

# 6<sup>^</sup> sessione

## STOCCAGGIO DI BIOSSIDO DI CARBONIO E GAS NATURALE

modera:  
Antonio Paglionico

**daniele  
marzorati  
&  
renato  
maroli**

# Stoccaggio di gas naturale nel sottosuolo: aspetti geologici, dinamici e attività di monitoraggio

D. Marzorati<sup>1</sup> e R. Maroli<sup>2</sup>

1. Responsabile Giacimenti Stogit S.p.A. – via Libero Comune 5, 26013 Crema (Cr)  
daniele.marzorati@stogit.it

2. Responsabile Attività Operative Stogit S.p.A. – via Libero Comune 5, 26013 Crema (Cr)  
renato.maroli@stogit.it

**Parole chiave:** Stoccaggio, Gas naturale, Giacimenti, Monitoraggio

*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

Stogit, titolare di dieci concessioni di stoccaggio di gas naturale in Italia, gestisce un'attività che consente di modulare l'offerta di gas, adeguandola alle richieste stagionali del mercato. Stogit utilizza giacimenti depletati posti a profondità di 1000-1500 m, la cui idoneità è stata oggetto di valutazioni tecniche e di studi per verificarne la capacità volumetrica. Le conoscenze delle loro caratteristiche sono periodicamente aggiornate attraverso accurati studi geologici, basati su rilievi sismici 3D e su dati di pozzo, e modellizzazioni dinamiche 3D. I livelli utilizzati per lo stoccaggio sono rappresentati da corpi sedimentari porosi e permeabili (sabbie e ghiaie), ricoperti da formazioni argillose impermeabili con elevato spessore ed ampia continuità laterale. I giacimenti sono associati sia a trappole di tipo strutturale (pieghe-faglie) che stratigrafico (variazioni laterali di porosità dei sedimenti). L'esercizio dello stoccaggio prevede numerose attività di monitoraggio mirate a verificare l'integrità del giacimento ed il rispetto delle condizioni di sicurezza. Oltre alla misurazione delle pressioni di giacimento, periodiche campagne di rilievi geochimici interessano le componenti ambientali superficiali (suolo, atmosfera e falda acquifera). Importanza crescente hanno inoltre assunto metodologie di monitoraggio ad elevato contenuto tecnologico, finalizzate al controllo di aspetti di carattere geodinamico, quali il tasso di subsidenza e di sismicità dell'area.

## Introduzione

La pratica dello stoccaggio del gas naturale è un processo industriale realizzato per la prima volta in Nord-America nel 1916 e ormai consolidato a livello internazionale; in Italia la prima esperienza risale al 1964 con l'attivazione allo stoccaggio di un livello del giacimento di Cortemaggiore. Questa attività consente, attraverso l'immagazzinamento in sottosuolo di volumi di gas provenienti dalla rete nazionale dei metanodotti, di compensare lo squilibrio stagionale che si registra tra domanda ed offerta di gas, in conseguenza degli andamenti diversificati tra fornitura e consumi. L'attività di stoccaggio si realizza infatti attraverso due distinte fasi operative con ciclicità annuale: iniezione del gas in giacimento nel periodo primaverile-estivo ed erogazione nel periodo autunnale-invernale (Fig. 1).

Il servizio di stoccaggio, con business regolato da organi di controllo pubblici, è regolamentato da un apposito "codice" che ne definisce tempi e modalità di accesso e che permette alle imprese fornitrici, attingendo ai volumi preventivamente stoccati nei giacimenti, di modulare la propria offerta di gas, adeguandola in modo ottimizzato alle richieste del mercato e dell'utenza.

L'attività di stoccaggio del gas riveste un'importanza fondamentale anche dal punto di vista della sicurezza energetica nazionale, in considerazione della dipendenza dall'estero del nostro Paese; una parte dei quantitativi presenti nei giacimenti è infatti destinata ad essere utilizzata come "riserva strategica" per sopperire ad eventuali situazioni di riduzione degli approvvigionamenti o per far fronte ad emergenze di tipo climatico.

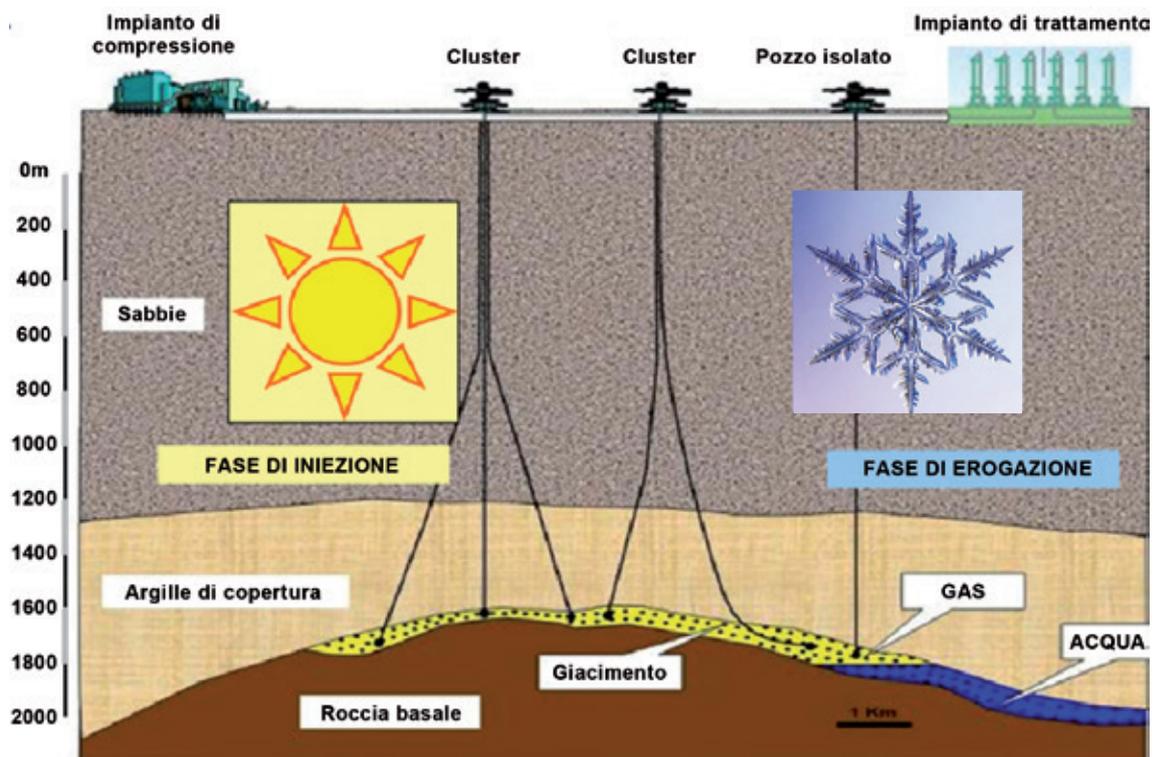


Figura 1



Figura 2

Stogit (Stoccaggi Gas Italia S.p.A), Società del Gruppo Snam sorta nel 2001 e principale operatore del settore a livello europeo, è titolare di dieci concessioni di stoccaggio sul territorio nazionale, conferitegli con specifici decreti ministeriali a seguito di un'operazione di fusione di rami aziendali in ambito Eni, da cui raccoglie ed eredita un ricco patrimonio di competenze tecniche e gestionali costruito in oltre mezzo secolo di attività. Attualmente risultano operative otto concessioni di stoccaggio, la cui ubicazione è riportata nella Figura 2, mentre sono rispettivamente in fase di realizzazione e di progettazione le operazioni per l'esercizio allo stoccaggio dei giacimenti di Bordolano (CR) e di Alfonsine (RA).

L'attività di stoccaggio del gas naturale si basa sulla gestione integrata di un sistema articolato, le cui componenti fondamentali sono il giacimento, ubicato in profondità nel sottosuolo, le centrali di stoccaggio, con impianti differenziati per le operazioni di compressione e di trattamento del gas, ed una serie di pozzi preposti all'iniezione ed all'erogazione. La complessa programmazione di movimentazione dei volumi di gas è affidata ad una apposita unità operativa (Centro di Dispacciamento), che provvede ad ottimizzare l'intero ciclo produttivo in ogni sua fase, operando in telecontrollo presso la Sede Operativa di Crema (CR) in accordo con Snam Rete Gas, titolare della rete di trasporto del gas.

## I giacimenti di stoccaggio

Stogit utilizza per lo stoccaggio otto giacimenti di gas che hanno esaurito la loro fase di produzione primaria con l'erogazione del contenuto originario di idrocarburi ("depleted fields"). Tali giacimenti, posti ad una profondità compresa tra 1000 e 1500 m, sono stati oggetto di approfondite valutazioni tecniche finalizzate a verificare la loro idoneità per la conversione all'attività di stoccaggio; in particolare, gli studi geologici e dinamici condotti hanno definito la loro capacità volumetrica, distinta tra quantitativi di gas che occorre mantenere stabilmente in giacimento per non pregiudicarne le caratteristiche minerarie ("Cushion Gas") e volumi che si possono reintegrare e rendere commerciabili attraverso il ciclo industriale annuale ("Working Gas").

Tutti i giacimenti sono ubicati in Pianura Padana, ad eccezione del campo di Fiume Treste, ubicato nel contesto appenninico-abruzzese, e sono costituiti da un sistema geologico (Fig. 3) in cui si individuano:

- livelli porosi e permeabili (sabbie e ghiaie di età miocenica e pliocenica) adibiti a serbatoi per lo stoccaggio, che ospitano il gas all'interno di piccoli spazi intergranulari (pori e vacuoli) fra loro intercomunicanti
- una soprastante formazione di copertura di natura argillosa impermeabile con spessori elevati (fino ad alcune centinaia di metri) ed ampia continuità laterale, che garantisce la tenuta idraulica del sistema verso la superficie; essa è dotata di proprietà geomeccaniche che assicurano un comportamento di tipo elastico, inibendo l'insorgere di fenomeni di microfratturazione e precludendo eventuali fughe di gas all'esterno del giacimento
- una conformazione geologica degli strati "a trappola", tale cioè da assicurare la chiusura del giacimento anche in senso laterale e da impedire quindi eventuali fughe di gas in ogni altra direzione.

Alla base, tutti i giacimenti presentano una formazione di tipo argilloso-marnosa di elevato spessore, che contribuisce ulteriormente ad isolare dal punto di vista geodinamico la roccia-serbatoio utilizzata per lo stoccaggio, preservandola anche da sollecitazioni legate ad eventi sismici generati in profondità, grazie all'effetto di attenuazione di velocità e di energia delle onde acustiche operato da questi depositi.

I giacimenti sono pertanto il risultato di una complessa evoluzione geologica e strutturale dei bacini sedimentari in cui sono inseriti, che ha permesso la formazione e la preservazione di accumuli di idrocarburi rimasti intrappolati nel sottosuolo per milioni di anni. Questa considerazione evidenzia, in particolare, la comprovata efficienza geologica delle trappole

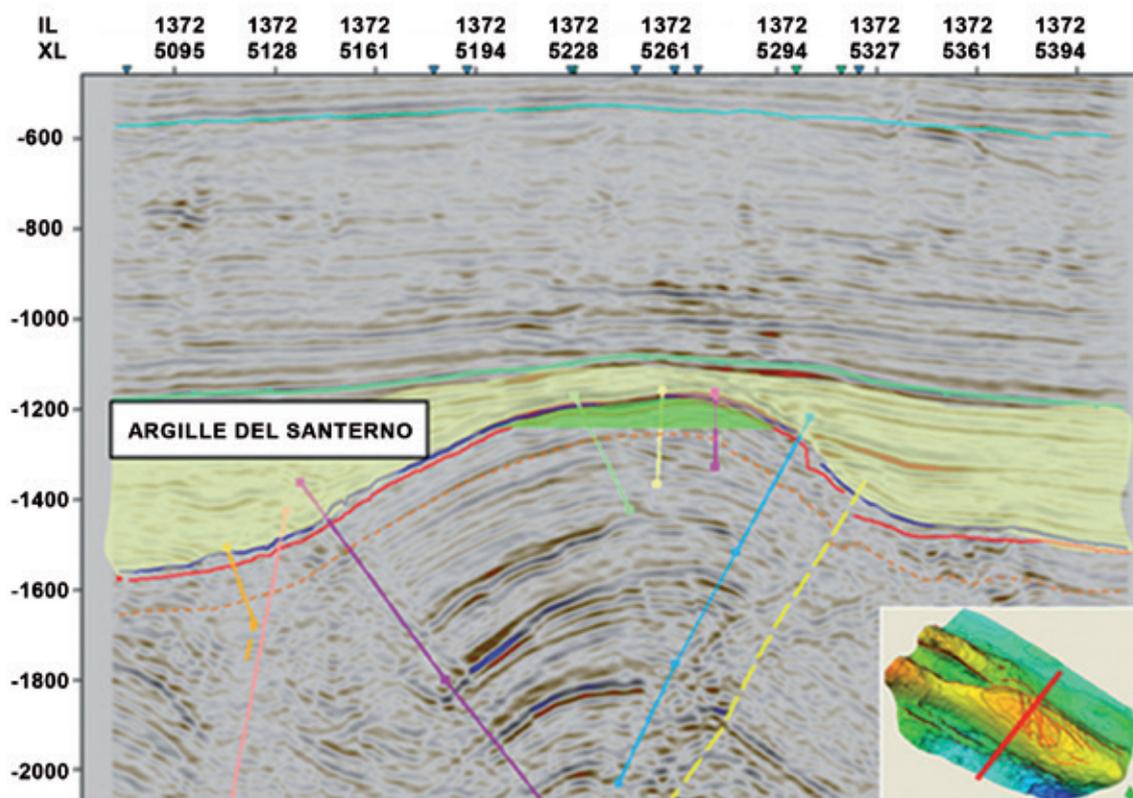


Figura 3

associate a questi giacimenti, che hanno superato indenni le complesse vicende legate agli eventi sismici e tettonici intercorsi nelle ere geologiche.

Nel Messiniano (Miocene Superiore) la sedimentazione, a seguito dell'abbassamento del livello di base dell'erosione, fu caratterizzata da molti apporti a granulometria grossolana (ghiaie e sabbie). Questi livelli porosi, coinvolti nel processo di migrazione dell'avanfossa delle catene alpina ed appenninica, costituiscono oggi i reservoir dei campi di stoccaggio di Brugherio, Sergnano, Ripalta, Bordolano e Cortemaggiore.

All'inizio del Pliocene il repentino innalzamento del livello delle acque del Mediterraneo ha determinato, in tutto il bacino, la sedimentazione di notevoli spessori di argille che hanno ricoperto i sottostanti livelli porosi messiniani. Questi estesi e potenti livelli impermeabili pliocenici, noti come Argille del Santerno, costituiscono la formazione di copertura di tutti i giacimenti di stoccaggio della Pianura Padana, sigillando le deformazioni e le strutture precedenti.

Nel corso del Pliocene la deposizione di potenti accumuli di sedimenti di natura torbiditica, alimentati dall'erosione delle adiacenti catene montuose, determinò la deposizione di livelli sabbiosi intercalati alle Argille del Santerno, che rappresentano oggi i reservoir dei campi di stoccaggio di Settala, Minerbio, Sabbioncello, Alfonsine e Fiume Treste.

I giacimenti utilizzati da Stogit nella Pianura Padana sono associati a contesti strutturali privi di faglie sismogenetiche. Le trappole che ospitano il gas sono sia di tipo strutturale, legate a pieghe ad anticlinale e faglie marginali, la cui attività si è espletata solo nel lontano passato geologico, che di tipo stratigrafico, dovute cioè a variazioni laterali di porosità dei sedimenti. Nel primo gruppo rientrano le strutture a vergenza alpina di Ripalta e Bordolano e quelle a vergenza appenninica di Cortemaggiore, Minerbio, Sabbioncello ed Alfonsine. Esclusivamente di tipo stratigrafico sono invece i giacimenti di Settala, generato dalla chiusura a pinch-out dei livelli torbiditici porosi entro le argille plioceniche, e quelli di Sergnano e Brugherio, dove alcuni lembi residui di ghiaie messiniane (denominati "remnants") sono stati preservati dall'erosione e ricoperti dalle argille plioceniche in discordanza.

Un'eccezione è rappresentata dal giacimento di Fiume Treste, ubicato sull'Appennino

abruzzese: si tratta di una complessa trappola di tipo stratigrafico-strutturale in cui la serie terrigena pliocenica, rappresentata da un'alternanza di argille e di livelli torbiditici che si chiudono in onlap, sono stati ripresi nelle fasi più recenti dell'evoluzione geologica e strutturale della catena (Pliocene e Pleistocene).

L'utilizzo ottimale di un giacimento di stoccaggio è strettamente legato alla conoscenza dei dati geologici e dei parametri dinamici acquisita durante la precedente fase di coltivazione primaria.

I giacimenti attualmente gestiti da Stogit, scoperti e messi in produzione nel corso della seconda metà del '900, sono conosciuti in modo molto approfondito sia dal punto di vista geologico che dinamico, essendo stati oggetto fin dalla loro scoperta di numerosi studi multidisciplinari e successivamente alle conoscenze relative all'attività di stoccaggio, che per alcuni di essi si protrae ininterrottamente da oltre 40 anni, di pari passo all'evoluzione tecnologica degli strumenti di indagine. La Stogit nel rispetto della politica di sostenibilità adotta ed utilizza tecnologie a ridotto impatto ambientale e non radioattive.

Le conoscenze delle caratteristiche dei giacimenti e della roccia di copertura vengono continuamente migliorate attraverso le più innovative tecnologie ed analisi a disposizione, quali l'utilizzo per tutti i campi di prospezioni geofisiche 3D a riflessione, di log di pozzo con tecnica WLL (Wire Line Logging) e LWD (Logging While Drilling) applicata con tecnologia Geosteering e "core analysis", nonché attraverso continue acquisizioni di dati dinamici (pressioni, temperature e volumi di fluidi in giacimento) per la realizzazione e successiva taratura di modelli numerici 3D. Per ogni ciclo di stoccaggio, tali modelli numerici vengono aggiornati sulla base delle prestazioni realizzate al fine di poter disporre del miglior strumento possibile per la gestione ottimizzata e la simulazione predittiva del comportamento del giacimento nel tempo.

## **Gli impianti di superficie**

Lo svolgimento dell'attività di stoccaggio richiede la presenza di una serie di infrastrutture di superficie dislocate sul territorio (Fig. 4), dimensionate per garantire un ciclo produttivo completo ed efficace in relazione alle massime prestazioni ottenibili dal giacimento.

Le centrali di compressione, collegate al sistema di trasporto, permettono, grazie all'utilizzo di compressori azionati da turbine, di iniettare nel giacimento il gas convogliato dalla rete dei metanodotti ad una pressione non superiore a 70-75 bar, pressurizzandolo fino a valori corrispondenti a quelli propri del giacimento. Nelle adiacenti centrali di trattamento del gas, operative durante la fase di erogazione, avviene un processo di separazione dei liquidi presenti nel gas estratto dal giacimento, che viene reso conforme ai requisiti di trasportabilità (qualità, pressione e temperatura) richiesti per la reimmissione nella rete nazionale destinata all'utenza. Alle centrali di stoccaggio fa inoltre capo, ad integrazione dell'asset impiantistico di superficie, la rete di condotte di adduzione del gas, preposta al collegamento con le aree in cui sono ubicati i pozzi di stoccaggio.

Il raccordo tra le centrali di stoccaggio ed il giacimento si realizza attraverso una serie di pozzi, solitamente organizzati in cluster ed utilizzati in entrambe le fasi del ciclo produttivo per veicolare i volumi di gas da iniettare ed erogare. La progettazione dei pozzi per l'attività di stoccaggio e la loro ubicazione sono studiate in modo da assicurare una distribuzione omogenea del gas nel giacimento e di ridurre l'impatto in superficie.

Nel corso degli ultimi anni Stogit, grazie allo sviluppo di nuove tecnologie di perforazione e completamento, ha proceduto anche alla realizzazione di una serie di pozzi a traiettoria orizzontale, in grado di garantire prestazioni più elevate, sia in erogazione che in iniezione, e maggiore efficienza nella movimentazione del gas in giacimento.

Oltre ai pozzi preposti all'attività di stoccaggio, i giacimenti comprendono pozzi espressamente dedicati alle operazioni di monitoraggio all'esercizio dello stoccaggio.



Figura 4

## L'esercizio dei giacimenti in sovrappressione

Nel corso degli ultimi anni, per far fronte al crescente fabbisogno di gas ed alle mutevoli esigenze del mercato, Stogit ha realizzato, con un consistente piano di investimenti, progetti innovativi per il nostro Paese, mirati al potenziamento delle capacità del sistema di stoccaggi ed alla gestione ottimizzata dei giacimenti. Fra questi progetti assume grande rilevanza l'esercizio dello stoccaggio in regime di sovrappressione, con superamento della pressione originaria di scoperta del giacimento ( $P > P_i$ ), attuato previa specifiche autorizzazioni ministeriali rilasciate a seguito di esito positivo di verifiche sperimentali e del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale.

Questa pratica, già consolidata a livello internazionale, implica notevoli benefici dal punto di vista tecnico-economico, legati ad incrementi dei volumi di gas movimentabili e delle prestazioni dei giacimenti, ottenuti a fronte di ridotti aumenti della pressione di esercizio utilizzando gli impianti esistenti.

Lo stoccaggio in regime di sovrappressione, già attuato con successo dal 2010 dopo una sperimentazione durata 8 anni nel giacimento di Settala, è stato programmato da Stogit anche in altre concessioni in cui sono in corso, in base allo stato di avanzamento dei singoli progetti, gli studi propedeutici per la modellizzazione geomeccanica dell'area e la verifica di tenuta idraulica della formazione argillosa di copertura, nonché le verifiche sperimentali di iniezione in giacimento o i procedimenti autorizzativi per l'esercizio.

## Le attività di monitoraggio

Il controllo del corretto esercizio dello stoccaggio è oggetto di numerose attività di monitoraggio, calibrate in base alle principali caratteristiche geostrutturali e dinamiche dei giacimenti ed alle massime pressioni di esercizio previste. Tale programma di monitoraggio si inquadra nell'ottica perseguita da Stogit di coniugare l'incremento delle prestazioni operative con il rispetto di tutti gli elevati standard di sicurezza.

Le metodologie prese in considerazione, in parte già consolidate in alcuni progetti messi a punto da Stogit, presentano anche aspetti innovativi ad elevato contenuto tecnologico e sono inserite in un progetto integrato in grado di fornire un panorama completo sia per quanto riguarda il contesto geologico che quello ambientale ed antropico.

Il programma di monitoraggio viene distinto in una fase di attuazione immediata (monitoraggio di base) ed in una fase successiva ed integrativa, a maggiore contenuto tecnologico (monitoraggio avanzato per i campi con sviluppo della sovrappressione).

Le principali metodologie di indagine per entrambe possono essere così riassunte:

### 1. monitoraggio di base

- misure di pressione alla testa e a fondo pozzo
- log di saturazione gas-acqua in giacimento
- monitoraggio altimetrico con interpretazione delle immagini da satellite

### 2. monitoraggio avanzato

- monitoraggio integrato in tempo reale dei giacimenti-pozzi-impianti
- monitoraggio pressioni anulari di pozzo
- monitoraggio geochimico-ambientale
- monitoraggio microsismico

## Monitoraggio di base

Il programma messo a punto per il monitoraggio delle pressioni e della saturazione gas-acqua intende acquisire una serie di informazioni finalizzate alla misurazione di tali parametri in alcuni pozzi appositamente predisposti per le operazioni.

Il monitoraggio dell'andamento delle pressioni di giacimento, utile strumento di analisi delle dinamiche di migrazione dei fluidi, viene eseguito con tre differenti modalità:

- campagne periodiche di acquisizione di profili statici, solitamente a fine campagna di iniezione ed erogazione come da disposizione di legge;
- acquisizione in continuo in pozzi chiave dotati temporaneamente di memory-gauges al fondo;
- acquisizione in continuo in pozzi chiave con appositi sensori alloggiati in modo permanente a fondo pozzo (DPTT wireline).

L'analisi delle variazioni di saturazione nel tempo per verificare spostamenti verticali della tavola d'acqua originaria in giacimento viene effettuata periodicamente tramite acquisizioni di log di pozzo, denominati RST, dopo aver rilevato le condizioni di saturazione iniziale. Tale monitoraggio risulta determinante per prevenire fenomeni di "gas-loss" in strutture laterali in prossimità di spill point strutturali.

Il monitoraggio altimetrico consiste nella misura delle eventuali deformazioni del suolo, operata attraverso l'analisi interferometrica dei dati Radarsat con la tecnica dei Permanent Scatterers (PS), ossia "bersagli radar" privilegiati (edifici, strutture metalliche, rocce esposte), che il satellite identifica sul territorio e di cui può apprezzare spostamenti plano-altimetrici di ordine millimetrico. La frequenza di campionamento del dato corrisponde alla frequenza di passaggio dei satelliti utilizzati (Radarsat-1 e Radarsat-2), ed è pari a 24 giorni. Il monitoraggio, in atto dal 2003 in tutte le concessioni, prevede un aggiornamento dei dati con cadenza annuale, attraverso l'acquisizione e l'interpretazione delle immagini satellitari disponibili relative al sito. Al fine di migliorare l'affidabilità dei dati grazie alla possibilità di una loro taratura assoluta sono stati posti

nelle centrali di Cortemaggiore, Minerbio e Settala rilevatori con Sistema CGPS (Continuous Global Positioning System), che si avvale di una costellazione di 24 satelliti distribuiti su orbite ad oltre 20.000 km di altezza sulla superficie terrestre. Il sistema è gestito in modalità remota, con elevata affidabilità nel tempo. I rilevatori CGPS saranno posizionati a partire dal 2013 anche in tutte le altre centrali di stoccaggio.

### *Monitoraggio avanzato*

Il monitoraggio di superficie geochimico-ambientale è finalizzato al controllo delle dinamiche di diffusione/migrazione del gas nel giacimento ed all'accertamento dell'assenza di diffusione di CH<sub>4</sub> nelle falde, nei suoli e nell'aria durante l'esercizio allo stoccaggio alle massime condizioni di pressioni operative. Questo tipo di monitoraggio si effettua mediante un sistema integrato di controllo con rilievi fissi (stazione geochimica) e con campagne periodiche con campionamenti di falde, suoli ed aria, identificando pattern di concentrazione, al fine di riconoscere diffusioni anomale e l'associabilità alle fonti di origine. Tale monitoraggio è attivo dal 2010 in Fiume Treste e nel 2013 saranno attivate altre due stazioni nei campi di Sergnano e Ripalta.

Il monitoraggio microsismico può essere attuato attraverso due distinte metodologie, finalizzate rispettivamente al controllo della sismicità naturale dell'area (rete di superficie con stazioni sismometriche opportunamente dislocate sul territorio) ed alla verifica di eventuali fenomeni microsismici nell'intorno del giacimento associabili all'attività di stoccaggio (attrezzatura posizionata in pozzi dedicati, con sensori collocati alla profondità del giacimento).

Il monitoraggio microsismico di superficie trova applicazioni in concessioni di stoccaggio arealmente estese, in presenza di zone caratterizzate da sismicità locale naturale o da elevata complessità tettonica. Per monitorare questi aspetti, si rende opportuna l'installazione di una rete microsismica di superficie costituita da stazioni fisse dotate di sensori sismometrici 3D ad alta frequenza. La qualità delle informazioni raccolte è proporzionale al numero di stazioni predisposte, per la cui ubicazione ottimale vengono seguite una serie di indicazioni:

- posizionare le stazioni al contorno dell'area, prevedendo una o più stazioni al centro della stessa;
- posizionare le stazioni esterne alla zona da investigare ad una distanza dal bordo pari a 2-3 volte la profondità a cui si presume possano originarsi gli eventi;
- dimensionare la rete in modo che la distanza media tra le stazioni non superi il doppio della profondità di interesse;
- evitare configurazioni orientate lungo una direzione privilegiata.

L'installazione di strumentazione microsismica in pozzo consiste nella posa di geofoni triassiali, integrati in una serie di "moduli strumentati" distanziati di alcune decine di metri e posizionati in pozzi espressamente dedicati al monitoraggio dei giacimenti. Questo sistema permette di monitorare in continuo ed in tempo reale eventi microsismici di magnitudo locale con possibili ipocentri nell'intorno del giacimento e nella formazione di copertura.

Stogit ha iniziato il monitoraggio microsismico tramite reti superficiali nei giacimenti di Sergnano e Minerbio sin dal 1979; dal 2010 è attiva una rete nel campo di Cortemaggiore, mentre dal 2011 sono attive le prime reti di geofoni in pozzo profondo nei campi di Settala e Fiume Treste e dal 2012 in Sergnano. Nel 2013 sarà posizionata una rete microsismica di superficie in Fiume Treste, mentre nel 2014 sarà installata nel campo di Bordolano, prima dell'entrata in esercizio del campo.

## Principali evidenze

A partire dal 1964 con il primo campo attivo allo stoccaggio in Italia, Stogit ha acquisito con il monitoraggio dei giacimenti una notevole mole di dati, che evidenziano in particolare i seguenti aspetti:

- le misurazioni relative ai movimenti del suolo mostrano come l'attività di stoccaggio manifesti una tendenza a contrastare gli effetti della subsidenza naturale nell'area del giacimento;
- i monitoraggi altimetrici evidenziano come il sistema giacimento-copertura presenti un comportamento reologico di tipo elastico, con una marcata correlazione tra le curve dei volumi di gas movimentati nello stoccaggio e gli spostamenti verticali del suolo in punti interni alla proiezione in superficie dei giacimenti; si riporta in Figura 5 l'esempio del campo di Settala, dove l'andamento dei volumi iniettati/erogati in giacimento è riportato in violetto, mentre le corrispondenti variazioni altimetriche relative del suolo sono riportate in blu;
- i monitoraggi dell'attività microsismica naturale ed indotta non hanno evidenziato alcun legame con l'attività di stoccaggio, anche in condizioni di esercizio dei giacimenti in sovrappressione (Settala);
- sulla base dei test di microfratturazione (L.O.T. = Leak Off Test e M.D.T. = Modular Dynamic Tester), effettuati in pozzi geognostici dedicati, la potente formazione argillosa di copertura dei giacimenti (Argille del Santerno) presenta una pressione di fratturazione di 316 bar; dalle analisi di laboratorio eseguite su carote si rileva un valore medio della Threshold Pressure di ca. 30 kg/cm<sup>2</sup>. Tali dati offrono un ampio margine di garanzia di tenuta idraulica rispetto alle pressioni di esercizio dei giacimenti (P. max: 181,3 bar), con esclusione di fenomeni di gas leakage e di fratturazione, anche in condizioni di sovrappressione;
- il monitoraggio delle pressioni nei giacimenti di stoccaggio in attività dell'Emilia-Romagna (Minerbio, Sabbioncello, Cortemaggiore) esclude anomalie nel regime di pressione (abbassamenti/innalzamenti repentini) collegabili a fenomeni di gas leakage, come eventuale conseguenza dei terremoti di maggio 2012 nel Modenese;
- l'analisi dei log RST non evidenzia alcun abbassamento della tavola d'acqua al di sotto del contatto originario gas-acqua nei giacimenti, anche in condizioni di sovrappressione, e pertanto viene escluso il "gas-loss" verso strutture adiacenti attraverso zone di spill point.

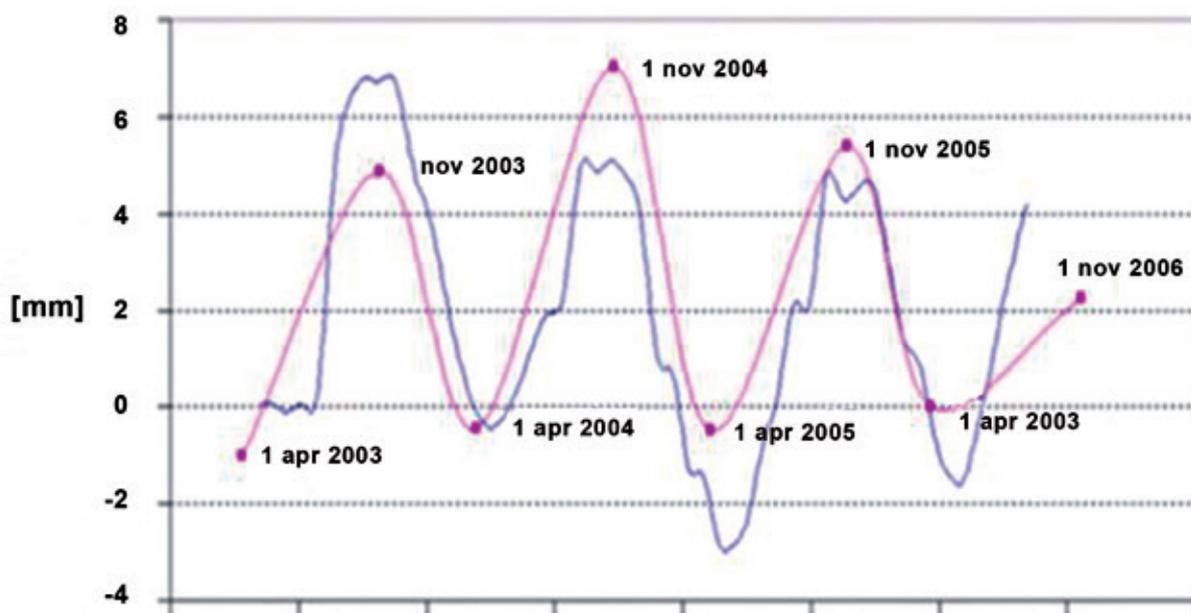
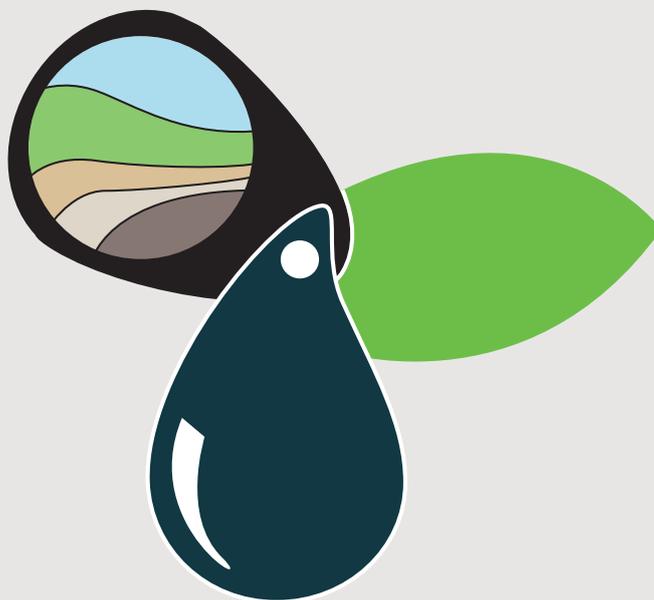


Figura 5



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



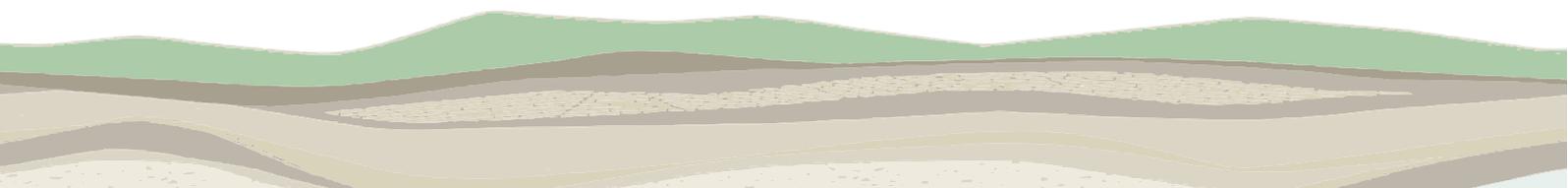
SEGRETERIA ORGANIZZATIVA  
 ORDINE DEI GEOLOGI DI BASILICATA  
 Via Zara 114 - Potenza  
 Tel: 0971.35940, Fax: 0971.26352  
 congresso@geologibasilicata.it  
 Responsabile: Sig.ra Angela Rubolino

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.

