

### Materiali Innovativi per l'Energia: Attività di Ricerca ITAE

Ing. Vincenzo Recupero
Dirigente di Ricerca
ISTITUTO DI TECNOLOGIE AVANZATE PER L'ENERGIA
Messina – Italy

Maggio 2014





#### INSTITUTE FOR ADVANCED ENERGY TECHNOLOGIES "Nicola Giordano" Messina – Italy

Since 1980, it develops research activities on the energy technologies, with the aim to both obtain high efficiencies and reduce the environmental impact of the processes of production, transformation, storage and transportation of energy.

#### **STAFF**

- 49 Researchers
- 16 Technicians
  - **6** Secretarial and Administration





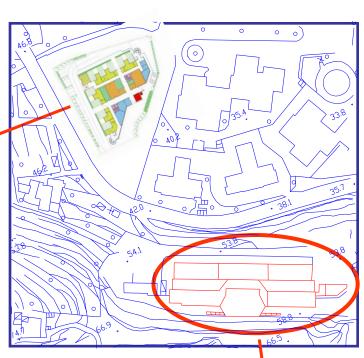
The institute has about 3500 m<sup>2</sup>, divided into laboratories, offices, conference room, library.





### "Testing Laboratory for new energy technology"





Activity

Experimental activity: 9 Laboratories

Training: 3 classrooms

Employing: 12 Units





# Research Topics

Fuel Cell

Hydrogen and clean Fuels

Storage and rational use of energy

Integration of New Energy Technologies and Renewables





### Fuel Cell

Materials, components and stacks development for Polymeric Electrolite Fuel Cell (PEFC) Materials, components and stacks development for Direct Alchol Fuel Cell (DAFC) Materials, components and stacks development for Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) Systems development, tests and field demonstration of **Fuel Cell Technologies** 

Topics

Consiglio Nazionale delle Ricerche

Funzionalizzazione di polimeri e sviluppo di membrane polimeriche con buona conducibilità protonica a medie temperature e bassa umidità relativa per applicazioni in dispositivi elettrochimici (PEFC)

funzionalizzazione di polimeri aromatici (PEEK, PSF) e ottenimento della resina polimerica di Nafion





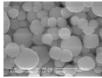
sintesi di ossidi metallici (ZrOx, TiOx YSZ) e sali di acidi (fosfomolibdico e fosfotungstico) da utilizzare come

filler









- preparazione di membrane polimeriche ottenute da:
  - polimeri funzionalizzati e da Nafion;
  - Membrane composite a base di ossidi metallici commerciali (ZrO2, TiO2, SiO2, SiONH2) e sintetizzati
  - blend polimerici con composti organici (porfirine)
  - Scale-up di dimensioni per dispositivi di potenza fino a 3kW

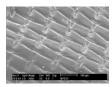






membrane polimeriche rinforzate con matrici solide (PET- PEEK)





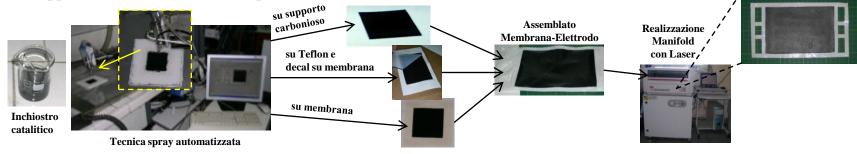




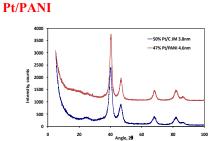
Consiglio Nazionale delle Ricerche

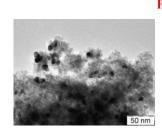
Sviluppo di componenti (catalizzatori, elettrodi) e realizzazione di assemblati membranaelettrodi, per applicazioni PEFC.

sviluppo di elettrodi e studio dei processi di formatura di MEA

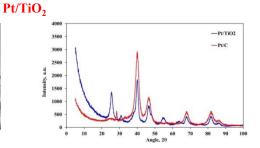


sviluppo di catalizzatori supportati su materiali non carboniosi a limitata corrosione





in c.c.



caratterizzazione elettrochimica di componenti e MEA



Caratterizzazione di monocelle e stack fino a 1,5kW

> Caratterizzazioni elettrochimiche: EIS, CV, LSV.









#### Sviluppo di componenti per celle a combustibile ad alcool diretto:

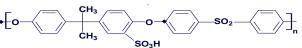
- ➤ Sintesi e caratterizzazione di catalizzatori per DMFC e PEMFC
- > Studio di membrane ad elettrolita polimerico (DMFC)
- ➤ Realizzazione e caratterizzazione di stack di celle DAFC per applicazioni portatili

**Obiettivo** 

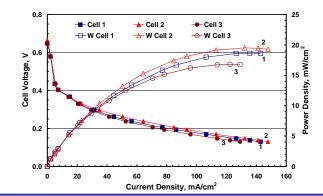
#### Realizzare componenti e dispositivi ad elevata efficienza e durata

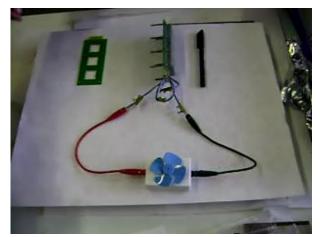
### Passive mode mono-polar direct methanol fuel cell mini-stacks





IEC=1.1 1.4 meq/g Conductivity 0.028 S cm<sup>-1</sup>

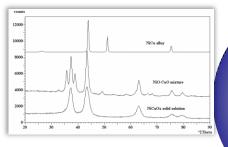






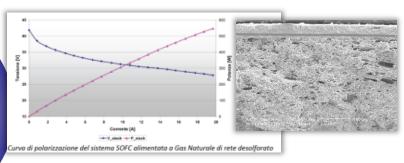


# Programma di ricerca CNR-ITAE in ambito SOFC - SOEC

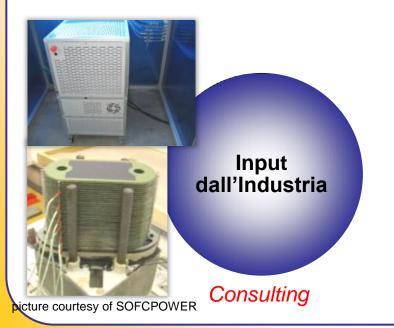


Preparazione dei materiali

Temi di ricerca



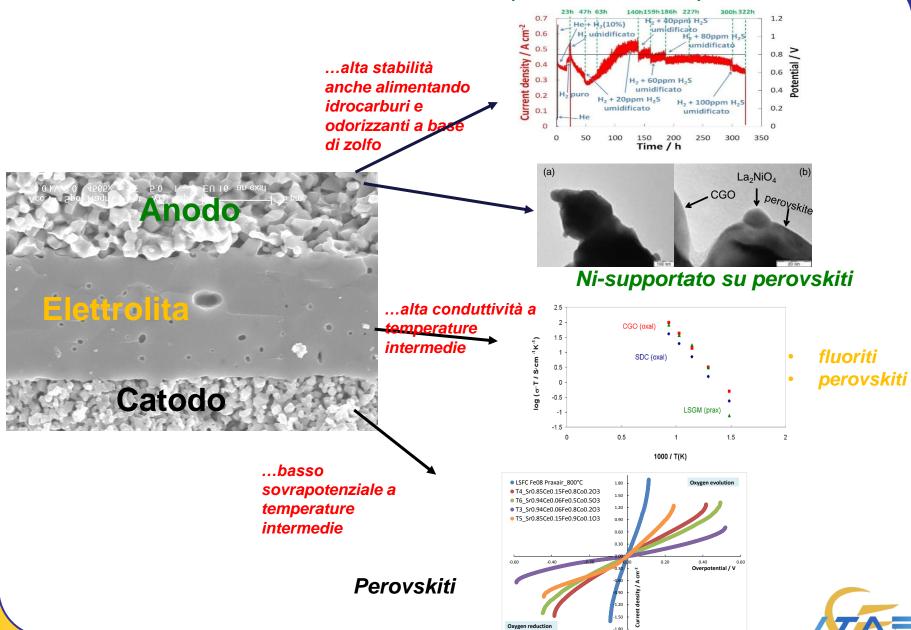
Caratterizzazione chimico fisica ed elettrochimica dei materiali





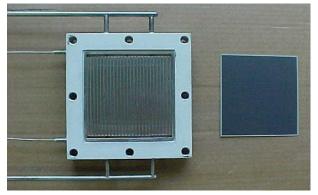


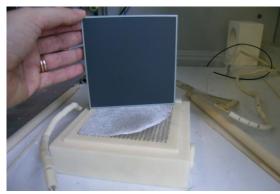
#### Ni-(Cu, Co, W, Mo, Sn)/CGO

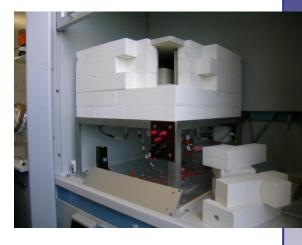




## Materials, components and stacks development for Solid Oxide Fuel Cell (SOFC)

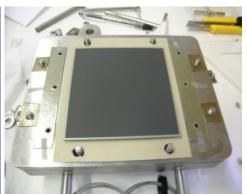






#### Planar stack 500 W Realization and test





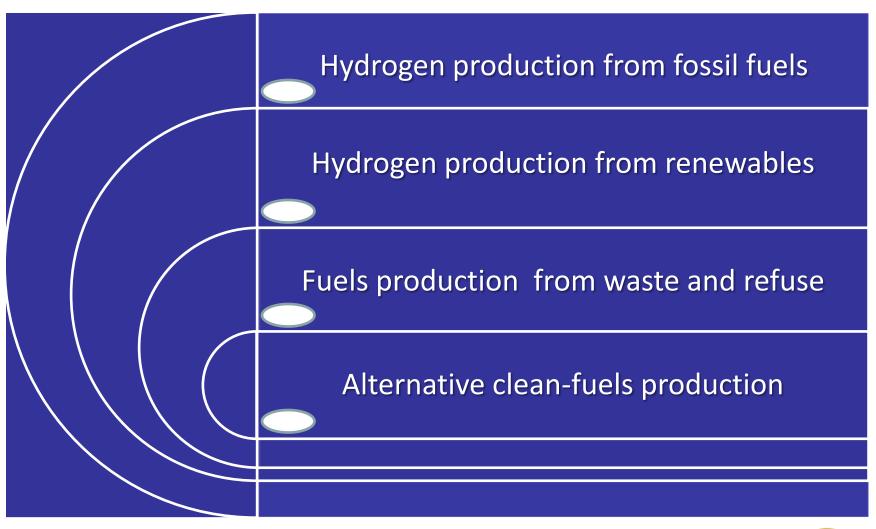








## Hydrogen and Bio-fuels



Topics



Consiglio Nazionale delle Ricerche

#### Sviluppo di materiali catalitici per Applicazioni Energetiche ed Ambientali

Sviluppo di innovativi catalizzatori di ossidazione, idrogenazione e desolforazione per la produzione di carburanti e bio-carburanti ed il cleaning di stream acquosi e gassosi.

#### Principali partner industriali:

**Eurecat Group SaS** 

**IFP INVESTISSEMENTS:** French company owned by "Institut Français du Pétrole"

**ALBEMARLE CATALYSTS:** The Catalyst division of Specialty Chemicals company

#### Nico S.p.A.

Italian holding on petrochemical sector (catalyst handling, chemical cleaning and reclamation)

Catalytic Researches for Environment and Energy Solutions (C.R.E.E.S.) Srl

Academic Spin-off of Messina University

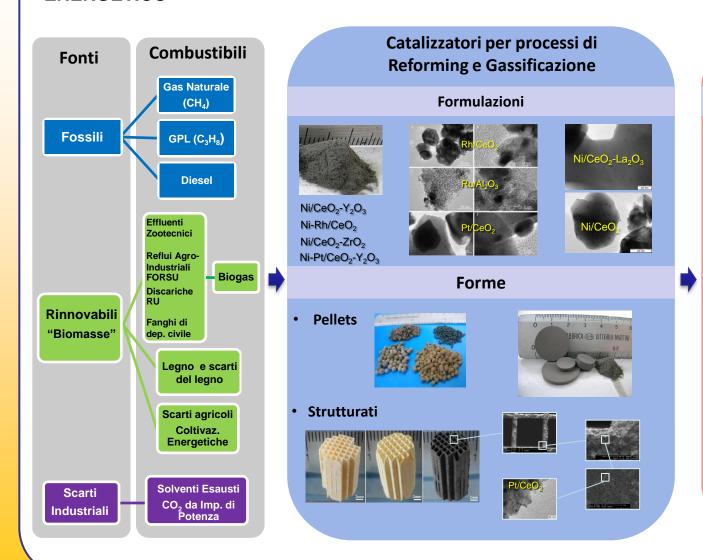


<u>Risultati ottenuti:</u> Nuova classe di materiali catalitici compositi nanostrutturati. WO/2012/168957Patent International Application No.: PCT/IT2012/000172

<u>Prospettive:</u> commercializzazione dei materiali catalitici entro 5 anni, il mercato dei catalizzatori vale ca. 30 G€ di cui il settore energia e ambiente rappresenta il 60%, con outlook di crescita annuo del 8%.



SVILUPPO DI MATERIALI CATALITICI PER LA GENERAZIONE DI H<sub>2</sub>/SYNGAS DA FONTI FOSSILI, RINNOVABILI E SCARTI INDUSTRIALI PER APPLICAZIONI NEL SETTORE ENERGETICO



#### **Applicazioni**

#### Generatori di idrogeno/syngas



Hygen II: Versione β (pre-commerciale)

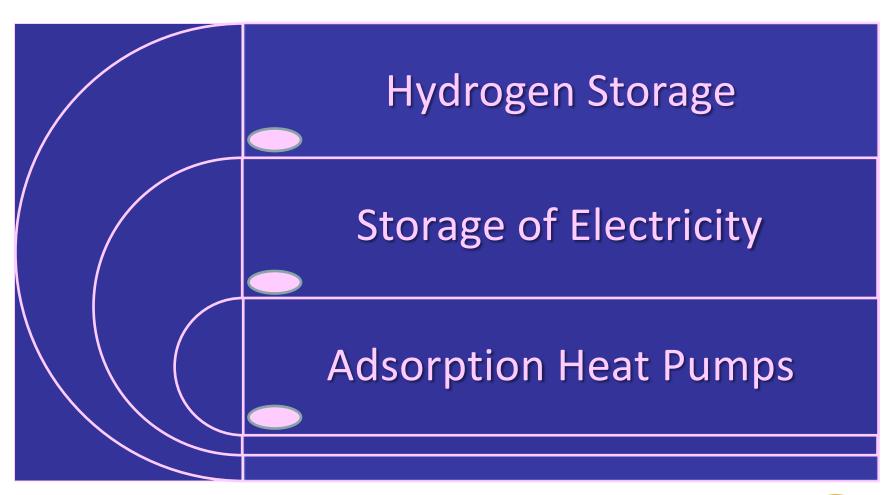
#### Principali caratteristiche

- Produzione di idrogeno: da 5 a 10 Nm<sup>3</sup>/h
- Dimensioni (mm): 636; 868; h =1350 mm
- Collegabile ad una cella a combustibile (PEM) per la produzione di energia elettrica e calore
- Applicazioni: residenziali





### Storage and rational use of energy

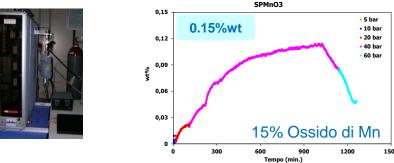




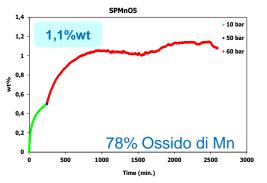
Sintesi di ossidi metallici (Mn, Fe) ancorati su matrici polimeriche (PEEK, PSF) con capacità di accumulo H<sub>2</sub> dell'ordine dell' 1%wt in condizioni di T e P non drastiche.

funzionalizzazione di polimeri aromatici e accrescimento in situ dell'ossido accrescimento 15% funzionalizzazione in-situ SO<sub>2</sub>MnO<sub>v</sub>

determinazione della capacità di accumulo con metodo volumetrico



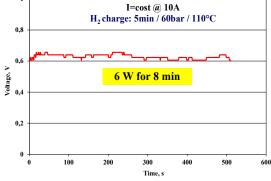
integrazione di prototipi con cella a combustibile









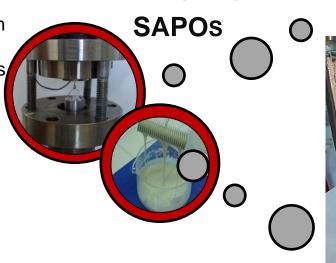






### **NOVEL MATERIALS FOR ADSORPTION HEAT PUMPS**

Silicon-Aluminum phospates
Synthetic zeolites
High adsorption capacity
Regeneration temperature 70°90°C
Suitable for both stationary and





#### Dip and spray coating

- Higher heat exchange efficiency
- Higher mass exchange efficiency
- Increased power density



mobile

applications.



INSTALLATION ON PROTOTYPES

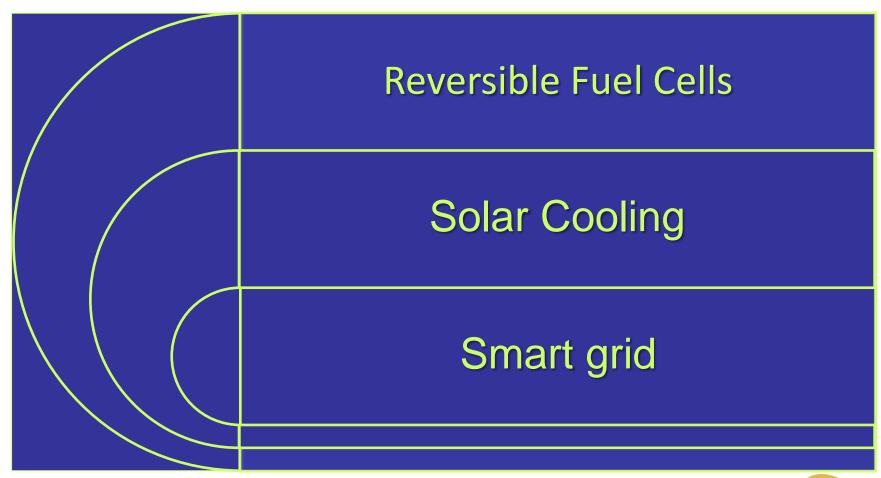
ons kg

5 kW stationary applications (e.g. solar cooling)





# Integration of New Energy Technologies and Renewables





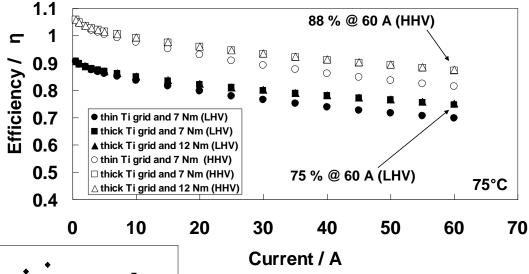


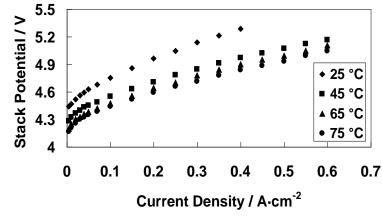
#### Sviluppo di componenti ed architetture per Elettrolizzatori: Sviluppo Stack PEM

#### Risultati ottenuti

Ottimizzazione elettrolizzatore alimentato con una potenza elettrica inferiore a 300 W che fornisce circa 80 litri/ora di idrogeno a pressione atmosferica (area attiva 100 cm², 3 celle) con una efficienza pari al 88%



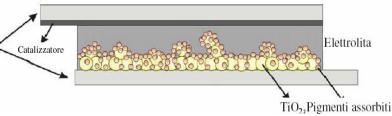






### Dye-Sensitized Solar Cells (DSSC): Produzione di energia elettrica da energia solare

Vetro conduttivo Catalizzatore



Riduzione del costo rispetto ai pannelli al silicio da 2 a 1 Euro/Wp

- Sviluppo di un contro-elettrodo a basso costo alternativo al Platino
- Caratterizzazione chimico-fisica elettrochimica di materiali per DSSC (TiO<sub>2</sub>, liquidi ionici, coloranti, etc.)

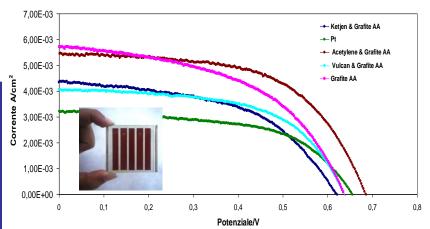
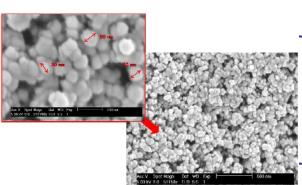
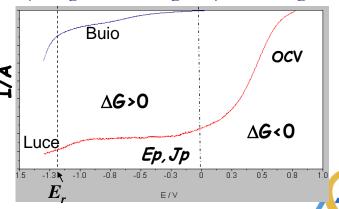


Foto-elettrolisi: Produzione di energia chimica (idrogeno e ossigeno) da energia solare

Sviluppo di celle di foto-elettrolisi a base di TiO,





# Consiglio Nazionale delle Ricerche SOLAR COOLING @ ITAE

0 m/s inside air speed

No umidity control

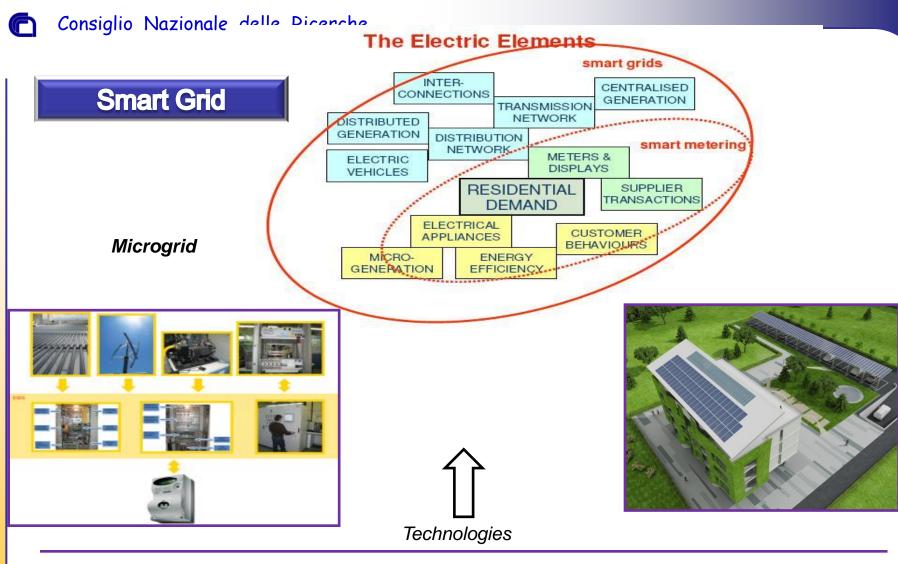


Automatic management

High accuracy sensors

Heating/cooling operational mode

	Technology of solar thermal collectors	Evacuated tub	es
	Number of evacuated tubes		90
	Lay-out	2 x parallel of tubes in seri	
	Total thermal collectors area [m²]		9.6
	Azimuth	0° (Sou	th)
	Tilt angle [°]		20 = 1
	Heat storage volume [m <sup>3</sup> ]	(	0.5
	Gas Boiler nominal Power [I	(W]	20
	AHP cooling Power [kW]	•	8
	Required Cooling Load [kW	7 ~ 2	2.5
	Cold delivering system	Precast radiant pa	nel ( )
	Overall radiant surface [m <sup>2</sup> ]		28
			Market S.
	ater temp: 18/22 C		
Noiseless			



Innovative batteries



**Fuel cells** 



Micro-wind plants



#### **Main Industrial collaborations**

- CRF-FIAT
- DE NORA
- ENEA
- ENEL
- EN
- FIAMM
- FR Engineering
- IVECO
- MIWT
- Nuvera FC
- Pininfarina
- Riello
- Rivoira
- SOFC Power
- Sol
- ST Microelectronics
- Tozzi

