

## RICERCA SISTEMA ELETTRICO

### CENTRALI A POLVERINO DI CARBONE - RIDUZIONE COSTI

Tecnologie innovative che consentono una riduzione dei costi di investimento delle centrali a polverino di carbone. Sviluppo di tecnologie di impiego del polverino di carbone a differenti granulometrie con cattura e sequestro della CO<sub>2</sub>

#### Scenario di riferimento

Nell'attuale quadro energetico internazionale assumono particolare rilevanza le politiche e le iniziative volte alla messa a punto di tecnologie pulite del carbone che consentano da un lato una maggiore differenziazione delle fonti energetiche, dall'altro la produzione di idrogeno ed energia elettrica, rendendo percorribile la strada verso un'economia basata su questi due vettori energetici. Le tecnologie per l'utilizzo del carbone in sistemi energetici che prevedono la cattura e lo stoccaggio della CO<sub>2</sub> sono attualmente oggetto di un rilevante numero di iniziative, a livello internazionale, volte alla realizzazione di impianti dimostrativi. I programmi di ricerca e sviluppo iniziano a dare buoni risultati e molte delle tecnologie necessarie per la cattura e il sequestro risultano essere disponibili per le attività di ottimizzazione e scale-up. La Commissione Europea ritiene che in condizioni di mercato chiare e ambiziose in termini di emissioni di carbonio, si potranno rendere accessibili queste tecnologie entro il 2020. Ciò richiederà coraggiosi investimenti industriali sia per una serie di impianti dimostrativi sia per le necessarie attività di R&S. L'integrazione di tali tecnologie con quelle applicate per ridurre le emissioni di inquinanti e incrementare l'efficienza energetica avvierà la fase di dimostrazione industriale di produzione di elettricità da carbone con costi ridotti ed emissioni di CO<sub>2</sub> prossime allo zero.

Le attività di ricerca in questo settore, forti della

collocazione territoriale nell'ambito del bacino minerario del Sulcis, dove hanno sede e impianti la società SOTACARBO, partecipata ENEA, detentrica della piattaforma sperimentale di gassificazione del carbone, e la Carbosulcis, società concessionaria dell'area del bacino minerario, sono focalizzate sulle tecnologie per gli impianti integrati di gassificazione del carbone con cattura e stoccaggio definitivo dell'anidride carbonica e utilizzano gli impianti esistenti presso l'area sperimentale SOTACARBO, sviluppando ulteriormente strutture, impianti e laboratori.

#### Obiettivi

Gli obiettivi riguardano sviluppo, sperimentazione e dimostrazione di sistemi e componenti avanzati per un unico impianto di generazione elettrica da carbone, cattura e sequestro della CO<sub>2</sub> in bacini carboniferi profondi, con miglioramento delle efficienze e riduzione dei costi di investimento e gestione.

Le ricerche sul processo di gassificazione del carbone puntano a promuovere tale combustibile anche per la contemporanea produzione di idrogeno.

Nel breve termine le attività teoriche e sperimentali riguardano il miglioramento dei processi di produzione di syngas mediante gassificazione di carbone a varie granulometrie per produzione di energia elettrica attraverso l'approfondimento di aspetti relativi a gassificazione con CO<sub>2</sub> come

agente gassificante, desolforazione a caldo del syngas da carbone e confinamento della CO<sub>2</sub> con tecniche ECBM.

## Risultati

Sono stati sviluppati i processi di produzione e di desolforazione a caldo di syngas da carbone col risultato di incrementare notevolmente le prestazioni di impianti commerciali di piccola-media taglia, cui la piattaforma pilota SOTACARBO si riferisce, con una riduzione dei costi di investimento e di gestione. Parte di tali attività è stata effettuata sulla piattaforma pilota SOTACARBO opportunamente adeguata dal punto di vista impiantistico. Sono stati altresì messi a punto alcuni degli strumenti necessari per la realizzazione dei modelli delle sezioni di gassificazione e desolforazione dell'impianto, che ne rappresentano il funzionamento nelle diverse condizioni. Anche sul tema ECBM sono stati condotti diversi studi a partire dall'analisi dello stato dell'arte, fino alla valutazione della capacità di CO<sub>2</sub> potenzialmente stoccabile e allo studio di fattibilità per l'applicazione di queste tecnologie all'area del bacino minerario del Sulcis. Sono state condotte diverse prove di caratterizzazione dei carboni e di desolforazione a caldo e prove sul processo di gassificazione con CO<sub>2</sub>, sia presso il Centro Ricerche ENEA Casaccia sia presso la piattaforma pilota del Centro Ricerche SOTACARBO.

### **Valutazione del processo di gassificazione con miscele di ossigeno e CO<sub>2</sub>**

Sono stati elaborati diversi modelli di gassificazione e combustione del carbone con l'utilizzo di CO<sub>2</sub> come agente gassificante e ricircolo dei prodotti, con codicistica commerciale sia CFD che di analisi termodinamica. Sulla base dell'analisi del processo di gassificazione con CO<sub>2</sub> sono anche state progettate e realizzate le opere di adeguamento degli impianti preesistenti.

*ENEA/SOTACARBO  
Piattaforma pilota  
per la produzione  
di energia elettrica  
e idrogeno da  
carbone*



### **Sperimentazione del processo di gassificazione con miscele di ossigeno e CO<sub>2</sub>**

Una prima fase ha riguardato lo sviluppo di modelli e simulazioni numeriche del processo di gassificazione che utilizza miscele di ossigeno e CO<sub>2</sub>; con diversi codici sono state effettuate analisi di sensibilità sulla variazione dei parametri principali, quali portate, temperature e composizione dei flussi principali, utili alla valutazione del processo. La seconda fase ha riguardato lo sviluppo di attività sperimentali sugli impianti di gassificazione con prove e test relativi a diverse condizioni di funzionamento, tesi ad acquisire competenze sul processo in oggetto e a ricavare una prima serie di dati necessari alla validazione e tuning dei modelli. Sono stati inoltre svolti test di screening su diversi tipi di catalizzatori utilizzati

*Gassificatore up-draft: particolare scarico ceneri*



per la reazione di WGS (Water-Gas Shift). È stata effettuata la caratterizzazione di diversi carboni sia per alimentazione a secco che in miscela con acqua (slurry). In particolare su queste miscele sono state svolte analisi e sperimentazioni in laboratorio volte a caratterizzarne i principali parametri fisico-chimici per l'applicazione in sistemi di alimentazione in pressione.



Dettaglio separatori CO<sub>2</sub>

### Analisi comparativa di diversi sorbenti nel processo di desolforazione a caldo

Sono stati sviluppati modelli teorici e simulazioni numeriche relative al processo di desolforazione del gas di sintesi, effettuata a temperature dell'ordine dei 300-500 °C con l'utilizzo di sorbenti solidi a base di ossidi metallici (ZnO), con analisi delle fasi di assorbimento e rigenerazione. A questi primi risultati ha fatto seguito l'attività di progettazione di un reattore di prova in scala da laboratorio.

### Sperimentazione di diversi sorbenti nel processo di desolforazione a caldo

Sono stati predisposti modelli descrittivi dei fenomeni ed effettuate sperimentazioni in scala da laboratorio di processi di desolforazione a caldo. È stato realizzato un reattore di prova con l'esecuzione di una prima campagna di sperimentazione del processi di assorbimento a caldo di prodotti

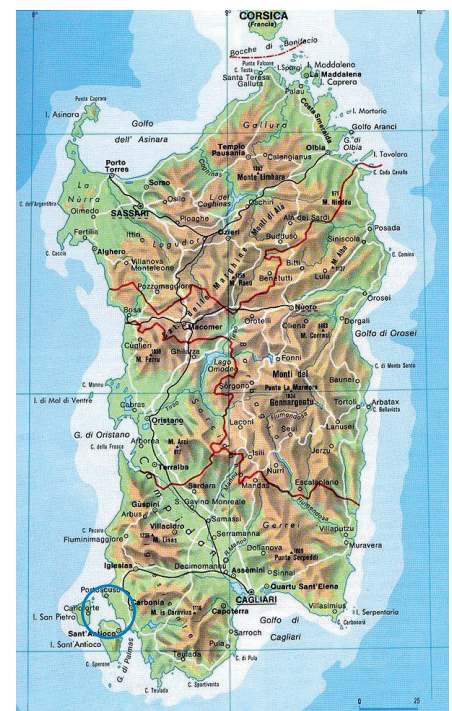
derivati dallo zolfo su sorbenti a base di ossidi metallici (ossidi di zinco). È stata eseguita un'attività di screening di diversi sorbenti commerciali con analisi di laboratorio sulle caratteristiche strutturali e su quelle di reattività su campioni tal quale ed esausti.



Sorbenti per la desolforazione a caldo a base di ossidi metallici

### Studio preliminare per l'applicazione di tecniche ECBM nel bacino minerario del Sulcis

Sono state effettuate valutazioni preliminari per la selezione del sito idoneo all'applicazione delle tecniche ECBM nell'area del bacino carbonifero del Sulcis, individuando le principali sorgenti antropiche di CO<sub>2</sub> utili per lo sviluppo del progetto ed effettuando delle attività di campionamento e primo screening geologico dei siti. Sono stati approntati dei modelli di assorbimento della CO<sub>2</sub> e desorbimento del metano su substrati uniformi costituiti da matrici carbonifere.



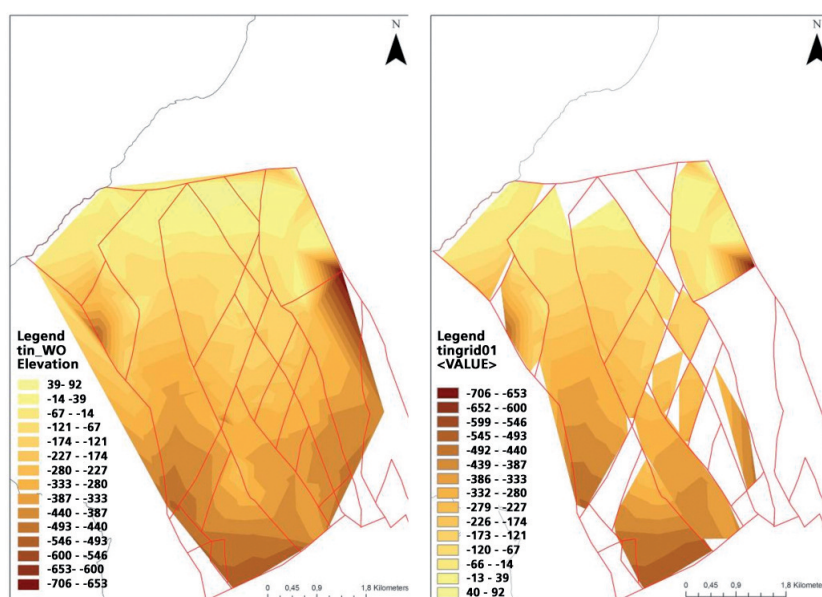
Area geografica del Sulcis (Sardegna/SW)

## Progettazione di massima di Test Site a tecnologia ECBM

Sono state progettate modifiche della piattaforma pilota SOTACARBO per l'inserimento di una linea di cattura e trattamento della CO<sub>2</sub> su scala industriale. Sono stati condotti studi preliminari

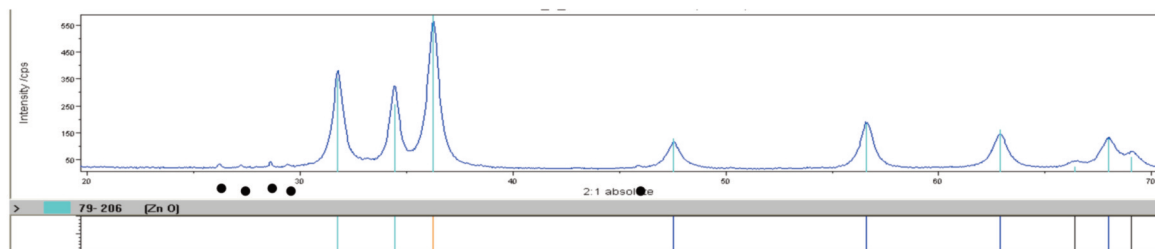
per l'applicazione delle tecnologie ECBM al bacino del Sulcis ed è stato predisposto un sistema di valutazione dei siti idonei allo stoccaggio tramite l'analisi di dati georeferenziati. È stato inoltre predisposto un modello descrittivo dei fenomeni di assorbimento della CO<sub>2</sub> e desorbimento del metano in strati carboniferi profondi.

Mappatura dati georeferenziati



Documentazione disponibile

I documenti tecnici che riportano i risultati delle attività e delle ricerche sono consultabili sul sito [www.enea.it](http://www.enea.it)



Diffratogramma di raggi X di un campione di sorbente utilizzato per la desolforazione

Tema di ricerca 5.2.5.2

Referente: Paolo Deiana – [paolo.deiana@enea.it](mailto:paolo.deiana@enea.it)

Aprile 2009

Aggiornamenti disponibili sul sito ENEA: [www.enea.it](http://www.enea.it)