



Ricerca di Sistema elettrico

Azioni di comunicazione e diffusione dei risultati

a cura di Stefano Giammartini

Report RdS/PAR2014/271

AZIONI DI COMUNICAZIONE E DIFUSIONE DEI RISULTATI

A cura di Stefano Giammartini (ENEA)

Settembre 2015

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2014

Area: Produzione di Energia Elettrica e protezione dell'ambiente

Progetto: Cattura e sequestro della CO₂ prodotta da combustibili fossili

Obiettivo: d – Comunicazione e diffusione dei risultati

Responsabile del Progetto: Stefano Giammartini, ENEA

Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE	5
2 WORKSHOP “CATTURA E SEQUESTRO DELLA CO2 PRODOTTA DA COMBUSTIBILI FOSSILI”	5
3 SULCIS CCS SUMMER SCHOOL 2015.....	8
4 DIFFUSIONE A MEZZO DI MANIFESTAZIONI, MEMORIE A CONGRESSI, ARTICOLI, RIVISTE, LIBRI.....	9
5 ELENCO DEGLI ALLEGATI.....	11

Sommario

Al fine di valorizzare i risultati dell'attività svolta nell'intero progetto, una particolare attenzione è stata rivolta agli aspetti di comunicazione e diffusione dei risultati, in diversi ambiti, forme e con l'organizzazione di iniziative di particolare rilievo.

Questa azione si è articolata attraverso:

- la pubblicazione di articoli e documenti tecnici a carattere pubblico;
- l'organizzazione di workshop, seminari, convegni;
- la partecipazione ad eventi;
- l'aggiornamento e la distribuzione delle brochure impianti.

1 Introduzione

Il documento in oggetto intende sinteticamente descrivere quanto posto in essere, nell'arco dell'annualità, per stimolare la comunicazione e la diffusione dei risultati del Progetto in diversi ambiti, forme e con l'organizzazione di iniziative di particolare rilievo.

Questa azione si è articolata attraverso:

- la pubblicazione di articoli e documenti tecnici a carattere pubblico;
- l'organizzazione la partecipazione a workshop, seminari, convegni;
- la partecipazione ad eventi;
- l'aggiornamento delle brochure di impianti distribuite in occasione di mostre ed eventi specifici.

A onor del vero, occorre sottolineare che, da riscontri oggettivi, risulta molto efficace la pubblicazione che dei risultati (Report tecnici) si fa attraverso il sito della Ricerca di Sistema Elettrico. A tal riguardo infatti numerosi sono stati i contatti con aziende che hanno appreso delle ricerche e delle competenze disponibili attraverso questo veicolo informativo. Alcuni di questi contatti si sono tradotti, o stanno per essere, in tesi di laurea, collaborazioni e commesse.

Tra le varie, due iniziative in particolare spiccano per rilevanza:

- l'organizzazione della **"Sulcis Summer School on CCS Technologies"**;
- l'organizzazione di un workshop dal titolo **"Cattura e sequestro della CO₂ prodotta da combustibili fossili"**, volto alla diffusione dei risultati del Programma della "Ricerca per il Sistema Elettrico Nazionale" sul tema delle tecnologie CCUS.

2 Workshop "Cattura e sequestro della CO₂ prodotta da combustibili fossili"

In data 24 Giugno 2015, presso la Sede ENEA di Roma, è stato organizzato, nell'ambito del iniziative per la diffusione dei risultati del Programma sulla Ricerca e Sviluppo di interesse generale per il Sistema Elettrico Nazionale Ricerca, un workshop dal titolo **"Cattura e sequestro della CO₂ prodotta da combustibili fossili"**.

All'evento hanno preso parte oltre 90 partecipanti, tra ricercatori ed operatori del settore.

Dopo i saluti di benvenuto e l'introduzione ai lavori, svolta dall'Ing. Vincenzo Porpiglia, sono stati svolti i seguenti interventi:

- **Presentazione del Progetto "Cattura e sequestro della CO₂ prodotta da combustibili fossili"**- S. Giammartini, ENEA
- **Cattura della CO₂ con sorbenti solidi: la tecnologia "calcium looping". Applicazioni al settore energetico e industriale** - S.Stendardo, ENEA
- **Flessibilità e stabilità di combustione nel futuro scenario delle turbine a gas** - E.Giacomazzi, ENEA
- **Cicli turbogas avanzati: nuove soluzioni per le necessità del prossimo futuro** - G.Messina, ENEA

- **Produzione di combustibili dalla CO₂, un'alternativa al sequestro geologico** - V.Barbarossa, ENEA
- **La collaborazione ENEA-SOTACARBO nell'ambito del Polo Tecnologico Sulcis e la produzione di "Synthetic Natural Gas" da carbone** - C.Bassano, ENEA
- **Le attività di SOTACARBO sul tema della cattura e del sequestro della CO₂** - E.Maggio, SOTACARBO

Tutti gli interventi sono stati volti a porre l'attenzione, non solo sui risultati più significativi delle attività di ricerca, ma anche e soprattutto sulle linee di sviluppo rispetto alle quali il Programma si è andato orientando ed evolvendo nell'ultimo anno.

La giornata è stata conclusa da una tavola rotonda a cui hanno partecipato:

- MARCELLO CAPRA, delegato SET Plan Ministero dello Sviluppo Economico (moderatore)
- FRANCO ROSATELLI, Chief Technical Officer ANSALDO SISTEMA ENERGIA
- MARIO MARCHIONNA, Vice President Research and Technology Development SAIPEM
- SIMONE SIMONCINI, ENEL Produzione SpA, Global Generation
- ALVISE BASSIGNANO, Amministratore Delegato ITEA S.p.A.
- MARIO PORCU, Presidente SOTACARBO S.p.A.
- CARLO COLTRI, MANN+HUMMEL VOKES AIR Srl

Di seguito si allega la locandina dell'evento.



CATTURA E SEQUESTRO DELLA CO₂ PRODotta DA COMBUSTIBILI FOSSILI

Roma, 24 giugno 2015

ENEA Sede Legale - Via Giulio Romano, 41 - Roma

La transizione verso un'economia non più basata sul carbonio, caratterizzata dal massiccio ricorso a fonti rinnovabili, sarà un processo graduale che vedrà ancora, nel breve-medio termine, un forte utilizzo di combustibili fossili. Peraltro, il massiccio ricorso a fonti rinnovabili, per loro natura aleatorie, pone forti problemi di sostenibilità alla rete, alla cui stabilizzazione occorre far fronte con impianti di tipo convenzionale, turbogas e cicli combinati.

In questa ottica il programma di ricerche sui combustibili fossili, finanziato dal Ministero dello Sviluppo Economico nell'ambito di un Accordo di Programma con l'ENEA per lo svolgimento di attività di ricerca e sviluppo su tematiche strategiche inerenti il sistema elettrico nazionale, ha per finalità lo sviluppo, la validazione teorica e sperimentale, e la dimostrazione su scala significativa di un ventaglio di tecnologie innovative per l'impiego sostenibile dei combustibili fossili, per la produzione di energia elettrica, di combustibili e chemicals, nonché per applicazioni industriali legate a settori particolarmente energivori e quindi grossi produttori di CO₂.

Elemento comune per la sostenibilità ambientale ed economica, è rappresentato, oltre che dall'incremento di efficienza e dalla flessibilità operativa, dalla contestuale separazione della CO₂ per il suo successivo stoccaggio o riutilizzo (tecnologie CCUS: Carbon Capture Utilization and Storage).

Il workshop intende porre l'attenzione sulle linee di sviluppo rispetto alle quali il Programma si è andato orientando ed evolvendo,

8:45 **Registrazione dei partecipanti e welcome coffee**

9:15 **Apertura lavori e indirizzi di saluto**

MARIA CRISTINA CORAZZA, ENEA

9:30 **L'ENEA e la Ricerca di Sistema Elettrico: attività e sviluppi futuri**

VINCENZO PORPIGLIA, ENEA

9:45 **Tecnologie per un uso sostenibile dei combustibili fossili**, STEFANO GIAMMARTINI, ENEA

- Cattura della CO₂ con sorbenti solidi: la tecnologia "calcium looping". Applicazioni al settore energetico e industriale, STEFANO STENDARDO, ENEA
- Flessibilità e stabilità di combustione nel futuro scenario delle turbine a gas, EUGENIO GIACOMAZZI, ENEA
- Cicli turbogas avanzati: nuove soluzioni per le necessità del prossimo futuro, GIUSEPPE MESSINA, ENEA
- Produzione di combustibili dalla CO₂, un'alternativa al sequestro geologico, VINCENZO BARBAROSSA, ENEA
- La collaborazione ENEA-SOTACARBO nell'ambito del Polo Tecnologico Sulcis e la produzione di "Synthetic Natural Gas" da carbone, PAOLO DEIANA, ENEA
- Le attività di SOTACARBO sul tema della cattura e stoccaggio della CO₂, ENRICO MAGGIO, SOTACARBO

11:30 *Coffee Break*

11:45 **Tavola Rotonda - Tecnologie per un uso sostenibile dei combustibili fossili**

Intervengono:

MARCELLO CAPRA, delegato SET Plan Ministero dello Sviluppo Economico (moderatore)

FRANCO ROSATELLI, Chief Technical Officer ANSALDO SISTEMA ENERGIA

MARIO MARCHIONNA, Vice President Research and Technology Development SAIPEM

SIMONE SIMONCINI, ENEL Produzione SpA, Global Generation

ALVISE BASSIGNANO, Amministratore Delegato ITEA S.p.A.

MARIO PORCU, Presidente SOTACARBO S.p.A.

CARLO COLTRI, MANN+HUMMEL VOKES AIR Srl

13:00 **Conclusioni**

GIAN PIERO CELATA, ENEA

Negli allegati 1-7 sono riportati i pdf degli interventi tecnici.

3 Sulcis CCS Summer School 2015

Come nelle passate annualità anche quest'anno, nell'ambito delle attività RdS, ENEA e SOTACARBO hanno dato vita alla terza edizione del corso estivo Sulcis Summer School sulle tecnologie CCS.

Il corso, organizzato da ENEA, Università di Cagliari (Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali), Sotacarbo, IEA Clean Coal Center e CO2 GeoNet, si è svolto dal 13 al 17 luglio presso il Centro Ricerche Sotacarbo di Carbonia, in Sardegna.

Il corso ha visto la partecipazione di docenti provenienti dalle principali Università e Enti di Ricerca Nazionali e Internazionali (ENEA, Università di Cagliari, "Sapienza" Università di Roma, Politecnico di Milano, U.S. Department of Energy, British Geological Survey). Tutti gli iscritti, hanno avuto accesso alla piattaforma e-learning dell'Unità Tecnica ICT dell'ENEA (elearning.enea.it) dove è stato predisposto uno specifico corso sulle CCS.



La partecipazione all'iniziativa è stata gratuita. Come principali organizzatori, con il supporto della sezione comunicazione e convegni di ENEA, abbiamo provveduto a predisporre un kit didattico che è stato consegnato agli studenti, contenente brochure informative delle attività ENEA sul tema specifico.

Il programma delle lezioni ha coperto la gamma di tecniche sviluppate per la cattura, il trasporto e lo stoccaggio geologico di CO₂, per il quale il bacino del Sulcis è l'ideale laboratorio di sperimentazione. Si tratta di uno dei pochi siti al mondo potenzialmente in grado di ospitare grandi quantità di anidride carbonica quasi senza alcun rischio ambientale, grazie alla presenza di strati profondi di carbone (adatti allo stoccaggio permanente di grandi quantità di CO₂ grazie alle sue peculiari caratteristiche geologiche) e di un acquifero sotto il bacino carbonifero.

ENEA ha in questo contribuito con la partecipazione dell'Ing. C. Bassano relatrice della presentazione, riguardante l'esperienza e le attività ENEA sulle tecnologie CCS, tenutasi martedì 14 Luglio.

ENEA ha poi presentato diversi poster illustrativi delle attività svolte presso i propri laboratori.

Ottimo il livello di soddisfazione degli studenti iscritti, rilevato attraverso i feedback di valutazione inseriti nel corso e-learning che ha affiancato le attività in aula. Il questionario, strutturato su tre aree di attenzione (percezione globale dell'esperienza, organizzazione e servizi, e-learning), ha messo in luce i punti di forza della Scuola e alcuni aspetti da migliorare.

L'interesse delle tematiche trattate, l'alta competenza dei relatori provenienti da tutto il mondo, il raccordo con l'aspetto empirico (visite a laboratori e impianti e work-groups) e l'ottima organizzazione

rappresentano senza dubbio gli aspetti della Summer School percepiti con maggiore gradimento da parte degli studenti dell'edizione 2015.

La percezione dell'esperienza formativa vissuta dagli studenti si attesta su un valore alto: il dato è relativo alle aspettative realizzate (63.64%); all'accrescimento dell'interesse verso la materia trattata (45.45% Agree + 27.27% Strongly agree); all'organizzazione del corso (media 4.18 su scala da 1 a 5); al bilanciamento tra attività pratiche e lezioni frontali (54.55%); alla valutazione globale del corso (oltre il 90% dei voti compreso tra "Good" ed "Excellent" su una scala di valutazione da "Poor" a "Excellent"); all'utilità delle tematiche trattate per il futuro professionale degli studenti; all'adeguatezza dei contenuti del corso rispetto al livello di preparazione degli studenti (su una scala da "too basic" a "too advanced" il 72.73% ha risposto "about right").

L'analisi dell'item su accoglienza e organizzazione della Summer School riporta una valutazione più che buona (72.73%), confermata anche nella domanda a risposta aperta relativa ai punti di forza della scuola.

Infine, l'area di analisi relativa all'utilizzo della piattaforma e-learning e all'integrazione del corso online con le lezioni in aula ha confermato chiaramente il valore aggiunto che tale strumento può fornire al tradizionale processo formativo (45.45% Agree + 36.36% Strongly agree), la facilità di utilizzo della piattaforma Moodle <http://elearning.enea.it> (il 100% la trova user-friendly) e la buona qualità del corso e-learning (il 90% ha dato una valutazione compresa tra "Good" ed "Excellent") che gli studenti hanno avuto a disposizione a partire da un mese prima dell'inizio delle lezioni in aula.

Vengo allegati al presente Report:

Allegato 8: Claudia Bassano, **"The Development of CCS Technologies: the Enea Experience"**, ENEA, Dipartimento Tecnologie Energetiche, Divisione Produzione, Conversione e Uso Efficienti dell'Energia, Laboratorio Ingegneria Processi e Sistemi per l'Energia (DTE-PCU-IPSE).

Allegato 9: Andrea Corleto, Andrea Quintiliani, Amedeo Trolese, **"Feedback di valutazione. International Sulcis Summer School on CCS Technologies 2015."**, ENEA E-learning,(DTE-ICT-PRA).

4 Diffusione a mezzo di manifestazioni, memorie a congressi, articoli per riviste, libri

Altri importanti eventi, deputati alla diffusione dei risultati, a carattere nazionale ed internazionale sono stati:

- ECOMONDO, Convegno sull'Innovazione e la Green Economy – Rimini, 5 Novembre 2014
- European Parliament – High-level evening debate – Bruxelles, 13 Ottobre 2014
- Carbon Sequestration Leadership Forum – Varsavia, 27 Ottobre 2014
- EERA Capture Workshop – Utrecht, 23 Febbraio 2015
- European Turbine Network Annual Meeting – Dublino, 20 Aprile 2015
- CCT2015 - 7th IEA International Conference on Clean Coal Technologies – Cracovia, 18 Maggio 2015
- Micro Gas Turbine Meeting - European Turbine Network – Londra, 11 Maggio 2015
- XXXVIII Meeting of Italian Section of the Combustion Institute – Lecce, 20 Settembre 2015

Parallelamente alle manifestazioni citate, e alla reportistica di progetto, ENEA ha prodotto, spesso in collaborazione con i propri partner universitari e SOTACSARBO, 6 memorie presentate ad altrettanti Meeting nazionali e non, 15 pubblicazioni su riviste scientifiche, 1 libro, di cui si allega un sintetico elenco.

Memorie a Convegni

1. V. Barbarossa, G.Vanga *"CO₂ conversion to fuel for smart solar energy storage"* LCS-RNet 6th Annual Meeting - 1-2 Ottobre 2014- Roma
2. G. Troiani, F. Creta *"Flame stretch and flow patterns induced by Darrieus-Landau instability on a turbulent premixed flame"* - 7th European Combustion Meeting, 30 Marzo 2015 Budapest, Ungheria.
3. Paolo Deiana, Gabriele Calì, Enrico Maggio, Claudia Bassano *"First results of experimental activities on 5 MWth Sotacarbo gasification demonstrative plant"* 7th IEA International Conference on Clean Coal Technologies (CCT2015) 17–21 May 2015 Krakow, Poland
4. Claudia Bassano, Paolo Deiana, Nicola Verdone *"Modeling and economic evaluation of carbon capture and storage technologies integrated into SNG plants"* 7th IEA International Conference on Clean Coal Technologies (CCT2015) 17–21 May 2015 Krakow, Poland
5. Giacomazzi E., Messina G.: *"Supercritical-CO₂ Gas Turbine Cycles. The Answer to Electrical and Power Generation Needs for the 21st Century"* – Poster accepted and rated among the first 30 at the SET Plan Conference, Rome, Italy, 10-11 December 2014.
6. T. Pagliaroli, R. Camussi, A. Di Marco, C. Stringola, E. Giulietti, E. Giacomazzi, *"Combustion Acoustic Coupling in Trapped Vortex Combustor"*, 9th Mediterranean Combustion Symposium, Rhodes, Greece, 7-11 June 2015.

Articoli su rivista

1. Baronci A., Messina G., McPhail S.J., Moreno A.: *"Numerical investigation of a MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell) system hybridized with a supercritical CO₂ Brayton cycle and compared with a bottom Organic Rankine Cycle"* – ENERGY – ELSEVIER, 2015 (in corso di pubblicazione)
2. Giacomazzi E., Messina G.: *"Exploitation of Supercritical CO₂ Properties. An Holistic Solution for the 21st Century Power Generation"* – Impiantistica Italiana N. 5, pp 68-77, 2015 (in corso di pubblicazione)
3. F.Battista, G.Troiani, F. Picano *"Fractal scaling of turbulent premixed flame fronts: Application to LES"*- International Journal of Heat and Fluid Flow 51, 78-87 (2015)
4. G. Rocco, F. Battista, F. Picano, G. Troiani, C.M. Casciola *"Curvature effects in turbulent premixed flames of H₂/Air: A DNS study with reduced chemistry Flow"*, Turbulence and Combustion 94 (2), 359-379 (2015)
5. Giorgio Cau, Vittorio Tola, Claudia Bassano *"Performance evaluation of high-sulphur coal-fired USC plant integrated with SNOX and CO₂ capture sections"* Applied Thermal Engineering 74 (2015) 136-145
6. C. Bassano, P. Deiana, L. Pacetti, N. Verdone *"Integration of SNG plants with Carbon Capture and Storage Technologies modeling"* Fuel 161 (2015) 355–363; Elsevier 2015
7. M. Corbetta, A. Bassani, F. Manenti, C. Pirola, E. Maggio, A. Pettinau, P. Deiana, S. Pierucci, E. Ranzi, *"Multi-scale kinetic modeling and experimental investigation of syngas production from coal gasification in updraft gasifiers"* Energy Fuels 2015, 29, 3972–3984
8. Stan E. Beaubien, Livio Ruggiero, Aldo Annunziatellis, Sabina Bigi, Giancarlo Ciotoli, Paolo Deiana, Stefano Graziani, Salvatore Lombardi, Maria Chiara Tartarello *"The importance of baseline surveys of near-surface gas geochemistry for CCS monitoring, as shown from onshore case studies in Northern and Southern Europe"* Oil and Gas Science and Technology Volume 70, Issue 4, 1 July 2015, Pages 615-633
9. V. Barbarossa, F. Barzagli, F. Mani, S. Lai and G. Vanga *"The Chemistry of Resorcinol Carboxylation and its Possible Application to the CO₂ Removal from Exhaust Gases"* Journal of CO₂ Utilization 10, (2015), 50-59
10. D. Cecere, E. Giacomazzi, *"An Immersed Volume Method for Large Eddy Simulation of Compressible Flows Using a Staggered-Grid Approach"*, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Elsevier, vol. 280, pp. 1-27, 2014.

11. G.Troiani, F.Creta, M.Matalon, *“Experimental investigation of Darrieus–Landau instability effects on turbulent premixed flames”*, Proceedings of the Combustion Institute 35 (2), 2015.
12. S. Stendardo P. U. Foscolo, M. Nobili, S. Scaccia *“High quality syngas production via steam-oxygen blown bubbling fluidised bed gasifier”* Energy 2015 – Under revision
13. T. Antonini, K. Gallucci, V. Anzoletti, S. Stendardo, P. U. Foscolo *“Oxygen transport by ionic membranes: Correlation of permeation data and prediction of char burning in a membrane-assisted biomass gasification process”*. Chemical Engineering and Processing: Process Intensification 94 (2015), 39-52
14. C. Herce, S. Stendardo, C. Cortés *“Increasing CO₂ carrying capacity of dolomite by means of thermal stabilization by triggered calcination”* Chem Eng J 262 (2015) 18–28.
15. M. Morone, G. Costa, S. Stendardo, R. Baciocchi *“Characterization and density separation of coal gasification residues generated from the Zecomix research infrastructure”* Fuel Processing Technology 139 (2015) 204–215

Libri

E.Giulietti, *“Combustion instabilities in Gas Turbine: A new methodology for combustion monitoring”* LAP LAMBERT Academic Publishing (agosto 2015), ISBN-10: 3659748323, ISBN-13: 978-3659748325

5 Elenco degli allegati

Sono annessi al presente Report, e ne fanno parte integrante, i seguenti 9 allegati:

Allegato 1: Presentazione del Progetto “Cattura e sequestro della CO₂ prodotta da combustibili fossili”- S. Giammartini, ENEA

Allegato 2: Cattura della CO₂ con sorbenti solidi: la tecnologia “calcium looping”. Applicazioni al settore energetico e industriale - S.Stendardo, ENEA

Allegato 3: Flessibilità e stabilità di combustione nel futuro scenario delle turbine a gas - E.Giacomazzi, ENEA

Allegato 4: Cicli turbogas avanzati: nuove soluzioni per le necessità del prossimo futuro - G.Messina, ENEA

Allegato 5: Produzione di combustibili dalla CO₂, un’alternativa al sequestro geologico - V.Barbarossa, ENEA

Allegato 6: La collaborazione ENEA-SOTACARBO nell’ambito del Polo Tecnologico Sulcis e la produzione di “Synthetic Natural Gas” da carbone - C.Bassano, ENEA

Allegato 7: Le attività di SOTACARBO sul tema della cattura e del sequestro della CO₂ - E.Maggio, SOTACARBO

Allegato 8: The Development of CCS Technologies: the Enea Experience, Claudia Bassano, ENEA

Allegato 9: Feedback di valutazione. International Sulcis Summer School on CCS Technologies 2015, Andrea Corleto, Andrea Quintiliani, Amedeo Trolese, ENEA.