

COPRODUZIONE DI ELETTRICITÀ E IDROGENO

Centrali elettriche per la coproduzione di energia elettrica e idrogeno

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, da un lato per una maggiore differenziazione delle fonti energetiche, favorendo la transizione verso un più ampio e articolato ricorso alle rinnovabili, dall'altro per la possibilità di produrre da tale fonte idrogeno ed energia elettrica, aprendo la strada verso una possibile economia basata su questi due vettori energetici. Il contesto internazionale ed europeo spinge ad adottare una strategia per lo sviluppo delle tecnologie CCS (Carbon Capture & Storage) per impianti di produzione di energia elettrica.

Nel nostro Paese esistono le condizioni tecniche e il know how necessario per avviare un programma nazionale coordinato con le iniziative europee ed internazionali. Molti progetti sono in corso, altri in fase di avvio, il tutto in un quadro di scarso coordinamento; la messa a punto di un documento di "Vision" e una "Road-Map" si presenta, pertanto, come necessaria per avviare un programma nazionale di sviluppo di tali tecnologie.

Obiettivi

Le attività di ricerca sono focalizzate sulle tecnologie derivate dagli IGCC (Integrated Gasification Combined Cycles) e basate su impianti di gassificazione del carbone che producono elettricità e idrogeno con sequestro (separazione + stoccaggio definitivo) della CO₂.

Gli obiettivi principali delle attività sono:

- sviluppare e dimostrare tecnologie basate sull'impiego del carbone per la produzione combinata di idrogeno ed elettricità;
- contribuire alla definizione di una "Road-Map" per l'avvio di un programma italiano di dimostrazione delle tecnologie CCS associate a impianti di produzione di energia elettrica e idrogeno per usi diversi;
- favorire una più ampia e qualificata partecipazione del sistema italiano impresa/ricerca ai grandi programmi e iniziative europee e internazionali quali CSLF, ZEP, HYPOGEN, FUTURGEN, IEA e Programmi FP7/8.



The European Technology Platform for
Zero Emission Fossil Fuel Power Plants (ZEP)

Carbon Sequestration leadership forum

www.cslforum.org



Risultati

Studi e sperimentazioni preliminari

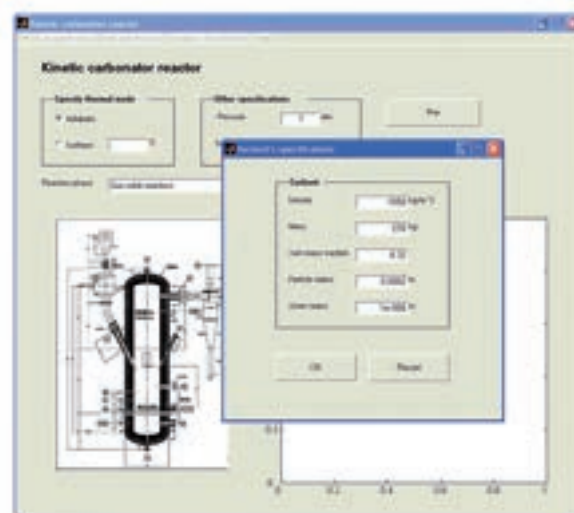
Sono state acquisite conoscenze teoriche e modellistiche per supportare l'esercizio dell'impianto sperimentale ZECOMix, attualmente in fase di realizzazione, e la progettazione dell'impianto pilota di idrogassificazione e decarbonatazione da 5 MWth, previsto nella seconda fase del progetto ZECOMix (Zero Emission COMbustion mix, dove mix indica la confluenza di tre obiettivi: produzione di idrogeno, produzione di elettricità, CCS).

In una prima fase sono stati messi a punto modelli stazionari del gassificatore di carbone a ossigeno e del reattore di reforming/decarbonatazione alimentato a metano e ossido di calcio (rapporto "Analisi di un impianto sperimentale per la coproduzione di energia elettrica e di idrogeno da carbone con 'quasi' zero emissioni di anidride carbonica"); ha fatto seguito una fase di modellazione dinamica per entrare nel dettaglio di funzionamento del reattore di reforming/decarbonatazione, estremamente dipendente dall'esaurimento della carica di sorbente, eseguita in batch (rapporto "Modello short-cut dinamico di un reattore catalitico per la cattura dell'anidride carbonica con dolomite").

Sono state inoltre eseguite attività sperimentali su impianti da laboratorio, che hanno riguardato: metodologie di caratterizzazione del carbone; analisi preliminare di processi per il trattamento del tar e dei composti dello zolfo; messa a punto di un impianto da laboratorio per lo studio dell'idrogassificazione del carbone.

Studi e sperimentazioni sulle tecnologie impiantistiche per la produzione di elettricità e idrogeno da syngas da carbone

È stato definito e progettato un impianto dimostrativo innovativo, completo di produzione di



Interfaccia grafica del modello dinamico dell'assorbitore di CO₂

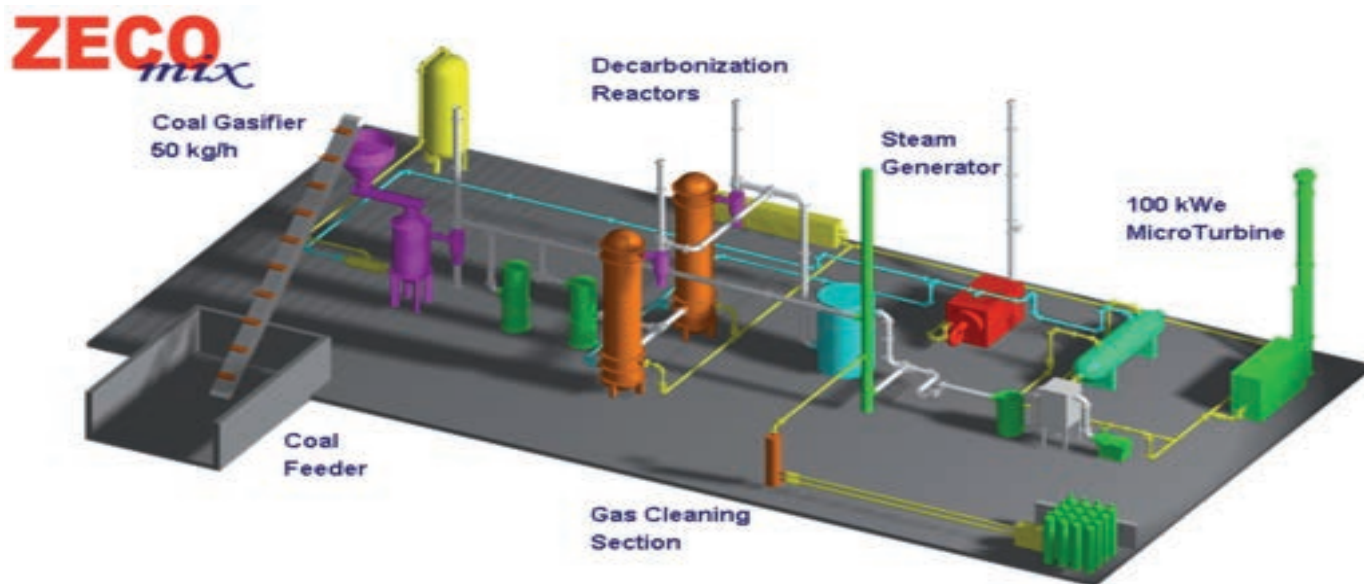
idrogeno ed elettricità con cattura della CO₂ mediante sorbenti solidi ad alta temperatura (Università de L'Aquila, Dipartimento di Chimica, Ingegneria Chimica e Materiali).

È stato definito ed eseguito uno studio di fattibilità di un impianto prototipo da 50 MWth con idrogassificazione di carbone e cattura della CO₂ ad alta temperatura con sorbenti solidi a base di ossidi di calcio (Dipartimento di Energia del Politecnico di Milano).

È stato sviluppato un modello di simulazione e ottimizzazione di un dispositivo per la desolfurazione del syngas uscente dal reattore di idrogassificazione del carbone (contratto con Dipartimento di Meccanica e Aeronautica dell'Università di Roma La Sapienza).

Sono stati infine approfonditi gli studi, sia teorici che modellistici, su alcuni processi innovativi di CO-shift, di arricchimento dell'idrogeno nel syngas e sui processi di desolfurazione del syngas a caldo (SOTACARBO).

Le attività svolte direttamente da ENEA hanno riguardato la sperimentazione, su attrezzature esistenti, sul ciclo CaO-CaCO₃ di separazione della CO₂ (rapporto "Attività sperimentale da laboratorio



Rappresentazione 3D dell'impianto sperimentale ZECOMix

sul ciclo $\text{CaO} - \text{CaCO}_3$ per la cattura della CO_2 ad alta temperatura”) e sulla combustione dell'idrogeno con ossigeno e vapore, tramite l'impianto sperimentale IDEA (IDrogeno Experimental Activities).

Survey geologico e studi delle potenzialità di applicazione dell'ECBM nei giacimenti carboniferi del Sulcis

Nell'ambito dell'attività di applicazione delle tecnologie ECBM/ CO_2 storage, sono state approfondite le tematiche legate alla caratterizzazione geologica dei possibili siti di stoccaggio di CO_2 in generale e sulle potenzialità del grande giacimento carbonifero del Sulcis in particolare. L'obiettivo è quello di valorizzare in ambito internazionale le attività svolte sulle tecnologie ECBM/ CO_2 storage in Italia, al fine di partecipare a progetti internazionali e definire le attività future.

Road-map tecnologica italiana, coordinamento, associazione CO_2 , attività di informazione tecnologica e divulgazione delle tecnologie

È stata costituita l'Associazione italiana sulla CO_2 attraverso un comitato promotore composto da esponenti di ENEA, CESI Ricerca, Carbosulcis, OGS, Università di Roma La Sapienza e INGV. Si sono aggiunti come membri anche ENEL ed ENI. È stato realizzato un sito internet sulle tecnologie CCS e sulle moderne tecnologie di utilizzo del carbone e sulle azioni di ricerca in Italia (www.co2club.it).



È stato organizzato un workshop scientifico dal titolo "CO₂ Capture & Storage: Towards a UK/Italy Common Strategy within a Global Framework". Il workshop si è tenuto presso l'International School of Geophysics di Erice dal 31 ottobre al 7 novembre 2007 ed è stato sponsorizzato da INGV, MUR, ENEA, British Embassy di Roma, l'UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), Schlumberger e SOTACARBO. Al fine di dare un contributo alla definizione e all'aggiornamento di una road-map tecnologica italiana nel settore delle tecnologie ad emissione zero che individui le priorità nazionali e le scadenze realizzative, è stato messo a punto un

documento di indirizzo e un documento strategico come premessa per la determinazione delle linee programmatiche per poter promuovere lo sviluppo delle tecnologie CCS nel nostro Paese (Position Paper ENEA: "Le Tecnologie CCS").

Documentazione disponibile

I documenti tecnici che riportano i risultati delle attività e delle ricerche sono consultabili sul sito www.enea.it.

«ETTORE MAJORANA» FOUNDATION AND CENTRE FOR SCIENTIFIC CULTURE
TO PAY A PERMANENT TRIBUTE TO GALILEO GALILEI, FOUNDER OF MODERN SCIENCE
AND TO ENRICO FERMI, THE "ITALIAN NAVIGATOR", FATHER OF THE WEAK FORCES

INTERNATIONAL SCHOOL OF GEOPHYSICS
*30th Course: CO₂ CAPTURE & STORAGE: TOWARDS
A UK/ITALY COMMON STRATEGY WITHIN A
GLOBAL FRAMEWORK*
ERICE-SICILY: 31 OCTOBER – 7 NOVEMBER 2007

Sponsored by the: • National Institute of Geophysics and Volcanology, Italy (INGV)
• Italian Ministry of Education, University and Scientific Research (MIUR) • Ente Nazionale Energia Alternativa (ENEA)
• British Embassy, Rome • UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) • Schlumberger • Sotacarbo

TOPICS AND LECTURERS	
<i>Geological Storage of CO₂</i>	<i>CCS Regulation & Policy, operative projects and feasibility studies</i>
<i>Capture of CO₂</i>	<i>Monitoring and verification of CO₂ storage operative projects</i>
<i>Zero Emission Fossil Fuels Power Plants</i>	<i>Geochemical and Geophysical modelling of CO₂ storage reservoirs</i>
CO₂ Geological Storage	CO₂ Capture
• Y. KIMURA, USGS, USA	• S. SANTOS, IEA-GHG, UK
• J. PEARCE, BGS, UK	• L. MAZZOCCHI, CENIRCECA S.p.A., IT
• S. HAZELDENE, University of Edinburgh, UK	• U. FOSCOLO, University of Aquila, IT
• M. WILSON, Regina, Canada	• G. BENELLI, ENEL SpA, IT
• A. KOOROSHI, Regina, Canada	• C. ZEPPI, ENEL SpA, IT
• E. PERKINS, Alberta Research Council & Weyburn Project, Canada	• C. AMORENO, Sotacarbo, IT
• M. MONTE, Alberta Research Council & Weyburn Project, Canada	• A. KIEDIGEMANN, Louis Pasteur Strasbourg University, FR
• H. BARNER, TNO, NL	• A. CALABRO', ENEA, IT
• S. HOFVORICA, University of Texas, USA	Lessons from BWE & VATTENFALL, DE
• S. DURUKAN, Imperial College, UK	
• T. TORP, Statoil, Norway	
• M. LOIZZO, Schlumberger, FR	

Manifesto del Convegno di Erice sulle tecnologie CCS

Tema di ricerca 5.2.5.9

Referente: Antonio Calabrò – antonio.calabro@enea.it

Aprile 2009

Aggiornamenti disponibili sul sito ENEA: www.enea.it