

# ***LABORATORIO SPCT (Sviluppo Processi Chimici e TermoFluidodinamici) Attività su Celle a Combustibile e Batterie***

**26 OTTOBRE 2018**

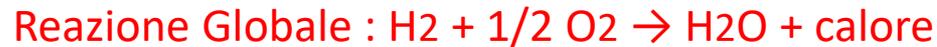
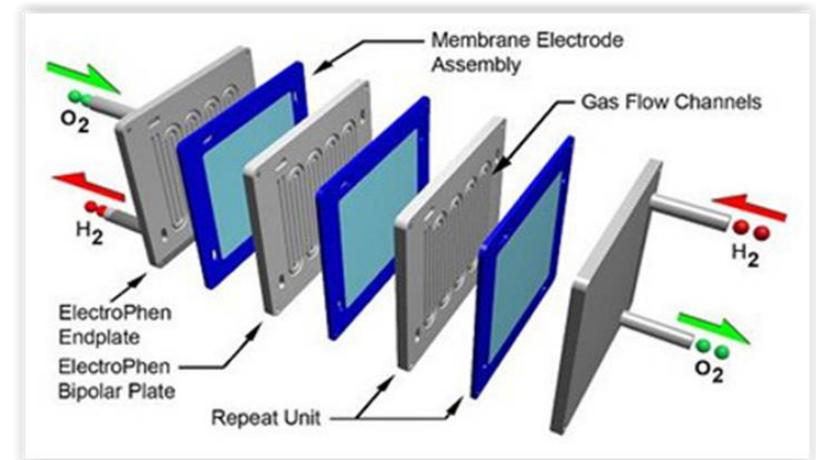
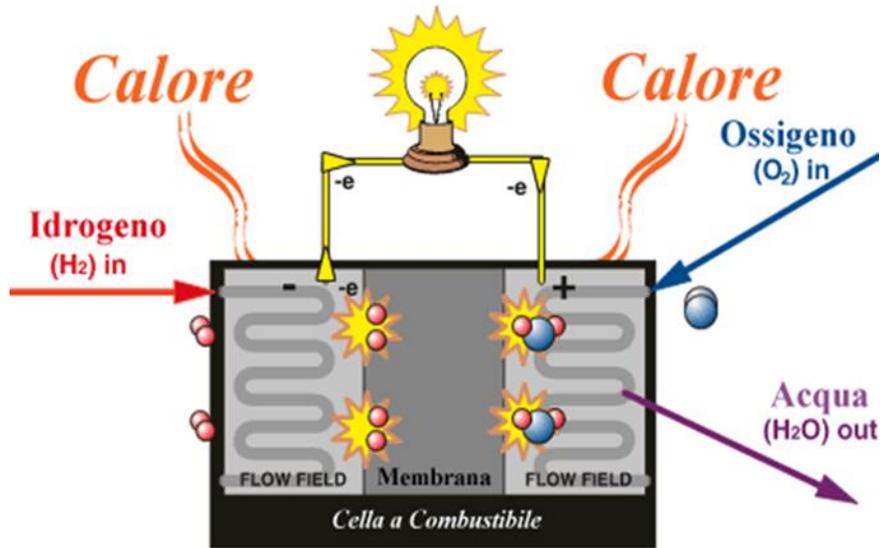
Responsabile: Ing. Giulia Monteleone

Studio e sviluppo di processi chimici legati al settore dell'energia, a partire dalla sintesi dei materiali (adsorbenti, dopanti, catalizzatori, ecc.), attraverso prove di laboratorio, per arrivare a test su scala prototipale.

I principali processi sviluppati sono legati alla produzione di idrogeno (da fonte fossile o rinnovabile), alla purificazione e conversione del biogas, produzione di combustibili e *chemicals* dal ri-uso della CO<sub>2</sub> (Power to Gas).

Pluriennale esperienza nel settore dei processi elettrochimici legati allo sviluppo delle celle a combustibile e delle batterie.

Il Laboratorio è anche polo di riferimento nazionale nel settore della termo-fluidodinamica, in tale veste svolge attività di ricerca e sviluppo nei settori del trasferimento di calore e di massa.



Una cella singola è composta da 2 elettrodi di materiale poroso separati da un elettrolita. Gli elettrodi rappresentano i siti catalitici ove avvengono le reazioni: consumo del combustibile (generalmente idrogeno) e dell'ossidante (ossigeno o aria) con produzione di acqua e passaggio di corrente elettrica.

## Celle alcaline, AFC

- Temperatura: 60-120 °C
- Stato tecnologia: 5-150 kW
- Mercati: Usi speciali (militari, spaziali)  
Trasporto



## Celle a carbonati fusi, MCFC

- Temperatura: 600-650 °C
- Stato della tecnologia: 100 kW - 3 MW
- Applicazioni: Cogenerazione commerciale  
Generazione distribuita  
(impianti fino a 20 MW)



## Celle ad elettrolita polimerico, PEFC

- Temperatura: 70-100 °C
- Stato tecnologia: 1-250 kW
- Applicazioni: Trasporto  
Residenziale  
Premium power  
Generazione remota



## Celle ad ossidi solidi, SOFC

- Temperatura: 900-1000°C
- Stato della tecnologia: 50 kW- 1 MW
- Applicazioni: Cogenerazione commerciale  
Generazione distribuita  
(impianti fino a 20 MW)  
Trasporto (APU)



## Celle ad acido fosforico, PAFC

- Temperatura: 160-220 °C
- Stato della tecnologia: 50 kW - 1 MW  
Impianti fino a 11 MW
- Applicazioni: Cogenerazione commerciale  
Generazione distribuita

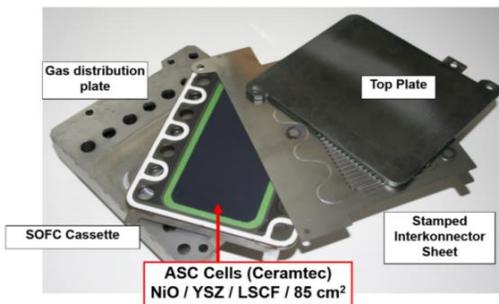


## Celle metanolo diretto, DMFC

- Temperatura: 70-100 °C
- Stato tecnologia: < 2 kW
- Applicazioni: Generazione portatile  
Elettronica di consumo

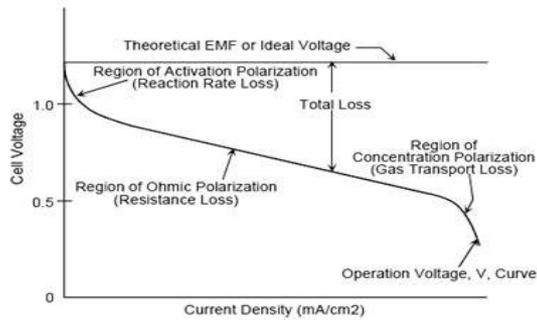


- Realizzazione/caratterizzazione di materiali e componenti per Celle a Combustibile ad alta temperatura (SOFC – MCFC), e bassa temperatura (PEM).
- Caratterizzazione prestazionale di stack in condizioni operative, per sistemi di generazione elettrica e cogenerazione di piccola-media taglia, ad alta efficienza, basso impatto ambientale, CO<sub>2</sub> free.
- Valutazioni delle prestazioni di cella alimentando con H<sub>2</sub>, gas naturale o gas combustibili derivanti da gassificazione o digestione anaerobica di biomasse
- Definizione di procedure di test.

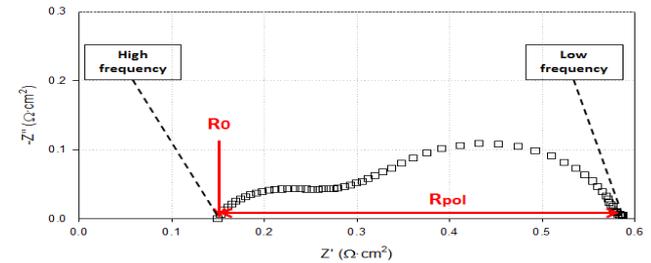


## SOFC/Bio-Syngas: processes and performances

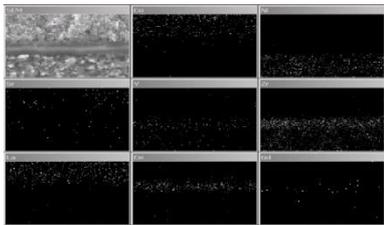
### Polarization curves



### Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS)



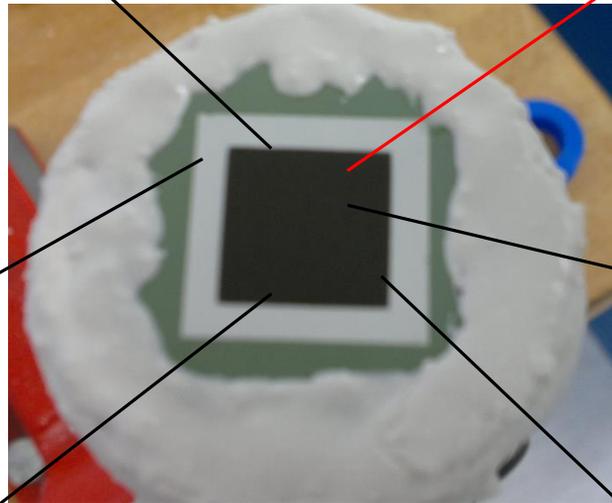
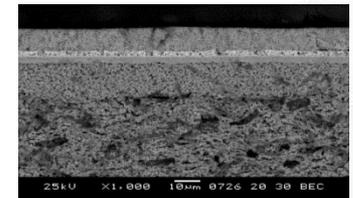
### EDX Spectroscopy



### Raman Spectroscopy

### X-ray Diffraction XRD

### Scanning Electron Microscopy (SEM)



# Celle a combustibile – Progetti

## SOFC 1 kW module development for mass production



- Cell characterization : IT-SOFC technology coupled with reforming of natural gas
- Interconnects and seals optimization
- Stack integration

## Interconnects protective coating



- Development of coating material and processes
- Patented passivation coating
- Dual-atmosphere and electrochemical characterization
- Stack validation and durability tests

## Procedures and standardization



- Definition and harmonization of FC Test procedures
- Translate real, application-representative conditions to lab
- Member of the International Electrotechnical Commission – Convenor of the WG on Fuel cells operating in reverse/regenerative mode

## Reversible high temperature electrolyser to support intermittent renewable electricity sources



- New generation of SOCs for reversible applications.
- Optimization of ReSOC stack design for reversible applications.
- Investigation on the suitability of ReSOC in different industrial environment
- Integrated Agenda for ReSOC technology

## Integration of a SOFC stack in 50 kW system



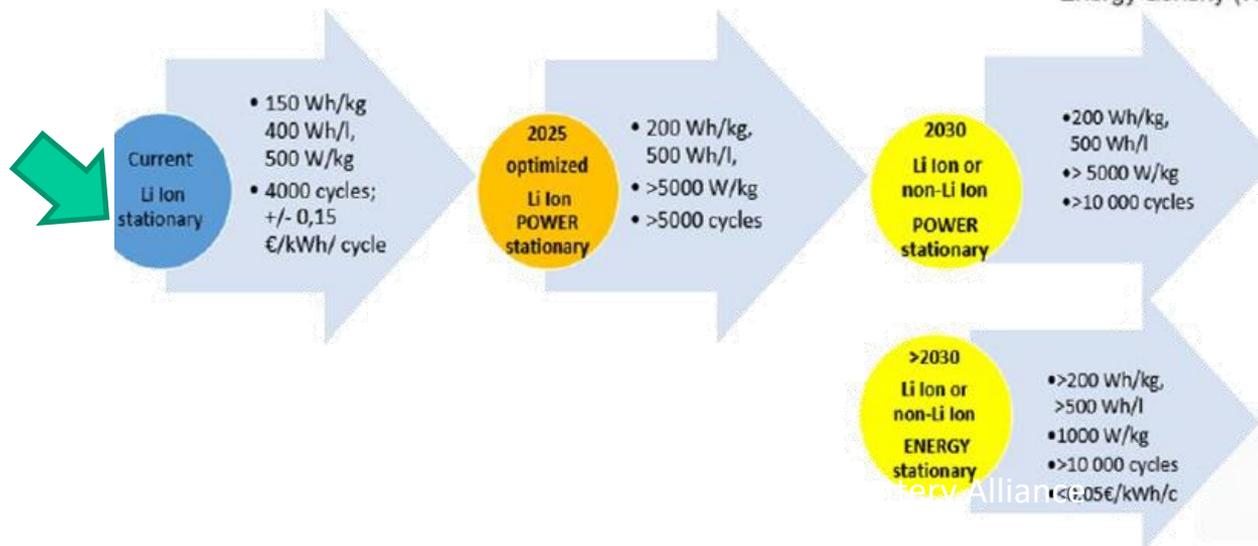
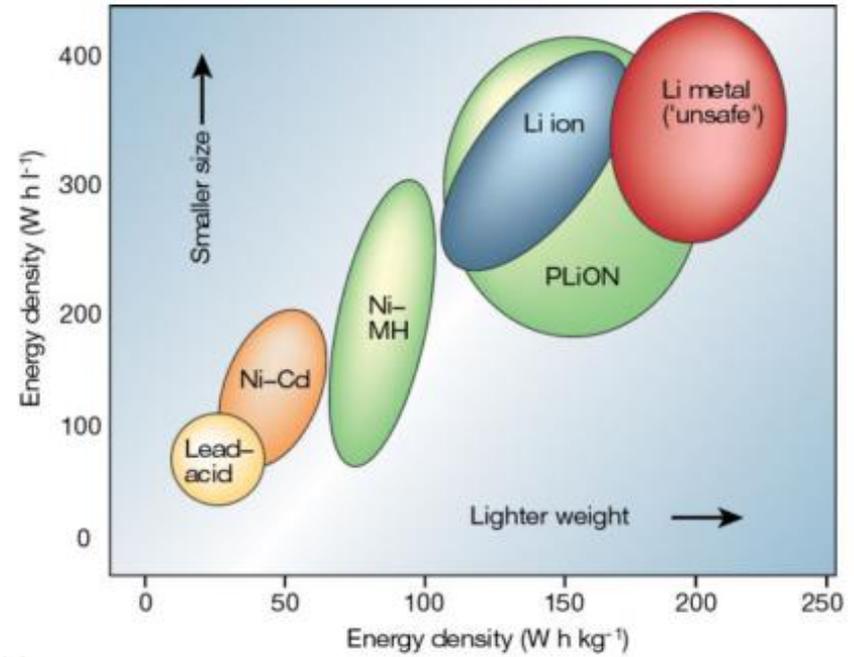
- Stack characterization according to in-house protocols
- BoP component testing
- Brokerage, promotion, dissemination

## Automated mass-manufacturing and quality assurance of SOFC stack



- Reduction/demonstration of cell/stack manufacturing cost
- Development of cell and interconnect quality assurance methods
- Strengthen the competitiveness of European fuel cell industry

- **Nickel-metallo-idruro (NiMH):**  
Densità di energia 80 Wh/kg  
Costi fino a 600 \$/kWh
- **Piombo-gel (PbGel):**  
Densità di energia 49 Wh/kg  
Costi fino a 200 \$/kWh;
- **Litio-ione (Li-ion) e Litio metallo:**  
Densità di energia fino a 150 Wh/Kg  
Costi attuali fino a 1000 \$/KWh;



Attività di ricerca e sviluppo su sistemi di accumulo elettrochimico innovativi, con obiettivi di:

❖ Riduzione dei costi

- la ricerca sui fenomeni fondamentali che regolano i meccanismi di stoccaggio elettrochimico dell'energia;
- Lo sviluppo di materiali innovativi e/o a più alte prestazioni;
- il design di componenti innovativi o configurazioni di cella in grado di massimizzare le prestazioni dei dispositivi.

❖ Convalida della loro affidabilità e sicurezza

❖ Sostenibilità ambientale

## Prestazioni

Aumentare energia e potenza, durabilità  
LINEA di RICERCA **Li-ione avanzate** (nanofili di Silicio)  
LINEA di RICERCA **Li- metallico**  
LINEA di RICERCA **Scale-up materiali e stese elettrodiche**

## Sicurezza

Eliminare elettroliti organici e rischio di corto circuito tramite protezione del litio.  
LINEA di RICERCA **Batterie tutte solide**  
LINEA di RICERCA **Litio-Zolfo**

## Costo

Ridurre il costo dei materiali (60% del totale) attraverso utilizzo di materiali facilmente reperibili, riciclabili e economici  
LINEA di RICERCA **Litio-Zolfo**  
LINEA di RICERCA **Sodio-ione**

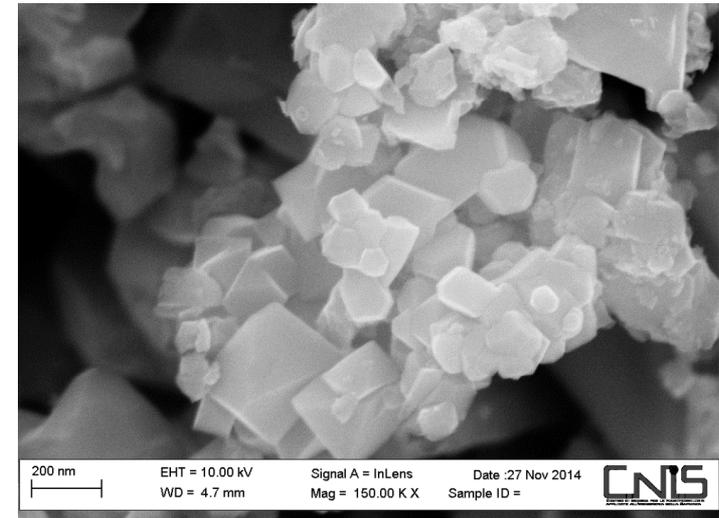
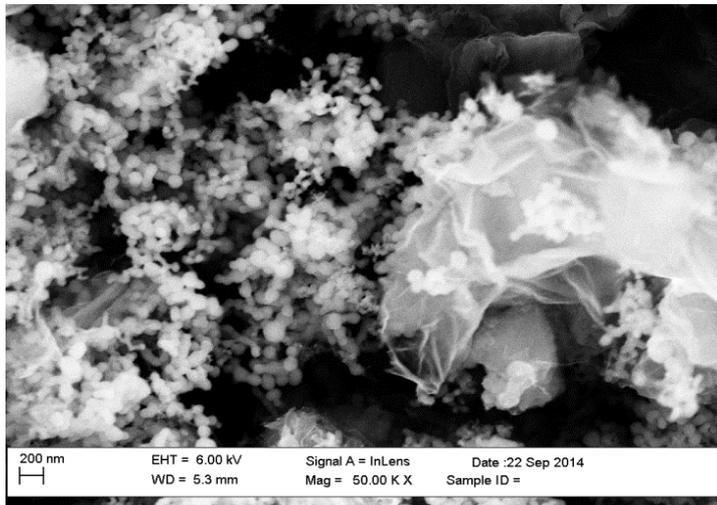
## Impatto ambientale

Usare componenti non tossici, tecniche di produzione “verdi”, scelta di nuove chimiche  
LINEA di RICERCA **Sodio-ione**  
LINEA di RICERCA **Litio-Zolfo**



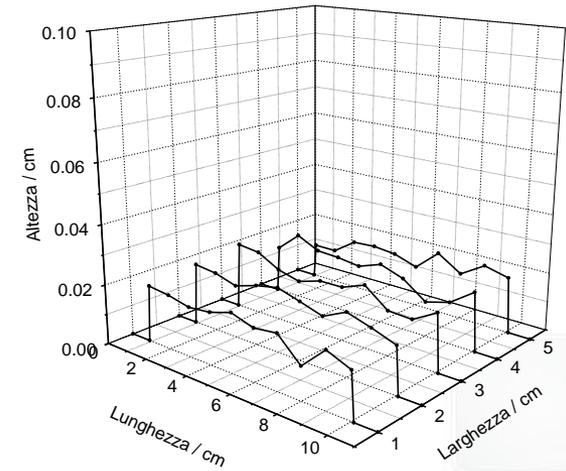
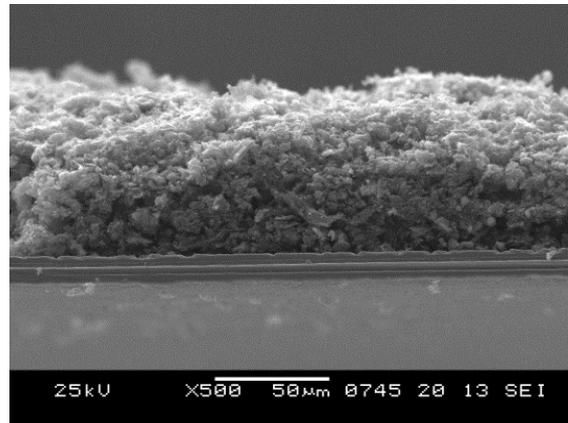
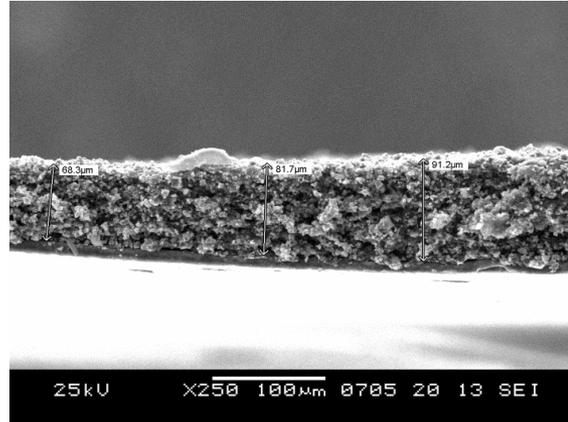
# Anodi e Catodi

Nanosfere di silicio in matrice di grafene e loro caratterizzazione elettrochimica



$\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$  con struttura spinello e sua caratterizzazione elettrochimica

# Realizzazione di elettrodi



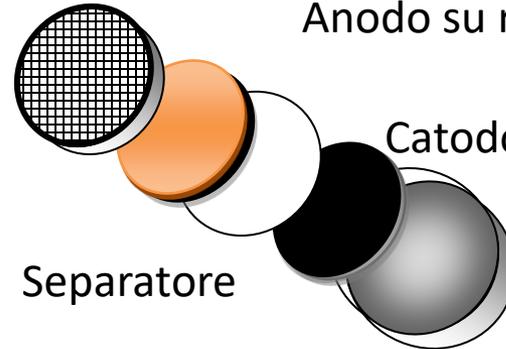
# Realizzazione di batterie innovative

Batteria a base di  $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$  e nanosfere di silicio utilizzati per realizzare una batteria a bottone e profili di tensione della batteria così preparata

Coperchio

Anodo su rame

Catodo su alluminio



Separatore

Contenitore inferiore



# La camera secca

La **camera secca** è un impianto dove il contenuto di umidità è mantenuto a livelli bassissimi, dell'ordine di poche parti per milione: in tal modo vi possono essere trattati materiali estremamente igroscopici come il litio

