



# Fonti rinnovabili: nuove frontiere per il fotovoltaico e le biomasse

Convegno – L'ENEA E LA RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Risultati delle attività svolte nell'ambito dell'Accordo di Programma MSE/ENEA

Giacobbe Braccio

Casaccia - 26 ottobre 2010

# Piano di azione nazionale per l'utilizzo delle Biomasse di cui alla Direttiva 2009/28/CE



<b>2005</b>		<b>BIOMASSE 2020</b>	<b>Tot FR 2020</b>
0,4 Mtep	Elettricità	1,80 Mtep	9,11 Mtep
1,65 Mtep	Riscaldamento / raffreddamento	5,52 Mtep	9,52 Mtep
0,2 Mtep	Biofuels	2,53 Mtep	2,91 Mtep
<hr/>		<hr/>	<hr/>
2,25 Mtep	<b>TOTALE BIOMASSE</b>	9,85 Mtep	21,54 Mtep
6,94 Mtep	<b>Fonti Rinnovabili</b>		<b>FR x ob. 17%</b>

Tema di Ricerca Prima Annualità: Censimento del Potenziale energetico Nazionale delle biomasse

## PARTNER DI PROGETTO



Dipartimento di Economia e  
politica agraria  
Università di Napoli Federico II



Centro ricerche produzioni animali Spa



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Facoltà di Agraria  
Area Agronomia/Genetica  
Università di Bologna

### ITABIA

Italian Biomass Association



C.R.E.A.R. CENTRO RICERCA  
ENERGIE ALTERNATIVE E RINNOVABILI



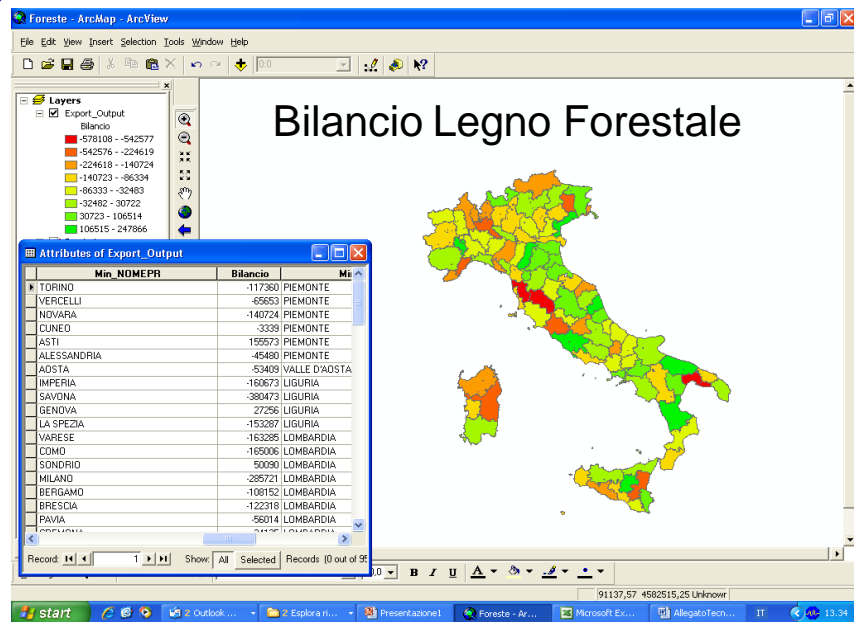
Agenzia Nazionale per le  
nuove Tecnologie, l'energia  
e lo sviluppo economico  
sostenibile



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DELLA  
Toscana



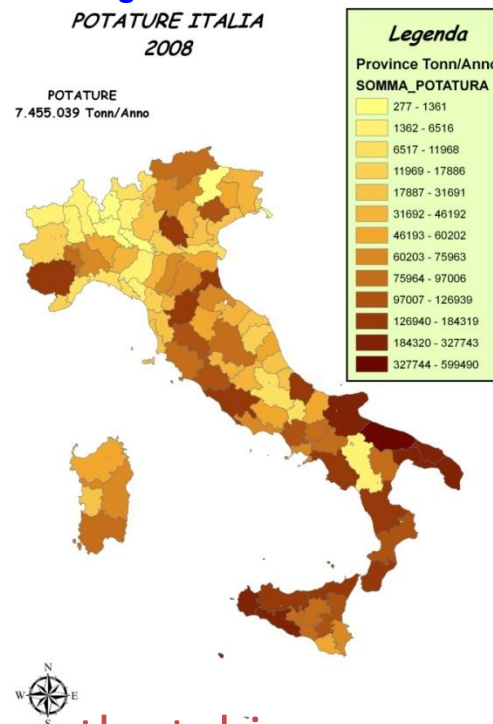
Dipartimento di  
Ingegneria Industriale  
CRB  
Università di Perugia



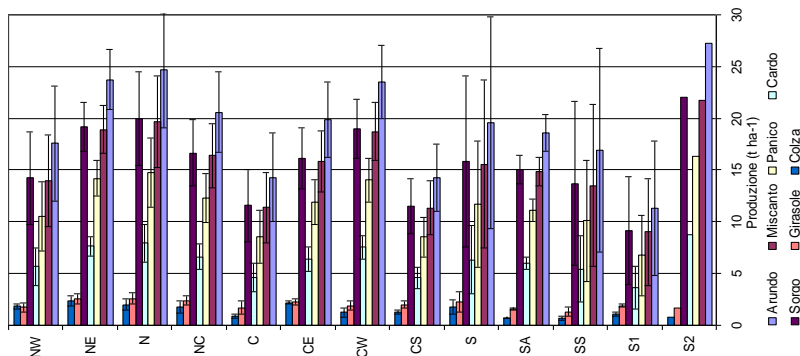
## TEMA DI RICERCA P.T.2006-2008

### Linea di attività: 5.2.5.5

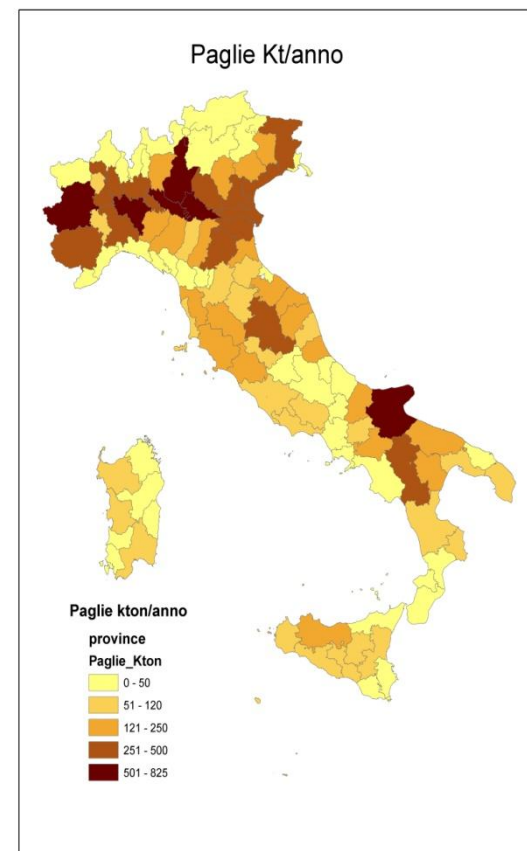
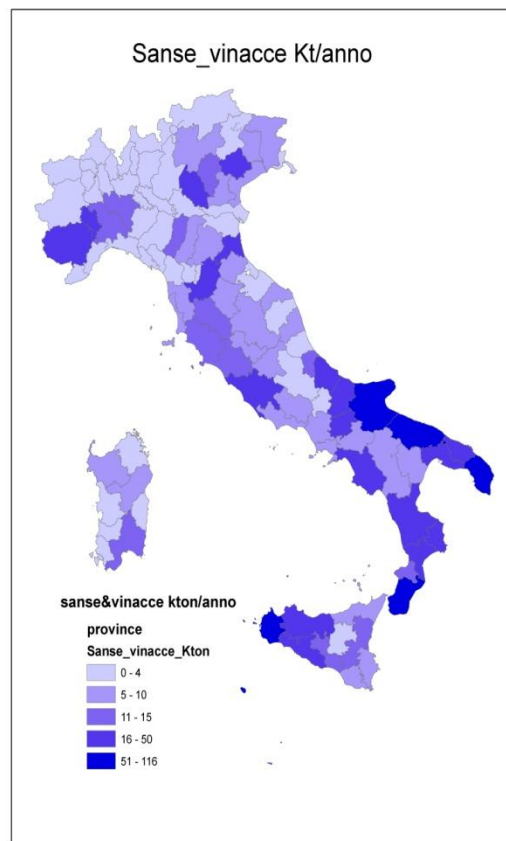
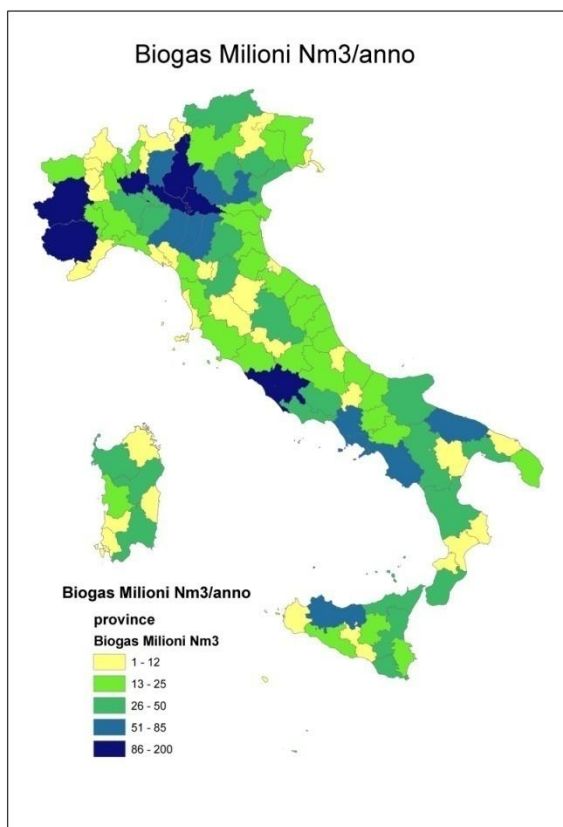
“Censimento del potenziale energetico nazionale delle biomasse ed implementazione di una piattaforma software interattiva, operante in modalità GIS, da utilizzare come supporto alle decisioni per la scelta e localizzazione ottimale di impianti di produzione energetica da biomasse”



## Produttività Colture energetiche

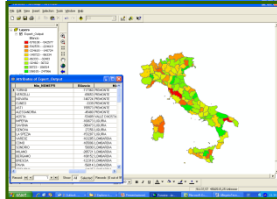


**I sette data base Provinciali: Residui agricoli ; Legna forestale; Biogas Bovini; Biogas Suini  
Biogas FORSU; Biogas scarti Macellazione; Colture energetiche**

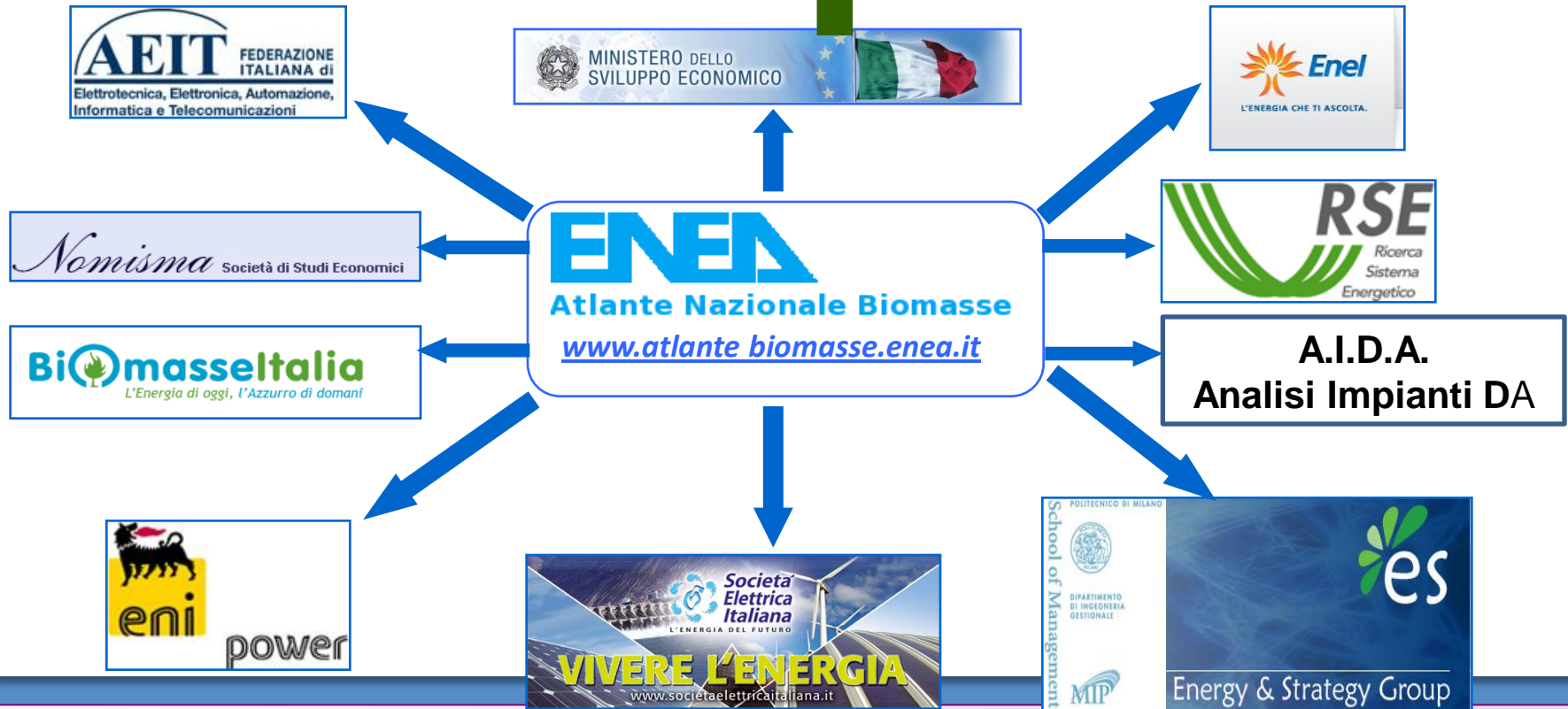




# Utilizzatori della piattaforma WEB GIS sulla disponibilità delle Biomasse



RECEPITO ALL'INTERNO DELL'ACTION PLAN MSE PRESENTATO IL 30 GIUGNO 2010 PER L'IMPLEMENTAZIONE DELLA DIRETTIVA 2009/28/CE, LA 20-20-20  
[http://ec.europa.eu/energy/renewables/transparency\\_platform/action\\_plan\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/renewables/transparency_platform/action_plan_en.htm)



C. Alimentazione di celle a carbonati fusi con BIOGAS: sperimentazione dei processi e progettazione di un sistema completo DIGESTORE /clean up; prove in cella con gas simulati, con componenti sia tradizionali che innovativi

*Attività:*

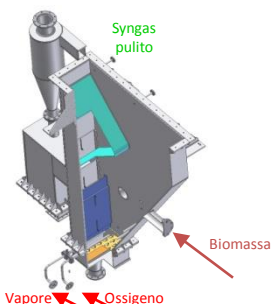
- Ottimizzazione sperimentale processo di digestione con rifiuti urbani/reflui zootecnici
- Messa a punto sistema di clean up gas;
- Progetto sistema digestore/clean up in scala laboratorio
- abbattimento impurezze presenti nel biogas
- Prove sperimentali su anodi innovativi in presenza di impurezze

D. Alimentazione di celle a carbonati fusi con GASSIFICATORE di biomasse: analisi dei sistemi di clean up del gas e accoppiamento di un gassificatore di tecnologia nazionale con MCFC e

*Attività*

- Individuazione dei sistemi di purificazione più adatti per l'accoppiamento gassificatore/stack
- Progettazione del collegamento gassificatore tecnologia nazionale/stack

# Sviluppo di processi per l'ottenimento del syngas: Centro Ricerche ENEA di Trisaia

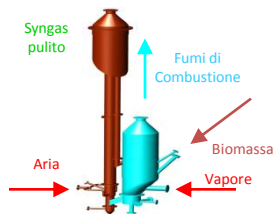


## LETTO FLUIDO RICIRCOLO INTERNO

Aria arricchita/vapore 1MWth  
Idoneo alla produzione di Energia Elettrica con MCI

### COMPOSIZIONE SYNGAS

Specie	%Vol.
H <sub>2</sub>	32
CO	17
CH <sub>4</sub>	6.2
N <sub>2</sub>	0.9
CO <sub>2</sub>	20.9
H <sub>2</sub> O	32

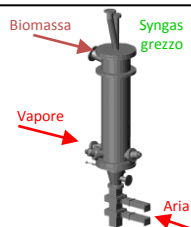


## LETTO FLUIDO CATALITICO RICIRCOLANTE

Aria/vapore 500kWth  
Idoneo alla produzione di Energia Elettrica con MCI, FC  
o alla produzione di biocombustibili da Fischer Tropsh

### COMPOSIZIONE SYNGAS

Specie	%Vol.
H <sub>2</sub>	34.1
CO	25.1
CH <sub>4</sub>	10.4
N <sub>2</sub>	9.6
CO <sub>2</sub>	20.8

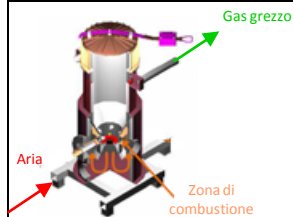


## LETTO FISSO UPDRAFT

Aria/vapore 150kWth  
Idoneo alla produzione di Energia Elettrica con MCI

### COMPOSIZIONE SYNGAS

Specie	%Vol.
H <sub>2</sub>	20
CO	21
CH <sub>4</sub>	4
N <sub>2</sub>	40
CO <sub>2</sub>	6
H <sub>2</sub> O	9



## LETTO FISSO DOWNDRAFT

Aria/vapore 150-450kWth  
Idoneo alla produzione di Energia Elettrica con MCI

### COMPOSIZIONE SYNGAS

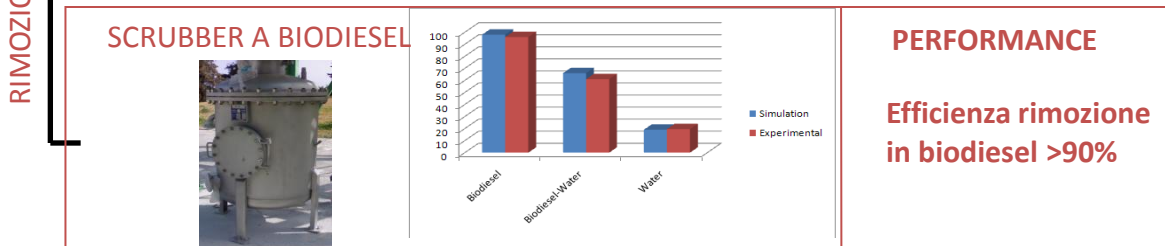
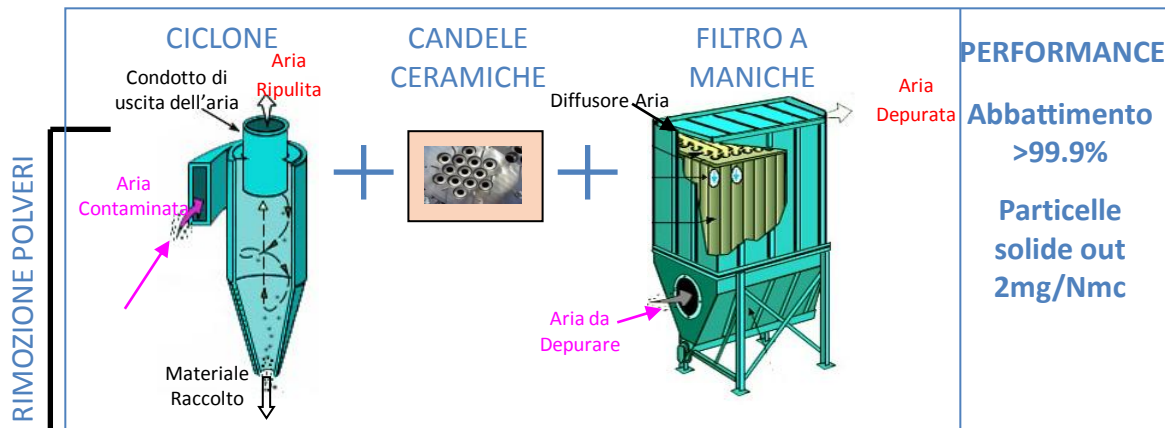
Specie	%Vol.
H <sub>2</sub>	15
CO	22
CH <sub>4</sub>	3
N <sub>2</sub>	40
CO <sub>2</sub>	20



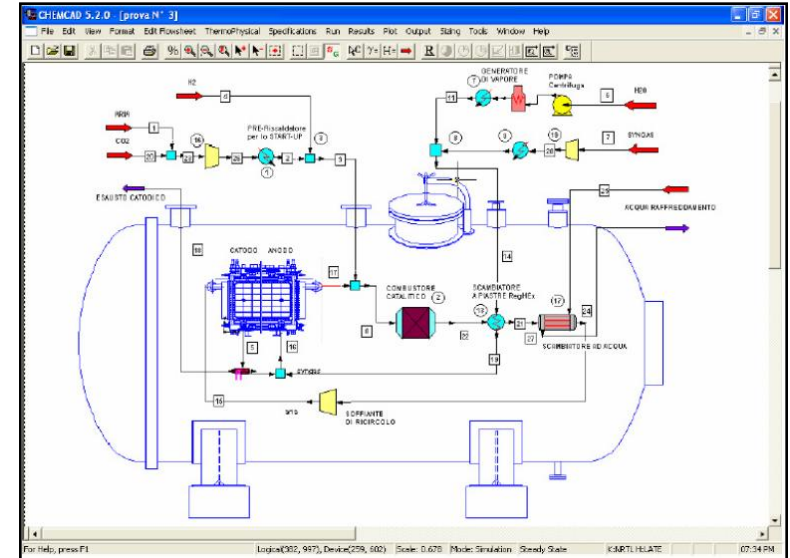


# Sviluppo di sistemi per la purificazione del syngas

- Metalli pesanti
- Polveri
- Contaminanti gassosi
- Composti carboniosi condensabili (tar)

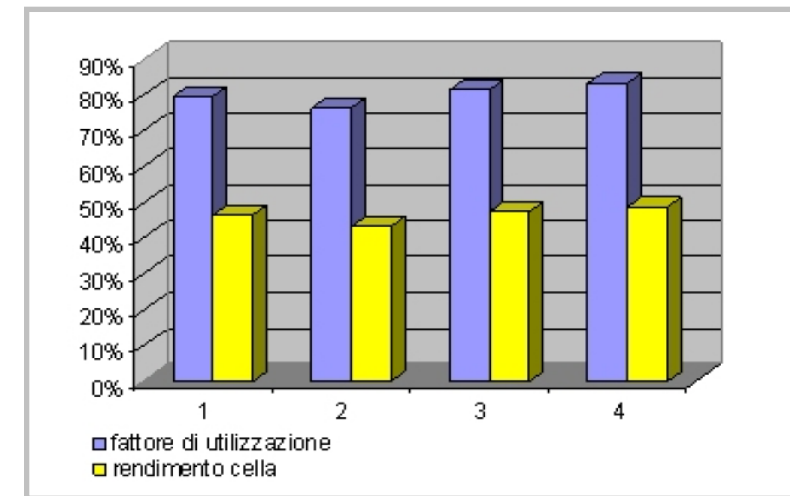


# Integrazioni di facility per la produzione di energia elettrica alla gassificazione – MCFC



## RISULTATI SPERIMENTALI

	N 1	N 2	N 3	N 4
Portata biogas [kg/h]	170.6	134.5	208.3	198.5
Temperatura di processo [ C]	795.1	816.4	839.1	834.8
Portata (secco) [kg/h]	74.1	54.9	122.1	119.4
PCI [MJ/Nm <sup>3</sup> ]	10.62	11.44	12.21	12.71





# Facility alla gassificazione delle biomasse per la produzione di energia elettrica e calore co-tri generativo



**IVECO 82100 2200giri/min 40kWe**



**MCFC 125kWe**



**Turbec T100 100kWe + 165kW risc o 95kW raffr**

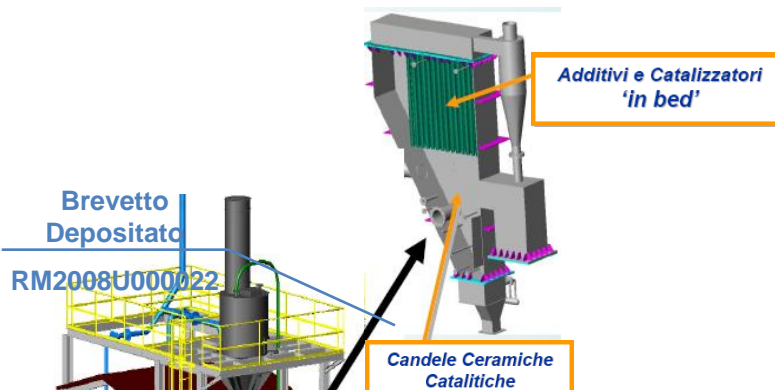


# 2° annualità : studio accoppiamento stack MCFC con prototipo di gassificatore a letto fluido Tecnologia Nazionale

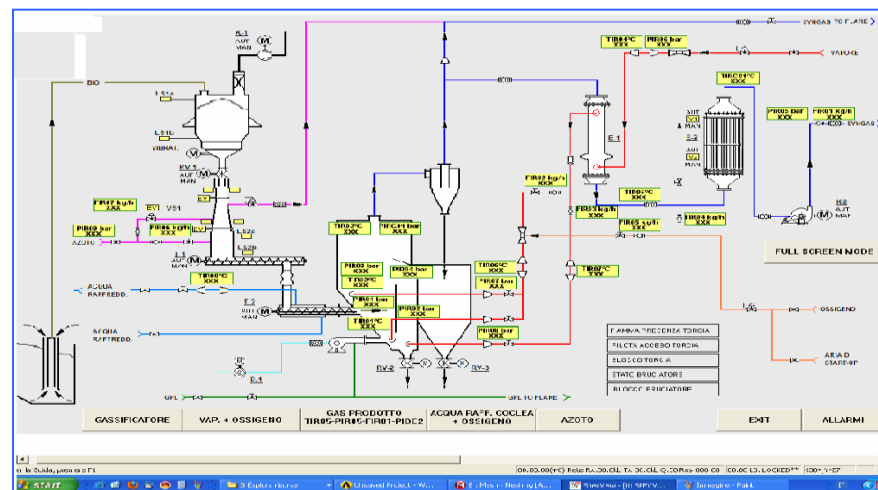


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DELL'AQUILA

## LETTO FLUIDO RICIRCOLANTE DA 1MWth



COMPOSIZIONE SYNGAS	
Specie	%Vol.
H <sub>2</sub>	32
CO	17
CH <sub>4</sub>	6.2
N <sub>2</sub>	0.9
CO <sub>2</sub>	20.9
H <sub>2</sub> O	32



Product gas ad  
alto grado di  
pulizia e ad alta T



Applicazioni  
avanzate ad alta  
efficienza



Celle a combustibile

MCI, TG

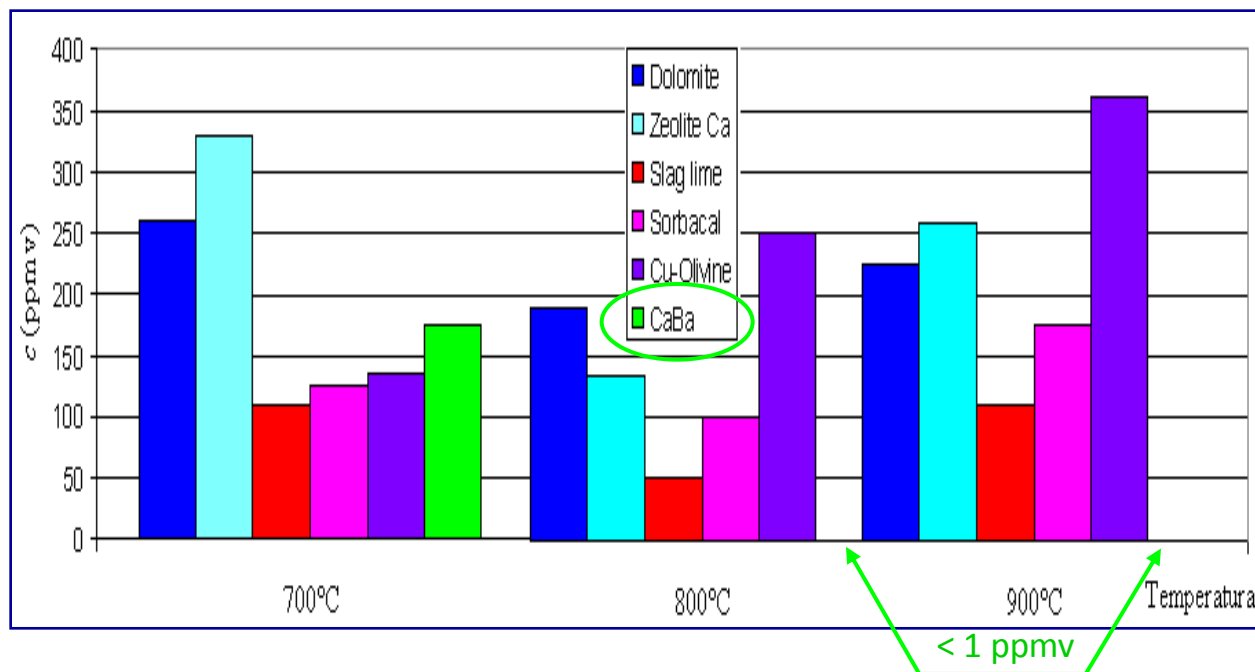
## PRINCIPALI OBIETTIVI RAGGIUNTI

Test di assorbimento con diversi sorbenti in bed per l'H<sub>2</sub>S;



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DELL'AQUILA

Scale-up su letto adsorbente  
per impianto pilota



Sviluppo di un sorbente a base di ossido di bario stabilizzato da ossido di calcio ottenendo l'obiettivo di compatibilità con i materiali catalitici di una MCFC o SOFC posta a valle del gassificatore



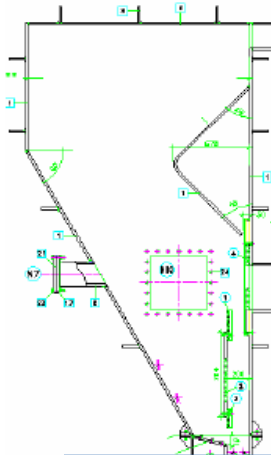
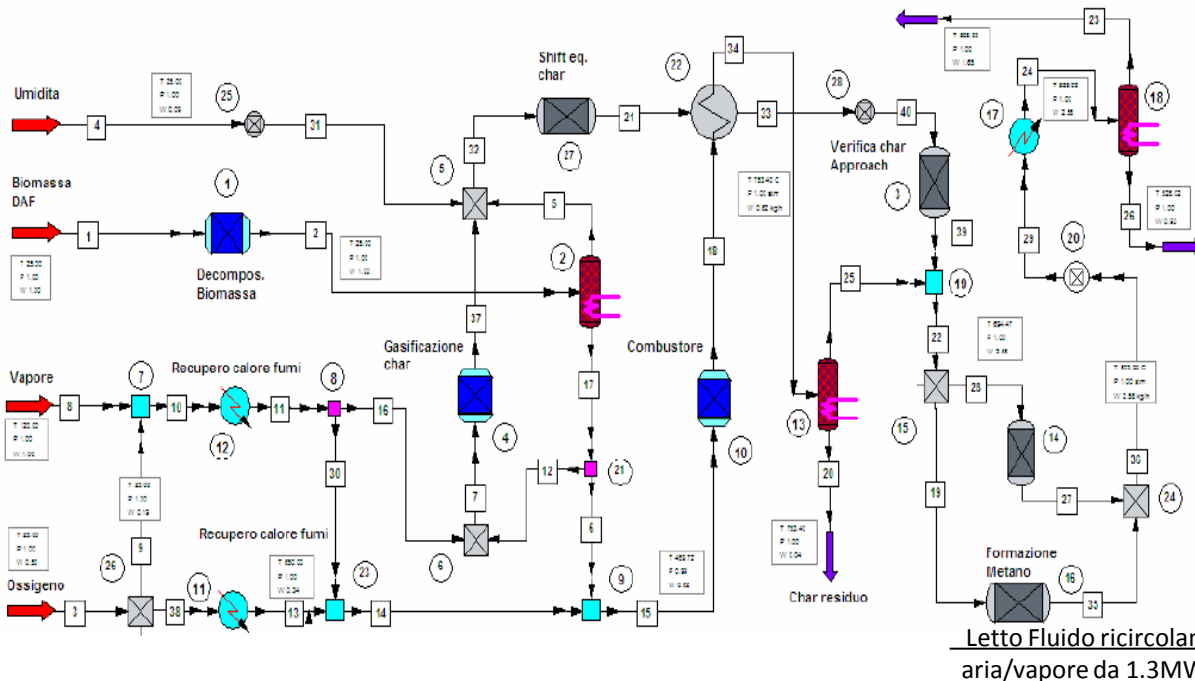
# Prototipo di gassificatore innovativo a letto fluido Hydrosyn

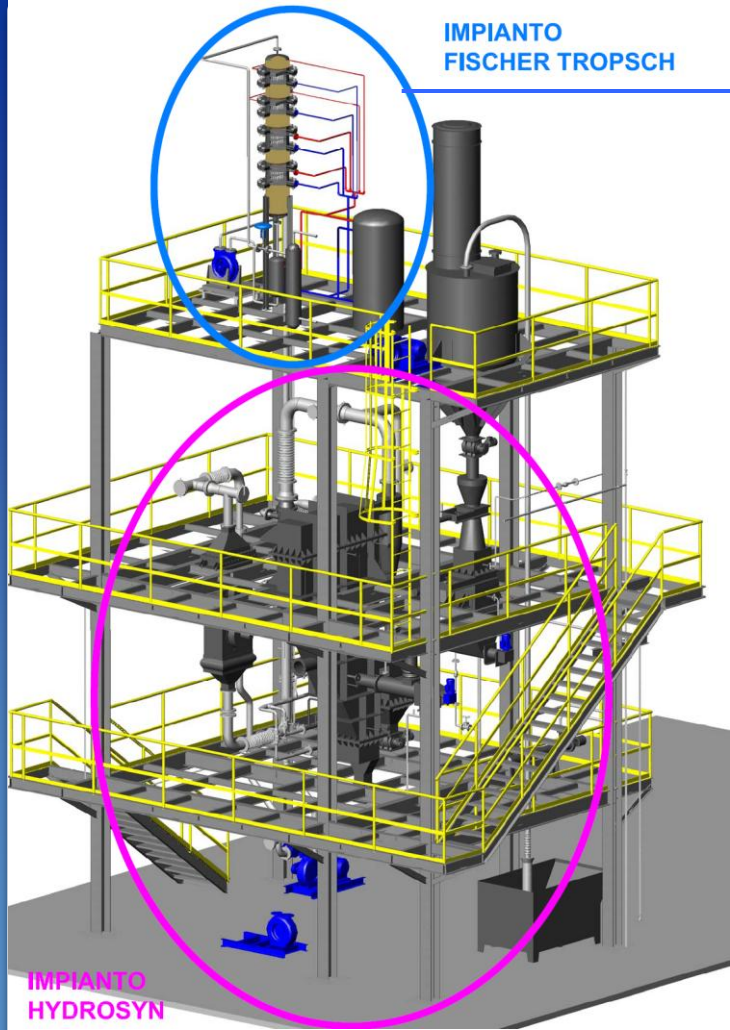
## PRINCIPALI OBIETTIVI RAGGIUNTI

- Sviluppo di un modello predittivo della qualità del syngas in funzione delle diverse esigenze dettate dalle facility per la produzione di energia elettrica per le diverse tipologie di biomasse e diverse pezzature di partenza;
- Valutazioni tecnico-economico per lo scale-up di impianto;



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DELL'AQUILA

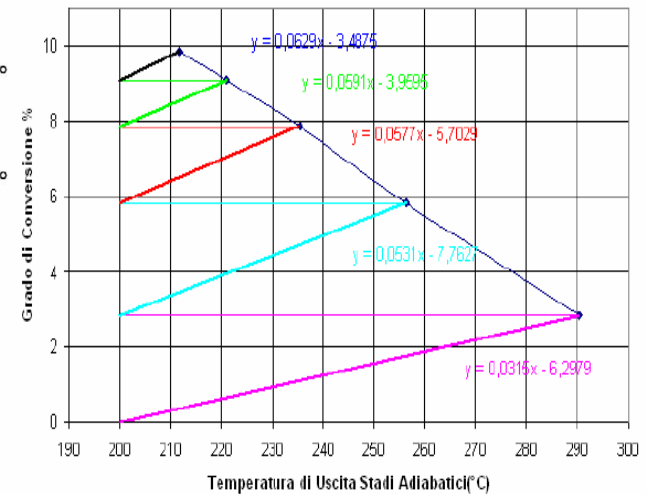
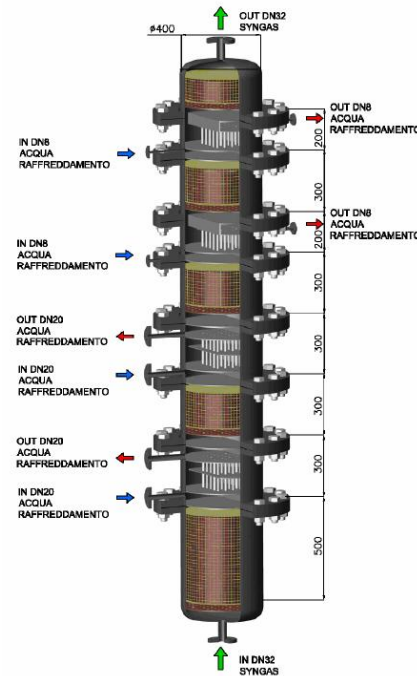
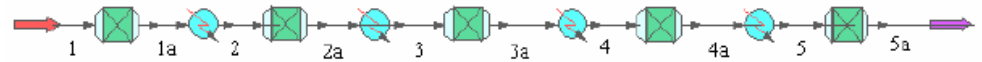




IMPIANTO FISCHER TROPSCH



## Modelle Proposto: Reattore a Stadi Adiabatici



## DIGESTIONE ANAEROBICA DA SCARTI ZOOTECNICI: Principali risultati Sperimentali



Apparato  
sperimentale



Temperatura( C)	pH	CO <sub>2</sub> (%Vol.)	CH <sub>4</sub> (%Vol.)	H <sub>2</sub> S(%Vol.)
35	7	40,94	58,8	0,071
35	7	42,16	56,64	0,049
55	7	27,88	70,94	0,037
55	7	28,69	70,16	0,014
55	6	34,58	61,36	0,041

Concentrazione di CH<sub>4</sub> > 70% e bassi contenuti in H<sub>2</sub>S

### Risultati Ottenuti:

- Definizione configurazione e parametri di funzionamento del digestore
- Progetto sistema digestore/clean up in scala laboratorio
- Studio di un modello per l'individuazione delle applicazioni e configurazioni più idonee per sistemi Digestione anaerobica/MCFC

### Collaborazioni



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI "FEDERICO II"

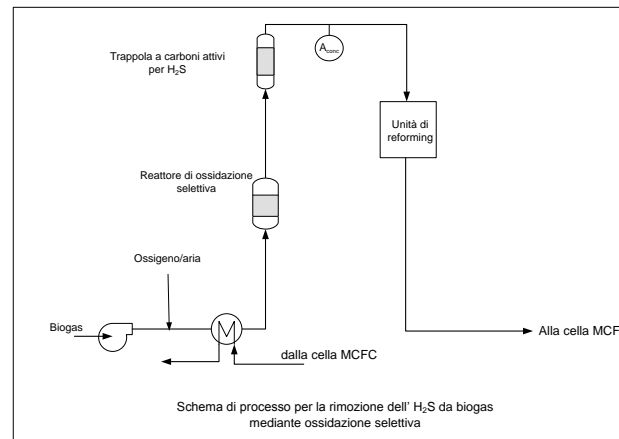
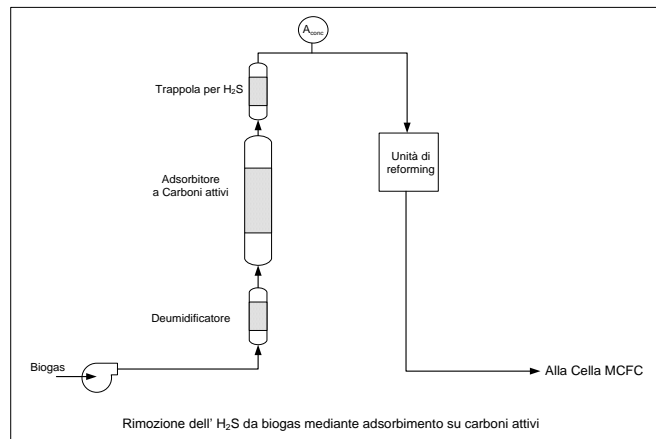


Studio dei processi di clean up al fine di portare il contenuto di inquinanti nel biogas in uscita dal DA sotto il limite di tollerabilità delle celle a carbonati fusi (0,5-1 ppm)

## Risultati Ottenuti:

- Caratterizzazione di diversi materiali (carboni attivi e catalizzatori) per l'abbattimento dell'H<sub>2</sub>S
- Efficienza di rimozione dell'H<sub>2</sub>S da parte dei carboni attivi utilizzati come adsorbenti del 100% fino al raggiungimento del proprio punto di breakthrough
- Progettazione di due configurazioni per il sistema di clean up

## Configurazione apparato sperimentale



## Collaborazioni

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI "FEDERICO II"



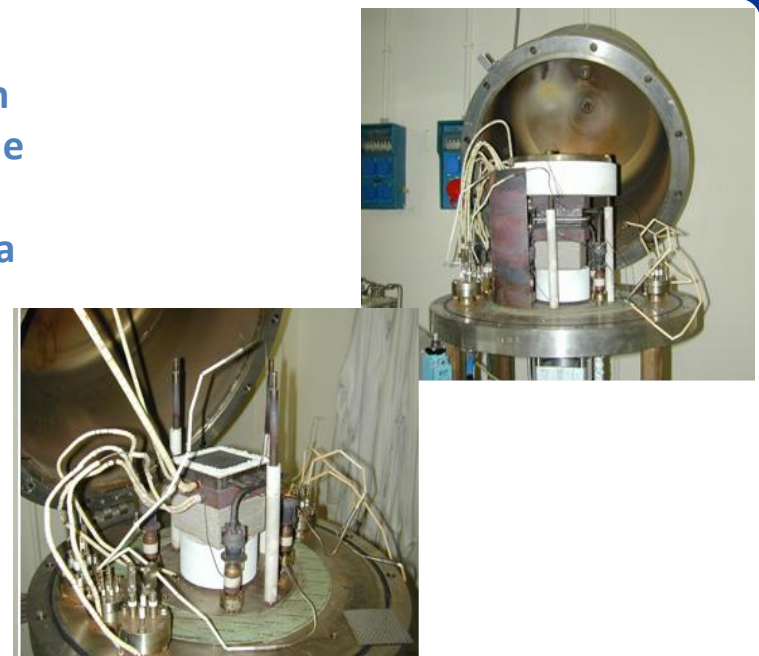
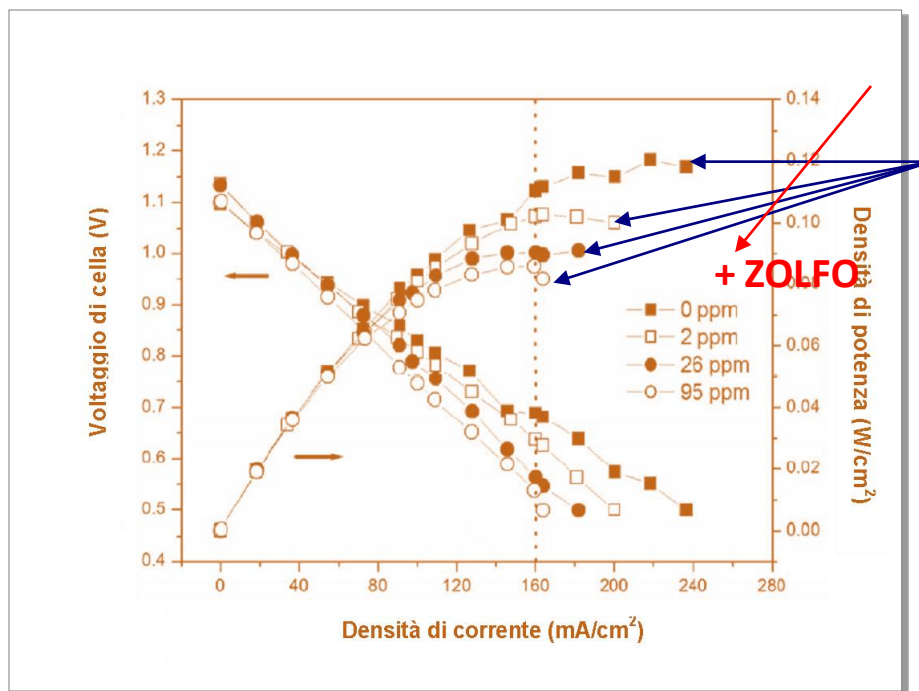
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI SALERNO





## Risultati Ottenuti:

- Studio dei meccanismi di avvelenamento in monocella con gas simulante il biogas prodotto da digestione anaerobica, e successivamente pulito e riformato
- Studio dei meccanismi di rigenerazione dell'anodo di cella
- Messa a punto di anodi ricoperti di strati protettivi (Ce e Ce/Zr) e delle relative tecniche di deposizione



**L'effetto di avvelenamento da zolfo è dovuto principalmente alla reazione con il nichel all'anodo**

## Collaborazioni:



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PERUGIA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI  
ROMA TOR VERGATA

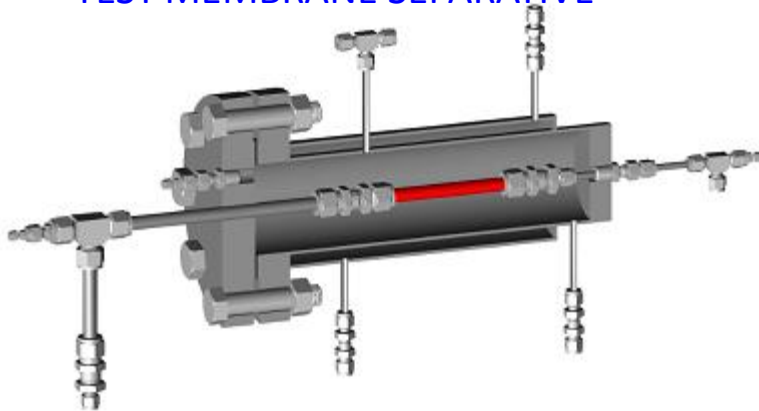


## UPGRADING DEL BIOGAS A BIOMETANO

Raffinazione del biogas(55-60% in metano) per ottenere biometano alimentabile alla rete di distribuzione



IMPIANTO SPERIMENTALE PER TEST MEMBRANE SEPARATIVE



Scale up dell'impianto di laboratorio



# Biomasse-Sintesi dei principali Risultati ottenuti



- ✓ Atlante sulla disponibilità delle biomasse nel territorio nazionale
- ✓ Sviluppo processi per l'ottenimento di syngas e biogas
- ✓ Sviluppo componenti innovativi per la pulizia del syngas e biogas
- ✓ Studi su accoppiamento MCFC con gassificatore letto fluido tecnologia nazionale
- ✓ studi di MCFC alimentati con syngas e/o biogas

## Principali Collaborazioni:



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DELL'AQUILA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI SALERNO



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DELLA  
Tuscia



Ingegneria  
Industriale CRB  
Università di  
Perugia

**ITABIA**

Italian Biomass Association



POLITECNICO DI TORINO



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PERUGIA



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI "FEDERICO II"



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA



CENTRO RICERCHE PRODUZIONI ANIMALI Spa



C.R.E.A.R. CENTRO RICERCA  
ENERGIE ALTERNATIVE E RINNOVABILI