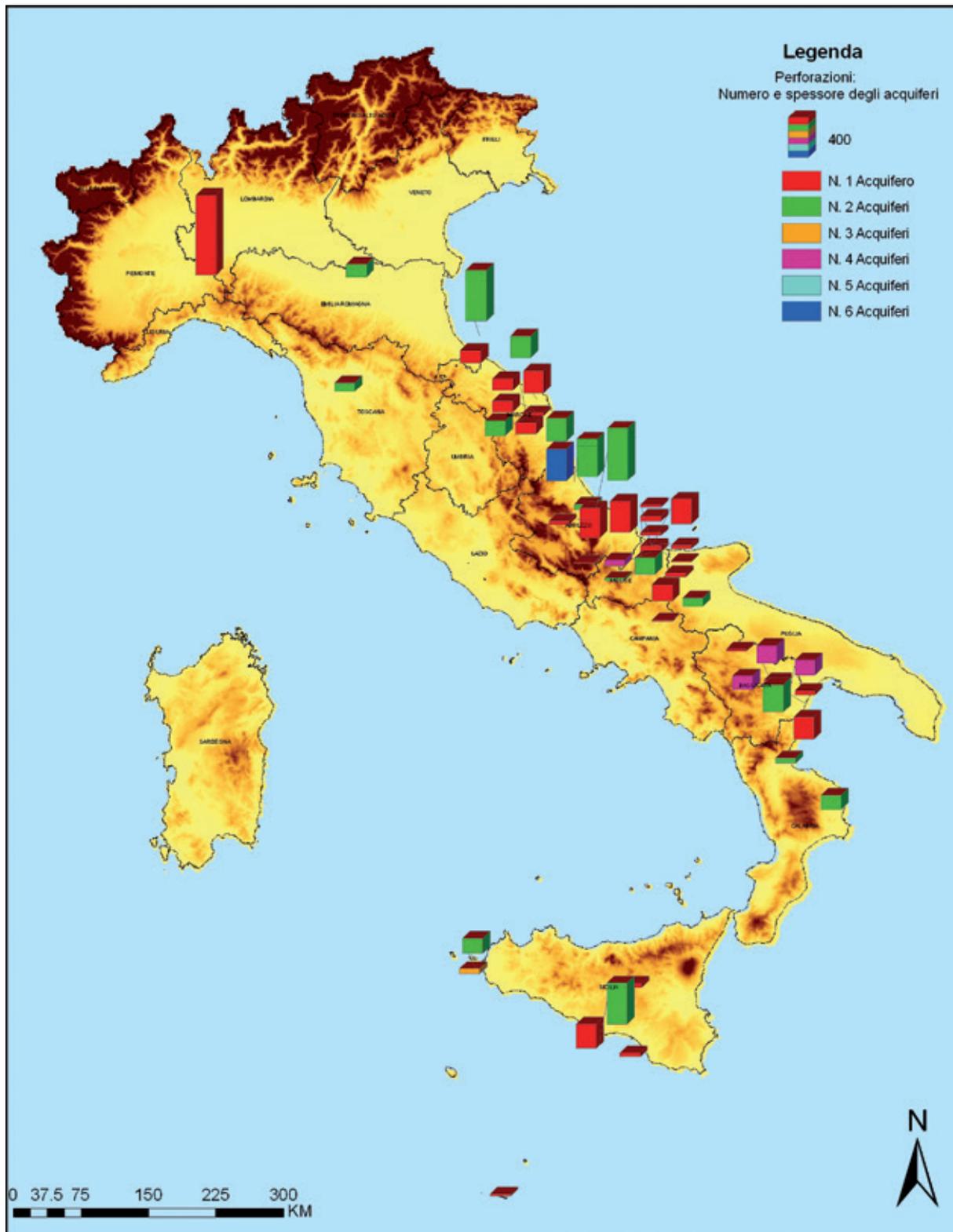


Fig. 3 Correlazione pozzi con migliore copertura argillosa e numero/spessore acquiferi salini

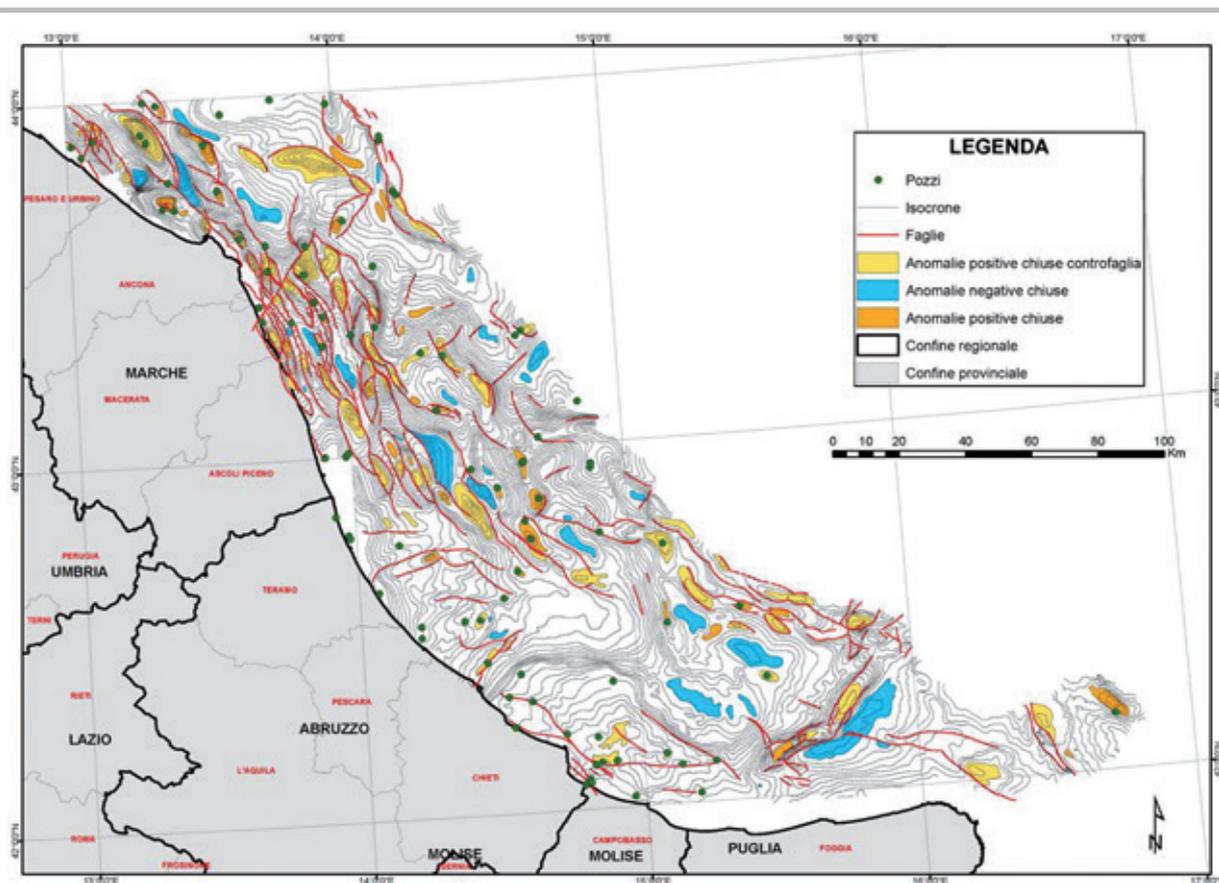


Fig. 4 Mappa isocrone al tetto della formazione delle Marne a Fucoidi

è stata eseguita considerando tutti i pozzi e le linee sismiche presenti nel già citato progetto Vi.D.E.P.I. ed i risultati sono riportati nella mappa di Fig. 4 in cui sono evidenziate le faglie e le strutture ad anticlinale e sinclinale individuate (Costabile et al., 2011).

Sulla base del materiale e delle elaborazioni eseguite sono state analizzate ampie zone del territorio italiano e quelle con la migliore disponibilità di informazioni sono state studiate in dettaglio.

La Figura 5 riporta la posizione di queste aree che si riferiscono a serbatoi mineralizzati ad acqua salata nelle potenti serie sedimentarie sabbiose e flyschoidi come ad esempio le Formazioni di Porto Corsini e Porto Garibaldi del Pliocene (Aerale Emilia Mare e offshore Marchigiano) e la Molassa di Palopoli (Calabria Ionica), nei conglomerati e ghiaie del Messiniano superiore della Formazione Ghiaie di Sergnano (Malossa) e in formazioni calcareo/dolomitiche come il Calcare Massiccio (o equivalente) del Giurassico (Strutture Pesaro Mare e Cornelia) e il calcare a Miliolidae (Miliolitico) alla base dell'Eocene nella sequenza stratigrafica presente nel settore sud-occidentale della Sardegna (Bacino Carbonifero del Sulcis).

Per ciascun'area la Tab. 1 riassume i potenziali volumi statici di stoccaggio calcolati con la seguente relazione (U.S. Department of Energy – DOE, 2010; Bachu et al., 2007):

$$CO_2 e = A * h * \Phi * \rho CO_2(r) * S_{eff}$$

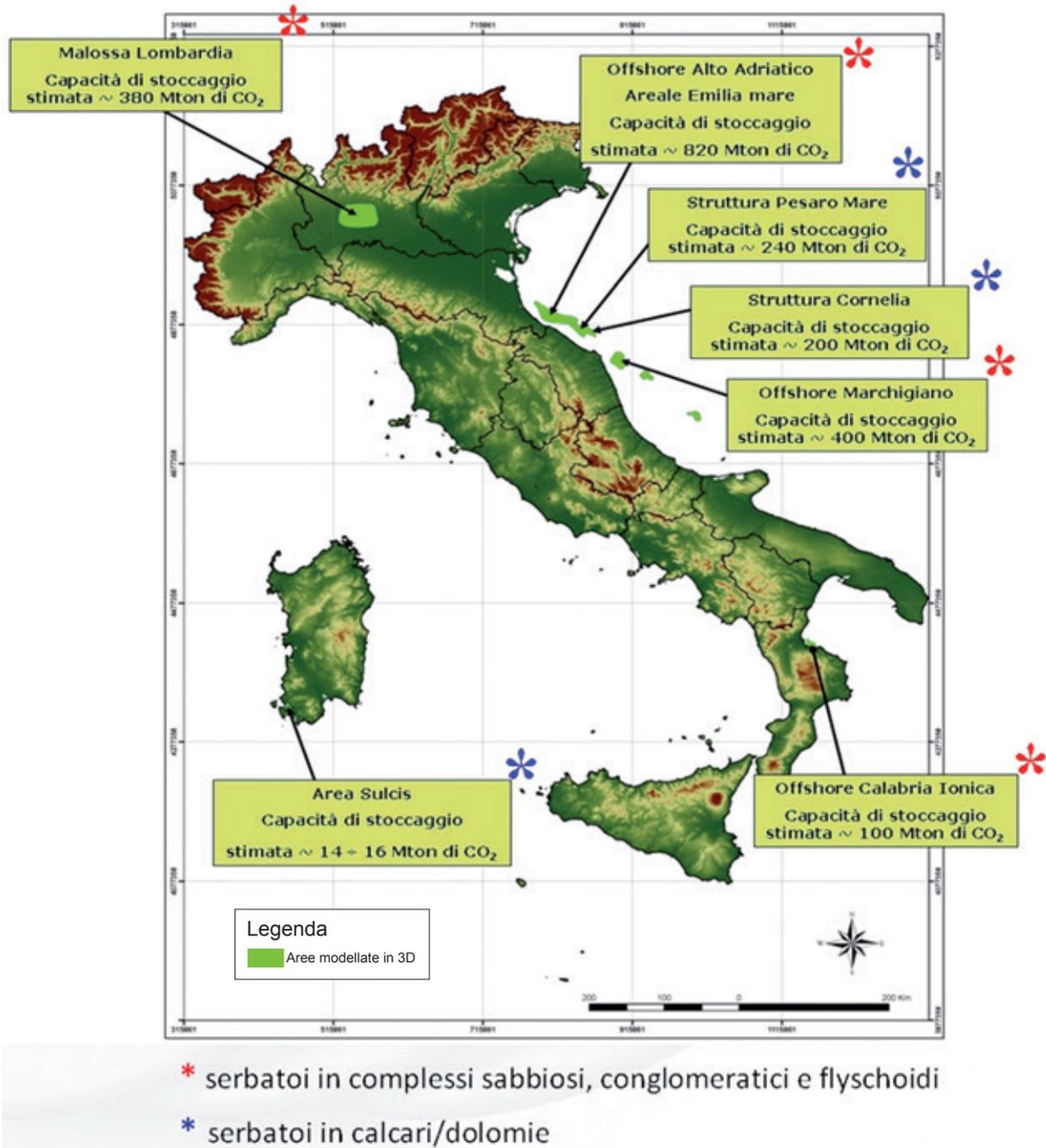


Figura 5 Siti/strutture studiate e relativo volume potenziale statico disponibile per lo stoccaggio CO₂

dove:

- CO_{2e} è la capacità di stoccaggio effettiva (t);
- A è l'area che definisce il bacino o la regione occupata dall'acquifero (m²);
- h è lo spessore effettivo del serbatoio (m), cioè spessore medio dell'acquifero per rapporto medio *net to gross*;
- Φ è la porosità media del serbatoio (%);
- $\rho_{CO_2}(r)$ è la densità della CO₂ alle condizioni del serbatoio (Kg/ m³);
- S_{eff} è il cosiddetto fattore di efficienza dello stoccaggio (%).

I potenziali volumi calcolati sono indicativi e la metodologia proposta deve essere intesa in senso generale. Per studiare il processo di stoccaggio industriale della CO₂ e la sua sicurezza è

Sito /struttura	Età	Formazione serbatoio	Litologia serbatoio	Porosità (%)	Storage capacity (Mt CO ₂)	S _{eff} (%)
Pesaro Mare**	Giurassico Inf.	Calcarea Massiccio	Calcarea localmente dolomitizzati	12	241	0,03
Cornelia**	Giurassico Inf.	N.D.	Calcarea localmente dolomitizzati	12	200	0,03
Offshore Marchigiano	Pleistocene - Pliocene med.	Porto Garibaldi	Sabbie e rari livelli argillosi	20	400	0,02
Calabria Ionica 1	Pliocene med. - Messiniano	*	Serie arenaceo	25	100	0,02
Malossa - Lombardia	Messiniano	Ghiaie di Sergnano	conglomerati, sabbie e ghiaie	25	378	0,02
Sulcis**	Paleocene	Miliolitico	bio-calcareni	15	14	0,03
Emilia Mare - Alto Adriatico	Pliocene sup./inf.	Porto Corsini/Porto Garibaldi	sabbia e sabbia limosa con livelli conglomeratici	25	820	0,01

Tab. 1 Capacità statica di stoccaggio della CO₂ nei siti/strutture investigati

imprescindibile l'utilizzo delle procedure di simulazione numerica che sono le uniche a consentire la valutazione, vista anche la mancanza di dati sperimentali reali, del comportamento della CO₂ nelle condizioni di serbatoio a breve, medio e lungo termine. La simulazione numerica è inoltre fondamentale per verificare l'integrità del serbatoio e delle rocce circostanti e in particolare l'efficienza della roccia di copertura per evitare fughe di CO₂ ad esempio lungo fratture o faglie. Le simulazioni numeriche sono state eseguite realizzando per ciascuna struttura diversi scenari e utilizzando il SIAM-Sistema Integrato di Analisi Modellistica realizzato da RSE (Guandalini et al. 2011, 2012) che consente di generare accurate griglie 3D dei modelli geologici ed eseguire la simulazione numerica sotto gli aspetti fluidodinamici, geomeccanici e geochimici. In SIAM è stata inoltre realizzata un'interfaccia che consente di convertire il modello geologico 3D realizzato con il codice Petrel™ (Schlumberger, 2012) in un modello riconosciuto dai moduli di simulazione inclusi nel sistema.

La Figura 6 riporta un sintetico esempio di tutte le elaborazioni eseguite per ciascuna area/struttura e si riferisce in particolare a quella di Pesaro Mare individuata nel medio-alto Adriatico (Cappelletti et al., 2012). In figura sono rappresentati i risultati di varie elaborazioni come lo zoom della zona di interesse riferita al tetto delle Marne a Fucoidi (in alto a sinistra), la correlazione fra i pozzi Pesaro Mare e Cornelia, il top, in pianta e 3D, delle dolomie (serbatoio), la mesh del modello geologico con il dettaglio, in pianta, della struttura di iniezione (al centro), la sezione geologica (in basso a sinistra) lungo un allineamento SO-NE indicato - in rosso - nella mappa del top dolomie e uno spaccato del modello con l'estensione della concentrazione (bolla) di CO₂ al termine dei 30 anni di iniezione (in basso a destra).

La Tabella 2 riporta la sintesi dei risultati delle simulazioni numeriche eseguite con alcune annotazioni riguardanti caprock e reservoir, i valori utilizzati di porosità e permeabilità, informazioni sulla struttura di iniezione (pozzo verticale o orizzontale) completa di profondità e lunghezza attiva, il volume di CO₂ considerato ed alcuni parametri di output come l'estensione della bolla di CO₂ e la sovra pressione generata dal processo di stoccaggio espressa anche in percentuale rispetto a quella preesistente. Per tutti i casi, la durata del processo di iniezione della CO₂ è stata impostata in 30 anni e la durata delle analisi estesa fino a 100 anni che, dal punto di vista fluidodinamico/geomeccanico e come verificato in molteplici test eseguiti, rappresenta un arco di tempo sufficiente a studiare l'evoluzione della CO₂ che infatti, per durate superiori, manifesta una condizione sostanzialmente stazionaria. Tempi di simulazione più lunghi sono invece necessari per studiare il processo geochimico che riguarda l'interazione

DATI INPUT E RISULTATI	EMILIA MARE			PESARO MARE	OFFSHORE MARCHIGIANO	CALABRIA IONICA	MALOSSA	SULCIS	
	scenario#1 (isotermo)	scenario#1 (isotermo)	scenario#1 (no isotermo)	scenario finale	scenario finale	scenario finale	scenario finale	scenario#1	scenario#2
CAPROCK	A.Santeno	A.Santeno	A.Santeno	Marne e Fucoidi	A.Santeno	A.Santeno /Crotone	A.Santeno	F.ne Cixerri	F.ne Cixerri
RESERVOIR	P.to Corsini	P.to Corsini	P.to Corsini	Calcare Massiccio	P.to Garibaldi	Molassa Palopoli	Ghiaie di Sergnano	F.ne Miliolitico	F.ne Miliolitico
POROSITÀ (%)	25	25	25	12	20	25	25	15	15
PERMEABILITÀ (m ²)	1E10-13	1E10-13	1E10-13	1E10-13	1E10-13	5E10-13	5E10-13	1E10-13	1E10-13
STRUTTURA INIEZIONE	Pozzo V	Pozzo V	Pozzo V	Pozzo V	Pozzo H	Pozzo V	Pozzo H	Pozzo H	Pozzo H
Z _{INIEZIONE} (m)	-2350	-2350	-2350	-3250	-1350	-1700	-2250	-1850	-1850
LUNGHEZZA ATTIVA	150	150	150	100	100	100	200	100	100
Q _{INIEZIONE} (mt/anno)	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	0,3	0,2	1,0
ESTENSIONE PLUME (km ²)	2.8*3.4	2.8*3.4	2.9*3.15	2.6*2.8	3.5*3.5	5.0*3.6	2.0*2.0	2.0*2.0	5.0*2.0
SPESSORE PLUME (km)	-	-	-	1,1	0,5	0,15	0,15	-	-
ΔP _{MAX} (bar)	7,06	7,02	7,57	5,57	7,37	10,46	3	8,5	9,6
ΔP _{MAX} (%)	3	3	3,3	≈ 1	≈ 5	7,3	≈ 2	4,5	5,5

Tab. 2 Risultati sintetici sulla simulazione numerica del processo di stoccaggio CO₂

della CO₂ con i minerali al contorno e ragionevolmente deve essere esteso oltre i 500 anni. Particolare cura è stata dedicata al controllo della sovra pressione generata dal processo di stoccaggio che, nei test eseguiti, è sempre risultata contenuta entro il 10% rispetto ai valori iniziali e quindi a garanzia dell'integrità del serbatoio e della sicurezza del processo di stoccaggio.

Le volumetrie considerate d'iniezione CO₂, fanno riferimento a reali progetti CCS presentati in Italia come il progetto ENEL-Porto Tolle con 1 Mt/anno (Politi, 2010), il progetto Techint presso lo stabilimento siderurgico di Dalmine in Lombardia con 0.3 Mt/anno (Genova et al., 2009) e il progetto Sulcis nella concessione Is Urigus – Sardegna sud-occidentale con volumi fino a 1 Mt/anno (Pettinau et al., 2011).

Le attività svolte per il bacino carbonifero del Sulcis (Cappelletti et al., 2012) meritano una citazione particolare e sono il risultato di una stretta collaborazione fra la Carbosulcis S.p.A. depositaria della concessione di sfruttamento e di ricerca, l'Università di Cagliari/CINIGEO Roma e RSE. I due scenari realizzati, con volumi d'iniezione CO₂ rispettivamente di 0.2 e 1 Mt/anno di cui alla Tab. 2, dimostrano la fattibilità dello stoccaggio in un'area con estensione di circa 65 kmq posta immediatamente a sud della zona attualmente coltivata per l'estrazione del carbone. In quest'area recentemente sono state eseguite 8 linee sismiche a riflessione ad alta risoluzione (Fig. 7) e i risultati ottenuti hanno costituito la base per creare il modello

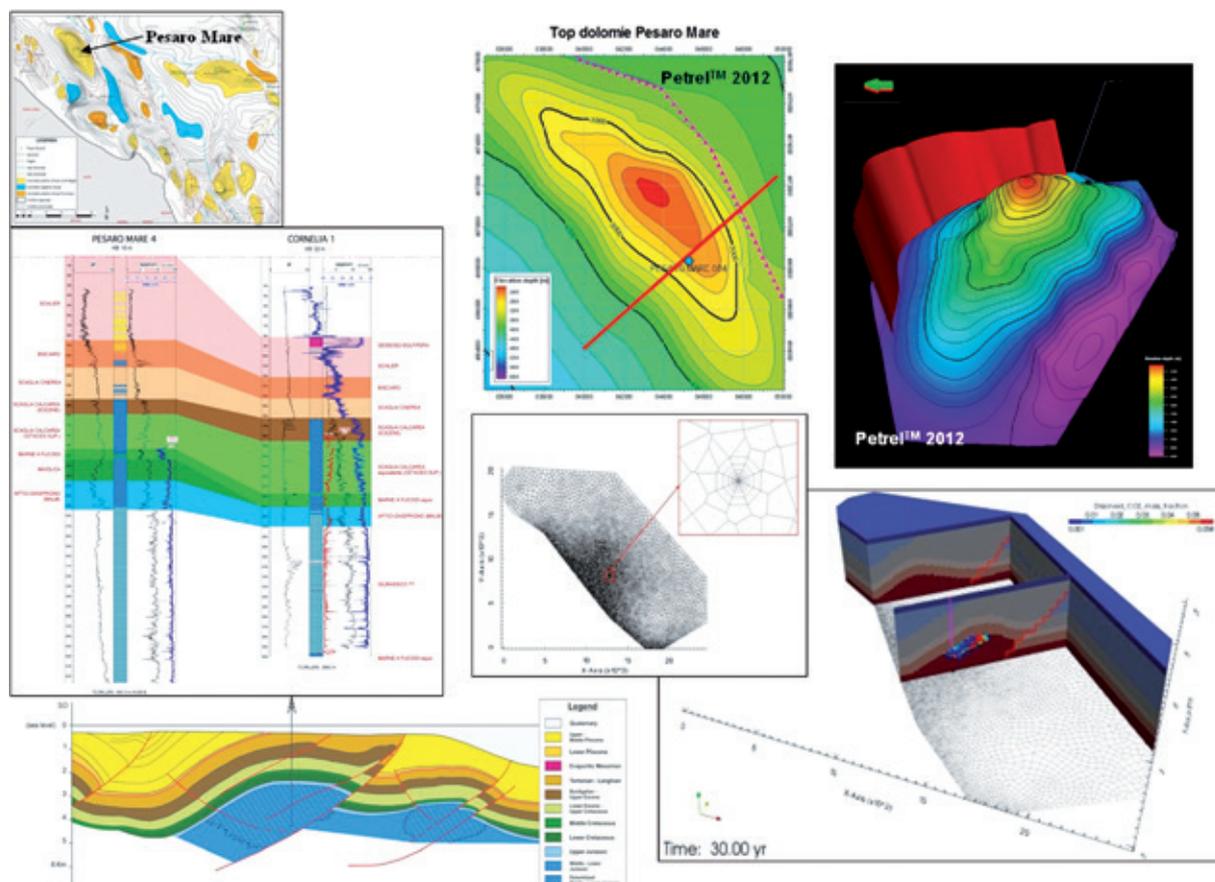


Fig. 6 Esempio elaborazioni eseguite e relativo alla struttura Pesaro Mare (medio-alto Adriatico)

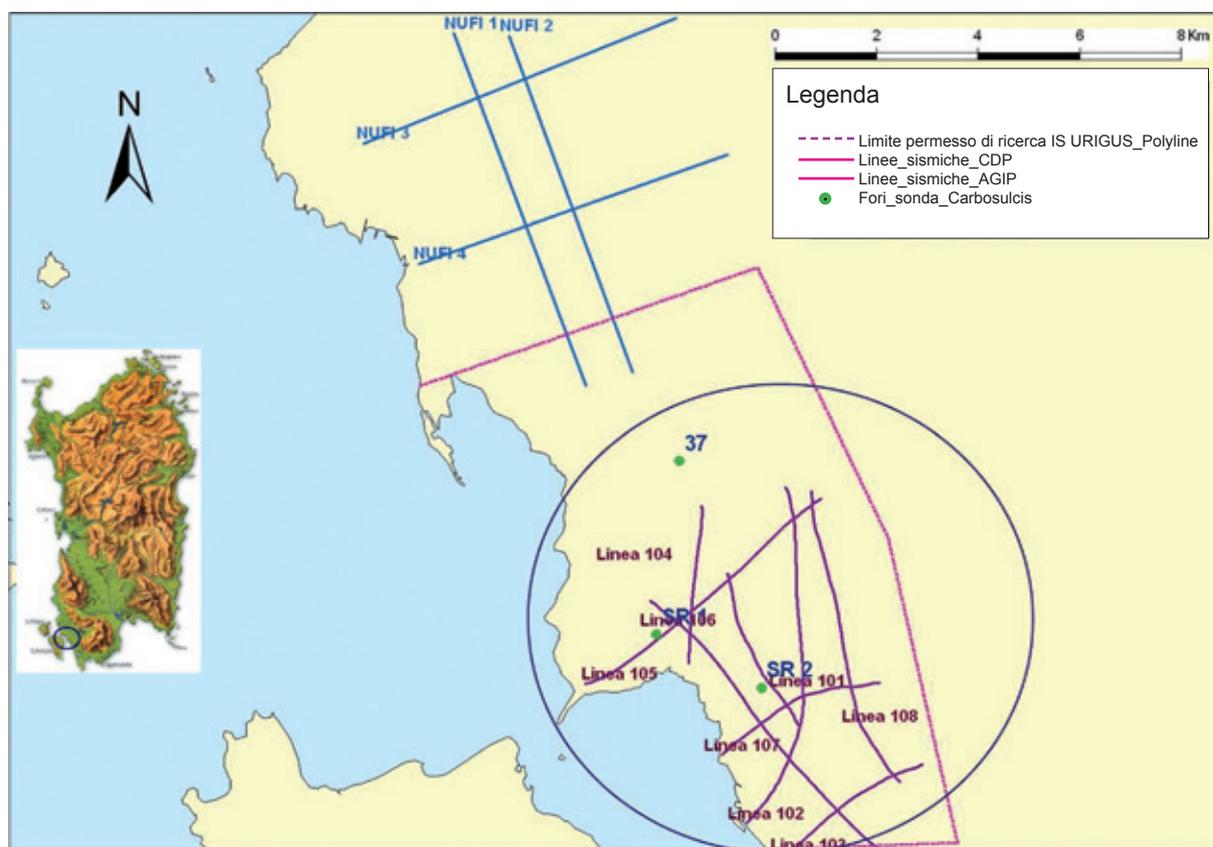


Fig. 7 Area nel permesso di ricerca IS URIGUS studiata (nel cerchio) e linee sismiche utilizzate

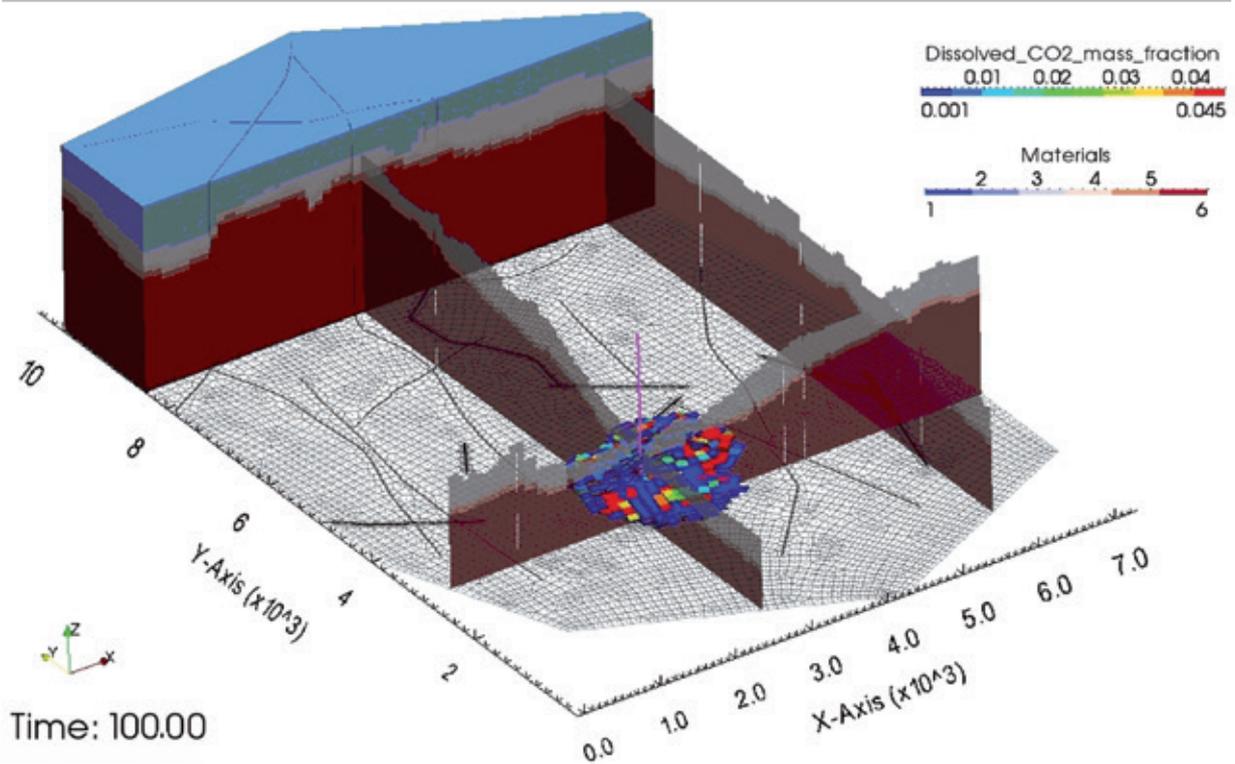


Fig. 8 Estensione della bolla di CO₂ dopo 100 anni e relativamente allo scenario 1

geologico 3D (Brancolini et al., 2010). Lo stoccaggio è stato supposto nello strato di calcare Miliolitico mineralizzato ad acqua salata che presenta uno spessore medio di circa 70 metri ed è sovrastato stratigraficamente dal Produttivo (livelli di carbone e arenacei intervallati), dalla formazione del Cixerri che può svolgere il ruolo di caprock per il suo contenuto argilloso e dalle vulcaniti superficiali.

La Figura 8 riporta uno spaccato del modello 3D con indicata l'estensione della bolla di CO₂ dopo 100 anni da inizio iniezione e relativamente allo scenario 1 di cui alla Tab.2. Si evidenzia che l'area considerata rappresenta una parte ridotta del bacino carbonifero e se le condizioni geologiche supposte fossero confermate anche per il tratto di mare fra la terraferma e le isole di S.Antioco e S.Pietro le volumetrie disponibili per lo stoccaggio potrebbero essere molto più consistenti rispetto a quelle valutate e indicate in Tab. 1.

Considerazioni finali

Le analisi eseguite evidenziano che sul territorio nazionale esistono le condizioni geologiche idonee allo stoccaggio della CO₂ prodotta ad esempio dalle centrali di generazione elettrica e alimentate coi combustibili fossili. Le analisi svolte su un rilevante set di pozzi profondi e di linee sismiche 2D a riflessione hanno consentito di individuare le aree con formazioni geologiche argillose che possono svolgere il ruolo di caprock ed evitare le fuoriuscite della CO₂ e i relativi serbatoi di stoccaggio. Questi ultimi si trovano nelle potenti serie sedimentarie prevalentemente sabbiose, conglomeratiche e flyschoidi del Pliocene e del Messiniano superiore e anche in formazioni carbonatiche più antiche come ad esempio la formazione del Calcarea Massiccio (o equivalente) specialmente nelle zone dolomitizzate.

Alcuni siti con una rilevante disponibilità d'informazioni da pozzi e linee sismiche a riflessione, sono stati studiati in dettaglio anche a livello di struttura. Queste aree sono state analizzate con gli strumenti di simulazione numerica appositamente realizzati e si è dimostrata la fattibilità del

processo industriale di stoccaggio della CO₂ con volumetrie riferite ad esempio a progetti reali presentati in Italia da importanti società come ENEL e Techint.

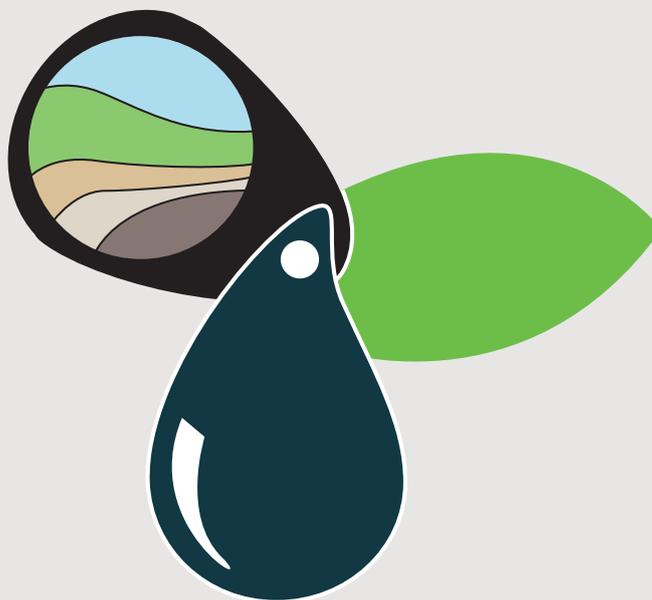
Complessivamente le strutture analizzate hanno un potenziale di stoccaggio di circa 2100 Mt di CO₂ e considerando le emissioni ad esempio delle 13 centrali a carbone presenti sul territorio italiano e valutate in circa 39 Mt all'anno - riferimento anno 2009 fonte European Pollutant Release and Transfer Register – E.PRTR -, sarebbe possibile confinare la CO₂ per un periodo di oltre 150 anni.

Riferimenti bibliografici

- Bachu S., Bonijoy D., Bradshaw J., Burruss R., Holloway S., Christensen N.P., Mathiassen O.M. (2007). CO₂ Storage Capacity Estimation - Methodology and Gaps. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 1, 430-443
- Beretta S., F.Cappelletti, S.Fais, R.Guandalini e F.Moia (2012). Confinamento geologico della CO₂ nel Bacino del Sulcis in Sardegna, Report RSE 12001251
- Brancolini G., M. Giustiniani, F. van Bergen, V. Vandeweijer, M. Pluymaekers, L. Di Marzo (2010)
- Coalbed methane and Enhanced Coalbed Methane Recovery and CO₂ Geological Storage Performance Assessment at the Sulcis Basin - Report of WP 2A.4 Seismic Interpretation (non pubblicato e fornito da Carbosulcis SpA)
- Buttinelli M., Procesi M., Cantucci B., Quattrocchi F. (2011). The geo-database of caprock quality and deep saline aquifers distribution for geological storage of CO₂ in Italy. *Energy*, 36, 2968-2963 (2011)
- Cappelletti F., P.Casero, F.Colucci, R.Costabile, P.Federici, F.Moia, E.Rondena, G.Stella, M.Valagussa (2012). Caratterizzazione di potenziali siti nazionali di stoccaggio della CO₂, Report RSE 12001252
- Costabile R., Moia F., Rondena E., Stella G., F.Cappelletti e P.Casero (2011). Studi geologici per i potenziali serbatoi di stoccaggio CO₂ - Report RSE prot.11000545
- European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Plants – ZEP (2007). Strategic Overview. www.zero-emissionplatform.eu/website/docs/ETP%20ZEP/ZEP%20Concepts%20Final%20V2.pdf
- Genova M., A.Calabrò, S.Consonni, L.Mazzocchi, F.Moia e A.Protti (2009). Studio di fattibilità per l'applicazione di tecnologie CCS su un ciclo combinato esistente. Proc. Conf. "Carbon Capture & Storage: una nuova sfida imposta alla scienza dallo scenario energetico globale", Roma
- Guandalini R., Ciampa G., Beretta S. (2011). Modellazioni numeriche di serbatoi di stoccaggio della CO₂ sotto l'aspetto fluidodinamico e geochimico - Report RSE prot 11000546
- Guandalini R., G.Agate, A.Amicarelli (2012). SIAM - Sistema Integrato di Analisi Modellistica. Manuale d'uso. Report RSE 12001256
- Pettinau A., R.Cara, C.Frau, E.Loria, A.Madeddu, D.Multineddu, A.Plaisant (2011). Stato dell'arte delle tecnologie CCS e proposta di una configurazione impiantistica per un impianto dimostrativo a carbone, ENEA Report RsS/2011/45
- Politi M. (2010). The ENEL's CCS Demo project. CO₂GeoNet Open Forum, Venice-Italy
- Schlumberger. Petrel (2012) - www.slb.com/services/software/geo/petrel/petrel_2012.aspx
- U.S. Department of Energy (DOE) (2010). Carbon sequestration Atlas of the United States and Canada: Third Edition
- VIDEPI Project, Visibilità dei dati afferenti all'attività dell'esplorazione petrolifera in Italia depositati presso l'UNMIG e URIG – Regione Sicilia, www.videpi.com/

Teatro Stabile,
Piazza M. Pagano
Sede Parco Nazionale dell'Appennino
Lucano-Val d'Agri-Lagonegrese

30 NOVEMBRE > *Potenza*
01 DICEMBRE > *Potenza*
02 DICEMBRE > *Marsico Nuovo*



1° CONGRESSO DEI GEOLOGI DI BASILICATA

RICERCA, SVILUPPO ED UTILIZZO
DELLE FONTI FOSSILI

IL RUOLO DEL GEOLOGO

ATTI DEL CONGRESSO



ORDINE DEI GEOLOGI
DI BASILICATA

www.geologibasilicata.it/
<http://congresso.geologibasilicata.it/2012/>



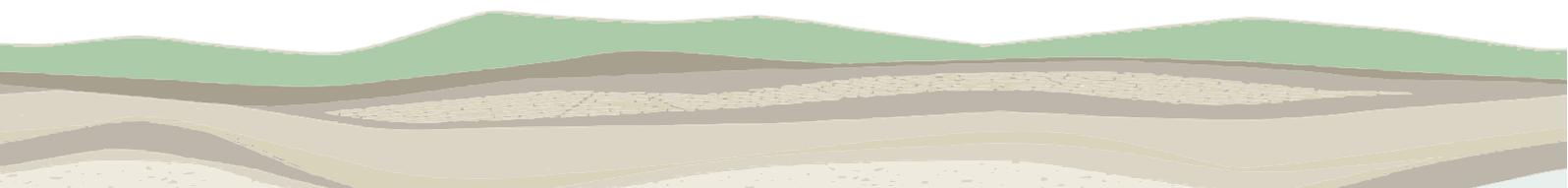
SEGRETERIA ORGANIZZATIVA
 ORDINE DEI GEOLOGI DI BASILICATA
 Via Zara 114 - Potenza
 Tel: 0971.35940, Fax: 0971.26352
 congresso@geologibasilicata.it
 Responsabile: Sig.ra Angela Rubolino

Con l'Alto Patronato di:
Presidenza della Repubblica Italiana

E il Patrocinio di:
Presidenza del Consiglio dei Ministri



Sponsorizzato da:



PRESIDENZA DEL CONGRESSO
Dott. Raffaele Nardone

RESPONSABILE ATTI CONGRESSUALI
Dott. Raffaele Nardone

COMITATO PROMOTORE | *Geol. Carlo Accetta, Geol. Raffaele Carbone, Geol. Filippo Cristallo, Geol. Franco Guglielmelli, Geol. Domenico Laviola, Geol. Maurizio Lazzari, Geol. Raffaele Nardone, Geol. Nunzio Oriolo, Geol. Mary William*

COMITATO ORGANIZZATORE | *Geol. Raffaele Nardone - Coordinatore, Geol. Annamaria Andresini, Geol. Maurizio Lazzari, Geol. Nunzio Oriolo, Geol. Mary William*

COMITATO SCIENTIFICO | *Dott. Raffaele Nardone - Coordinatore, Dott. Fabrizio Agosta, Dott. Mario Bentivenga, Dott. Claudio Berardi, Dott. Gerardo Colangelo, Ing. Ersilia Di Muro, Arch. Vincenzo L. Fogliano, Dott. Ivo Giano, Dott. Fabrizio Gizzi, Dott. Vincenzo Lapenna, Dott. Maurizio Lazzari, Dott. Sergio Longhitano, Ing. Maria Marino, Prof. Marco Mucciarelli, Dott. Lucia Possidente, Prof. Giacomo Prosser, Prof. Marcello Schiattarella, Prof. Vincenzo Simeone, Prof. Marcello Tropeano, Dott. Maria Pia Vaccaro, Dott. Donato Viggiano.*

Tre intense giornate di sessioni ed interventi organizzate per i tecnici di tutti gli Ordini e Collegi, Operatori del settore Oil&Gas, Top Manager, Amministratori, Dirigenti e Funzionari della Pubblica Amministrazione, Studenti.

L'obiettivo primario è quello di focalizzare l'attenzione sul ruolo che il geologo ha assunto in relazione allo sfruttamento compatibile e sostenibile delle fonti fossili naturali.

La tematica verrà affrontata grazie all'intervento di relatori di altissimo livello tecnico ed istituzionale, con interessanti dibattiti ed una tavola rotonda sulla gestione ambientale e formazione professionale.

Proprietà letteraria riservata
Editore

1a edizione: 2013

Tutte le immagini sono il frutto della ricerca dei relatori e quindi sono utilizzate in questa pubblicazione ad esclusivo scopo didattico e divulgativo.

