

L'ENEA E LA RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO
Risultati delle attività svolte nell'ambito
dell'Accordo di Programma MSE/ENEA

"Attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale"

ATTIVITA' SVILUPPATE DA FN SPA

STEFANIA BACCARO

ADL FN SpA

ENEA CR-Casaccia, 26 ottobre 2010



FN S.p.A. NUOVE TECNOLOGIE E SERVIZI AVANZATI

Agosto 1967: costituzione della “Fabbricazioni Nucleari SpA” come Joint Venture fra General Electric Co. ed Ansaldo Nucleare per operare nel campo della fabbricazione di combustibile per centrali nucleari.

Nel corso del **1989** ENEA subentra come azionista di maggioranza

Nel **maggio 1996** diventa

“FN SpA –Nuove Tecnologie e Servizi Avanzati”

con l’attuale assetto azionario:

<i>ENEA</i>	<i>98.65 %</i>
<i>Deposito Avogadro SrL</i>	<i>1.28 %</i>
<i>Ansaldo Energia</i>	<i>0.07 %</i>

29 dicembre 2004: conferisce il ramo d’azienda nucleare a SOGIN



CELLE A COMBUSTIBILE AD ALTA TEMPERATURA

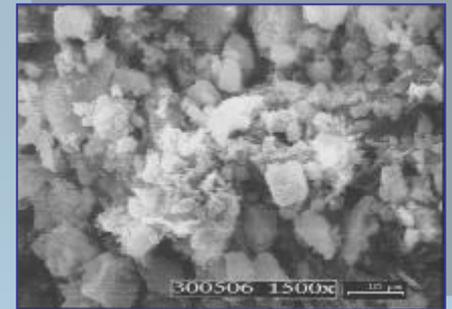
- Sviluppo processo per produzione polvere di γ LiAlO_2 per matrici per celle MCFC
- Componenti porosi di cella MCFC: elettrodi metallici (base nichel) e matrici in γ – alluminato di litio ottenuti per colatura su nastro e trattamenti termici; sviluppo in corso di processo alternativo: formatura in plastico.



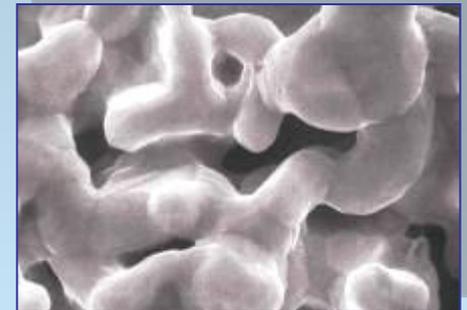
Tape caster



Tapes “verdi”



Morfologia al SEM della polvere



Morfologia al SEM a 5000 X Ni sinterizzato

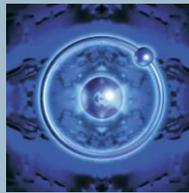
- Componenti porosi di cella SOFC: anodi supportanti in cermet NiO-ZrO_2 ottenuti per colatura su nastro e successivi trattamenti termici.



SOFC (ASC) anodo supportante



Industria 2015



Progetto EFESO

(ENVIRONMENTAL FRIENDLY ENERGY from SOLID OXIDE FUEL CELL),

FN partecipa al progetto che prevede la produzione di un microgeneratore di taglia 0,5-1,5 kW con basse emissioni specifiche e integrato di tutti i controlli e gli ausiliari per interfacciarsi con la rete elettrica.

Coordinatore: MTS



CHP system for residential and portable based on SOFC and hydrogen storage.

Scopo del progetto è lo sviluppo di un'ENERGY BOX: un sistema combinato calore e potenza (Combined Heat Power) nel range di potenza 1-5 kWe, fed by hydrogen or natural gas, capace di produrre potenza elettrica e calore ad alta temperatura (per riscaldamento e condizionamento) per differenti utilizzatori finali connessi o meno al grid.

Coordinatore: FN spa ITALY

Collaborazione Politecnico di Torino Italy

Partner :S.A. D.A.T.E. FRANCE

Partner :CNRS Grenoble FRANCE

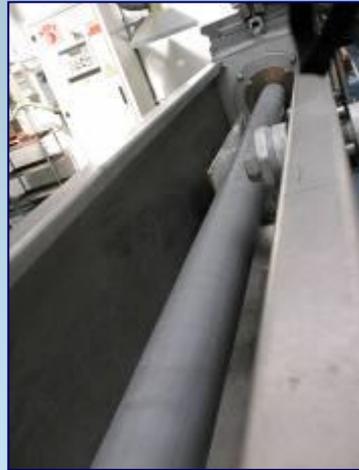


MATERIALI CERAMICI E METALLICI

Formatura in plastico di compound a base di ceramici (Al_2O_3 , LiAlO_2 , SiC) e metalli (NdFeB) e successiva estrusione/stampaggio ad iniezione in forme anche complesse.



Compounding



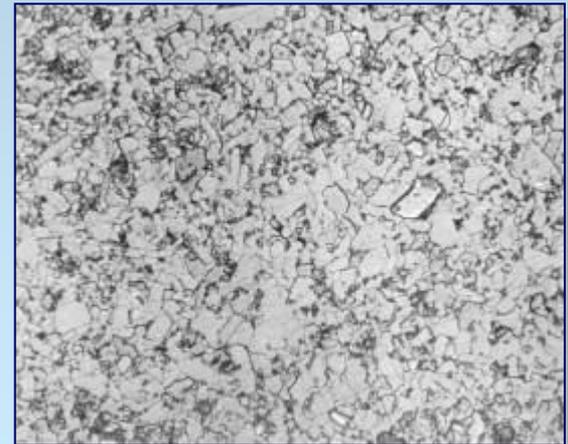
Tubo in SiC durante la fase di estrusione



Forno di sinterizzazione



Campioni stampati in Al_2O_3



Microstruttura al SEM di carburo di silicio (1000 X)



MATERIALI COMPOSITI E PER APPLICAZIONI ESTREME

Realizzazione e caratterizzazione di materiali in composito SiC-SiC, C- SiC, C-C per applicazioni estreme, ottenuti tramite Polymer Infiltration Pyrolysis (PIP) e Chemical Vapor Infiltration/Chemical Vapor Deposition (CVI- CVD).

FN è qualificata in ambito EFDA e partecipa alla **European Energy Research Alliance (EERA)**

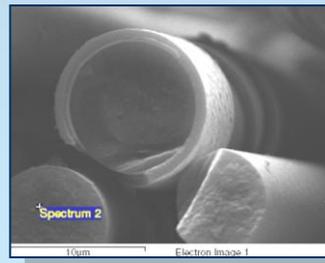
Realizzazione e caratterizzazione multistrati in carburo di silicio ottenuti per colatura su nastro e sinterizzazione (Partecipazione a rete d'eccellenza ExtreMAT)



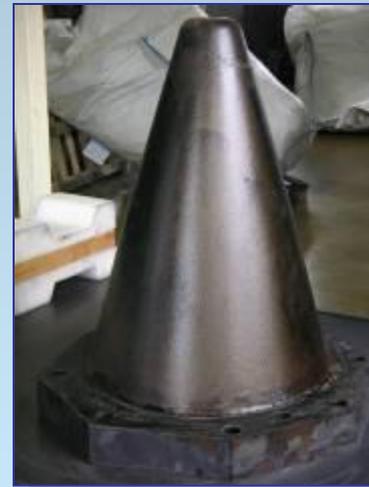
Impianto CVI



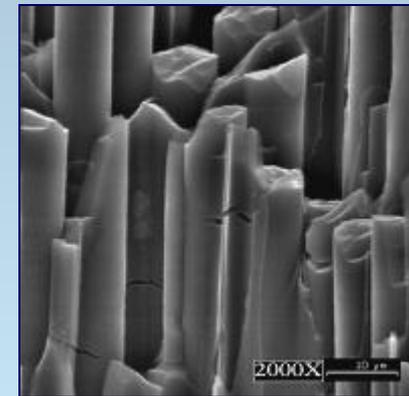
Tubo in CMC



Fibra in SiC rivestita di C e SiC



Nose-dome (CIRA)



Analisi al SEM di superfici di frattura

FN partecipa al programma A.S.A.2 (Advanced Structural Assembly) per lo sviluppo di nuove tipologie di strutture e nuovi materiali che verranno utilizzati nei futuri velivoli ipersonici (Collaborazione Thales Alenia, Dip Ingegneria La Sapienza, CIRA)



Hybrake: Intelligent Hybrid Materials for Brake Applications

FN partecipa assieme al Politecnico di Torino al progetto Hybrake,
nell'ambito dei Bandi Regionali

Progetti di ricerca industriale e/o sviluppo sperimentale per l'anno 2008 focalizzato
all'ottenimento di matrici composite ibride per applicazioni di attrito nel settore
automotive, ferroviario e spaziale.

FN si occupa dello studio dei trattamenti termici effettuati tramite forni
convenzionali e forni a microonde per ottenere diversi stadi di Glassy Carbon
all'interno delle matrici.

Coordinatore: ITT Industries Friction Products S.r.l.



CATALIZZATORI PER OTTENIMENTO IDROGENO

Catalizzatori sviluppati per:

- ottenimento di idrogeno a partire da gas di alimentazione celle MCFC con reforming interno (biogas, bio-etanolo, metano, etc.);
- Ottenimento di idrogeno a partire da bio – etanolo tramite reazione attivata da energia solare.

Impianto solare-termodinamico realizzato in collaborazione con ENEA e Flenco-Biosolar



Particolare di impianto per test sperimentali di simulazione reazioni di catalisi



Impianto per solare termochimico (fase di allestimento)



Progetto finanziato dal MIUR

“Vettore Idrogeno-Sistemi innovativi di produzione idrogeno da energie rinnovabili”

Coordinatore IPASS Perugia

Progetto METISOL finanziato dal Ministero dell'Ambiente

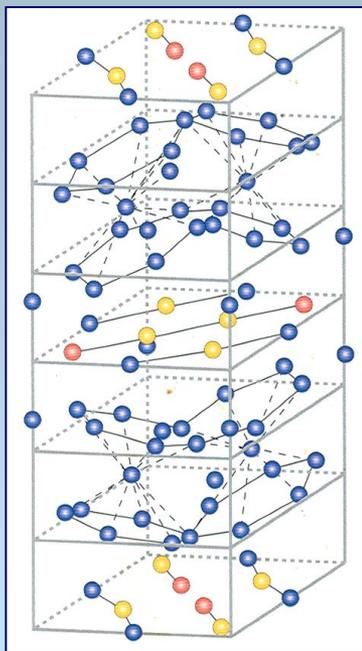
Realizzazione un prototipo tecnologico – innovativo alimentato da energia solare per la produzione di miscele metano-idrogeno (idrometano), da utilizzare come combustibile per automezzi,

Coordinatore Centro Ricerche FIAT Torino.

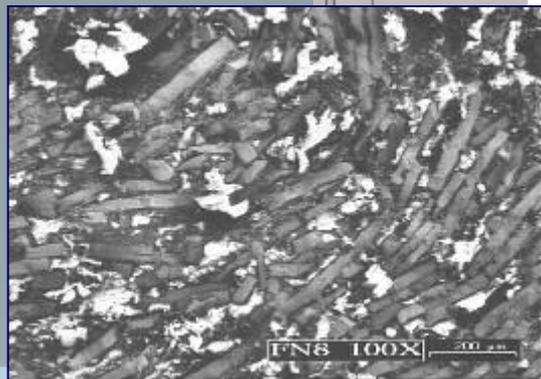


MAGNETI PERMANENTI

Plasto - neodimio



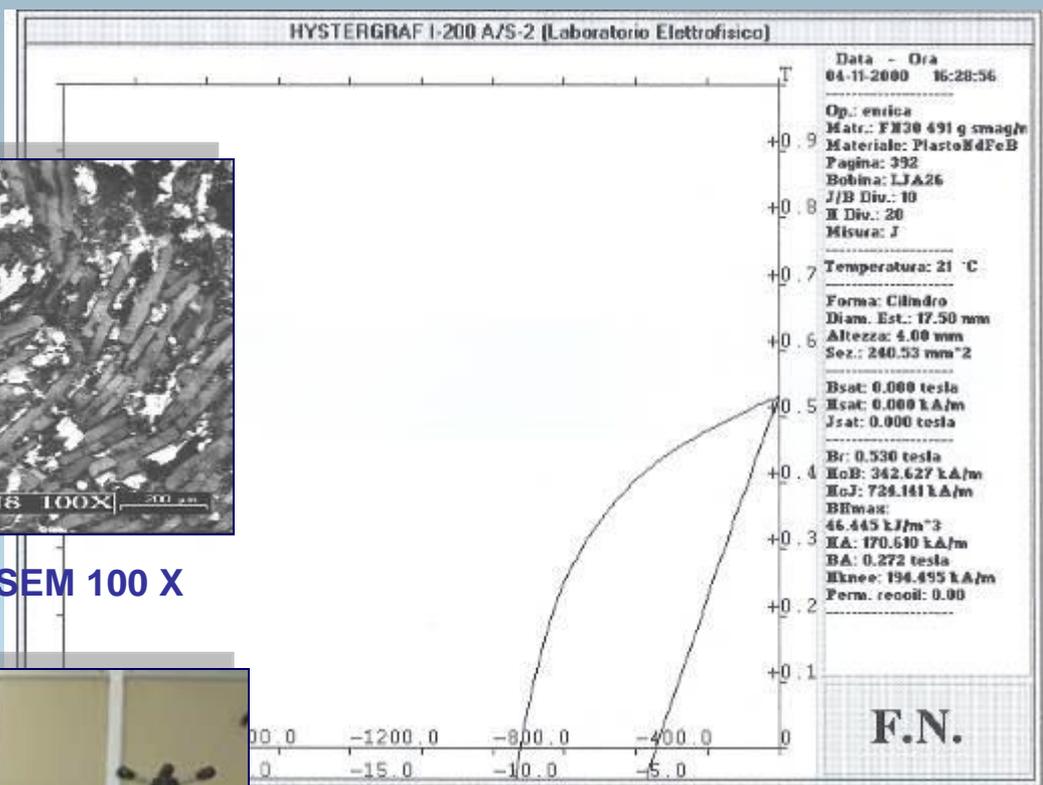
- atomo di Nd
- atomo di Fe
- atomo di Boro



Microstruttura al SEM 100 X



Isteresigrafo



Esempi di geometrie di magnetizzazione



IMPIANTI PROTOTIPALI E LAVORAZIONI SPECIALI



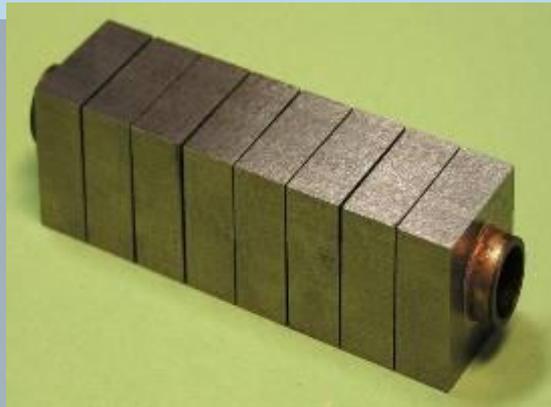
Impianto LECOR (ENEA)



Saldature a TIG



Lavorazioni meccaniche speciali (stampo in grafite per nose – dome)



Brasature speciali W – Cu (ITER)

Componenti ad alto flusso termico destinati al divertore dell'impianto a fusione nucleare ITER qualificandosi come fornitore.

Brasatura(W+Cu) – CuCrZr per il casting e lavorazioni meccaniche su tegole in W nell'ambito delle attività previste per la realizzazione di mock-up per il Divertore di ITER. In collaborazione con ENEA, la fornitura che FN dovrà effettuare per Ansaldo Nucleare consiste in:

- qualifica del processo
- esecuzione del casting
- controlli UT
- lavorazioni finali
- emissione certificati.



AREA SPERIMENTAZIONE E DIMOSTRAZIONE



Impianto TECNODEMO da 125 kW a MCFC realizzato con Ansaldo Fuel Cell C. (AFCo) su finanziamento del Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio

Stack prototipale a MCFC di piccola taglia (1-3 kW)



LABORATORI



SEM ZEISS



Porosimetro a Hg

Analisi chimico-fisiche

Microscopia ottica ed elettronica, analisi strutturali

Controlli non distruttivi

Metrologia e tarature

Analisi magnetiche

Prove meccaniche



Sala metrologica



Macchina universale Instron



Isteresigrafo



POLI DI INNOVAZIONE TECNOLOGICA REGIONALI

FN è membro dei Consorzi dei Poli di Innovazione Tecnologica della Regione Piemonte e partecipa a progetti di ricerca nei seguenti campi:

Chimica sostenibile

s. gestore **Consorzio Ibis**

Nuovi Materiali

s. gestore **Consorzio Proplast**

Architettura sostenibile e idrogeno

s. gestore **Polight (Environment Park spa)**.

Energie rinnovabili e biocombustibili

s. gestore **PST SpA (Parco Scientifico e Tecnologico Valle Scrivia)**.

Meccatronica e sistemi avanzati di produzione

s. gestore **Centro servizi industrie srl**.



Master di I Livello dell' Università degli Studi del Piemonte Orientale
"A. Avogadro"

MATERIALI PER ENERGIA E AMBIENTE

 **BNL CLEAN ENERGY**

VOLVO AERO



SIEMENS

Industrial Consortium



IRIDE
SERVIZI

Compower

SOFCPOWER
SOLID OXIDE FUEL CELLS

Erasmus Mundus Joint Doctoral Programme Environomical Pathways for Sustainable Energy Systems

SELECT+

 **Fortum**

ALSTOM | Power



SCARAB DEVELOPMENT AB

ENVIRONMENT PARK
Parco Scientifico Tecnologico per l'Ambiente

**Prof. Torsten Fransson,
Programme Coordinator**



**Royal Institute of Technology,
Sweden**

EcoStorage

FOSTER WHEELER

A core cooperation among



Core industrial partners:

- BNL Clean Energy AG, Switzerland
- UPM-Kymmene, Finland
- Stora Enso, Finland
- Volvo Aero, Sweden
- AGBAR, Spain
- Fortum Corporation, Finland
- Foster Wheeler Energia Oy, Finland
- Heat Power BV, The Netherlands
- Inventia AB, Sweden
- IRIDE Group, Italy
- METEC & SAGGESE ENGINEERING, Italy
- Royal Dutch Shell plc, The Netherlands
- EDISON S.p.A., Italy
- Environment Partk S.p.A., Italy
- FN SpA, Italy
- Siemens
- Gävle Energi AB, Sweden

Associate industrial partners:

- Compower AB, Sweden
- EcoStorage AB, Sweden
- Scarab Development AB, Sweden

Agencies:

- Swedish Energy Agency

Aalto University School of Science and Technology, Finland | Technical University of Catalunya, Spain
Eindhoven University of Technology, Netherlands | Politecnico di Torino, Italy | ESADE Business School,
Spain | Instituto Superior Técnico, Portugal | Grenoble Institute of Technology, France | Technical
University of Denmark | AGH, Poland | Royal Institute of Technology, Sweden

PRINCIPALI COLLABORAZIONI

ENEA

POLITECNICO DI TORINO SEDI DI TORINO E ALESSANDRIA

UNIVERSITA' PIEMONTE ORIENTALE

UNIVERSITA' DI GENOVA

UNIVERSITA' LA SAPIENZA DI ROMA

UNIVERSITA' DI PERUGIA (CIRIAF, IPASS)

ANSALDO FUEL CELL CO.

CIRA

ERBICOL SA

CEA

MAX PLANCK

POLI DI INNOVAZIONE REGIONE PIEMONTE



Accordo di Programma MSE-ENEA

Linea di ricerca 5.2.5.11 “Sviluppo di tecnologie innovative per le applicazioni stazionarie cogenerative delle celle a combustibile anche con l’utilizzo di biogas e biomasse ”

Accordo di Collaborazione fra ENEA ed FN SpA – I anno

“Sviluppo di un processo a basso costo per la produzione di matrici di taglia industriale per celle a combustibile a carbonati fusi”

Accordo di Collaborazione fra ENEA ed FN SpA – II anno

“Sviluppo di processi a basso costo per la produzione di matrici ed elettrodi per celle a combustibile a carbonati fusi”



Attività I anno

Sintesi di polveri di Litio alluminato in fase γ per matrici per celle a combustibile a carbonati fusi (MCFC)

Processi sviluppati:
colatura su nastro e formatura in plastico di matrici per MCFC

Realizzazione e testing di un dispositivo di prova per la caratterizzazione funzionale delle matrici innovative in stack MCFC di piccola taglia con analisi pre e post-test

Attività II anno

Completamento linea di estrusione su lastra per matrici MCFC

Verifica fattibilità processo in plastico per catodi per MCFC

Verifica fattibilità processo in plastico per anodi per MCFC



γ Alluminato di Litio: il ruolo e la funzionalità nelle MCFC

Materiale base (polvere) per realizzazione delle Matrici

Produzione USA: il prodotto, le caratteristiche

Il fornitore “storico” sin dai primi anni '90 produce su scala industriale le due tipologie di Gamma Alluminato di Litio in polvere ed è in grado di fornirlo (attualmente alla AFCo in maniera esclusiva) in lotti il cui approvvigionamento ha presentato per FN alcune difficoltà essenzialmente dovute alle condizioni effettive di fornitura quali ad esempio, oltre all'elevato costo, il rispetto delle caratteristiche di qualità e ripetibilità delle diverse forniture..



γ Alluminato di Litio per Matrici MCFC

RIF.: REALIZZAZIONE DI MATRICI MCFC SU SCALA SPERIMENTALE

(II sem. 2006, impianto FN - 2 colate da 85 p.zzi /sett., 1m²/p.zzo)

ATTUALMENTE PER FN IL COSTO DEL GAMMA ALLUMINATO DI LITIO

(50,00 – 55,00 €/KG NEL 2006) INCIDE:

- **PER IL 25% SUL COSTO TOTALE DI REALIZZAZIONE**
- **PER IL 75% SUL COSTO DELLE MATERIE PRIME**

NELL'IPOTESI DI INDUSTRIALIZZAZIONE DEL PROCESSO DI PRODUZIONE:

- **INCIDEREBBE PER IL 70- 80% SUL COSTO TOTALE
DI REALIZZAZIONE**

**IL COSTO DELLE MATERIE PRIME PER PRODURLO
INDUSTRIALMENTE CON METODO INNOVATIVO FN**

E' INF. O UGUALE A 5,00 €/KG



γ Alluminato di Litio: caratteristiche chimico fisiche

CHE COS'E' ? Ossido misto di cui sono noti il sistema cristallino di appartenenza e i diffrattogrammi XRD (no diagr. di stato sist. binario, no diagr. P-T)

PERCHE' E' STATO SCELTO ?

1. Stabilità a T sup. 600 °C
2. Assenza di $\Delta V > 0$ trans. fase intorno ai 600 C
3. Inerzia chimica vs. Sali fusi (no Al_2O_3 !)

Altre: ORTOROMBICA (Beta)

CUBICA

Fase Gamma: stabile ad alte T.

- Celle el. TETRAGONALI con arrangiamento 3D infinito di TETRAEDRI con O ai vertici e, al centro, Al o Li alternati.
- La coordinazione è TETRAEDRICA per tutti gli atomi (tetraedri Li centrati molto più distorti).
- Note le costanti reticolari e la Densità dei cristalli: **2,605 g/cm³**.

Fase Alfa: stabile a basse T e sotto P.

- Celle el. TRIGONALI con arrangiamento 3D infinito a super-reticolo tipo NaCl.
- Li e Al hanno coordinaz. OTTAEDRICA
- Note le costanti reticolari e la Densità dei cristalli: **3,401 g/cm³**.



γ Alluminato di Litio per Matrici MCFC



CHE COS'E' ?
PERCHE' E' STATO SCELTO ?

IL PRODOTTO USA:
CARATTERISTICHE DELLE
FORNITURE

OTTIMIZZAZIONE
PARAMETRI

INDIVIDUAZIONE DEL METODO DI SINTESI

STUDIO DI
BASE **ENEA**

-Accessibile con attrezzature convenzionali

PRIME
VERIFICHE DI
APPLICABILITA'

-Efficiente
-Scalabile
-Economico
-Sostenibile

•CAPACITA'
CONSOLIDATE **ENEA**
• OSTACOLI

Lab. Univ. di appoggio

Ricerca
Bibliografica



PIANIFICAZIONE
ATTIVITA' A
VENIRE



Prove
Sperimentali

Analisi di
caratterizzazione
e controllo
INTERNE



γ Alluminato di Litio per Matrici MCFC

SINTESI PRESSO FN

- Metodo A) **Microonde e trattamento termico**
- Metodo B) alternativo: **Denitrizzazione termica** in forno convenzionale
- Metodo C) innovativo: **Calcinazione** in forno convenzionale
a partire dai precursori Allumina e Litio Carbonato



SINTESI IN FN DEL γ - ALLUMINATO DI LITIO PER MATRICI MCFC

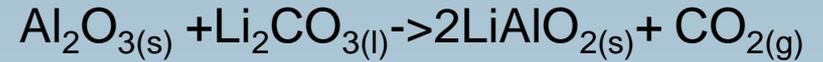
Miscelazione reagenti
in polvere e controlli
in laboratorio



Trattamento termico



Reazione allo stato solido:



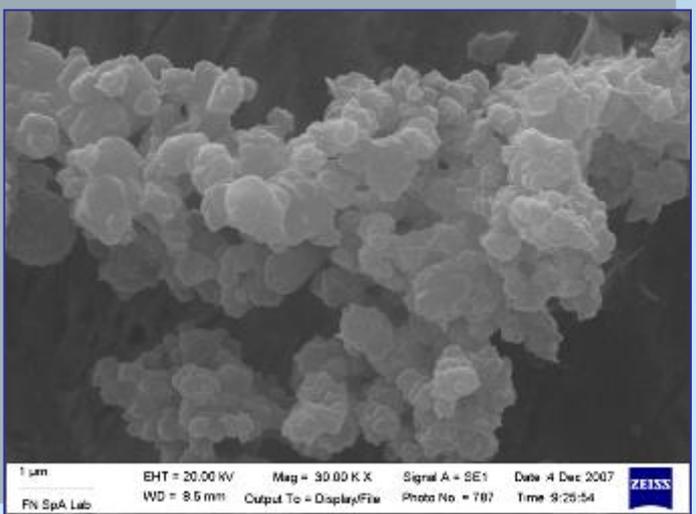
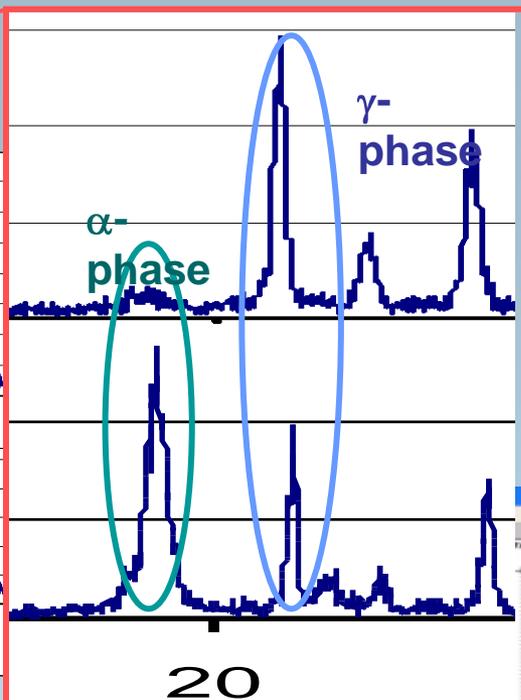
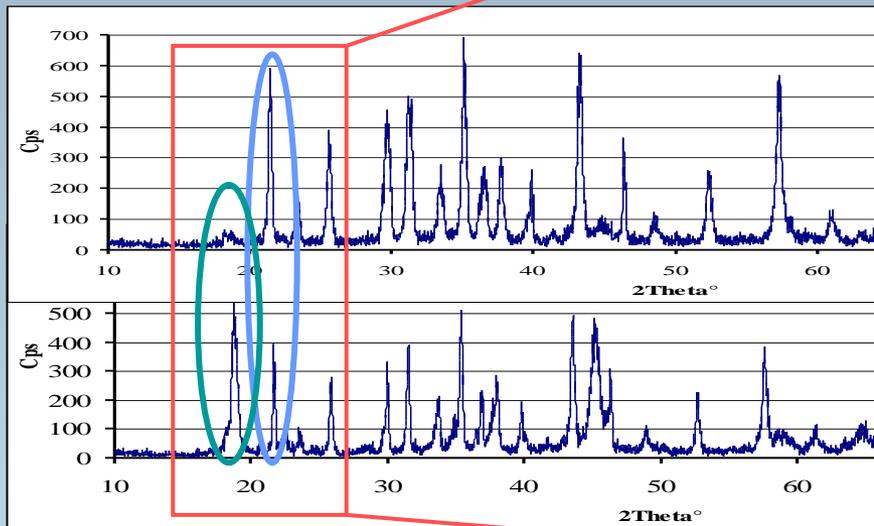
Caratterizzazione in
laboratorio



Vantaggio: non si utilizza nitrato di litio



Analisi XRD



Analisi SEM

Analisi granulometrica

Collaborazione con Dip. DCCI UNIGE



IL PROCESSO TRADIZIONALE: LA COLATURA SU NASTRO



Mulini per preparazione slurry



Tape caster

Preparazione "slurry"

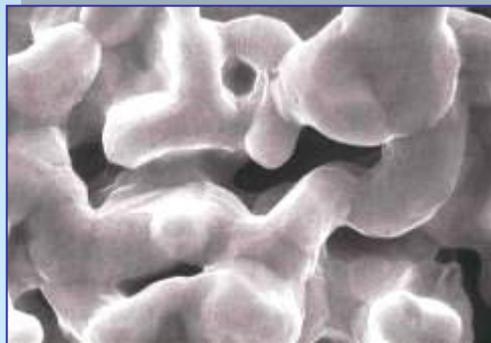
Controlli su "slurry"

Colatura su nastro

Asciugatura

Taglio a misura

Caratterizzazione matrice



Morfologia al SEM a 5000 X Ni sinterizzato

Polveri
Additivi organici
Solventi



Tape "verde"

Controlli sul "verde"

Trattamenti termici

Caratterizzazione elettrodi sinterizzati

Trattamenti post - sint.



LA NECESSITA' DI UN PROCESSO DI FORMATURA INNOVATIVO

Evitare l'impiego di solventi



Eco - compatibilità

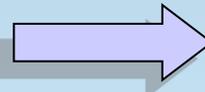
Possibilità di avere un prodotto meno delicato, più maneggiabile e conservabile



Qualità

Non necessita del supporto di mylar

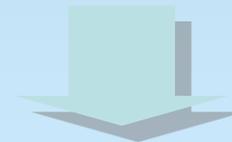
Possibilità di reimpiego di una parte di sfridi



Riduzione costi di produzione

Elevata produttività

Possibilità di ottenere anche geometrie particolari net - shape



FORMATURA IN PLASTICO



IL PROCESSO INNOVATIVO SVILUPPATO IN FN: LA FORMATURA IN PLASTICO

Miscelazione polveri di Litio Alluminato γ e additivi termoplastici



Compounding

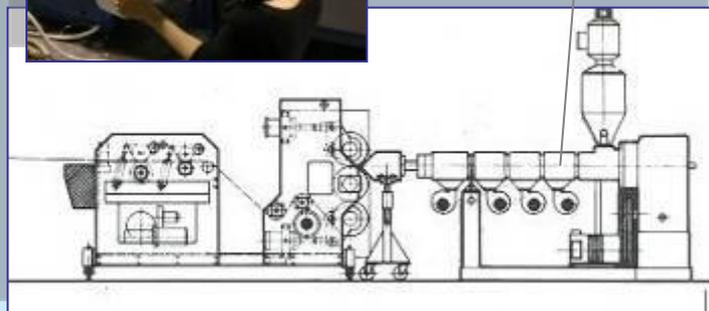


Estrusione su lastra



Matrice per MCFC

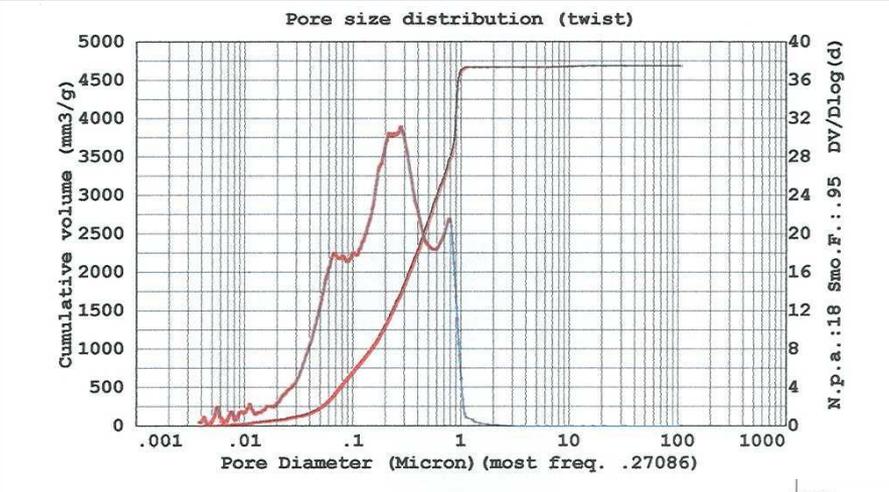
Linea di estrusione completamente sviluppata in FN





Analisi porosimetrica

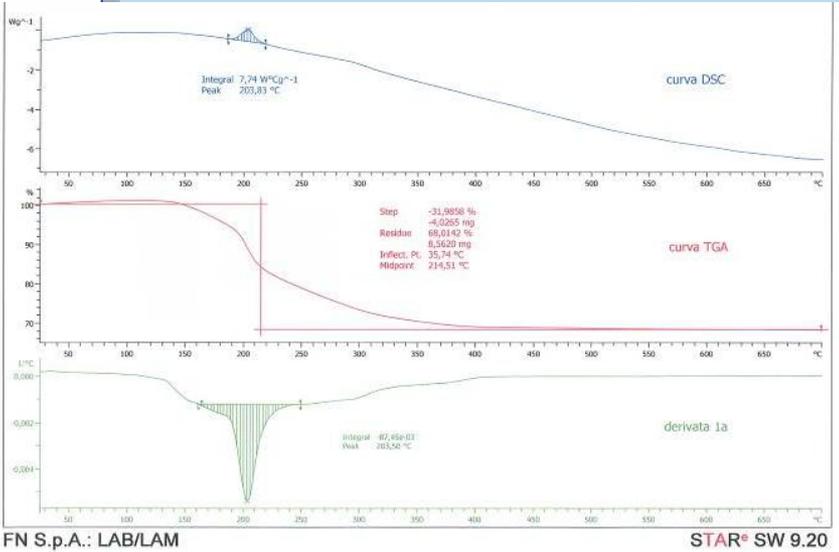
Le caratteristiche delle matrici in **plastico** sono **completamente confrontabili** con quelle ottenute per colatura, se non migliori.



Controlli dimensionali

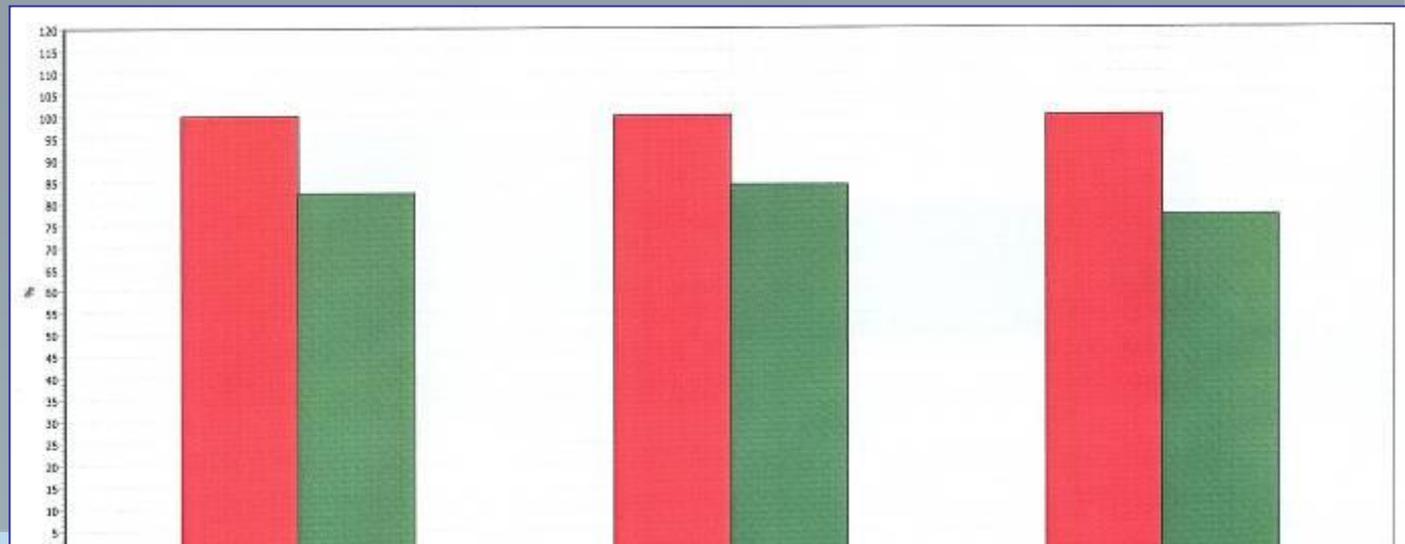


Analisi termogravimetrica



Esito studio LCA – categorie di impatto ambientale

Colatura su nastro a confronto con **Formatura in plastico**



Human Health

Ecosystem Quality

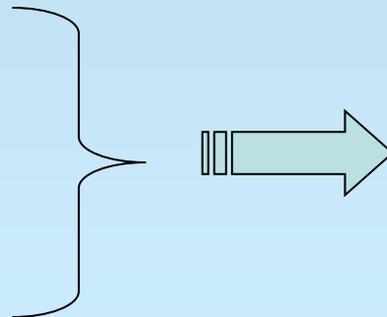
Resources

No solventi

No supporto mylar

Elevata produttività

Anche forme complesse e net-shape



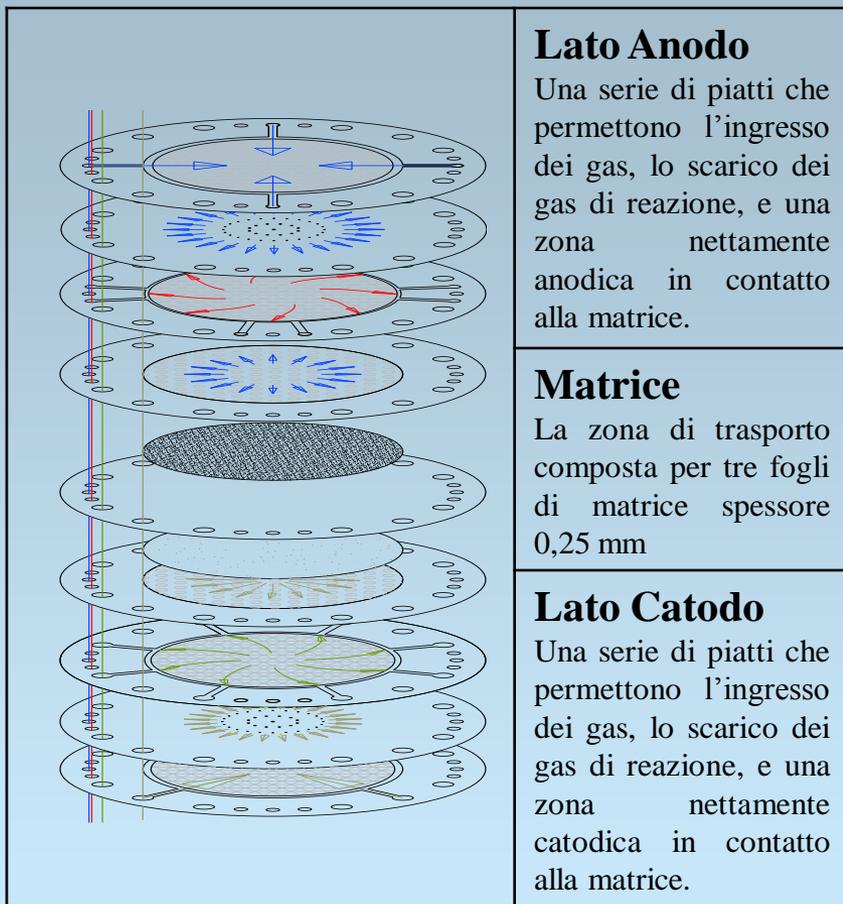
Eco-compatibilità

Qualità

Riduzione costi



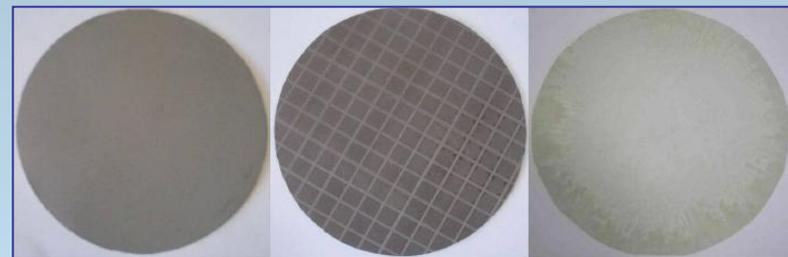
IL DISPOSITIVO SPERIMENTALE



Schema di massima del carico elettrico



Stack da 10 celle durante il montaggio

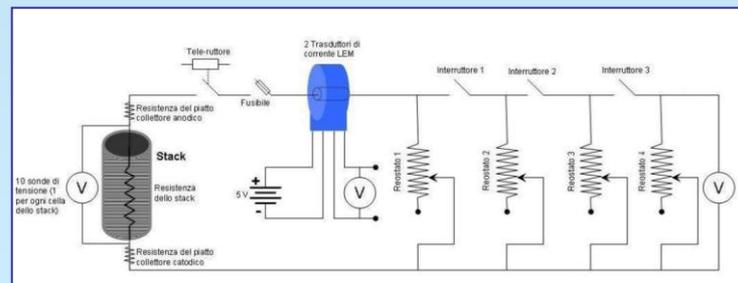


Catodo

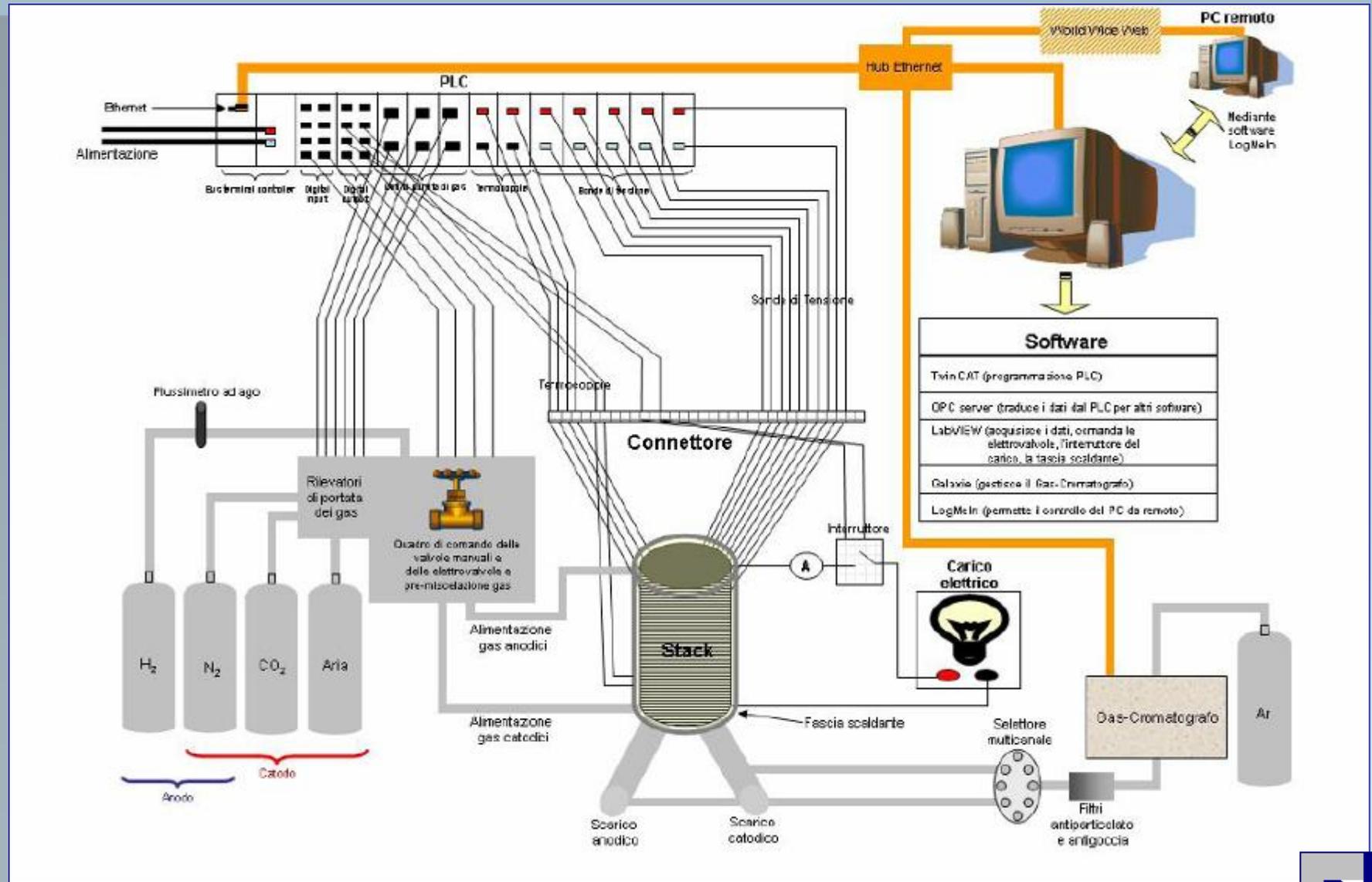
Anodo

Matrice

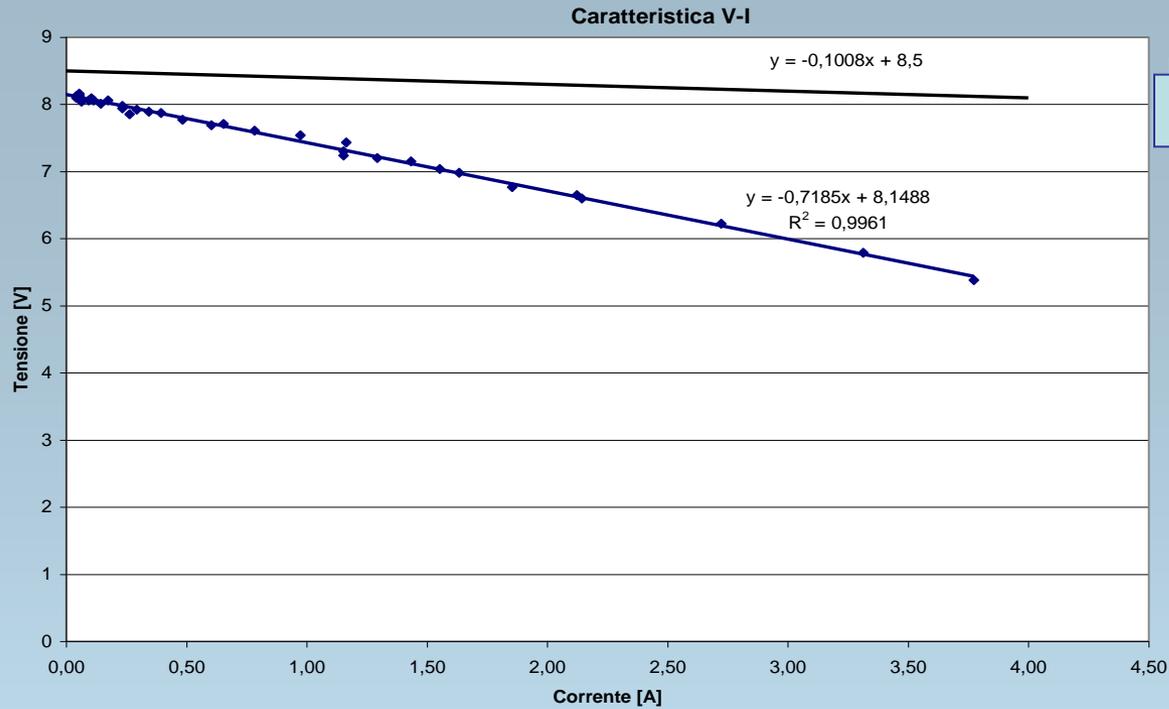
Area utile 70.88 cm²



SCHEMA STAZIONE DI PROVA

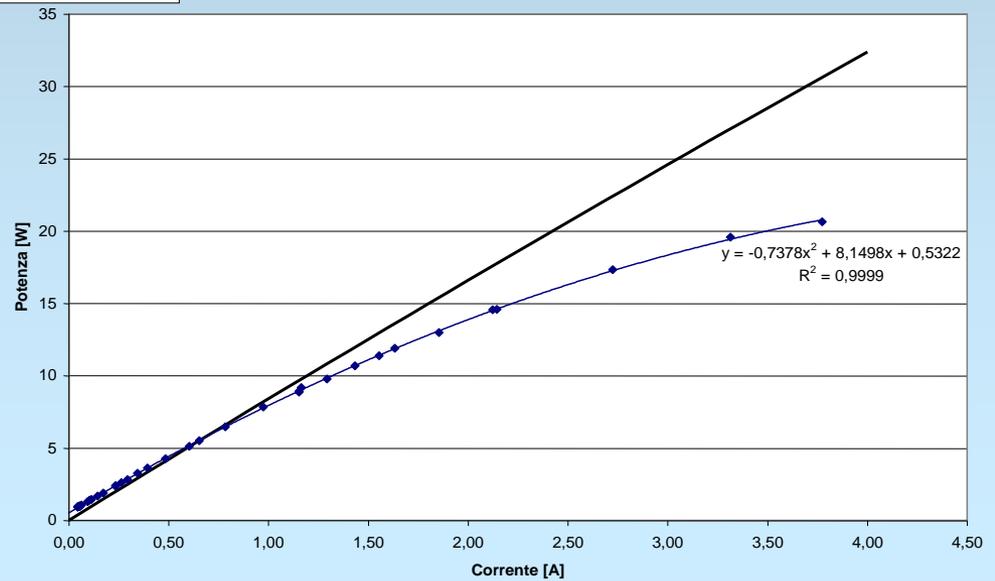


Caratteristica V-I



◆ 27/11/2008 — Fit — Teorica

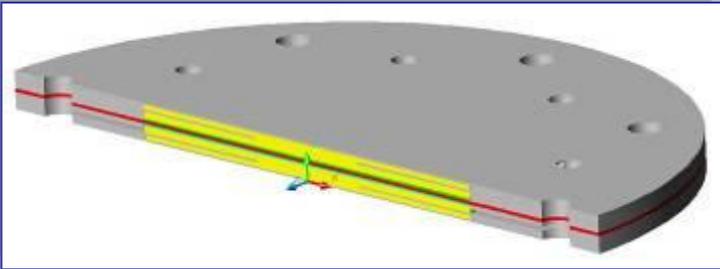
Andamento potenza



◆ 27/11/2008 — teorica — Fit Polinomiale



MODELLAZIONE



Studio su:

- Circolazione dei gas
- Distribuzione delle temperature
- Distribuzioni di corrente

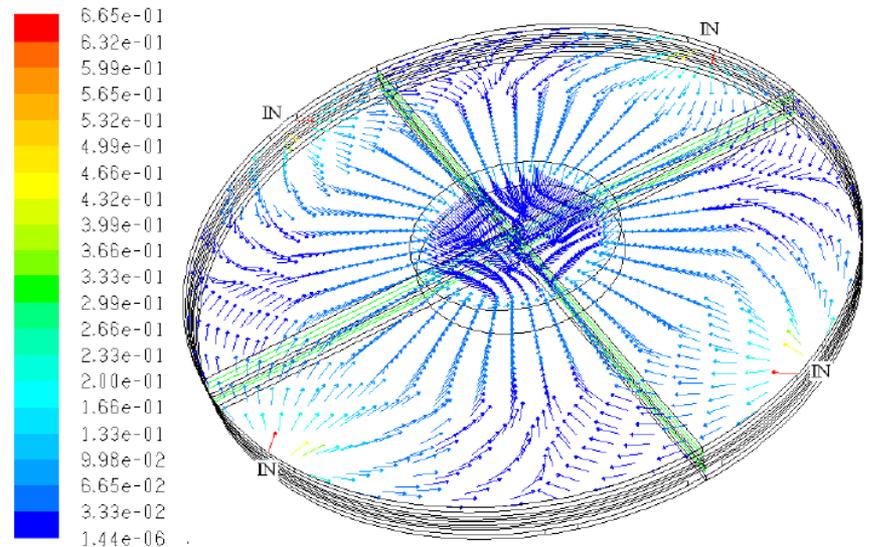


Figura 3.1. Profilo di velocità nel canale di ingresso del lato anodico (m/s)

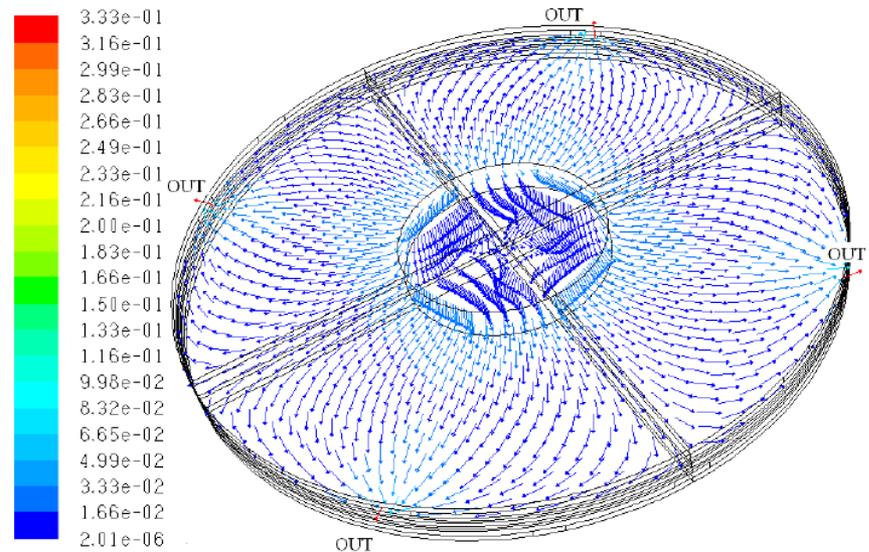
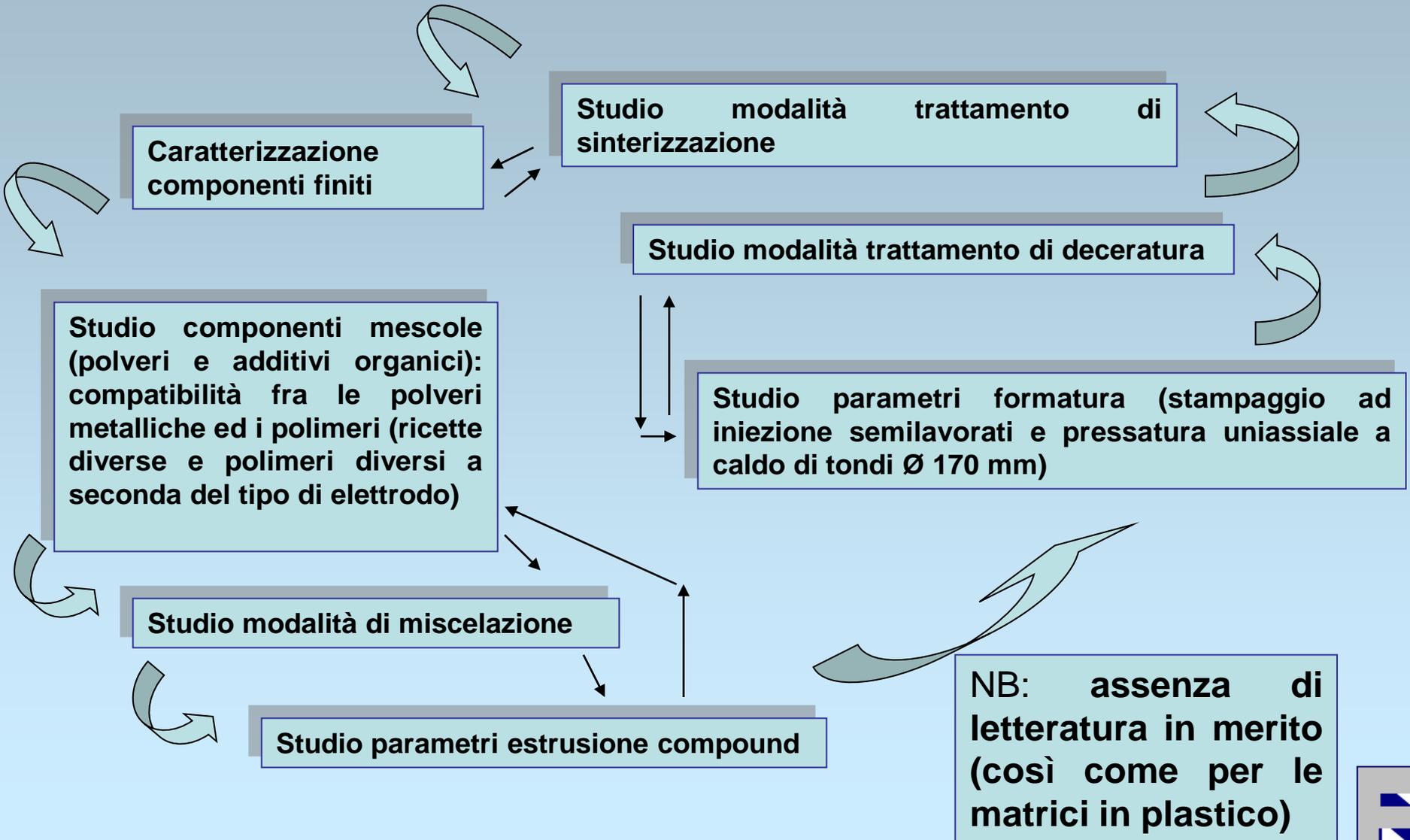


Figura 3.2. Profilo di velocità nel canale di uscita del lato anodico (m/s)

SVILUPPO PROCESSO DI FORMATURA IN PLASTICO PER ElettRODI PER MCFC



Sviluppo processo formatura in plastica per catodi per MCFC

Estrusione granulato
plasto-metallico



Stampaggio ad
iniezione di
semilavorati



Pressatura a caldo



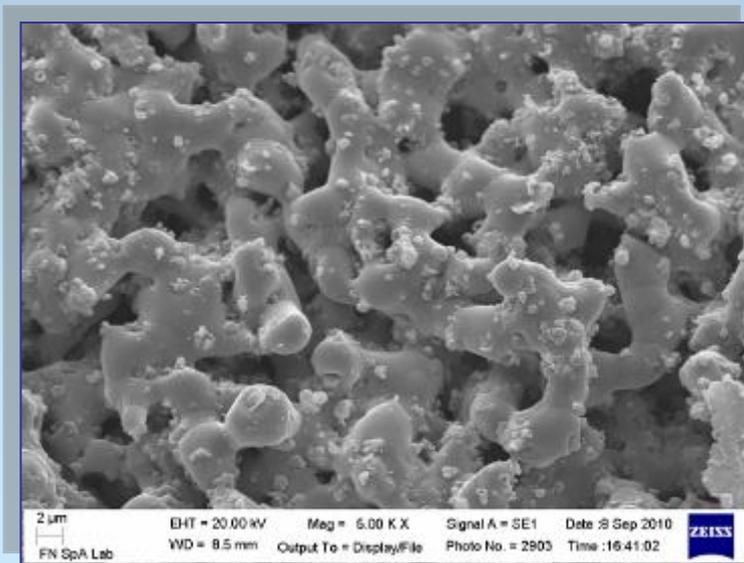
Campione
verde di
catodo (Ø
170 mm)



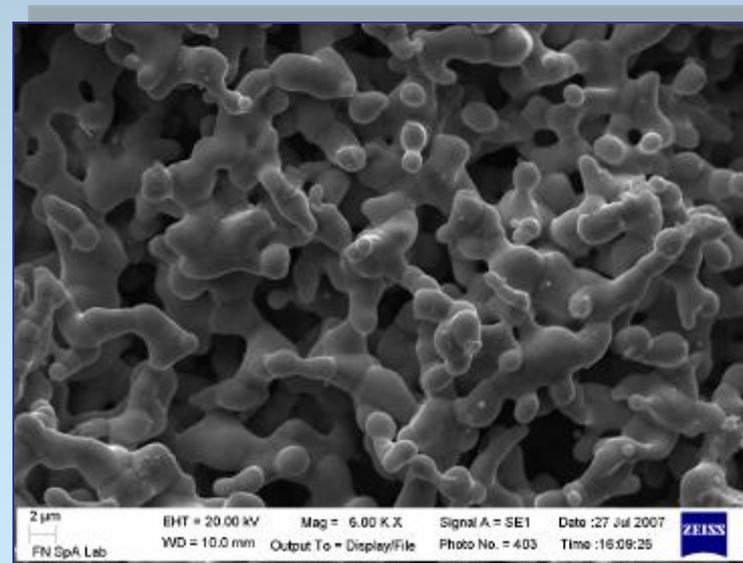
Studio dei trattamenti termici e caratterizzazione catodo dopo sinterizzazione

Problematiche incontrate nei trattamenti termici: occorre approfondire con tecniche a infrarossi e/o microonde

Risultato caratterizzazioni preliminari: buon confronto con catodi ottenuti via colatura su nastro



Microstruttura catodo plastico 5000 X



Microstruttura catodo tape 5000 X



Sviluppo processo formatura in plastica per anodi per MCFC



Estrusione compund per anodo

Mescola dopo miscelazione (importanza della dispersione del Cr nel Ni)



Semilavorati di anodo ottenuti per stampaggio ad iniezione



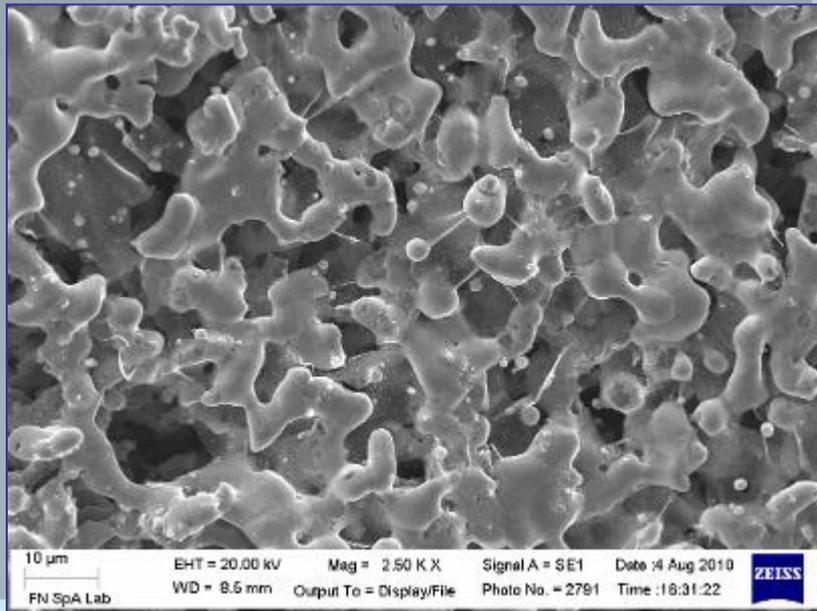
Campione (\varnothing 170 mm) di anodo pressato a caldo



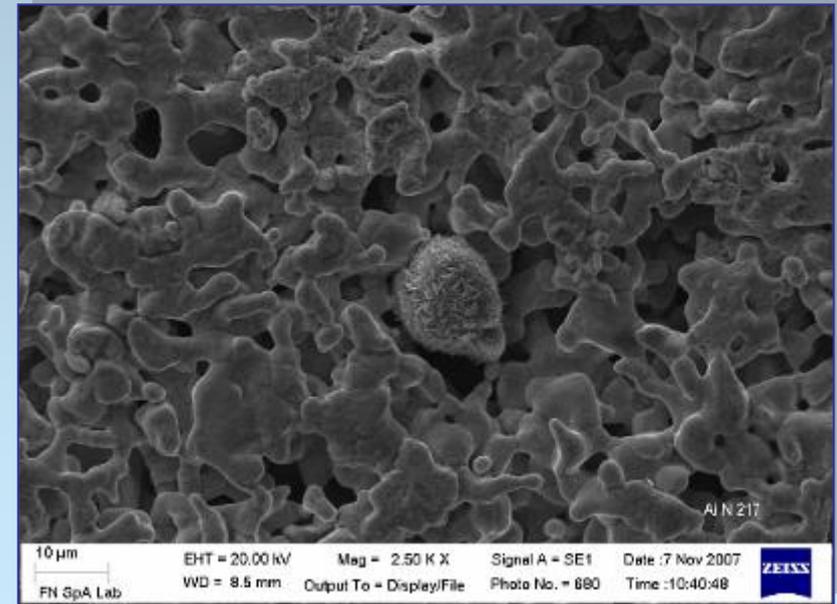
Studio dei trattamenti termici e caratterizzazione anodo dopo sinterizzazione

Problematiche incontrate nei trattamenti termici:
occorre approfondire con tecniche a infrarossi e/o microonde

Risultato caratterizzazioni preliminari: buon confronto con anodi ottenuti
via colatura su nastro



Microstruttura anodo in plastica 2500 X



Microstruttura anodo tape 2500 X



CONCLUSIONI 1° e 2° anno AdP

Nel corso dei primi due anni di attività in ambito Accordo di Programma MSE-ENEA-FN, sono state condotte le seguenti attività sperimentali:

- Sviluppo del processo di sintesi per polvere di Litio Alluminato in fase γ per matrici
- Sviluppo del processo innovativo di formatura in plastico per la realizzazione di matrici per MCFC, molto più conveniente ed ecocompatibile
- Realizzazione e testing di un dispositivo di prova dei componenti realizzati, costituito da uno stack di piccola taglia opportunamente strumentato.
- Realizzazione della linea sperimentale di estrusione su lastra di matrici in plastico per MCFC
- Studio di fattibilità per l'applicazione del processo di formatura in plastico ad elettrodi per MCFC (anodi e catodi)

Le attività proseguiranno con l'ottimizzazione del processo di formatura degli elettrodi, soprattutto per ciò che concerne un approfondimento sui trattamenti termici dei verdi ottenuti, nonché alla verifica di fattibilità dell'applicazione dello stesso processo di formatura in plastico (processo estremamente versatile) per la realizzazione di membrane o componenti a porosità controllata da impiegare nell'ambito della filtrazione di biogas da biomasse.



Attività prossime di FN inserite nell'Area "Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente – produzione locale di energia da biomasse e scarti" del Piano Triennale 2009-2011.

Studio dello stato dell'arte delle tipologie di componenti microporosi (metallici e/o ceramici) e dei relativi processi di fabbricazione adatti alla filtrazione e purificazione di biogas ottenuto da biomasse con prima sperimentazione degli stessi.

Implementazione del processo di formatura in plastica per la realizzazione di elettrodi per celle a combustibile a carbonati fusi alimentate da gas da biomasse con fabbricazione di campionature significative da sottoporre a caratterizzazione

Caratterizzazione chimico fisica e microstrutturale di celle fotovoltaiche con Kesteriti.



Attività di FN nel settore della purificazione di GAS da BIOMASSE

- per il **nuovo Accordo di Programma M.S.E – ENEA:**
sviluppo di membrane inorganiche per la purificazione di gas da biomassa
- per il II anno del **polo regionale Energie rinnovabili e Biocombustibili:**
analisi per il controllo della purezza di metano da biomasse per autotrazione



Laboratorio FN di analisi chimico fisiche

Linea GC-MS-TD

- analisi inquinanti in tracce
- analisi della qualità di gas idrogeno o metano
o più in generale di gas da biomasse trattati/purificati
- applicazioni ambientali (fumi, emissioni)



Attività di FN nel settore dell'utilizzo di IDROGENO da BIOMASSE a fini energetici (microcogenerazione FC)

Torino, 26-29/03/09 Fiera CAMPUS

FN partecipa presentando l'idea di "Integrazione nella filiera delle biomasse, tipiche del territorio piemontese, di piccoli dispositivi per la cogenerazione a celle a combustibile di alta temperatura.

Nello stesso contesto il Gruppo MG (Chemtex Italia) proponeva lo sfruttamento di "colture da biomassa per la conversione in etanolo di II generazione".

I principi generali di riferimento:

tutte le biomasse selezionate non devono essere in competizione con la catena alimentare, devono avere elevate rese per ettaro, essere remunerative per il mondo agricolo ed avere il minimo impatto ambientale (ridotto consumo di acqua e fertilizzanti), sulla base della sostenibilità ambientale, energetica ed economica.



2009 La Regione Piemonte costituisce i *Poli di Innovazione*

FN partecipa a cinque Poli tra cui quello “**Energie rinnovabili e Biocombustibili**” presso il Parco Scientifico Tecnologico di Rivalta Scrivia (Tortona) dove si trovano centri di ricerca dedicata a diverse tecnologie per produzione di energia da fonti rinnovabili, tra cui le biomasse, l’eolico ed il fotovoltaico.

FN propone un **Progetto R&S “BIOCOGEN”** che prevede collaborazioni con:

- C.R. ENEA di Trisaia per la
sperimentazione nella FC di gas da gassificazione di biomasse legnose opportunamente purificato
- Chemtex per la
cogenerazione tramite una FC alimentata a gas da reforming di bioetanolo



ATTIVITA' NEL SETTORE FOTOVOLTAICO

Nell'ambito di una collaborazione con il laboratorio TER/ENE-FORI DI ENEA, FN svolge analisi di caratterizzazione mediante microscopia SEM e microanalisi EDS su materiali per celle fotovoltaiche basate su silicio cristallino o su composti del rame

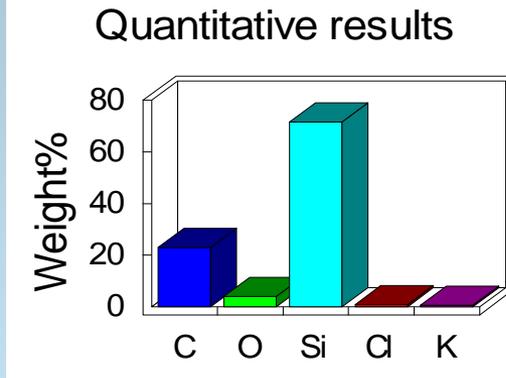
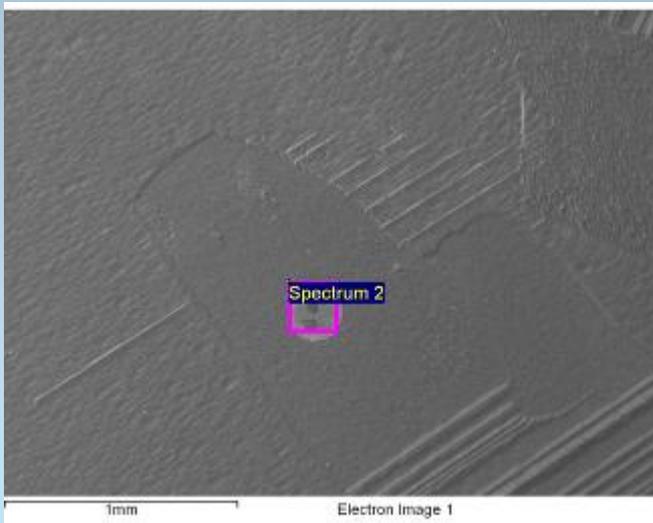
FINALIZZATE A:

- controllare la superficie del *wafer* (su campioni in Si cristallino)
- verificare la presenza di elementi droganti, la concentrazione e l'uniformità della stessa lungo lo spessore (su semiconduttori del tipo Cu_2O)
- controllare la stechiometria dei campioni (su campioni denominati CZTS - $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$)



ANALISI SU CAMPIONI IN SILICIO CRISTALLINO

Hanno lo scopo di individuare eventuali difetti o residui presenti sulla superficie del *wafer*



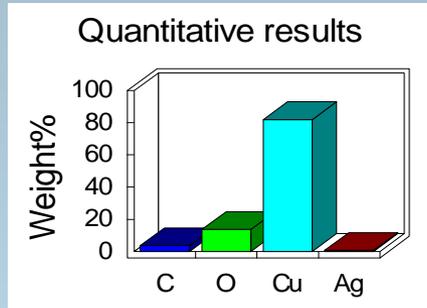
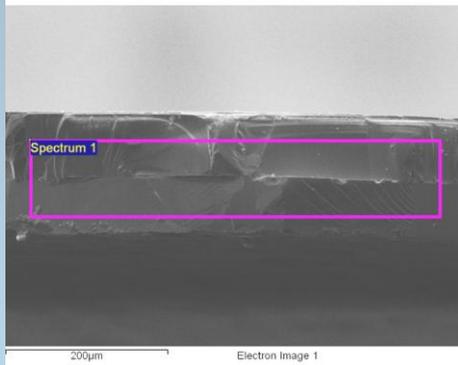
Element	Weight%	Atomic%
C K	22.94	40.22
O K	3.98	5.24
Si K	71.69	53.75
Cl K	0.75	0.44
K K	0.65	0.35
Totals	100.00	

In questo caso si è rilevata, oltre a Si, la presenza di Cl, K, C, O

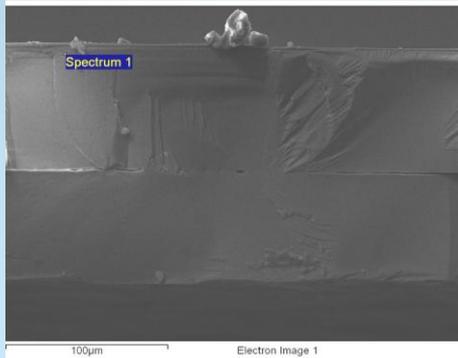


ANALISI SU SEMICONDUTTORI DEL TIPO Cu_2O

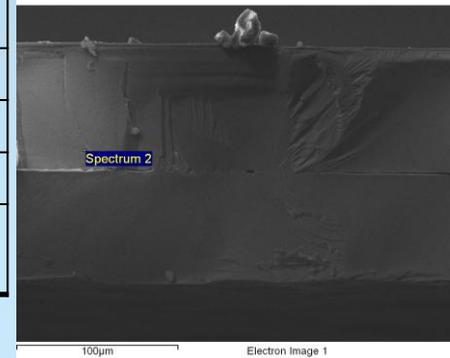
Hanno lo scopo di individuare la concentrazione % di Ag sulla sezione del campione e, attraverso analisi puntuali, la sua uniformità lungo lo spessore



Element	Weight%	Atomic%
C K	3.53	11.99
O K	13.75	35.07
Cu K	81.98	52.65
Ag L	0.75	0.28
Totals	100.00	



Element	Weight%	Atomic%
C K	5.66	17.28
O K	16.56	37.97
Cu K	77.03	44.49
Ag L	0.76	0.26
Totals	100.00	



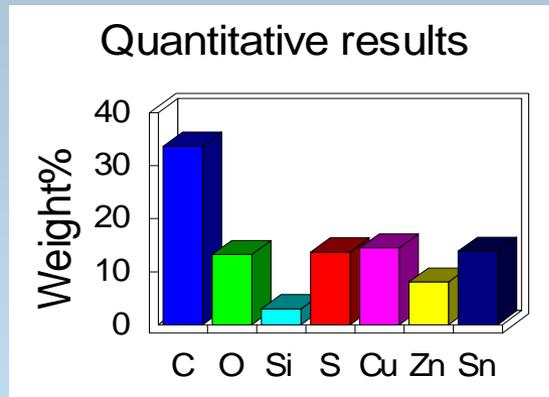
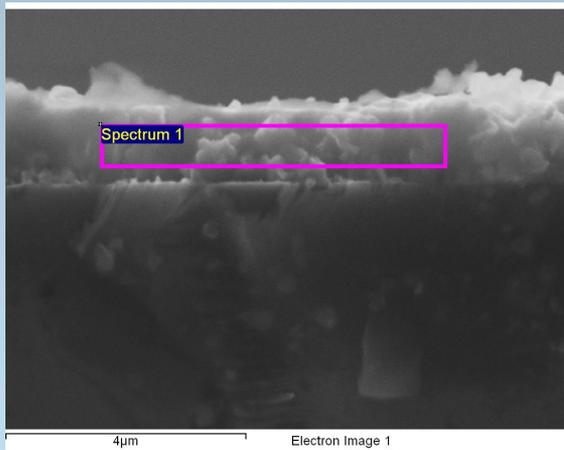
Element	Weight%	Atomic%
C K	3.69	11.71
O K	17.27	41.09
Cu K	78.34	46.95
Ag L	0.70	0.25
Totals	100.00	

Rilevata la presenza di Ag in concentrazione dello 0.28% atomic uniformemente distribuito lungo lo spessore



ANALISI SU CAMPIONI CZTS - $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (Kesteriti)

Hanno lo scopo di controllare la stechiometria lungo la sezione del campione



Element	Weight%	Atomic%
C K	33.67	60.51
O K	13.25	17.87
Si K	2.99	2.30
S K	13.69	9.22
Cu K	14.50	4.93
Zn K	8.04	2.65
Sn L	13.87	2.52
Totals	100.00	

Le % atomiche rilevate di Cu \approx 5%; Zn \approx 2.5%; Sn \approx 2.5%; S \approx 10% rispettano la stechiometria del composto Cu: Zn: Sn: S=2:1:1:4



ADP 2010-2011 *Nuovo nucleare da fissione: collaborazioni internazionali e sviluppo competenze in materia nucleare*

LP3 “Reattori di IV Generazione”

LP5 “Qualifica di componenti e sistemi”

LP3 - Realizzazione di compositi a matrice ceramici per i reattori nucleari di nuova generazione che operano a alte temperature,

Sviluppo di compositi ceramici a fibra lunga di tipo C/C e SiC/SiC. I campioni verranno prodotti tramite la tecnologia Chemical Vapour Infiltration (CVI) e la tecnologia ibrida Chemical Vapour Infiltration + Polymer Infiltration and Pyrolysis (CVI+PIP)



LP5 - Sviluppo di procedure e messa a punto di tecnologie innovative per test di componenti

Caratterizzazione di materiali ceramici compositi per reattori nucleari di nuova generazione con qualifica di metodi e apparecchiature



RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano i colleghi ENEA, i tecnici della FN SpA, i consulenti esterni e coloro che hanno collaborato alle ricerche, con particolare riferimento alle Prof.sse A. Saccone e M. R. Pinasco del Dip. di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Genova, ai Proff. P. e L. Ferraris del Dip. di Ing. Elettrica del Politecnico di Torino, sede di Alessandria ed al Prof. V. Verda del Dip. di Energetica del Politecnico di Torino.

