

# Piano annuale

2008

Energia e Trasporti

Consiglio Nazionale delle Ricerche







**Consiglio Nazionale delle Ricerche**

## **PIANO ANNUALE 2008**

**Preliminare**

### **Energia e Trasporti**

#### **Elenco dei Progetti:**

**Generazione pulita di energia da combustibili fossili**

**Uso razionale dell'energia nei trasporti**

**Generazione distribuita di energia**

**Idrogeno: produzione, trasporto, distribuzione e utilizzo**

**Partecipazione ai programmi nazionali e internazionali sulla Fusione**

**Nanotecnologie e metallurgia fisica per la componentistica nell'energetica e nei trasporti**

**Mobilità sostenibile**





# **Generazione pulita di energia da combustibili fossili**



## Processi e tecnologie di combustione, ossidazione e gassificazione a basso impatto ambientale

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Generazione pulita di energia da combustibili fossili
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di ricerche sulla combustione
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	RICCARDO CHIRONE

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Allouis Christophe	III	Greco Francesco	II	Ruoppolo Giovanna	III
Beretta Federico	I	Imparato Marco	VI	Russo Sabato	IV
Bizzarro Andrea	VI	Liccardi Ciro	IV	Salzano Ernesto	III
Cacciapuoti Ugo	VII	Lisi Luciana	II	Sanchirico Roberto	III
Cante Antonio	VI	Maistrini Francesco	IX	Scala Fabrizio	III
Chirone Riccardo	I	Marra Francesco Saverio	III	Scognamiglio Vincenzo	VI
Ciajolo Anna	I	Miccio Francesco	II	Senneca Osvalda	III
Cimino Stefano	III	Napoletano Cinzia	VII	Smiglio Vincenzo	V
D'Antonio Anna	VIII	Panetta Antonio	VI	Solimene Roberto	III
De Joannon Mariarosaria	III	Panetta Maurizio	VIII	Stanzione Vitale	VI
De Martino Luigi	IV	Pasquariello Francesco	IV	Tirabasso Giuseppe	IV
Di Benedetto Almerinda	III	Pirone Raffaele	II	Venitozzi Ciro	IV
Di Paolo Antonio	IV	Pugliese Paola	VI	Vito Gennaro	V
Fabiani Fabrizio	V	Ragucci Raffaele	II		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Ottimizzazione e sviluppo di tecnologie di combustione, ossidazione e gassificazione ad alto rendimento e basso impatto ambientale di combustibili fossili: carbone, petrolio e suoi derivati; in termini di flessibilità, tipologia di combustibile e tecnologia di trattamento. Tra i processi innovativi di combustione, ossidazione e gassificazione l'attenzione è rivolta a: combustione mild, combustione catalitica in reattori a letto fisso e fluidizzato, combustione e gassificazione in reattori a letto fluido bollente e circolante, combustione di spray di miscele di residui di lavorazione di impianti petrolchimici e di oli vegetali e alla messa a punto di sistemi catalitici innovativi per l'abbattimento degli NOx nei gas di scarico. Una ulteriore tematica di ricerca riguarda lo studio dei problemi di sicurezza e dei relativi rischi derivati dall'uso di combustibili. L'interesse è rivolto alla modellazione numerica per la previsione, prevenzione e mitigazione dei rischi chimico-industriali, allo sviluppo di strumenti per la previsione del rischio connesso allo stoccaggio di combustibili e alla caratterizzazione delle proprietà di esplosività ed infiammabilità di polveri combustibili.

#### *Stato dell'arte*

Il contesto è quello del Dipartimento Energia e Trasporti, in particolare il Progetto Generazione pulita di energia da combustibili fossili. L'attività è finalizzata al continuo aggiornamento, in un'ottica di eco-compatibilità, delle tecnologie di combustione, ossidazione e gassificazione esistenti e messa a punto di tecnologie alternative/innovative dirette verso processi di termoconversione più efficienti e compatibili con le sempre più stringenti esigenze di un basso impatto ambientale. Ciò può essere soddisfatto attraverso lo sviluppo di sistemi complessi in cui le tecnologie di approvvigionamento di risorse primarie si colleghino con quelle di trasformazione e utilizzo assicurando la copertura delle necessità energetiche e, grazie alla disponibilità di tecnologie innovative, una maggiore efficienza ed un ridotto impatto ambientale.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

L'attività riguarderà la messa a punto di soluzioni tecnologiche innovative o accorgimenti in grado di ottimizzare le prestazioni di sistemi di trattamento termico di combustibili fossili in termini di flessibilità, tipologia di combustibile e della particolare tecnologia di trattamento termico. - Con riferimento alle attività di studio dei processi e definizione di tecnologie innovative di combustione, ossidazione e gassificazione, si continueranno a studiare sistemi di combustione mild, di combustione catalitica sia in reattori a letto fisso che a letto fluidizzato, i combustori e gassificatori a letto fluido bollente e circolante, i sistemi di combustione



di spray e i sistemi catalitici innovativi per l'abbattimento degli NOx nei gas di scarico. Una ulteriore attività di ricerca è rivolta allo studio dei problemi di sicurezza e dei relativi rischi derivati dall'uso di combustibili e comporterà sia attività di modellazione numerica per la previsione, prevenzione e mitigazione dei rischi chimico- industriali sia lo sviluppo di strumenti sempre più affidabili per la previsione del rischio connesso allo stoccaggio ed uso di materiali combustibili o termicamente instabili.

*Punti critici e azioni da svolgere*

Permane la situazione di criticità legata all'incertezza e forte contrazione delle risorse finanziarie rese disponibili dall'Ente che non permettono nemmeno la copertura delle spese cogenti.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Le competenze riguardano lo sviluppo di sistemi puliti di produzione di energia. In particolare la progettazione e realizzazione di impianti dalla scala da laboratorio fino alla scala pre-pilota, l'utilizzo di sofisticate strumentazioni di diagnostica ottica e chimica di avanguardia, l'applicazione di strumenti di calcolo sempre più potenti e sofisticati. Tra le tecnologie allo studio si citano: i sistemi di atomizzazione di liquidi; la combustione mild, la combustione ad alta pressione, i combustori e gassificatori a letto fluido tradizionali, vibrati acusticamente e a circolazione interna, le metodologie di preparazione di sistemi catalitici in polvere e strutturati (monoliti a nido d'ape, schiume), le tecnologie di abbattimento di inquinanti in situ e/o con sistemi catalitici.

*Strumentazione*

Fornace con bruciatore triflusso da 100kW per combustibili liquidi.

Combustore a letto fluidizzato da 200 kW per combustibili solidi e liquidi e provvisto di bruciatore di avviamento.

Reattori a letto fluido bollente da 40 a 140 mm.

Reattori a letto fluido vibrato tramite onde acustiche da 40 e 120 mm di diametro.

Reattore a perfetta miscelazione per lo studio di reazioni ad alta temperatura ed alta pressione.

Combustore ad alta pressione ad accesso ottico per spray di combustibili liquidi.

Reattore a flusso a pistone (PFR) ad accesso ottico per lo studio di processi di ossidazione in condizione di alto preriscaldamento (fino a 1500K) e diluizione dei reagenti (mild).

Bruciatore a flusso transizionale bidimensionale.

Reattore di desolfurazione spray-dryer con bruciatore ad olio combustibile da 300 kW.

Sistemi di analisi termogravimetrica, granulometrica, porosimetria, XRD, TPD/TPR, microscopia SEM, spettroscopia FTIR.

Strumenti per la caratterizzazione del comportamento di miscele gassose e polveri infiammabili e l'evoluzione di fenomeni esplosivi.

*Tecniche di indagine*

Applicazione di metodologie diagnostiche ottiche e chimiche a sistemi di combustione industriali.

Metodologie di analisi e simulazione di processi di atomizzazione, miscelamento, vaporizzazione ed ignizione di spray in flussi di aria a pressione, temperatura e velocità tipiche dei sistemi turbogas.

Definizione di protocolli di analisi per la caratterizzazione di materiali combustibili con riferimento ai fenomeni di comminazione in corso di combustione e/o gassificazione in letti fluidi.

Determinazione della cinetica delle reazioni di conversione termica/degradazione di materiali combustibili: analisi termica.

Caratterizzazione microstrutturale di solidi combustibili e non di interesse in processi di combustione:

Porosimetria, XRD, TPD/TPR, Microscopia elettronica, spettroscopia FTIR.

Sviluppo di modelli di simulazione di reattori a letto fluido.

Metodologie di analisi teorica e simulazione per la valutazione degli effetti della instazionarietà dei processi di combustione, in particolare per le applicazioni delle tecnologie a basso impatto ambientale nei combustori per gli impianti di conversione di energia



### *Tecnologie*

Progettazione di combustori e gassificatori a letto fluidizzato bollente e circolante.

Tecnologie di abbattimento di inquinanti: processi di desolforazione in situ con sorbenti calcarei.

Sviluppo di tecnologie innovative di trattamento termico di materiali coesivi: combustori a letto fluido vibrati acusticamente, combustori e gassificatori a circolazione interna.

Sviluppo di modelli di simulazione numerica di reattori catalitici strutturati ed a letto fluido, analisi di stabilità di combustori e bruciatori industriali e domestici.

Utilizzo e sviluppo di strumenti di simulazione numerica per la previsione del rischio connesso all'impiego in attività industriali di miscele gassose infiammabili e l'evoluzione dei fenomeni esplosivi in grado di generare sovrapressioni pericolose per le strutture coinvolte, sia in sistemi confinati che parzialmente confinati.

Metodologie di predisposizione delle misure di prevenzione e gestione delle emergenze.

Metodologie di analisi del rischio di singole industrie e aree industriali.

Elaborazione e validazione di modelli di atomizzazione e vaporizzazione di getti di combustibili liquidi in condizioni tipiche dei sistemi turbogas.

### *Collaborazioni (partner e committenti)*

Dipartimento di ingegneria Chimica dell'Università di Napoli Federico II, Politecnici di Milano e di Torino, Università di Udine, CNRS-LCSR, ALSTOM, Ansaldo Ricerche, Avio Group, Ansaldo Energia, ENEA, CESI, RIELLO, WORGAS, SNAMPROGETTI, Polimeri Europa, Department of Fuel & Energy University of Leeds (UK), University of Loughborough (UK), Politechnika Lodzka (PL)

Le attività sono sviluppate anche nell'ambito dei due Centri di Competenza della Regione Campania di cui l'Istituto fa parte:

AMRA – Analisi e monitoraggio del rischio ambientale

TECNOLOGIE – Nuove Tecnologie per le Attività Produttive

### *Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Differenti sono le iniziative intraprese per l'acquisizione di nuove entrate. Tra quelle di maggiore interesse si cita:

i) European Research proposal in the Research fund for Coal and Steel Research RFCS on Oxygen enriched combustion of different coals in circulating fluidised beds and under supercritical boiler conditions  
- OXYFUEL.

### *Finalità*

#### *Obiettivi*

Obiettivo generale è lo sviluppo eco-compatibile di tecnologie di combustione, ossidazione e gassificazione di combustibili fossili solidi, liquidi e gassosi. Le competenze riguardano sia le tecnologie di processo necessarie per l'implementazione di sistemi innovativi o per la riqualificazione di impianti preesistenti, sia la messa a punto di modelli numerici per l'analisi delle problematiche che caratterizzano i sistemi di combustione con particolare attenzione al loro comportamento dinamico.

#### *Risultati attesi nell'anno*

- Messa a punto di un sistema sperimentale in grado di generare flussi di particolato a differente grado di polidispersione equipaggiato con un sistema di campionamento del particolato fine e ultrafine.

- Sviluppo di un sottomodulo di combustione di singola particella semidettagliato che tenga in conto della perdita di reattività delle particelle carboniose nel corso del late burn-off, le modificazioni microstrutturali indotte dall'esposizione a temperatura elevata e dalla reazione di combustione, gli effetti che tali trasformazioni possono avere sulla emissione di inquinanti gassosi (NOx), il ruolo della formazione di complessi superficiali ossidati, l'accessibilità della superficie reattiva del char agli agenti gassificanti.

- Messa a punto di un sistema integrato di gestione, controllo e trattamento delle ceneri prodotte dalla combustione del carbone finalizzato all'ottenimento di prodotti di qualità certificata ad elevato valore economico.

- Reattore in flusso continuo per la condensazione progressiva di nebbie di vapor d'acqua per la cattura di particolati submicronici.

- Sviluppo di un sistema catalitico strutturato innovativo per la decomposizione di NO.

#### *Potenziale impiego*

##### *- per processi produttivi*

La commessa trova potenziale impiego in differenti processi produttivi tra cui si citano: centrali termoelettriche, centrali termiche, sistemi di produzione di energia e propulsione aeronautica basati su motori turbogas, processi di ripulitura di correnti di effluenti da impianti di produzione di energia.



*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

L'attività di ricerca si sviluppa per rispondere alla sempre crescente richiesta di una energia che risulti sostenibile. In tale ambito trova diretta ricaduta nello sviluppo di sistemi complessi in cui le tecnologie di approvvigionamento di risorse primarie si collegano con quelle di trasformazione e utilizzo assicurando da una lato la copertura delle necessità energetiche dall'altro la disponibilità di tecnologie più efficienti e a basso impatto ambientale sia con riferimento alle emissioni di particolato fine sia alle emissioni dei 'gas-serra'.

**Moduli**

**Modulo:** Processi e tecnologie di combustione, ossidazione e gassificazione a basso impatto ambientale

**Istituto esecutore:** Istituto di ricerche sulla combustione

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Sviluppo di Processi e tecnologie di combustione, ossidazione e gassificazione a basso impatto ambientale

**Istituto esecutore:** Istituto di ricerche sulla combustione

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
958	142	814	60	1.974	51	1.007	222	N.D.	2.247

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
10	20

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	0	0	0

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Caratterizzazione dei meccanismi di formazione ed analisi degli inquinanti

### Dati generali

<b>Progetto:</b>	Generazione pulita di energia da combustibili fossili
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di ricerche sulla combustione
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	RAFFAELE RAGUCCI

### Elenco dei partecipanti

	liv.		liv.		liv.
Apicella Barbara	III	Della Corte Vittorio	VIII	Pasquariello Francesco	IV
Barbella Rosalba	IV	Di Paolo Antonio	IV	Pugliese Paola	VI
Beretta Federico	I	Imparato Marco	VI	Ragucci Raffaele	II
Cacciapuoti Ugo	VII	Liccardi Ciro	IV	Russo Sabato	IV
Cante Antonio	VI	Maistrini Francesco	IX	Scognamiglio Vincenzo	VI
Chirone Riccardo	I	Minutolo Patrizia	III	Senneca Osvalda	III
Ciajolo Anna	I	Napoletano Cinzia	VII	Solimene Roberto	III
D'Antonio Anna	VIII	Panetta Antonio	VI	Tregrossi Antonio	V
De Joannon Mariarosaria	III	Panetta Maurizio	VIII	Vito Gennaro	V
De Martino Luigi	IV				

### Temi

#### Tematiche di ricerca

Il connubio 'energia e ambiente' è una delle principali priorità strategiche politiche che impone l'esigenza di coniugare con un modello di sviluppo sostenibile i crescenti impieghi di energia necessari alla produzione e ai consumi collettivi. Di riflesso la domanda di ricerca dei produttori di combustibili e energia nonché degli enti preposti alla protezione dell'ambiente nel settore dei processi di combustione di impianti industriali e sistemi per la produzione di energia, calore, ecc. è rivolta all'aumento del rendimento e riduzione dell'impatto ambientale. Il raggiungimento di questi obiettivi è legato all'approfondimento della conoscenza dei complessi meccanismi di ossidazione e pirolisi di combustibili fossili, largamente utilizzati, e all'effetto su questi della qualità del combustibile e condizioni di combustione. Le attività sono svolte nelle seguenti tematiche: i) studio sperimentale dei meccanismi di ossidazione e pirolisi di combustibili gassosi e liquidi in funzione delle condizioni di combustione (combustibile e sistema di combustione) e ii) sviluppo di diagnostiche avanzate per la rilevazione di inquinanti convenzionali e di quelli non ancora inclusi in normativa

#### Stato dell'arte

La necessità di un sempre maggiore risparmio energetico e della riduzione dell'impatto ambientale hanno certamente dato impulso ai settori di ricerca dedicati all'innovazione delle tecnologie di combustione e al miglioramento della qualità dei combustibili fossili. Ciononostante il problema della combustione pulita ed efficiente resta un'importante e attuale tematica di ricerca anche in considerazione dell'estensione della normativa ambientale ad inquinanti non convenzionali soprattutto nel campo dei particolati ultrafini di cui si paventano gli effetti sull'ambiente e sulla salute, e per i quali non sono ancora definiti i meccanismi di formazione. Proprio per gli inquinanti non convenzionali sono in corso attività di ricerca per lo sviluppo di diagnostiche più avanzate. Allo stato attuale esistono ancora lacune di conoscenza dei meccanismi di formazione degli inquinanti in relazione alle reazioni di ossidazione e pirolisi che il combustibile subisce nonché relativamente alle caratteristiche di quest'ultimo. Lo sviluppo di tali conoscenze è fondamentale per il controllo 'a monte' del processo di combustione ai fini della riduzione dei consumi e dell'impatto ambientale di questi.

### Azioni

#### Attività da svolgere

L'attività di ricerca essendo un'attività a medio-lungo termine, si svolge in continuità con quanto fatto in precedenza sullo studio sperimentale e di modellazione delle cinetiche di ossidazione e pirolisi di idrocarburi, sullo sviluppo di tecniche ottiche e chimiche di monitoraggio dei microinquinanti organici ed inorganici nella direzione di una maggiore sensibilità delle diagnostiche tale da rilevare concentrazioni di inquinanti inferiori in vista di futuri limiti normativi ancora più stringenti con una risoluzione temporale adeguata al monitoraggio dell'impatto ambientale anche nelle fasi di transitorio e/o di malfunzionamento del processo di combustione. Si proseguirà nello studio dell'effetto della qualità del combustibile sulla struttura



del particolato prodotto e sulla conoscenza del meccanismo di formazione. Questo sarà realizzato sia con tecniche diagnostiche specifiche per la caratterizzazione, in termini di dimensioni e di composizione, del particolato fine ed ultrafine sia tramite l'uso sistematico di un sistema TOF-MS.

*Punti critici e azioni da svolgere*

Permane la criticità relativa alla acquisizione di personale tecnico e laureato e di una sede per l'IIRC e la necessità di adeguamento delle attrezzature diagnostiche per sperimentazioni avanzate. Estensione delle competenze acquisite ai sistemi di combustione pratici che utilizzano combustibili complessi.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

tecniche avanzate di analisi chimico-fisica delle proprietà strutturali chimiche e spettroscopiche di combustibili fossili solidi liquidi e gassosi

tecniche spettroscopiche per l'analisi delle proprietà strutturali fisiche e spettroscopiche dei particolati

tecniche di campionamento ed analisi dei prodotti di combustione in fase gas e in forma di aerosol;

diagnostiche di spettrometria di massa avanzate per la rilevazione degli inquinanti

diagnostiche ottiche avanzate per la rilevazione degli inquinanti

meccanismi di ossidazione e pirolisi di materiali combustibili gassosi, liquidi e solidi

meccanismi di formazione di inquinanti gassosi e particellari (IPA, PM10, particolati ultrafini)

*Strumentazione*

Bruciatori premiscelati e a diffusione

Reattore a perfetta miscelazione per lo studio dell'autoignizione di idrocarburi puri e in miscela con idrogeno

Gasromatografi e Sistemi di Cromatografia liquida ad alta pressione con detectors.

Cromatografia liquida e spettrometria di massa con sorgente per analisi campioni liquidi (APPI) e solidi (MALDI)

Gasromatografia interfacciata con spettrometria di massa

Spettrometro di massa a tempo di volo (TOF-MS) per l'analisi 'on-line' di inquinanti

Torca al plasma ICP-Spettrometria di massa

Spettrofotometro FTIR infrarosso

Spettrofotometro uv-visibile, spettrofluorimetro,

Analizzatore elementare per l'analisi idrogeno, carbonio, ossigeno, azoto e zolfo,

Analizzatore termogravimetrico

Sistema di rilevazione 'in situ' di spettri bidimensionali di fluorescenza di emissione indotta da laser

Differential Mobility Analyzer per la misura della funzione di distribuzione delle particelle fino a dimensioni nanometriche

Strumentazioni per la misura dell'assorbimento e dell'emissione di luce indotta da laser (fluorescenza, incandescenza)

Laser ad Argon, Nd-YAG

Sistema di diagnostica PIV-PLIF-GSD con laser a doppio impulso.

*Tecniche di indagine*

In generale le tecniche di indagine sono relative al settore più avanzato dell'analisi chimica e strumentale e al settore delle tecniche ottiche laser.

Campionamento ed analisi gascromatografica on-line and off-line per l'analisi di strutture di fiamma e composizione di gas di combustione.

Termometria veloce in fiamma.

Cromatografia Liquida ad alta pressione (Fase inversa, Size exclusion) per la valutazione di inquinanti aromatici (IPA, ecc.)

Spettrometria di massa per analisi di inquinanti organici a basso ed alto peso molecolare.

Misura dell'assorbimento e dell'emissione di luce indotta da laser (fluorescenza, incandescenza).

Differential Mobility Analyzer per la misura della funzione di distribuzione delle particelle fino a nanometriche on line; accoppiamento con elettrospray per misure off line di particelle in sospensione.

Dynamic Light Scattering per la misura della funzione di distribuzione delle particelle in sospensione fino a dimensioni nanometriche.

Termogravimetria

Spettrofotometria di assorbimento IR, UV visibile e spettroscopia di emissione di fluorescenza.

*Tecnologie*

Reattore a perfetta miscelazione per lo studio dell'autoignizione di idrocarburi puri e in miscela con idrogeno

Bruciatori premiscelati e a diffusione

Tecnologie di campionamento e misura on-line e off-line di prodotti di combustione

Tecnologie diagnostiche avanzate.



*Collaborazioni (partner e committenti)*

Dipartimento di Ingegneria Chimica, Dipartimento di Chimica e Dipartimento di Fisica dell'Università Federico II di Napoli, Politecnico di Milano; DLR Stuttgart, Imperial College, CNRS, Ecole Normale Supérieure de Paris, University of Illinois, INFN, INFM.

Le attività sono sviluppate anche nell'ambito dei due Centri di Competenza della Regione Campania di cui l'Istituto fa parte:

AMRA-Center – Analisi e monitoraggio del rischio ambientale  
TECNOLOGIE – Nuove Tecnologie per le Attività Produttive

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Incremento dei contatti con partner industriali e con enti di ricerca pubblici e privati nel settore della produzione dei combustibili e della produzione di energia.

**Finalità**

*Obiettivi*

Individuazione dei meccanismi di formazione di specie inquinanti e messa a punto di metodologie diagnostiche di analisi dell'efficienza dei processi di combustione e del relativo impatto ambientale con particolare riguardo all'analisi degli idrocarburi policiclici aromatici e al particolato ultrafine. Sviluppo di competenze su:

- Proprietà chimiche e spettroscopiche di combustibili e prodotti di combustione inquinanti.
- Tecniche di campionamento e analisi chimica strumentale e spettroscopica.
- Meccanismi di ossidazione e pirolisi di materiali combustibili.
- Meccanismi di formazione di inquinanti gassosi e particellari (IPA, PM10, ecc.).

*Risultati attesi nell'anno*

- Implementazione di un sistema di analisi on-line innovativo Molecular-Beam/Time of Flight/Mass-Spectrometry (MB-TOF-MS) per estendere l'analisi diretta agli inquinanti semivolatili, prodotti in fiamme da laboratorio, di peso molecolare superiore a 300 u.
- Implementazione di un reattore per la combustione di goccioline e di particelle di carbone.
- Sistema di diagnostica ottica avanzata e protocollo di misura dei microinquinanti organici ed inorganici tipici della combustione dei fossili con particolare riguardo al carbone
- Definizione di protocolli di campionamento ed analisi granulometrica di particolato fine ed ultrafine
- Procedure per il particle-tracking di particolati

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

- Definizione delle condizioni di processo e della qualità di combustibili ottimali per processi produttivi di energia sostenibile quali centrali termoelettriche, centrali termiche, termovalorizzatori e per sistemi di trasporto (motori).
- Controllo ambientale di sistemi di produzione di energia e calore e di motori per il trasporto con la messa a punto di sistemi di campionamento e rilevazione di inquinanti non convenzionali.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

L'attività di ricerca che si sviluppa nell'ambito di una sempre crescente richiesta di energia che risulti sostenibile, trova dirette ricadute in una maggiore comprensione dei meccanismi di formazione di inquinanti gassosi e particellari indispensabili per la definizione delle condizioni di processo ottimali e la messa a punto di sistemi di rilevazione e di abbattimento sempre più spinto di nuove specie di inquinanti.

**Moduli**

**Modulo:** Caratterizzazione dei meccanismi di formazione ed analisi degli inquinanti

**Istituto esecutore:** Istituto di ricerche sulla combustione

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Sviluppo sistemi di Caratterizzazione dei meccanismi di formazione ed analisi degli inquinanti

**Istituto esecutore:** Istituto di ricerche sulla combustione

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto



**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
595	88	210	39	932	34	332	138	N.D.	1.104

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
5	12

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	0	0	0

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## “Soft matter” per l’ottimizzazione di combustibili e di processi di generazione energetica sostenibili

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Generazione pulita di energia da combustibili fossili
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per l’energetica e le interfasi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Genova
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	LIBERO LIGGIERI

### *Elenco dei partecipanti*

Battilana Giorgio	liv. III	Ferrari Michele	liv. III	Ravera Francesca	liv. II
Bottino Carlo	IV	Liggieri Libero	II	Simonini Italo	VI
Costigliolo Marcella	VII				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

- sviluppo/ottimizzazione di metodologie sperimentali per la tensione interfacciale dinamica e le proprietà reologiche interfacciali;
- Sviluppo di tecniche di microscopia a Forza Atomica per lo studio delle interazioni tra nanostrutture e superfici solide in ambiente liquido.
- Effetti chimici e nanostrutturali nella bagnabilità di superfici solide
- Modelli e studi sperimentali per le proprietà reologiche di anfilicici e sistemi anfilicici-particelle su superfici liquide.
- Influenza delle proprietà dilazionali interfacciali (tensione interfacciale dinamica, visco-elasticità) e dei relativi processi di trasporto sulle proprietà di emulsioni (stabilità, granulometria etc.).
- Sperimentazione in microgravità su problemi di reologia interfacciale e stabilità di emulsioni (progetto MAP-FASES).
- Studio dell’interazione di particolato e polveri sottili derivanti da processi di combustione con interfacce liquide ed effetti chimico-fisici conseguenti.

#### *Stato dell’arte*

L’utilizzo di combustibili emulsionati/dispersi può consentire l’ottimizzazione del rendimento e delle emissioni. È però necessario controllare la granulometria e la stabilità delle emulsioni, ottenute con anfilicici o altri additivi tensioattivi. I modelli sviluppati per definire tali caratteristiche in funzione delle proprietà rilevanti delle interfacce liquido-liquido, quali la tensione interfacciale e le proprietà dilazionali sono per lo più empirici. Infatti tali proprietà sono state per lungo tempo di difficile caratterizzazione. L’applicazione delle competenze strumentali e teoriche sviluppate presso IENI-GE offrono la possibilità di superare queste limitazioni. Un aspetto di avanguardia per la tecnologia delle emulsioni riguarda i sistemi di nanoparticelle e molecole anfiliche, polimeri o proteine alle interfacce liquide, che conferiscono eccezionali caratteristiche di stabilità. Le interazioni tra superfici liquide e micro/nanoparticelle sono anche rilevanti per la comprensione dell’impatto ambientale del particolato prodotto dalla combustione e l’adozione di strategie efficaci per l’abbattimento delle polveri sottili.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

La commessa riguarda l’approfondimento di tematiche scientifico-tecnologiche su sistemi dispersi, emulsioni e schiume e sulle interazioni di tensioattivi e microparticelle con interfacce solide e liquide. Esse sono necessarie nell’intera filiera petrolifera e per la messa a punto di carburanti diesel emulsionati da fonti tradizionali e rinnovabili, nei quali il controllo accurato di granulometria e stabilità sono determinanti per il processo di combustione e per la composizione delle emissioni. Tecnologie emergenti per la stabilizzazione di emulsioni utilizzano particelle solide assieme a tensioattivi, polimeri o proteine. Il loro studio è pure rilevante per la comprensione dell’interazione con interfacce liquide del particolato da combustione e la messa a punto di nuove strategie di riduzione dell’impatto delle polveri sottili. Il self-assembling di anfilicici e particelle all’interfaccia liquido-solido sarà anche utilizzato per lo sviluppo di, coatings superidrofobici, funzionali al controllo della bagnabilità. Elemento rilevante della commessa è il coordinamento del progetto internazionale FASES, finanziato da ESA, che prevede esperimenti sulla Stazione Spaziale Internazionale.



*Punti critici e azioni da svolgere*

Le caratteristiche delle emulsioni dipendono da proprietà cinetico/strutturali dei film adsorbiti, determinati dalle interazioni del liquido con tensioattivi e particelle. Le tecniche sviluppate presso IENI-GE consentono un'indagine sistematica di tali sistemi e proprietà. Le attività previste sono:

- Sviluppo/ottimizzazione di metodi sperimentali e modelli per la tensione interfacciale dinamica e le proprietà reologiche dilazionali di interfacce liquide e relativi studi sperimentali su sistemi contenenti anfifilici e nanoparticelle.
- Applicazione di microscopia AFM allo studio delle interazioni tra anfifilici/particelle e superfici solide in ambiente liquido e studio degli effetti chimici e nanostrutturali sulla bagnabilità di superfici solide.
- Influenza delle proprietà dilazionali interfacciali e dei processi di trasporto associati alla stabilità e granulometria di emulsioni modello di carburanti.
- Sperimentazione in microgravità su problemi di reologia interfacciale e stabilità di emulsioni (progetto MAP-FASES).
- Studio dell'interazione di particolato e polveri sottili derivanti da processi di combustione con interfacce liquide ed effetti chimico-fisici conseguenti.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Chimica fisica delle interfacce.

Modellizzazione dei processi di trasporto e dell'adsorbimento in sistemi bifasici, in presenza di trasformazioni superficiali.

Sviluppo e modellizzazione di apparecchiature e tecniche tensiometriche, per la misura della tensione interfacciale/superficiale dinamica e di equilibrio e della visco-elasticità superficiale

Sviluppo di apparecchiature e tecniche per le proprietà di bagnabilità delle superfici solide e per la determinazione della loro struttura superficiale.

*Strumentazione*

- Tensiometri a profilo di goccia
- Tensiometro a pressione Capillare
- Tensiometro Maximum Bubble Pressure
- Microscopio AFM
- Microscopio Ottico

*Tecniche di indagine*

metodi sperimentali per la tensiometria interfacciale dinamica e la reologia interfacciale

- modelli chimico-fisici e termodinamici per l'adsorbimento ed i processi di trasporto di tensioattivi
- metodi sperimentali per la bagnabilità di materiali e tecniche di AFM per interfacce liquido-solido.
- sperimentazione in microgravità di interfacce liquide ed emulsioni

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

- Eni, San Donato M.se
- Institute Francais du Pétrole, Bois-Malmaison (Francia)
- Agenzia Spaziale Europea
- Max-Planck Inst. for Colloids and Interfaces, Golm/Potsdam (Germania)
- Dip. Chimica Organica Univ. Firenze,
- Lab. Thermodynamique Experimentale, Univ. Paul Cezanne, Aix-Marseille III (Francia)
- Dep. Genie Chimique, Univ. Technologique de Compiègne (Francia)
- Astrium GmbH, Friedrichshafen (Germania)
- Galileo Avionica, Campi Bisenzio (FI).
- Leibnitz Inst. fuer Polymer Forschung, Dresda (Germania)
- Dept. Chem. Eng. Aristotle Univ. Thessaloniki (Grecia)
- Dept. Chemistry, Univ. Complutense Madrid (Spagna)
- School of Chemical and Bioprocess Eng.- University College Dublin (Irlanda)
- Dip. di Chimica, Università di Genova
- Dip. Costruzioni, Ambiente e Territorio, Università di Genova.



*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Entrate 2008 ragionevolmente certe: progetto FASES: 24.5 kj

Entrate 2008 probabili: attività servizio/conto terzi: 10 kj

Residui anni precedenti: 27 kj

Parte significativa delle missioni previste per il 2008 è direttamente supportata da fondi di terzi (es. COST P21, COST D43, European Space Agency).

Oltre alle entrate certe o probabili di cui sopra, occorre considerare che nell'ambito della Commessa sono stati presentati progetti per il Bando PRIN2007 (richiesta 70 Kj totali per 2007-2008) e per il Bando ASI 'Opportunità' (84 Kj per il 2008).

**Prospettive:**

- E' molto probabile un rifinanziamento del progetto FASES per 2009-2010.
- Sono inoltre in corso di definizione proposte per i bandi 2008 EU 7PQ, coerenti con i contenuti della commessa.
- Il rafforzamento di competenze nell'ambito delle interfacce solido-liquido (nanoparticelle alle interfacce liquide, problemi di bagnabilità ed influenza della microstruttura), e della reologia interfacciale consentono il reperimento di risorse da attività Conto Terzi.

**Finalità**

*Obiettivi*

- sviluppo di modelli e metodi per il controllo della stabilità di emulsioni petrolifere e di combustibili.
- sviluppo di nuove metodologie sperimentali per l'adsorbimento e la reologia interfacciale.
- studio dell'interazione di particelle solide con interfacce liquide.
- supporto alla sperimentazione in microgravità di interfacce liquide ed emulsioni nelle apparecchiature sviluppate per la ISS.

*Risultati attesi nell'anno*

- Indagini sulla visco-elasticità di strati di micro/nano particelle o polveri sottili su superfici liquide in presenza di tensioattivi.
- dati chimico-fisici di equilibrio e cinetici di superfici liquide di sistemi acqua-alcanti+tensioattivi e/o nanoparticelle, rilevanti per emulsioni petrolifere e carburanti.
- Supporto agli esperimenti di microgravità del progetto MAP-FASES: preparazione dei campioni, supporto alla preparazione al volo (es. pulizia delle celle, riempimento) e check conseguenti.
- Dati e modelli per la bagnabilità di interfacce solide da soluzioni tensioattive.
- Studio dell'interazione di particelle in soluzioni tensioattive con tecniche 'colloidal probe' AFM.
- Coordinamento del progetto MAP-FASES e partecipazione a COST P21, COST D43.
- Preparazione proposte per bandi EU 7PQ.
- Pubblicazioni scientifiche.
- Se finanziati (bando PRIN2007 e ASI 'Opportunità'): i) studio delle proprietà interfacciali di aerosol atmosferico; ii) studio di fattibilità per tensiometro capillare per film liquidi.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

- Metodologie di controllo della formazione e della stabilità di emulsioni di carburanti tradizionali e da fonti rinnovabili e per applicazioni nell'industria petrolifera.
- Metodologie per il coating protettivo e funzionale (es. controllo della bagnabilità) di interfacce solide basate sull'impiego di self-assembling di anfifilici e sistemi anfifilici/nanoparticelle.
- nuovi metodi diagnostici per le proprietà di interfacce liquide.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

- inquinamento da particolato: controllo dell'emissione ed interazioni con l'ambiente;
- ottimizzazione del rendimento in processi di combustione

**Moduli**

**Modulo:** "Soft matter" per l'ottimizzazione di combustibili e di processi di generazione energetica sostenibili  
**Istituto esecutore:** Istituto per l'energetica e le interfasi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Genova



**Modulo:** Sviluppo competenze: Interazione nanoparticelle-superfici liquide e proprietà reologiche superficiali: sviluppo nuove metodologie sperimentali e modelli teorici

**Istituto esecutore:** Istituto per l'energetica e le interfasi

**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Genova

**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5=1+2+3+4</b>	<b>6</b>	<b>7=2+3+6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10=5+6+8+9</b>
221	53	31	0	305	36	120	73	N.D.	414

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
3	4

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
1	0	0	1	0	1	0	0	0	3

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
1	0	1	2

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca





## **Uso razionale dell'energia nei trasporti**



## Motori ad accensione comandata ad alta efficienza e basso impatto ambientale

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Uso razionale dell'energia nei trasporti
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	MICHELE GAMBINO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Albano Antonio	VI	Di Gaeta Alessandro	III	Marchettini Silvano	VII
Ammendola Mario	VII	Di Palma Tonia	III	Micera Francesco	III
Barese Giuseppe	VII	Mariarosaria		Montella Salvatore	VIII
Barone Luana	VII	Diana Salvatore	III	Morra Anna Maria	VIII
Bonanno Vincenzo	VIII	Distratto Agostino	VI	Musella Costantino	IV
Borghese Antonio	I	Finizio Gennaro	VI	Police Giuseppe	I
Branno Salvatore	VI	Finizio Ugo	VII	Rispoli Natale	III
Cangiano Gaetano	VII	Gambino Michele	I	Rumolo Giuseppe	IV
Caruso Anna Maria	VII	Giglio Veniero	II	Russo Giorgio	VII
Castiello Anna	IV	Giorgino Renato	VII	Sannino Gennaro	IV
Cestaro Gennaro	IV	Guarino Domenico	IX	Serpe Rosina	VII
Della Ragione Livia	III	Iannaccone Sabato	III	Troise Giuseppe	VIII
Di Franco Alfredo	V	Iorio Biagio	III		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Sono previste le seguenti tematiche di ricerca: -1) Studio, progettazione e realizzazione di sistemi VVA con impiego di attuatori elettromeccanici ed elettroidraulici; -2) Messa a punto di sistemi per il controllo della detonazione in motori sovralimentati con turbo-compressori; -3) Emissioni 'quasi zero', alte prestazioni e consumi contenuti per motori per autobus urbani alimentati a gas naturale; -4) Riduzione delle emissioni e dei consumi con sistemi di combustione a iniezione pilota, di motori alimentati a gas naturale o con combustibili leggeri; 5) Analisi ottica simultanea e multispecie di scarichi di motori a c.i. con tecnica spettrofotometrica UV-VIS-NIR; -6) Sviluppo di sensori ottici avanzati di misura utilizzando sorgenti luminose LPP (Laser-Produced Plasma).

#### *Stato dell'arte*

Nel settore dei motori ad accensione comandata si tende a sviluppare propulsori con alta densità di potenza ed elevata flessibilità. Essenziali sono l'iniezione diretta ed il comando flessibile delle valvole (VVA). I sistemi VVA consentirebbero di controllare, ciclo per ciclo, importanti parametri motoristici e quindi di evitare la detonazione nei motori sovralimentati ad alto rapporto di compressione e di realizzare processi di combustione innovativi. Inoltre, il gas naturale dà luogo ad un minore impatto ambientale, essendo costituito prevalentemente da metano ed in misura molto minore da propano, entrambi non tossici e poco reattivi. La pericolosità delle emissioni è ulteriormente ridotta dalla quasi totale assenza di particolato nei gas di scarico, di cui tuttavia va qualificata la composizione e la concentrazione numerica e di massa.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Modelli fluidodinamici 3D di camere di combustione per motore monocilindro GDI per motocicli; studio dell'influenza della posizione dell'iniettore sulla formazione della miscela. Ottimizzazione di sistemi VVA di tipo elettromeccanico ed elettroidraulico e delle loro leggi di controllo.

Proseguimento progetto MIUR 979: influenza dell'EGR su combustione ed efficienza del catalizzatore; invecchiamento e durata dello stesso. Progetti INCAS e BEAUTY del 7 PQ EU. Nuova modalità di funzionamento dei motori mixed fuel diesel/GN, ai bassi carichi. Motori heavy duty e light duty alimentati con miscele GN/H<sub>2</sub>: prestazioni ed emissioni.

Progetto FAR 'ECOMOS': nel corso dell'anno sono previste attività su impianti a terra di uno schema inedito di misura spettrofotometrica di emissioni gassose e particellari allo scarico di un motore diesel navale da 2 MW. Attivazione di uno studio sull'efficienza energetica degli autoveicoli con particolare riguardo a riduzione CO<sub>2</sub>. Studi di gasdinamica dell'espansione supersonica di gas nobili, in vuoto o in gas di fondo e con getti impulsati, come caratterizzazione del sistema di immissione dei campioni gassosi nello spettrometro di massa.

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

I punti critici, per il rispetto della programmazione pianificata, sono per alcuni programmi l'approvazione definitiva e per altri la irregolarità nell'erogazione dei finanziamenti già approvati, anche su progetti in corso di svolgimento. Per tutti è sentita la carenza di personale tecnico specificamente addestrato per la gestione degli impianti sperimentali, oltre che di personale ricercatore per lo sviluppo dei progetti. Per quanto riguarda la strumentazione: è ancora sentita la mancanza di una sala prova dinamica per eseguire il ciclo transient ETC. Sono inoltre previste difficoltà nella configurazione di allineamento 'longitudinale' del fascio supersonico nel fuoco del reticolo piano dello spettrografo della sorgente VUV per l'influenza delle dimensioni della sorgente ionizzante sulla risoluzione in massa dello spettrometro. L'utilizzo di movimentazioni micrometriche sul reticolo e di ottiche ioniche appropriate sono le soluzioni proposte per il superamento di tali criticità.

#### *Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Le principali competenze disponibili sono: - meccanica fredda, meccanica calda, misure meccaniche, termiche e di termofluidodinamica (modellazione 1D e 3D delle fasi di ricambio, l'interpretazione termodinamica dei dati sperimentali di motori a carica omogenea e mixed fuel); - formulazione di modelli dinamici orientati ai controlli - utilizzo di sistemi di prototipazione rapida di leggi di controllo del motore; - studio di componentistica avanzata per MCI - progettazione elettromagnetica mediante CAD elettromagnetici specializzati; - gestione di prove su un banco ad alta dinamica light-duty ed heavy duty- elaborazione di procedure sperimentali per valutazioni prestazioni motore e verifica componenti;- sviluppo di motori alimentati con gas naturale (mono fuel, mixed fuel) e con bio-combustibili. Sono inoltre disponibili competenze trentennali di caratterizzazione fisica, chimica e ottica delle emissioni gassose e particellari prodotte da motori e combustori.

#### *Strumentazione*

Sono disponibili sale prova motori per combustibili convenzionali e specifiche per combustibili gassosi nonché laboratori attrezzati per attività di indagine e diagnostica di processi chimico-fisici con apparecchiature laser. In particolare: - sale prova dinamiche con macchina asincrona da 250 kW (4000-12000) completa di banchi di analisi dei gas di scarico e di sistema di acquisizione ed analisi del ciclo di pressione e di altri parametri motoristici e da 315 kW (2000- 3500 giri/min), per prove secondo procedura ETC di motori heavy duty alimentati con combustibili gassosi, da completare; - quattro sale prova motori per prove in stazionario con sistemi di acquisizione e processamento dei dati; - due spettrofotometri a ramo aperto basati su LPP operanti nella banda Ultra-Violetta; - uno spettrofotometro a prismi sottili basato su LPP operante nella banda UV-VIS-NIR; - una configurazione sperimentale di sorgente di luce Vacuum UV basata su LPP da target gassoso; n.1 impianto per lo studio di atmosfere sintetiche e fumi di scarico diluiti di motori a c.i. .

#### *Tecniche di indagine*

Esecuzione di prove motoristiche, sia in stazionarie che in transitorio, secondo procedure normalizzate e non e successiva valutazione dei risultati sperimentali sulla base di confronti con le prescrizioni delle normative nazionale ed internazionale o con risultati accreditati dalla bibliografia specifica sull'argomento o con risultati relativi a soluzioni prese come termine di paragone. Misura dell'evoluzione della pressione e di altre grandezze in camera di combustione. Analisi termodinamica del ciclo di pressione mediante codici di calcolo zero, mono e pluridimensionali, attraverso software orientati alla simulazione dei processi che avvengono nel ciclo di funzionamento del motore, con validazione basata sulla sperimentazione su banco prova. Spettroscopia di estinzione (assorbimento + scattering) nelle bande UV, VIS e NIR; -Fisica



dell'interazione della radiazione UV, VIS e NIR con popolazioni di particelle di diverse composizioni chimiche (carboniose e inorganiche) e distribuzioni di dimensioni 0,001-10 micron; -Fisica dei plasmi prodotti da laser quali sorgenti luminose pulsate, puntiformi e a largo spettro.

#### *Tecnologie*

Le tecnologie di intervento riguardano il motopropulsore in generale nei suoi componenti meccanici ed elettronici di controllo e nei materiali utilizzati per alcuni specifici componenti. In particolare: - progettazione e modifica del sistema di combustione, del sistema di alimentazione e del sistema di trattamento dei gas di scarico; - progettazione e modifica di strategie di controllo e ottimizzazione del sistema di controllo del motopropulsore; algoritmi di inversione numerica di spettri di estinzione ottica con tecnica Non-Negative Least Squares, basati sulla conoscenza delle proprietà ottiche delle componenti particellari; -Algoritmi di inversione numerica di evoluzioni di spettri di estinzione con tecniche di Non- Negative Matrix Factorization, per la determinazione di tipologie e concentrazione di componenti gassose e particellari.

#### *Collaborazioni (partner e committenti)*

Saranno attive le seguenti collaborazioni: 1) Dell'Orto Spa Milano; 2)Dipartimento di Informatica e Sistemistica Università di Napoli Federico II; 3)Dipartimento di Informatica e Sistemistica II Università di Napoli; 3) Centro Ricerche FIAT, Orbassano Torino; 4) ETRA Rovereto (TN); 5) ECOCAT (ex KEMIRA) Finlandia; 6) British Columbia University Canada; 7) Università di Roma Torvergata Roma; 8)Istituto di Ricerche sulla Combustione del CNR; 9) Dip. Scienze Fisiche e Dipartimento di Ingegneria Chimica, Università 'Federico II'; 10) Piccole e Medie Imprese e-voluzione Srl del B.I.C. 'Città della Scienza', Bagnoli, ARTS Srl, PMI, Napoli Beta-system Srl, PMI, Napoli; 11) Morini Franco Motori; 12) IRISBUS Flumeri (AV);13)Dipartimento di Energetica del Politecnico di Milano;14) DIME Università di Napoli Federico II; 15) Dipartimento. Di Energetica Università di Genova.

#### *Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Partecipato ad una proposta di ricerca nell'ambito del VII P Q, con il coordinamento dell'Istituto Francese del Petrolio (IFP), inerente l'impiego di bio-etanolo e bio-butanolo, in quanto fonti di energia rinnovabili, come combustibili in motori ad A.C. E' in fase di studio un'altra possibile partnership in un progetto nell'ambito dello stesso VII PQ, in collaborazione con l'Università Federico II di Napoli, Dipartimento di Chimica Organica e Biochimica, inerente lo sfruttamento di scarti vegetali per la produzione di etanolo da impiegare come combustibile per autotrazione.

Sono in corso trattative per i seguenti contratti di ricerca: Alimentazione di motori light-duty ed heavy-duty con miscele gas naturale (GN) idrogeno; Sistemi innovativi di combustione per motori mixed fuel alimentati a GN. Verrà completato uno studio bibliografico sui bio-combustibili gassosi.

Proposta di ricerca per il bando ERC di imminente emanazione nell'ambito del 7PQ.

Partecipazione a progetti europei di interesse.

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

Gli obiettivi dell'attività della Commessa sono: la messa a punto di motori ad alta efficienza; la realizzazione di sistemi flessibili di attuazione delle valvole di aspirazione e scarico di MCI e dei relativi tools di controllo di basso e alto livello; la produzione delle conoscenze specifiche per lo sviluppo di motori alimentati a gas naturale a basso impatto ambientale ad elevata efficienza e bassa produzione di CO<sub>2</sub>; la correlazione quantitativa, in termini di composizione e concentrazione, delle emissioni gassose e particellari dai sistemi di combustione e degli inquinanti atmosferici primari e secondari; lo sviluppo di tecniche e sensori per il monitoraggio di sostanze inquinanti in tracce.

##### *Risultati attesi nell'anno*

Per il progetto FIRB, prima definizione della camera di combustione e della posizione ottimale dell'iniettore per motore monocilindro GDI. Per il progetto VVA, definizione della logica di controllo a stati finiti per gestire il funzionamento dell'attuatore elettromeccanico ed elettroidraulico.

Definizione e codifica di una procedura di invecchiamento veloce al banco di catalizzatori per motori heavy-duty alimentati a gas naturale e analisi dell'influenza dell'EGR su prestazioni ed emissioni. Nuove modalità di combustione per motori mixed fuel heavy-duty ad iniezione pilota ad accensione per compressione.

Progetto e realizzazione di una configurazione spettrofotometrica compatta e a basso costo.

Sviluppo in ambiente LabVIEW di una routine di acquisizione ed elaborazione automatica di dati spettrofotometrici.

Individuazione e analisi critica dei fattori di maggior peso che determinano l'efficienza di conversione energetica nei sistemi di propulsione attuali e di prossima generazione.

Dati di shadowgrafia e 2D-Rayleigh laser scattering (RLS) su getti supersonici e di simulazione di traiettorie ioniche nello spettrometro con geometrie di campo assegnate.



*Potenziale impiego  
- per processi produttivi*

I risultati delle attività di ricerca, sviluppata nell'ambito della Commessa, per quanto attiene lo sviluppo di motori alimentati a gas naturale, potranno essere utilizzati: dalle aziende produttrici di propulsori per autobus urbani e veicoli pesanti da trasporto, per pervenire ad automezzi con bassissime emissioni e elevati rendimenti; dalle stesse aziende di trasporto per contenere l'impatto ambientale e ridurre il consumo di combustibile convenzionale attuando trasformazioni degli automezzi attualmente in circolazione, eventualmente i più vecchi. Lo sviluppo di sistemi VVA con controllo elettronico avanzato potrà applicarsi alla realizzazione di motori DISI turbocompressi ad alta efficienza e basse emissioni di CO<sub>2</sub>, nonché di motori motociclistici con ridotti consumi in grado di superare le previste normative per le emissioni. Quanto ai sensori, essi sono applicabili ad azioni di monitoraggio su mezzi mobili e il know-how tecnologico può essere trasferito alle PMI, che hanno fiancheggiato le attività del loro sviluppo.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Le ricerche effettuate contribuiscono alla messa a punto di motori ad accensione comandata innovativi in grado di contenere i consumi nel rispetto delle più stringenti normative riguardanti le emissioni. Le conoscenze e le indicazioni prodotte potranno essere di supporto allo sviluppo di soluzioni ottimali sotto il profilo sia ecologico che energetico e quindi orientare la scelta verso mezzi di trasporto, che implementando le soluzioni individuate, comportino un minore impatto ambientale, soprattutto nelle aree urbane. Ciò consentirà di soddisfare la richiesta di mobilità con una minore esposizione delle persone ai rischi per la salute connessi ad un elevato tasso di inquinamento. Si contribuisce inoltre alla soluzione del problema, tuttora aperto, della relazione fra la natura delle emissioni da traffico autoveicolare, caratterizzate dai livelli di particolato progressivamente decrescenti dei propulsori di ultima generazione, e le concentrazioni eccessive (superamenti) di polveri sottili in aree urbane, mediante la diagnostica spettroscopica di composti molecolari e macromolecolari con elevata selettività e sensibilità.

**Moduli**

**Modulo:** Motori ad accensione comandata ad alta efficienza

**Istituto esecutore:** Istituto motori

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Motori a gas naturale a basso impatto ambientale ed elevato rendimento

**Istituto esecutore:** Istituto motori

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Analisi comparata e multispecie di scarichi di motori a c.i. e di inquinanti troposferici

**Istituto esecutore:** Istituto motori

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Sviluppo di sensori utilizzando sorgenti luminose LPP (Laser Produced Plasma) per l'analisi di inquinanti gassosi e particellari

**Istituto esecutore:** Istituto motori

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Sviluppo di competenze nel settore delle prove in transitorio su banco dinamico veloce

**Istituto esecutore:** Istituto motori

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
1.001	139	1.599	0	2.739	857	2.595	343	N.D.	3.939

valori in migliaia di euro



<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
<b>ricercatori</b>	<b>Totale</b>
10	19

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
<b>associato</b>	<b>dottorando</b>	<b>borsista</b>	<b>assegnista</b>	<b>specializzando</b>	<b>incaricato di ricerca</b>	<b>professore visitatore</b>	<b>collaboratore professionale</b>	<b>altro</b>	<b>Totale</b>
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
<b>tempo determinato</b>	<b>tempo indet</b>	<b>non di ruolo*</b>	<b>Totale</b>
3	1	5	9

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Propulsori avanzati ad accensione per compressione e combustibili dedicati

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Uso razionale dell'energia nei trasporti
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	NICOLA DEL GIACOMO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Albano Antonio	VI	Del Giacomo Nicola	II	Micera Francesco	III
Alovisi Giovanni	VII	Di Franco Alfredo	V	Migliaccio Marianna	III
Ammendola Mario	VII	Distratto Agostino	VI	Moccia Vincenzo	III
Barone Luana	VII	Esposito Corcione Giuseppe	VIII	Montella Salvatore	VIII
Beatrice Carlo	II	Finizio Gennaro	VI	Morra Anna Maria	VIII
Belardini Paola	I	Finizio Ugo	VII	Musella Costantino	IV
Branno Salvatore	VI	Giorgino Renato	VII	Rumolo Giuseppe	IV
Capaldi Pietro	III	Guarino Domenico	IX	Russo Giorgio	VII
Caruso Anna Maria	VII	Guido Chiara	III	Sannino Gennaro	IV
Castiello Anna	IV	Lazzaro Maurizio	III	Serpe Rosina	VII
Cestaro Gennaro	IV	Massoli Patrizio	I	Troise Giuseppe	VIII
D'Alessio Jacopo	III				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

La commessa indaga sulle possibilità che i motori ad accensione per compressione hanno di evolversi verso limiti di emissione prossimi allo zero elettrico equivalente, nonchè sull'utilizzo di accoppiamenti motore-qualità del combustibile innovativi. Sono analizzati i sistemi di combustione avanzati per motori ad accensione per compressione a norma Euro V e post EURO V, in particolare un sistema di combustione diesel a bassa temperatura (PCCI) e l'interazione tra motore e sistemi di post-trattamento. Lo sviluppo e l'implementazione di metodi diagnostici per la caratterizzazione fisica e chimica di nanoparticelle e la caratterizzazione delle emissioni di particolato è esaminato e contribuisce al raggiungimento dell'obiettivo suddetto.

Si continuerà lo sviluppo e l'implementazione di metodologie innovative di calcolo CFD in ambiente parallelo nel settore delle applicazioni su motori ad accensione per compressione tecnologicamente evoluti.

Si continuerà la ricerca sull'interazione motore combustibile con tecniche diagnostiche, al variare della formulazione del combustibile, (in particolare miscele di diesel e bio-derivati).

#### *Stato dell'arte*

Il miglioramento nel controllo delle emissioni fissato a livello Europeo appare particolarmente severo. Infatti bisogna osservare che, ipotizzando uno scenario che determini una ulteriore riduzione dei limiti delle emissioni inquinanti di NOx e Particolato (per i motori diesel), dell'ordine di percentuali superiori 70%, le motorizzazioni dovrebbero soddisfare limiti che sono prossimi agli equivalenti veicoli ad emissioni zero (EZEV). I propulsori destinati ai veicoli di classe più economica devono essere intrinsecamente meno inquinanti, indipendentemente da sistemi di post trattamento allo scarico, più o meno costosi. Le competenze presenti nella commessa consentono di anticipare le tendenze tecnologiche che vanno verso nuovi tipi di combustione. Inoltre a livello EU vi è una forte spinta all'uso di combustibili bioderivati e dell'idrogeno puro o miscelato con metano.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

La commessa intende proseguire nell'indagine della combustione diesel a bassa temperatura, con tre principali obiettivi che riguardano il miglioramento delle prestazioni ed emissioni nelle condizioni operative ove essa è fattibile, l'estendere le zone operative del motore in modalità LTC nel range di medio ed alto carico, nonché migliorare le caratteristiche di stabilità durante i transitori e nelle fasi di passaggio dalla modalità LTC alla diesel convenzionale e viceversa.

Sono previste anche applicazioni del codice di simulazione per lo studio e l'ottimizzazione di un sistema di combustione avanzato a bassa temperatura e sviluppo di schemi cinetici originali e dettagliati per la



simulazione del meccanismo di autoaccensione di moderni gasoli, in condizioni di combustione convenzionali e alternative.

*Punti critici e azioni da svolgere*

I principali punti critici rimangono l'acquisizione delle risorse umane necessarie alla copertura dei diversi task dei moduli. Altro punto critico è l'impossibilità di accedere a finanziamenti strutturali significativi per il rinnovo di strumentazioni ed impianti obsoleti che inficiano la l'adeguatezza dell'analisi sperimentale ai motori di moderna generazione

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

La Commessa nasce intorno al known-how continuamente implementato e rinnovato, presso l'Istituto Motori, nel settore della combustione, della sua interazione con la qualità del combustibile e dello sviluppo di tecniche diagnostiche. In particolare, i gruppi di ricerca dell'IM che attuano i vari moduli della commessa hanno maturato specifiche competenze sia sulle tecniche di modellazione avanzate dei processi, che sui meccanismi di sintesi dei modelli complessi per il controllo motore.

Inoltre, nel corso degli anni, sono state sviluppate tecniche di diagnostica specifiche per indagini in motori diesel prototipo nonché competenze progettuali per la realizzazione di prototipi monocilindrici di sistemi di combustione innovativi.

*Strumentazione*

I laboratori dell'IM che sono utilizzati per l'implementazione dei vari moduli comprendono cinque sale prova attrezzate per ricerche sperimentali su motori ad accensione per compressione, con diverso livello di specializzazione, che consentono sia analisi di dettaglio di fenomenologie di combustione su prototipi accessibili otticamente che prove di sintesi su prototipi di motore pluricilindrico completi. La commessa si serve anche di laboratori specifici dedicati per prove su combustibili di diversa natura e per la comprensione dei meccanismi fondamentali di generazione delle specie inquinanti. Infine è stato sviluppato un sistema di calcolo parallelo basato su di un cluster a 16 nodi ed è stato poi implementato il relativo software specifico per studi di simulazione numerica parallela di fenomenologie di combustione con cinetica chimica dettagliata in ambiente CFD.

*Tecniche di indagine*

Tra le diverse metodologie di indagine avanzate per lo studio di sistemi di combustione innovativi per motori ad accensione per compressione, deve evidenziarsi l'approccio integrato che prevede, a partire dalla modellazione dettagliata dei fenomeni, la sua validazione con esperimenti caratteristici fino alla sintesi delle strategie di controllo su prototipi preindustriali. Questo schema corrisponde alla moderna concezione della ricerca avanzata nel settore motoristico in cui la ricerca conoscitiva sui fenomeni, già in fase di esecuzione, si integra con interventi applicativi sui sistemi reali determinandone tra l'altro le strategie di implementazione.

*Tecnologie*

In base a quanto detto, le diverse tecnologie già disponibili o messe a punto specificamente nel corso dei lavori della commessa sono integrate in maniera sinergica per il conseguimento degli obiettivi. In particolare si vogliono evidenziare le seguenti metodologie :

-Simulazione integrata 1D - 3D di sistemi di combustione innovativa mediante l'uso di calcolo parallelo e meccanismi cinetici dettagliati.

-Sviluppo di tecniche ottiche per la caratterizzazione avanzata dei gas di scarico da sistemi di combustione a bassa temperatura.

-Accoppiamento della sperimentazione su prototipi monocilindrici e pluricilindrici per la definizione dei parametri operativi del motore da sviluppare per il conseguimento dei limiti EURO VI sulle emissioni.

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Istituto per l'energetica e le interfasi IENI Padova - Istituto Ricerche  
Combustione IRC CNR Napoli. - ITAE CNR Messina - ICAR CNR Napoli- DIC  
Università Federico II. - DIME Università Federico II. - Centro Ricerche  
FIAT. - ENI Tecnologie. - Bosch Germania. - Daimler  
Crysler Germania. - IFP Francia. - VTT Finlandia. - Wartsila Corporation  
Finlandia - FEV Germania - AVL Austria.

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Si cercherà di inserirsi nelle seconde calls del Settimo programma Quadro UE, sfruttando le sinergie che si hanno nell'ambito dell'associazione EARPA dei centri di ricerca automotive europei. Inoltre sarà prestata più attenzione alle possibili fonti di finanziamento nazionali e regionali.



**Finalità**

**Obiettivi**

I principali obiettivi specifici della commessa possono quindi così sintetizzarsi : - Analisi ed implementazione delle diverse tecnologie di combustione per motori m.c.i. 'near Zero emission'. - Definizione di metodologie innovative per lo studio delle emissioni non regolate - Definizione di metodologie innovative di diagnostica dei processi di combustione - Realizzazioni prototipali di sintesi del progetto.

**Risultati attesi nell'anno**

Ulteriore approfondimento del controllo della combustione LTC nei motori diesel LD sia in condizioni stazionarie che transitorie ed estensione dell'applicabilità della combustione LTC alle zone a medio ed alto carico; Identificazione di un nuovo layout 'raffreddato' del sistema di ricircolo EGR a bassa pressione. Caratterizzazione dell'effetto dell'impiego dei biocombustibili su motori avanzati; Completamento di un database sperimentale-numerico da supporto alle attività di simulazione numerica multidimensionale, attraverso la sperimentazione su motore da ricerca e simulazione monodimensionale;

Nel corso del 2008 si svilupperà la cinetica chimica dell'n-eptano sia in condizioni di combustione convenzionale, che in condizione di combustione a bassa temperatura; si cercherà di ottimizzare i solvers e di estendere la simulazione di flussi reattivi in ambienti di calcolo per griglie computazionali (sistemi GRID computing).

**Potenziale impiego**

**- per processi produttivi**

L'impiego potenziale per processi produttivi riguarda le seguenti tipologie di prodotto :

- Motori innovativi

- Sviluppo Metodologie Teorico Sperimentali

**- per risposte a bisogni individuali e collettivi**

Generalmente questo tipo di ricerca, se di successo, consente di :

- Aumentare la competitività dell' Industria Nazionale

- Ridurre l'inquinamento ambientale ed i consumi di energia.

**Moduli**

<b>Modulo:</b>	Sviluppo di sistemi di combustione avanzati per m.c.i. ad accensione per compressione
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto
<b>Modulo:</b>	Analisi con modellistica CFD avanzata e cinetica chimica di dettaglio per sistemi di combustione innovativi
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto
<b>Modulo:</b>	Qualificazione sperimentale di combustibili innovativi per motori ed impianti stazionari
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto
<b>Modulo:</b>	Caratterizzazione delle emissioni di particolato da motori diesel avanzati ( EURO V e EURO VI): applicazione di tecniche diagnostiche di LII e CRDS
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto
<b>Modulo:</b>	Sviluppo di soluzioni motoristiche hi-performance estendibili ai settori marino ed aeronautico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto



**Modulo:** Sviluppo competenze per la misura dei parametri motoristici ed il controllo del motore.

**Istituto esecutore:** Istituto motori

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

*Risorse commessa 2008*

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
684	127	505	0	1.316	149	781	299	N.D.	1.764

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
8	14

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
1	0	0	2	0	0	0	0	3	6

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
2	4	4	10

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Sviluppo del sistema di combustione di motori Diesel iniezione diretta non-road ad elevate prestazioni con particolare riferimento al processo di formazione della miscela

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Uso razionale dell'energia nei trasporti
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	GERARDO VALENTINO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Albano Antonio	VI	Di Franco Alfredo	V	Morra Anna Maria	VIII
Allocca Luigi	II	Distratto Agostino	VI	Musella Costantino	IV
Ammendola Mario	VII	Esposito Corcione Felice	I	Rumolo Giuseppe	IV
Auriemma Maddalena	III	Finizio Gennaro	VI	Russo Giorgio	VII
Barone Luana	VII	Finizio Ugo	VII	Sannino Gennaro	IV
Branno Salvatore	VI	Giorgino Renato	VII	Serpe Rosina	VII
Caruso Anna Maria	VII	Guarino Domenico	IX	Sgammato Bruno	VI
Castiello Anna	IV	Mazzei Alfredo	VI	Siano Daniela	III
Cestaro Gennaro	IV	Micera Francesco	III	Troise Giuseppe	VIII
Costa Michela	III	Montella Salvatore	VIII	Valentino Gerardo	I

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Diagnostica avanzata e modellistica di simulazione dei sistemi di combustione per motori Diesel ad iniezione diretta con le seguenti problematiche tecnico-scientifiche:

1. Fluidodinamica del sistema di aspirazione (misura dei coefficienti d'efflusso, swirl e tumble) e del cilindro motore con l'utilizzo di tecniche di diagnostica ottica ad elevata risoluzione spaziale e temporale in motori con accesso ottico (Laser Doppler Anemometry (LDA), Particle Image Velocimetry (PIV));
2. Atomizzazione dello spray e influenza della struttura del moto d'aria sull'evoluzione del getto di combustibile in condizioni di densità e temperatura simili a quelle motoristiche mediante l'impiego di tecniche non intrusive (PDPA, Imaging, PIV);
3. Combustione, formazione delle specie inquinanti e analisi acustica.

#### *Stato dell'arte*

L'evoluzione dei sistemi di propulsione, con la diffusione nel settore della trazione commerciale, marina e veicolare, del sistema d'iniezione common rail, ha consentito ai tradizionali propulsori sensibili vantaggi sul fronte dei consumi e delle emissioni. Tali sistemi, che negli ultimi anni sono stati introdotti anche nel campo della trazione pesante per campi di potenza elevati (<2MW per autocarri e motrici ferroviarie) sono caratterizzati da una elevata pressione di combustione associata ad una elevata pressione d'iniezione e atomizzazione del combustibile con un'elevata dinamica dell'intero equipaggio mobile dell'elettro-iniettore, tale da consentire iniezioni multiple nel ciclo motore. Malgrado i notevoli risultati conseguiti, ad oggi è fondamentale esplorare la conoscenza teorica e la verifica sperimentale dei processi fisico-chimici quali la fluidodinamica dell'aria all'alimentazione e nel cilindro, le strategie di iniezione, la formazione della miscela, l'evaporazione e l'accendibilità del combustibile preposti all'efficienza della combustione e alla emissione delle specie gassose, dei particolati e del rumore.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Le attività che si intende svolgere nel corso del 2008 sono le seguenti:

1. Ottimizzazione delle prestazioni e delle emissioni inquinanti di un motore diesel i.d. 'heavy duty' per applicazioni marine/veicolari equipaggiato con sistema di iniezione common rail di ultima generazione. I dati rilevati al banco prova motore forniranno il data base per la simulazione numerica (STAR-CD, KIVA-3V) per ridurre le emissioni alle principali condizioni operative del motore.
2. Sperimentazione su un motore Diesel iniezione diretta, singolo cilindro, di miscele di biodiesel al fine di approfondire gli aspetti ambientali e gli effetti della composizione sulla prestazioni del motore e sulle emissioni. Sarà effettuata un'analisi numerica abbinando il codice GT-POWER ad uno di ottimizzazione che consentirà di ottimizzare prestazioni, consumi, ed emissioni inquinanti ed acustiche.
3. Analisi fluidodinamica mediante prove in flusso steady-state e codice monodimensionale (GT-POWER, Diesel-RK) per ottimizzare l'incrocio valvolare e l'efficienza volumetrica di un motore diesel 'heavy duty' della Isotta Fraschini Motori equipaggiato con un sistema d'iniezione common rail ad alta pressione del tipo multi-injectio

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

La peculiarità delle attività da svolgere richiede una disponibilità di risorse umane (ricercatore, collaboratore tecnico professionale) e la tempestiva assegnazione dei finanziamenti.

#### *Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

La commessa si avvale di competenze integrate numerico/sperimentali nei settori della fluidodinamica e dell'acustica del sistema di combustione, della termofluidodinamica dei getti di combustibili e della formazione delle specie inquinanti nei m.c.i. mediante l'ausilio di codici di simulazione numerica mono e multi-dimensionali, tecniche di diagnostica ottica avanzata ad elevata risoluzione spaziale e temporale, elettronica di controllo dei sistemi di iniezione innovativi ad alta pressione.

#### *Strumentazione*

La strumentazione attualmente in dotazione comprende tre banchi prova motori con sistemi avanzati di acquisizione dati, motori ad accesso ottico completamente strumentati per studi di fluidodinamica e formazione della miscela, un banco prova con camera a pressione e temperatura controllata per lo studio dei getti di combustibile e un cluster di computer Linux con 5 nodi.

#### *Tecniche di indagine*

- Anemometria Laser Doppler 2-componenti per misure puntuali di velocità di fluidi.
- Velocimetria laser per immagini (PIV-2D) comprendente un laser a doppio impulso Nd:YAG, una telecamera CCD ad elevata risoluzione spaziale del tipo 'frame straddling' con software di acquisizione e post-processamento.
- Phase Doppler Particle Analyzer per misure di dimensioni di gocce.
- Sistema per la misura della portata istantanea di combustibile.
- Sistema di Imaging per la caratterizzazione di getti di combustibile in condizioni evaporanti e non.
- Sistema per il rilievo della pressione sonora (SPL) e Intensimetria acustica.

#### *Tecnologie*

I risultati e le tecnologie da implementare si finalizzano al controllo del processo di combustione, mediante strategie d'iniezione multipla con sistemi d'iniezione ad alta pressione (common rail), per ottimizzare le prestazioni e ridurre le emissioni inquinanti di motori diesel 'heavy duty' nel campo della trazione pesante e nelle applicazioni marine.



*Collaborazioni (partner e committenti)*

La complessa natura dei fenomeni fisico-chimici dei motori a combustione interna e l'ottimizzazione delle performance dei sistemi di propulsione richiedono competenze multidisciplinari. Pertanto, per il futuro si prevedono collaborazioni con altre Commesse e/o Istituti CNR, Dipartimenti Universitari e Aziende del Settore oltre a quelli già attivati con:

- Isotta Fraschini Motori, BARI
- DIMEC, Università di Modena e Reggio Emilia, MODENA
- Chalmers University of Technology, Goteberg, Sweden
- Lombardini Motori, Reggio Emilia
- ELASIS, Pomigliano d'Arco
- Università di Napoli 'Federico II', DIME
- Engine Research Center, University of Wisconsin, Madison, USA
- Istanbul Technical University, Istanbul - Turchia
- Università di Napoli 'Federico II', DPA

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Sono in corso negoziazioni per l'attivazione di contratti di ricerca con Lombardini Motori, Isotta Fraschini Motori, RedOil e con Dipartimenti Universitari (DIMEC Modena, DIME Napoli) per partecipare a bandi per progetti nazionali e regionali.

**Finalità**

*Obiettivi*

I principali obiettivi che la commessa si propone di conseguire sono l'approfondimento del know-how nell'analisi dei processi dei m.c.i. e delle modalità di controllo della combustione per contribuire allo sviluppo di motori sovralimentati diesel ad elevate prestazioni e basse emissioni inquinanti.

In particolare, si intende esplorare l'interazione del getto di combustibile con la struttura del moto d'aria presente nel cilindro motore e il suo impatto sul sistema di combustione e le modalità di controllo dell'iniezione sull'efficienza del processo di combustione, mediante attività integrate numerico/sperimentali.

I risultati conseguiti produrranno un database sperimentale per la convalida dei modelli di atomizzazione, evaporazione e combustione per codici di calcolo multi-dimensionali con trasferimento di know-how nel settore dei motori 'heavy duty'.

*Risultati attesi nell'anno*

Si indagherà sui parametri di controllo della combustione per garantire elevate prestazioni motoristiche e basse emissioni inquinanti su un motore diesel 'heavy duty' per applicazioni veicolari. Sarà impiegata la simulazione numerica (STAR-CD, KIVA-3V) con il feed-back sui dati sperimentali acquisiti al banco prova con l'obiettivo di ottimizzare il sistema di combustione e soddisfare la normativa 2004/26/EC per i motori no-road.

L'attività di caratterizzazione delle prestazioni e delle emissioni inquinanti e acustiche, sul monocilindrico diesel i.d., consentirà di valutare l'effetto sulle emissioni sonore puntuali e globali. L'analisi numerica sarà effettuata accoppiando un codice 1D (GT-POWER) ad uno di ottimizzazione, al fine di trovare il miglior compromesso tra prestazioni, emissioni inquinanti ed acustiche.

L'esame delle previsioni prestazionali del motore IFM1712 mediante sperimentazione, su banco a flusso 'steady state' per stimare Cd e Swirl, e simulazione numerica 1D (GT-POWER, Diesel-RK) perseguirà l'obiettivo di migliorare l'efficienza volumetrica con l'ottimizzazione dell'incrocio valvolare e della geometria della camera di combustione.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

La finalità delle attività è quella di contribuire allo sviluppo di:

1. Motori ad alte prestazioni e basse emissioni inquinanti mediante un impiego razionale dell'energia

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Riduzione dell'impatto ambientale ed uso razionale delle fonti energetiche nella trazione pesante e marina.

**Moduli**

**Modulo:** Diagnostica avanzata e modellistica di simulazione della formazione della miscela aria-combustibile per motori diesel 'heavy duty' ad iniezione diretta

**Istituto esecutore:** Istituto motori

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto



**Modulo:** Sviluppo competenze per la diagnostica di getti in condizioni evaporanti in presenza di moto d'aria  
**Istituto esecutore:** Istituto motori  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

*Risorse commessa 2008*

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
353	52	378	0	783	127	557	128	N.D.	1.038

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
3	6

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
1	0	0	1	0	0	0	0	0	2

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
1	2	3	6

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Produzione di combustibili alternativi per autotrazione

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Uso razionale dell'energia nei trasporti
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto tecnologie avanzate per l'energia "Nicola Giordano"
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	FRANCESCO FRUSTERI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Bottari Maria	VI	Di Leonardo Raffaele	V	Grave' Patrizia	VII
Cacciola Gaetano	I	Di Salvo Carmelo	V	Mezzapica Aldo	V
Campanella Clara	VII	Frusteri Francesco	II		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Studio di sistemi catalitici innovativi per la produzione di benzine sintetiche da fonti energetiche di natura rinnovabile.

• Sviluppo di catalizzatori strutturati e di sistemi catalitici bi-funzionali attivi nel processo di produzione di DME da carbone;

Sviluppo dicatalizzatori solidi superacidi per la produzione di additivi ossigenati per diesel

-Sviluppo di sistemi catalitici per la produzione di bio-combustibili da Glicerolo;

Sviluppo di sistemi catalitici per la produzione di bio-combustibili da oli di pirolisi di biomasse " processo di Hydrotreating"

#### *Stato dell'arte*

Nel settore dei combustibili la ricerca è rivolta principalmente allo studio di sistemi che valorizzino l'impiego di fonti energetiche rinnovabili, vedi biomasse, con produzione di bio-combustibili, e fossili alternativi al petrolio (gas naturale e carbone) per la produzione di benzine sintetiche esenti da zolfo e aromatici.

La Comunità Europea, al fine di ridurre il consumo di petrolio e contenere l'effetto serra è molto interessata a promuovere iniziative scientifiche in questi settori.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

L'attività che verrà svolta nel 2008 riguarderà:

1. Preparazione di nuovi catalizzatori a base di Fe resistenti meccanicamente da utilizzare nella sintesi di benzine sintetiche in reattore slurry.
2. Preparazione di catalizzatori bifunzionali utilizzando polimeri superacidi per la conversione di gas di sintesi contenenti CO<sub>2</sub> in DME (combustibile diesel)
3. Sviluppo di catalizzatori per la conversione di bioalcoli in additivi ossigenati per motori diesel
4. Sviluppo di catalizzatori e sistemi per la conversione della glicerina in composti utilizzabili come combustibili per autotrazione
5. Sviluppo di catalizzatori di Hydrotreating per la produzione di bio-combustibili da oli di Pirolisi



*Punti critici e azioni da svolgere*

**Azioni:**

Messa a punti di impianti e sistemi di analisi per i test catalitici in fase liquida

Acquisto nuovo gas-cromatografo per analisi on-line

Formazione del personale mediante corsi specifici e stage all'estero. Nuovi contatti con industrie nazionale operanti nel settore dei combustibili liquidi per autotrazione.

Punti critici: la ricerca in oggetto si prefigge obiettivi a medio-lungo termine e pertanto richiede la disponibilità di unità di personale stabile.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Le competenze possedute dai partecipanti alla commessa possono essere così descritte:

Studi fondamentali e reazioni "modello"; Studi di cinetica applicata; Individuazione ed ottimizzazione di nuove tecniche sperimentali in catalisi; Studi di meccanismi di reazione, Progettazione, preparazione e studio di sistemi catalitici polifunzionali; Sintesi di intermedi liquidi

ossigenati mediante processi catalitici a due stadi; Sviluppo di catalizzatori solidi superacidi per la produzione di additivi ossigenati per combustibili diesel; Produzione di benzine sintetiche mediante processo GTL; produzione di DME (di-metil-etero) da gas di sintesi contenenti CO<sub>2</sub>.

*Strumentazione*

-Gascromatografi per analisi on-line di miscele gassose;

-Impianti di laboratorio per la conduzione di reazioni catalitiche sia in fase eterogenee (reattore a letto fisso) che omogenee (reattore batch);

-Impianto operante a temperatura programmata (TPR, TPD, TPO, ecc...) dotato di sistema GC-QMS per lo studio delle proprietà chimico-fisiche di catalizzatori solidi.

*Tecniche di indagine*

Nell'ambito della commessa in oggetto, oltre alla strumentazione indicata nella sezione precedente, vengono utilizzate una serie di apparecchiature in dotazione dell'Istituto per la caratterizzazione sia in bulk che di superficie di materiali catalitici oggetto di studio. In particolare Le

tecniche di indagine più frequentemente utilizzate per la comprensione dei fenomeni catalitici sono le seguenti: Microscopia a Trasmissione (TEM- EDAX), microscopia a Scansione (SEM-EDAX), analisi elementare - XRF e CHNSO; Diffrazione a raggi X, B.E.T., Surface Area, Analisi Termica mediante TGA-DSC, Analisi di superficie mediante XPS, ecc.

*Tecnologie*

Tecnologie Industriali relative a processi e sistemi catalitici per la produzione di combustibili.

-Preparazione di catalizzatori mediante impregnazione umida, precipitazione, combustione, sputtering, con ultrasuoni ecc..

- Test catalitici in impianti operanti a pressione (1-40 bar) e temperatura (0- 900 C) in reattori a letto fisso e batch;

-Caratterizzazione chimico fisica dei catalizzatori "fresh" e "used" mediante varie tecniche strumentali di bulk e superficie.

*Collaborazioni (partner e committenti)*

L'attività scientifica in oggetto è di natura multidisciplinare e pertanto è basata sugli scambi di conoscenze specifiche tra diverse strutture scientifiche. Le collaborazioni in atto sono con

Università italiane ed estere (Milano, Karlsruhe, etc..), industrie interessate alla produzione di catalizzatori (Sud Chemie, Solvay) e combustibili (ENI), enti pubblici di ricerca internazionali (BIC, CSIC etc...) interessati allo sviluppo di materiali innovativi.

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

E' stata presentata una proposta nell'ambito del PRIN2007 per lo sviluppo di sistemi catalitici per il processo GTL "produzione di benzine sintetiche da biomasse"

E' in fase di definizione un contratto con l'ENI -R&M per lo sviluppo di catalizzatori di Hydrotreating per la produzione di bio-combustibili da oli di pirolisi di biomasse.

E' in fase di rinnovo un contratto con la Solvay Solexis per lo sviluppo di catalizzatori polimerici superacidi (sistemi HYFLON/Ceria)



### **Finalità**

#### **Obiettivi**

Gli obiettivi principali si possono riassumere come segue: -Sviluppo di sistemi catalitici per la produzione di benzine sintetiche pulite - Sviluppo di catalizzatori bifunzionali per la produzione di DME da gas di sintesi -Sviluppo di sistemi catalitici per la produzione di additivi ossigenati a partire da bio-alcoli -Sviluppo di catalizzatori e processi innovativi di desulfurazione di combustibili fossili.

#### **Risultati attesi nell'anno**

Individuazione di sistemi catalitici attivi, selettivi e stabili per la produzione di benzine sintetiche pulite.

- Preparazione di catalizzatori strutturati e sviluppo di sistemi catalitici bi-funzionali attivi nel processo di produzione di DME
- Sviluppo di catalizzatori superacidi a base di polimeri sulfonati-fluorurati nel processo di produzione di additivi ossigenati da bioalcoli;
- Screening di catalizzatori attivi nella reazione di eterificazione di Glicerolo a composti ossigenati da utilizzare come additivi pre Diesel;
- Screening di catalizzatori di Hydrotreating per la produzione di biocombustibili da oli di pirolisi di biomasse.

#### **Potenziale impiego**

##### **- per processi produttivi**

Catalizzatori FT a base di Fe per la produzione di benzine sintetiche senza zolfo e aromatici a partire da gas di sintesi contenenti CO<sub>2</sub>;

Catalizzatori solidi superacidi per la produzione di additivi ossigenati per combustibile diesel ottenuti mediante conversione del bio-etanolo.

Catalizzatori bifunzionali per la produzione diretta di DME (combustibile diesel) da gas di sintesi contenente CO<sub>2</sub>.

##### **- per risposte a bisogni individuali e collettivi**

Utilizzo di risorse energetiche alternative al petrolio (metano, carbone, biomassa) per la produzione di combustibili puliti. Riduzione di inquinanti da autoveicoli mediante impiego di combustibili puliti.

Riduzione dell'immissione di CO<sub>2</sub> in atmosfera per impiego di bio-combustibili.

### **Moduli**

**Modulo:** Produzione di combustibili alternativi per autotrazione  
**Istituto esecutore:** Istituto tecnologie avanzate per l'energia 'Nicola Giordano'  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Sviluppo competenze per produzione di combustibili alternativi per autotrazione  
**Istituto esecutore:** Istituto tecnologie avanzate per l'energia 'Nicola Giordano'  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

### **Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
156	6	50	0	212	7	63	27	N.D.	246

valori in migliaia di euro

<b>Unità di personale di ruolo*</b>	
ricercatori	Totale
1	3

\*equivalente tempo pieno



<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	0	0	2	0	0	0	0	1	3

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
12	0	1	13

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Combustione a basse emissioni e stabile per propulsori aerospaziali e turbine industriali

### Dati generali

<b>Progetto:</b>	Uso razionale dell'energia nei trasporti
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	PATRIZIO MASSOLI

### Elenco dei partecipanti

Albano Antonio	liv. VI	Costa Michela	liv. III	Micera Francesco	liv. III
Ammendola Mario	VII	D'Alessio Jacopo	III	Montella Salvatore	VIII
Barone Luana	VII	Del Giacomo Nicola	II	Morra Anna Maria	VIII
Belardini Paola	I	Di Franco Alfredo	V	Musella Costantino	IV
Branno Salvatore	VI	Distratto Agostino	VI	Rumolo Giuseppe	IV
Calabria Raffaella	II	Finizio Gennaro	VI	Russo Giorgio	VII
Caruso Anna Maria	VII	Finizio Ugo	VII	Sannino Gennaro	IV
Castiello Anna	IV	Giorgino Renato	VII	Serpe Rosina	VII
Cestaro Gennaro	IV	Guarino Domenico	IX	Troise Giuseppe	VIII
Chiariello Fabio	III	Massoli Patrizio	I		

### Temi

#### Tematiche di ricerca

- Caratterizzazione e controllo attivo delle instabilità termoacustiche (humming) in camere di combustione di turbine: diagnostica laser di spray, gocce, e particolato submicronico; tecniche di fluorescenza e di emissione per la caratterizzazione del rapporto FAR locale, del fronte di fiamma e dello sviluppo di instabilità; modellistica termofluidodinamica; modellistica di cinetica chimica; definizione di funzioni di trasferimento e sviluppo di modelli di controllo attivo.

- Diagnostica ottica di gocce e spray in condizioni instazionarie in motori a c.i. ed in sistemi di laboratorio in condizioni controllate di pressione e temperatura: sviluppo di tecniche laser di scattering elastico per la determinazione di dimensioni, velocità, temperatura e composizione di gocce e spray in regimi isotermi, evaporativi e di combustione; combustione di combustibili liquidi da biomasse e di emulsioni e caratterizzazione dei principali fenomeni (swelling, microesplosioni, formazione di residuo solido); influenza della composizione dei combustibili e delle proprietà delle emulsioni sulle caratteristiche di combustione.

#### Stato dell'arte

Il superamento del trade-off efficienza/NOx è il punto critico per lo sviluppo di camere combustione per motori aeronautici e turbine industriali. L'impiego della combustione premiscelata magra può superare tale impasse sebbene sia caratterizzata da condizioni di funzionamento ottimali limitate e, perciò, presenti problemi di emissioni di CO<sub>2</sub>, stabilità, spegnimento, e pulsazioni termoacustiche. Le principali aziende e laboratori del settore sono impegnati nello sviluppo di tale tecnica di combustione e dei sistemi di controllo attivo per la soppressione delle instabilità in essa insite.

La diagnostica ottica è un potente mezzo per lo studio della combustione e dei relativi fenomeni fisico-chimici. Tuttavia l'applicazione di tali tecniche, sebbene ordinaria, è spesso impropria e può condurre a risultati eccessivamente qualitativi se non erranei. Pertanto, lo sviluppo di tecniche ottiche, in grado di fornire dati sperimentali affidabili, è uno dei temi di rilievo affrontati attualmente nei laboratori internazionali del settore e rappresenta uno degli strumenti basilari per la progettazione di sistemi di combustione avanzati e lo studio di combustibili innovativi.

### Azioni

#### Attività da svolgere

Acquisizione ed installazione di una microturbina a gas. Si inizierà, inoltre, la sua caratterizzazione per consentire un utilizzo ottimale di combustibili liquidi alternativi/rinnovabili.

Completamento del reattore in flusso per lo studio dell'evaporazione e combustione di combustibili sintetici, bio-oli ed emulsioni.

Studio dell'evaporazione e combustione di gocce e spray mediante l'applicazione della tecnica laser GSIV, tecniche di fluorescenza e di shadowgrafia.

Sviluppo di tecniche di scattering elastico di luce laser per la caratterizzazione di gocce e spray.



*Punti critici e azioni da svolgere*

Acquisizione delle risorse umane ed economiche, attualmente preventivate, necessarie allo svolgimento delle attività previste: proposizione di progetti nazionali ed internazionali.

Acquisizione/approvvigionamento di combustibili innovativi di ultima generazione: proposizione di collaborazione con aziende e centri di ricerca del settore.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

- Sviluppo ed applicazione di tecniche di diagnostica ottica per la caratterizzazione di particelle e specie gassose (diffusione elastica di luce da particelle solide e da goccioline liquide; spettroscopia di assorbimento di specie gassose e di nanoparticelle, fluorescenza);
- Combustione di combustibili fossili, riformulati ed alternativi da biomasse, a pressione tipiche di motori e turbine;
- Formazione di particolato carbonioso submicronico e di particelle nanometriche prodotte ad alta temperatura e pressione;
- Levitazione ed intrappolamento ottico di particelle;
- Sviluppo di strategie di controllo motore a combustione interna e loro prototipazione rapida
- Sviluppo di componentistica avanzata per motori a combustione interna

*Strumentazione*

- Sorgenti laser continue ioni Ar<sup>+</sup>;
- Sorgente laser quasi continua CO<sub>2</sub>;
- Sorgente laser pulsata di tipo Nd-YAG;
- CCD per imaging ad alta risoluzione;
- CCD intensificata per imaging ad alta risoluzione;
- Spettrofotometri;
- Transient recoder;
- Impianto per lo studio della combustione di singole gocce a pressioni fino a 100 bar;
- Impianto per la levitazione ed intrappolamento ottico di particelle;
- Impianto per lo studio della combustione di spray in regime termico controllato.

*Tecniche di indagine*

Le attività si basano sull'utilizzo di sistemi controllati in termini di temperatura e pressione. Le metodologie impiegate sono:

- Diffusione elastica di luce per la caratterizzazione fisica, chimica e fluidodinamica degli spray ed insiemi di particelle; il gruppo proponente ha sviluppato tecniche di diagnostica ottica originali. Tra queste la tecnica GSI-V;
- Diffusione anelastica e spettroscopia di assorbimento di luce per il riconoscimento di specie chimiche;
- Levitazione ed intrappolamento ottico;
- Indagine sperimentale/numerica del sistema motore per lo sviluppo di modelli per applicazioni controllistiche

*Tecnologie*

- Modellazione numerica della diffusione elastica di luce da particelle omogenee al variare delle proprietà fisiche e chimiche.
- Modellazione numerica della diffusione elastica di luce da particelle inomogenee;
- Modellazione 0D per lo sviluppo delle leggi di controllo
- Modellazione 1D per la simulazione di motore a combustione interna.

*Collaborazioni (partner e committenti)*

AVIO Spa; Turbec SpA; CIRA (Centro Italiano Ricerche Aerospaziali); Ansaldo Ricerche srl; TSI Inc., Minneapolis, USA; Combustion Centre Università di Lund (Svezia); Istituto di Termodinamica Aerospaziale (ITLR) Università di Stoccarda; MARS (Centro Ricerche Spaziali e Microgravità) Napoli; School of Engineering, Faculty of Science and Engineering, Università di Brighton; Centro Tedesco per le ricerche Aerospaziale (DLR) di Stoccarda; IRC-CNR; IENI-CNR; ENEA; Dip. Ing. Meccanica, Università Federico II, Napoli; Dip. Ing. Chimica, Università Federico II, Napoli; Dip. Ing. e Scienze dello Spazio, Università Federico II, Napoli; Dip. Ing. Meccanica, Università di Firenze; VTT Energy, Helsinki, Finlandia; Neste Oy, Porvoo, Finlandia; CSGI (Centro Sistemi Grandi Interfasi) centro ricerca interdipartimentale, Università di Firenze.



*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

- Finanziamento del Ministero Sviluppo Economico
- Proposta Progetto nell'ambito del Programma Nazionale Ricerca coordinato da AVIO SpA
- Proposta progetto nell'ambito del Programma Nazionale Ricerca coordinato da TURBEC SpA
- Proposta progetto UE nell'ambito del VII Programma Quadro
- Finanziamento Progetto con il Centro Italiano Ricerche Aerospaziali

**Finalità**

*Obiettivi*

- Sviluppo di tecniche diagnostiche avanzate per la caratterizzazione delle instabilità di combustione e delle emissioni.
- Definizione di schemi di controllo e individuazione di possibili strategie di controllo attivo delle instabilità di combustione.
- Definizione delle condizioni ottimali per l'utilizzo di combustibili liquidi sintetici e da biomasse in turbine industriali e motori aeronautici.
- Sviluppo tecniche diagnostiche quantitative per la caratterizzazione di sistemi multifasici.
- Sviluppo tecniche diagnostiche quantitative per lo studio dei processi chimico-fisici della combustione e delle relative emissioni
- Database delle proprietà di combustione di combustibili sintetici e rinnovabili.
- Definizione di modelli semiempirici della combustione di combustibili liquidi sintetici e da biomasse a pressioni e temperature tipiche di camere di combustione per turbine.

*Risultati attesi nell'anno*

- Brevetto
- Pubblicazioni
- Acquisizione ed installazione di una microturbina a gas commerciale.
- Reattore in flusso completato della relativa diagnostica per lo studio dell'evaporazione e della combustione di sprays in condizioni controllate di temperatura e pressione.
- Caratterizzazione di sprays mediante la tecnica laser GSIV.
- Sviluppo della tecnica GSIV per lo studio di liquidi bifasici complessi.
- Burning ed evaporation rate di combustibili sintetici, oli vegetali puri e di emulsioni.
- Messa a punto di un sistema automatico di analisi di immagini per la caratterizzazione di gocce e sprays.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

- Schemi di controllo attivo della combustione in camere di combustione ad alta efficienza e basse emissioni per motori aeronautici e turbine industriali;
- Sviluppo di sistemi di iniezione di combustibile per la soppressione delle instabilità di fiamma;
- Sviluppo di tecniche ottiche e strumentazione per lo studio e caratterizzazione della combustione;
- Ottimizzazione della combustione in turbine di combustibili liquidi standard, da biomasse ed emulsioni.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

- Propulsione aeronautica e generazione di energia elettrica più efficiente e a basso impatto ambientale;
- Comprensione di fenomenologie di base inerenti la combustione di combustibili da biomasse per la produzione di energia a basso impatto ambientale da fonti rinnovabili o di scarso valore commerciale.
- Produzione di energia da combustibili generati da biomasse di scarso valore commerciale (rifiuti, scarti industriali, liquami, ecc.).

**Moduli**

<b>Modulo:</b>	Tecnologie di combustione avanzate e combustibili innovativi per turbine
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto
<b>Modulo:</b>	Diagnostica ottica per la caratterizzazione di sistemi multifasici
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto
<b>Modulo:</b>	Sviluppo competenze nella modellistica dell'interazione radiazione elettromagnetica-materia
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto



**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
254	31	218	0	503	48	297	78	N.D.	629

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
3	4

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	1	0	0	0	0	0	0	1	2

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	0	3	3

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Diagnostica della combustione in motori otticamente accessibili

### Dati generali

<b>Progetto:</b>	Uso razionale dell'energia nei trasporti
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	BIANCA MARIA VAGLIECO

### Elenco dei partecipanti

	liv.		liv.		liv.
Albano Antonio	VI	Esposito Corcione Felice	I	Morra Anna Maria	VIII
Alfuso Salvatore	III	Finizio Gennaro	VI	Musella Costantino	IV
Allocca Luigi	II	Finizio Ugo	VII	Rossi Carlo	VI
Ammendola Mario	VII	Giglio Veniero	II	Rumolo Giuseppe	IV
Barone Luana	VII	Giorgino Renato	VII	Russo Giorgio	VII
Branno Salvatore	VI	Guarino Domenico	IX	Sannino Gennaro	IV
Caruso Anna Maria	VII	Iorio Biagio	III	Serpe Rosina	VII
Castiello Anna	IV	Mancaruso Ezio	III	Sgammato Bruno	VI
Cestaro Gennaro	IV	Merola Simona Silvia	III	Troise Giuseppe	VIII
Di Franco Alfredo	V	Micera Francesco	III	Vaglieco Bianca Maria	I
Distratto Agostino	VI	Montella Salvatore	VIII		

### Temi

#### Tematiche di ricerca

Caratterizzazione dei fenomeni fisici e chimici nei motori a c.i. otticamente accessibili, operanti in condizioni motoristiche reali mediante tecniche in-situ non intrusive e in tempo reale basate sulla spettroscopia impulsata UV-visibile. Osservazione 2D-3D della fase di iniezione e di accensione nei motori a.c. GDI e PFI alimentati con combustibili liquidi e gassosi; caratterizzazione del processo di iniezione e combustione nei motori per compressione alimentati con gasolio o biocombustibile CR-HCCI. Caratterizzazione della natura delle particelle e valutazione delle funzioni di distribuzione in c.c. e allo scarico a monte e a valle dei sistemi di post-trattamento per motori operanti in condizioni stazionarie con tecniche ottiche avanzate e convenzionali (ELPI-DMA).

#### Stato dell'arte

Le attuali diagnostiche per i motori a combustione interna sono differenziate in tecniche in-situ ed ex-situ. Per una diagnostica diretta e non interferente sono necessarie tecniche ottiche in-situ e m.c.i. trasparenti operanti in condizioni motoristiche reali. Le comuni tecniche ottiche in-situ si basano su: visualizzazione nel campo delle lunghezze d'onda del visibile e/o misure a singola lunghezza d'onda. Diversi campi di applicazione e diverse finalità ha invece la spettroscopia pulsata policromatica nell'intervallo di lunghezze d'onda UV-visibile, che permette di superare i limiti delle tecniche monocromatiche. Tale tecnica consente simultaneamente la determinazione della distribuzione liquido-vapore e di gocce, e/o di particelle carboniose in un ampio range di dimensioni dal nm al micron. Nell'intervallo di lunghezze d'onda UV-visibile sono inoltre presenti le bande di assorbimento delle principali specie inquinanti quali aromatici, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> e particolato carbonioso.

### Azioni

#### Attività da svolgere

Caratterizzazione dalla formazione della miscela alla combustione in motori otticamente accessibili Common Rail di tipo EURO 5 al variare della natura chimico-fisica del combustibile.

Diagnostica per lo sviluppo di metodologie di controllo del processo di combustione in motori a c.i. di nuova generazione

Analisi del processo di combustione in un motore a.c. motociclistico (PFI/GDI) mediante tecniche ottiche

Analisi della fasatura dell'iniezione di combustibile liquido nel condottodi aspirazione di un motore PFI sovralimentato mediante endoscopico UV-visibile

Analisi del processo di combustione in un motore a.c. sovralimentato PFI mediante spettroscopia UV-visibile in condizioni di funzionamento normale ed anomalo



*Punti critici e azioni da svolgere*

Messa a punto del motore ottico equipaggiato con testa di veicolo Piaggio

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

La commessa si avvale di competenze teorico-sperimentali ultradecennali nei settori della termofluidodinamica e della formazione delle specie inquinanti nei m.c.i. con particolare riferimento allo sviluppo e applicazione di metodologie di base per lo studio dei processi di combustione in camera (prog.EU PartSize e MinKnock) e allo scarico (Prog.EU PSICODEXA). E' consolidata una notevole esperienza nell'utilizzo integrato di diagnostiche avanzate di tipo ottico e convenzionale. Nell'ultimo decennio è maturato un knowhow più che competitivo nella messa a punto ed utilizzo di motori otticamente accessibili, strumento fondamentale per l'analisi di processi termofluidodinamici. In particolare, motori ottici forniti come unità di base da aziende del settore sono stati modificati ed ottimizzati con l'innesto di ampi accessi ottici per l'osservazione 2-3D. Sono stati adattati teste di serie e sistemi di iniezione sia diretta che nei condotti di aspirazione. La commessa ha maturato ampia e documentata esperienza nella diagnostica di particelle ultrafini e nanometriche in c.c. e allo scarico di motori diesel e a.c. a monte e valle di sistemi di post-trattamento.

*Strumentazione*

Tutte le misure ottiche sono realizzate utilizzando sistemi assemblati ed opportunamente ottimizzati in IM e non disponibili in commercio se non nei singoli componenti. Le misure di visualizzazione sono realizzate mediante CCD, ICCD E CMOS ad alta risoluzione spaziale che permettono l'acquisizione nell'intervallo spettrale 180-700nm. I rivelatori sono equipaggiati con obiettivi in quarzo opportunamente realizzati con focali comprese tra 28-78mm. Le misure di spettroscopia sono ottenute da sistemi spettrometro+ICCD. Gli spettrometri sono a controllo remoto. Le ICCD presentano un'elevata sensibilità nell'UV e consentono di acquisizioni gated (fino a 2ns) e CW. La CMOS consente misure risolte nel ciclo motore. Inoltre si utilizzano come sorgenti luminose si utilizzano laser ND:YAG Q-switched al ns corredate di armoniche superiori, lampade Xenon pulsate e sorgenti CW per allineamento e calibrazione. Misure dei parametri motoristici dei gas di scarico sono realizzate in tempo reale con sistemi convenzionali.

*Tecniche di indagine*

Saranno utilizzate tecniche di visualizzazione e di scattering ed estinzione policromatica nell'intervallo spettrale compreso tra l'UV e il visibile per lo studio delle fasi liquido-vapore durante l'iniezione e per la misura delle dimensioni delle gocce di combustibile in camera e nei condotti di aspirazione. L'uso della spettroscopia di emissione naturale e della chemiluminescenza consentirà di analizzare la modalità di propagazione del fronte di fiamma attraverso la caratterizzazione chimica delle specie reagenti e l'individuazione dei markers per le zone di gas combusti ed incombusti. La spettroscopia UV-visibile di assorbimento al nanosec consentirà di misurare la concentrazione in camera e allo scarico, nell'ambito della stessa misura, di differenti specie gassose. La spettroscopia UV-visibile di estinzione e scattering e l'incandescenza laser indotta permetterà di valutare la natura chimico-fisica e la dimensione delle particelle anche nanometriche.

*Tecnologie*

L'applicazione di una procedura numerica di inversione dei dati di scattering ed estinzione policromatica basata sulla teoria di Mie per particelle sferiche consente la valutazione della distribuzione di dimensioni delle gocce di combustibile, della natura chimico-fisica e della distribuzione di dimensioni delle particelle in camera e allo scarico ultrafini e nanometriche. L'adozione di modelli empirici permette la valutazione del rapporto locale A/F a partire dalla luminosità delle specie radicali caratteristiche del processo di combustione e dalla pressione misurata in camera. L'utilizzo del centroide di combustione luminosa permette l'analisi spaziale e temporale dei gas combusti in camera.

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Collaborazioni con aziende: Ford Motor, Germany; Daimler Chrysler, Germany; AVL, Austria; GMpt Italia; ST Microelectronics, Napoli, Milano, Catania; Elasis, Pomigliano d'Arco; Yanmar, Giappone; Ferrari GS Italia;

*Collaborazioni con Università ed enti di ricerca:*

Università di Milano; Università di Lecce; Università di Bologna, Seconda Università di Napoli; Università di Napoli Federico II; Università di Salerno; Università di Cassino; Seconda Università di Roma; Universidad de Malaga Spain; Universidad de Valencia-CMT Spain, Wayne University - USA; Ohio State University USA; Lund University Sweden; SANDIA USA; Sloan Lab. MIT USA; Université de Orleans France;



*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Contatti con altre aziende nel settore automotive  
contatti con altri gruppi di ricerca finalizzati alla partecipazione alle EoI del FP7

**Finalità**

*Obiettivi*

1) la comprensione dei processi di base nei motori a c.i. attraverso osservazione 2D-3D dei fenomeni termofluidodinamici della fase di iniezione, della combustione e di scarico tanto nei motori a.c. quanto nei motori diesel avanzati equipaggiati con sistemi di post-trattamento dello scarico. 2) la divulgazione dei risultati conseguiti attraverso pubblicazioni su riviste scientifiche ISI. 3) lo scambio di informazioni e interazione con gruppi scientifici nazionali e internazionali ad esempio mediante realizzazione di database sperimentale per la validazione di codici 1-3D. 4) trasferimento di know-how a gruppi di ricerca, PMI e gruppi industriali con evidenti ricadute nel tessuto economico per la realizzazione di un prodotto industriale competitivo sul piano internazionale. 5) Formazione di risorse umane altamente specializzate.

*Risultati attesi nell'anno*

Valutazione degli effetti della turbolenza in fase di iniezione sulla formazione di film di combustibile sulle pareti del condotto di ammissione e della camera di combustione di un motore PFI sovralimentato e conseguente ricadute sull'efficienza di combustione, prestazioni ed emissioni inquinanti.

Sviluppo di procedure numeriche per il postprocessing in tempo reale dei risultati di visualizzazione digitale uv-vis ad alta risoluzione spaziale di fenomeni termofluidodinamici nei motori a c.i.

Database per la modellazione 1D-3D del processo di combustione in un motore a.c. dall'innescio della scintilla alla fase di scarico.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Ottimizzazione dei sistemi di iniezione per motori a.c. GDI e PFI per ridurre i consumi e le emissioni inquinanti, ottimizzazione di sistemi di accensione che minimizzano la dispersione spaziale e temporale del plasma agli elettrodi al fine di ridurre il fenomeno di misfire. - stima di affidabilità di sensori per la misura di pressione a basso costo - caratterizzazione degli effetti della geometria dei condotti di aspirazione e di c.c. per la minimizzazione della detonazione - ottimizzazione dei sistemi di post-trattamento dello scarico dei motori a c.i. con particolare riferimento all'efficienza di riduzione del particolato nanometrico in prospettiva delle normative EURO V e successive.

- sviluppo di un sensore contactless in grado di valutare le dimensioni delle particelle allo scarico a variare dell'EGR per ottimizzare istantaneamente le emissioni indipendentemente dalle condizioni di funzionamento e dal sistema di filtraggio e della quantità di particolato accumulato.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Riduzione dei consumi e delle emissioni inquinanti incluso il particolato nanometrico per lo sviluppo di un propulsore eco-compatibile che risponda in maniera soddisfacente alle richieste di mercato.

**Moduli**

**Modulo:** Spettroscopia UV-visibile in camera e allo scarico di motori a c.i.  
**Istituto esecutore:** Istituto motori  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Sviluppo competenze per la diagnostica di combustione dei motori otticamente accessibili  
**Istituto esecutore:** Istituto motori  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
357	77	356	0	790	312	745	178	N.D.	1.280

valori in migliaia di euro



<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
<b>ricercatori</b>	<b>Totale</b>
4	7

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
<b>associato</b>	<b>dottorando</b>	<b>borsista</b>	<b>assegnista</b>	<b>specializzando</b>	<b>incaricato di ricerca</b>	<b>professore visitatore</b>	<b>collaboratore professionale</b>	<b>altro</b>	<b>Totale</b>
0	1	0	1	0	0	0	0	0	2

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
<b>tempo determinato</b>	<b>tempo indet</b>	<b>non di ruolo*</b>	<b>Totale</b>
0	0	2	2

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Ottimizzazione di sistemi di iniezione innovativi per motori a combustione interna per il miglioramento delle prestazioni ed emissioni inquinanti e vibroacustiche

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Uso razionale dell'energia nei trasporti
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti di sviluppo competenze
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	LUIGI ALLOCCA

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Albano Antonio	VI	Diana Vincenzo	VII	Musella Costantino	IV
Alfuso Salvatore	III	Distratto Agostino	VI	Rumolo Giuseppe	IV
Allocca Luigi	II	Esposito Corcione Felice	I	Russo Giorgio	VII
Ammendola Mario	VII	Finizio Gennaro	VI	Sannino Gennaro	IV
Barone Luana	VII	Finizio Ugo	VII	Serpe Rosina	VII
Branno Salvatore	VI	Giorgino Renato	VII	Sgammato Bruno	VI
Caruso Anna Maria	VII	Guarino Domenico	IX	Siano Daniela	III
Castiello Anna	IV	Micera Francesco	III	Troise Giuseppe	VIII
Cestaro Gennaro	IV	Montella Salvatore	VIII	Vaglieco Bianca Maria	I
Costa Michela	III	Morra Anna Maria	VIII	Valentino Gerardo	I
Di Franco Alfredo	V				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Le tematiche da affrontare nell'ambito della Commessa sono lo studio del processo di formazione della miscela aria-combustibile, della combustione ed emissioni vibroacustiche e gassose in motori a combustione interna alimentati con sistemi innovativi di tipo Common Rail. Tali sistemi si applicano sia ai motori diesel che ai motori ad accensione comandata (sistemi GDI). Le tematiche della presente ricerca si articolano per:

- un motore diesel monocilindrico heavy duty, potenze unitarie dell'ordine di 150 kW, progettato per azionare un generatore di potenza elettrica della taglia dei MW. Obiettivo è l'ottimizzazione delle prestazioni in potenza, consumi ed emissioni vibroacustiche e gassose in condizioni di giri sia fissi che variabili;
- un motore ad accensione comandata ad iniezione diretta operante in modalità multinjecton e gestito da una centralina di controllo sperimentale a software aperto.

Si studierà il comportamento spazio-temporale dei getti in differenti condizioni operative, la formazione della miscela aria-combustibile, la combustione e gli effetti sulle emissioni allo scarico. Si valuteranno i livelli di emissione vibroacustiche del propulsore.

#### *Stato dell'arte*

L'uso di motori Diesel per generatori di energia elettrica per applicazioni nella taglia del MW non contempla ad oggi l'uso di tecnologie che potrebbero elevarne l'efficienza energetica sia durante il funzionamento alla potenza nominale che a potenza variabile. I motori diesel con potenze di 150 kW/cilindro non impiegano il Common Rail: una sua adozione consentirebbe aumenti di rendimento fino al 10 %. L'attività va strutturata sotto il profilo del processo di formazione della miscela e della combustione coniugando i risultati della modellistica multidimensionale con le prove di laboratorio per adeguate strategie di iniezione.

Per i motori ad accensione comandata è da governare la formazione della miscela aria/combustibile per potenza, consumi ed emissioni. Operare a differenti regimi di carica a secondo delle condizioni di lavoro del motore, richiede puntualità nell'iniezione del combustibile. Si sta operando con strategie multiniezione che presumono più iniezioni nell'ambito dello stesso ciclo motore. Cambia anche l'evoluzione spazio-temporale del fluido immesso nel cilindro motore influenzando il processo di evaporazione, wall-impingement e formazione della miscela.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

- Definizione, acquisizione e messa al banco di un prototipo di motore diesel monocilindrico per uso sperimentale alimentato con apparato di iniezione CR a centralina aperta di potenza 150-170 kW a 2000 giri/min. Acquisizione di un prototipo sperimentale di un gruppo elettronico di protezione e controllo motori per generatori di energia elettrica. Definizione di strategie di iniezione, misure delle portate e



caratterizzazione dei getti di. Simulazione con codici previsionali della formazione della miscela, della combustione nel motore e delle emissioni gassose e vibroacustiche.

b) Caratterizzazione del processo di iniezione e dell'evoluzione spazio-temporale di getti di biodiesel e miscele biodiesel-gasolio di riferimento iniettati con apparati di iniezione CR per differenti condizioni operative del motore.

c) Strategia di iniezione doppia per un apparato GDI: caratterizzazione dell'evoluzione spazio-temporale dei getti e test su motore ad accesso ottico in collaborazione con altra UO. Test sulla capacità di comando e controllo dell'ECU, fornita da STM, di differenti iniettori GDI.

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

a) Definizione di strategie in modalità multiniezione per alimentare un motore diesel sperimentale heavy duty nato per apparato di iniezione meccanico e trasformato CR. Definizione e ottimizzazione di una griglia di calcolo per la simulazione del processo di mixing aria-combustibile e del processo di combustione. Calcolo con il metodo agli elementi finiti MSC NASTRAN/PATRAN (pre-post processing), FEM/BEM per calcoli numerici di accoppiamento fluido-struttura STS-VNOISE.

b) Per le differenti condizioni motoristiche definite e per le miscele stabilite (gasolio di riferimento-biodiesel) saranno caratterizzati sia il fuel flow rate che l'evoluzione spaziale e temporale dei getti in ambienti quiescenti in condizioni simil diesel. Saranno valutati i parametri di evoluzione dei getti per le differenti condizioni di iniezione e contropressione in camera.

c) Verifica di strategie multiple GDI su motore al banco. Verifica della versatilità e adattabilità della ECU fornita da STM per il comando e controllo di differenti tipologie di elettroiniettori reperibili sul mercato. Misure delle quantità iniettate e dell'affidabilità del sistema in differenti condizioni operative.

#### *Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Per il raggiungimento degli obiettivi prefissati, la Commessa si avvale di competenze tecniche e scientifiche multidisciplinari che investono campi di ricerca di base nel campo della formazione della miscela aria-combustibile nei motori alimentati con apparati CR elettronicamente controllati e utilizzanti strategie multiniezione, della combustione nonché delle emissioni gassose e vibroacustiche. Le investigazioni saranno effettuate sia su componentistica singola quali apparati di iniezione a centralina aperta idonei per le taglie dei motori previsti, sia al banco prova per la verifica dei parametri di potenza e consumo. Valutazioni delle emissioni vibroacustiche e gassose allo scarico del motore saranno effettuate mediante codici multidimensionali di simulazione numerica.

#### *Strumentazione*

- camere per iniezione a pressione dotate di accessi ottici;
- misuratore di portate istantanee di combustibile;
- apparato sperimentale completo di sincronizzazione degli eventi ad elevata risoluzione temporale;
- sistemi di imaging per la distribuzione del combustibile in camera di iniezione;
- banco motore con macchina elettrica asincrona da 160 KW;
- sistema di generazione di aria compressa per pressioni fino a 0.6 MPa e portate d'aria fino a 400 Kg/h;
- banco a flusso 'steady state' per la stima dei coefficienti di efflusso di condotti;
- sistema di acquisizione dati motoristici (AVL Indimodul);
- sistema per rilievi acustici e vibrazionali mediante sonda intensimetrica;
- microfoni e accelerometri PCB, Fonometro Larson & Devis, Sistema di acquisizione (LMS Scadas III);
- Licenze software (LMS)-(BEM/FEM) e (FIRE).

#### *Tecniche di indagine*

- Misure portate istantanee di combustibile per differenti strategie e condizioni di iniezione e valutazioni su affidabilità del sistema per condizioni estreme;
- acquisizione di immagini di getti e loro elaborazione digitale, scattering elastico e anelastico da getti illuminati con sorgenti pulsate monocromatiche, imaging con sorgenti a luce bianca pulsate;
- misura di potenza e consumi di un motore diesel h.d. alimentato con Common Rail operanti in regimi multiniezione;
- valutazione di affidabilità di apparati GDI in modalità multiniezione ed elevate pressioni di iniezioni;
- simulazione numerica 3D della formazione della miscela e della combustione con codici previsionali.
- calcolo con il metodo agli elementi finiti MSC NASTRAN/PATRAN (pre-post processing), FEM/BEM per calcoli numerici di accoppiamento fluido-struttura STS-VNOISE.



### *Tecnologie*

Definizione di strategie mult injection per apparati di iniezione Common Rail e loro realizzazione attraverso l'uso di Unità Elettroniche di Controllo (ECU) a software aperto. Gestione delle durate dei singoli impulsi e dei tempi di dwell: controllo attraverso la misura dei fuel injection rate per le strategie implementate.

Valutazione della distribuzione del combustibile in camera e sua incidenza sul processo di formazione della miscela.

Misura al banco prova motore delle prestazioni ed emissioni di motori alimentati con le strategie implementate sull'ECU e testate sul sistema di iniezione.

Con i codici numerici si otterranno indicazioni sul processo di combustione e sulle sorgenti di emissioni gassose e vibroacustiche .

### *Collaborazioni (partner e committenti)*

Le collaborazioni di cui la Commessa si avvale sono legate sia al mondo industriale/produttivo che a quello accademico e della ricerca.

Sono in atto collaborazioni con:

- Ansaldo Ricerche Italia SpA - Genova
- Isotta Fraschini Motori Bari
- CMD Srl (Costruzione Motori Diesel) - S. Nicola la Strada (CE)
- CIRA (Centro Italiano Ricerche Aereospaziali) - Capua (CE)
- Dip. Ing. Meccanica per l'Energetica - Univ. di Napoli
- Università di Modena e Reggio Emilia - Modena/Reggio Emilia
- ELASIS - Pomigliano
- AVL - Graz
- ST Microelectronics
- Lombardini Motori - Reggio Emilia
- CMS (Centro Materiali Speciali) - Pomezia
- MECAPROM - Napoli
- Univ. Roma 'Tor Vergata'
- 'Ovidius' University of Constanza - Constanza, Romania
- Istanbul Teknik Üniversitesi - Istanbul, Turchia
- Wayne State Univ. Detroit, USA
- APS - Argonne Photon Source, IL - USA

### *Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

La presente Commessa ha in essere iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate sia attraverso progetti MUR e MAP che contratti di consulenza con aziende private. Prevede lo sviluppo di contatti già avviati per la presentazione di progetti nell'ambito del VII PQ della Comunità Europea.

### *Finalità*

#### *Obiettivi*

a) Risparmio energetico per un motore diesel di grossa potenza unitaria per la generazione di energia elettrica e funzionante a regime variabile. Trasferimento della tecnologia di alimentazione combustibile CR mult injection su motori pesanti per ottimizzarne il processo di combustione, ridurre i consumi e le emissioni gassose e vibroacustiche. Determinazione delle strategie di iniezione ottimali per differenti condizioni di carico del motore. Aumento della vita media del motore per ridotta usura delle parti meccaniche e riduzione dei costi di manutenzione quando ottimizzato per ridotti regimi di funzionamento.

b) Studio delle performances di un elettroiniettore per sistemi GDI comandato da una ECU sperimentale a software aperto. Velocità di risposta e affidabilità in modalità single-injection e mult injection per differenti quantità iniettate. Misura del fuel injection rate per le differenti condizioni operative al fine di strutturare un data base per analisi numerico-previsionali del processo di iniezione. Evoluzione spazio-temporale dei getti di combustibile per differenti condizioni operative in ambienti quiescenti otticamente accessibili.

#### *Risultati attesi nell'anno*

a) Individuazione delle strategie di iniezione ottimali per le definite modalità di lavoro e confronto con i risultati dei modelli previsionali. Definizione di griglia di calcolo per la stima del mixing aria-combustibile. Indicazioni sulla mappatura acustica del motore da calcolo della potenza sonora. Misura dei parametri di iniezione e relativi fuel injection rate per le strategie individuate.

b) Caratterizzazione dei processi di iniezione dei biocombustibili e delle miscele definite e comparazione rispetto alla loro natura, percentuale e condizioni di iniezione.

c) Verifica del processo reale di combustione in un motore ad a.c. per una definita strategia doppia. Comando e controllo di differenti tipologie di iniettori GDI agendo sulla versatilità dell'ECU fornita dalla STM.



*Potenziale impiego  
- per processi produttivi*

Per la parte riguardante i motori diesel per elettrogeneratori i risultati derivanti dalla ricerca proposta nella presente Commessa sono direttamente trasferibili all'implementazione sul motore. In particolare l'adozione di strategie di iniezione con idonei apparati di iniezione CR permetterà l'ottimizzazione di rendimenti energetici ed emissioni vibroacustiche e gassose di motori a regimi di giri variabili per adeguarli alle potenze elettriche richieste dall'elettrogeneratore. Sarà possibile inoltre ipotizzare un aumento della vita media del motore prevedendone una ridotta usura una volta messo in condizione di operare a basso numero di giri per ridotte richieste di potenza.

Per i motori ad accensione comandata lo studio proposto consentirà la verifica della gestione di iniettori GDI in modalità multijection sperimentandone i limiti nel controllo di piccole quantità e della distribuzione delle iniezioni nello stesso ciclo consentendo l'implementazione della ECU su sistemi di iniezione reali. Si valuteranno gli effetti sull'evoluzione temporale dei getti in camera per una efficace distribuzione del combustibile nella formazione della miscela.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

**Moduli**

**Modulo:** Ottimizzazione di sistemi di iniezione innovativi per motori a combustione interna per il miglioramento delle prestazioni ed emissioni inquinanti e vibroacustiche

**Istituto esecutore:** Istituto motori

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Sviluppo competenze per strategie multijection GDI ad elevate pressioni di iniezione

**Istituto esecutore:** Istituto motori

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
337	53	534	0	924	46	633	129	N.D.	1.099

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
4	7

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	0	0	2	0	0	0	0	0	2

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	0	0	0

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## **Generazione distribuita di energia**



## Valorizzazione energetica di biomasse e rifiuti

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Generazione distribuita di energia
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di ricerche sulla combustione
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	FEDERICO BERETTA

### *Elenco dei partecipanti*

Allouis Christophe	liv. III	Di Paolo Antonio	liv. IV	Panetta Maurizio	liv. VIII
Beretta Federico	I	Imparato Marco	VI	Pasquariello Francesco	IV
Cacciapuoti Ugo	VII	Liccardi Ciro	IV	Pugliese Paola	VI
Cante Antonio	VI	Maistrini Francesco	IX	Ragucci Raffaele	II
Chirone Riccardo	I	Marra Francesco Saverio	III	Russo Sabato	IV
Ciajolo Anna	I	Miccio Francesco	II	Scognamiglio Vincenzo	VI
D'Antonio Anna	VIII	Napoletano Cinzia	VII	Senneca Osvalda	III
De Martino Luigi	IV	Panetta Antonio	VI	Vito Gennaro	V
Della Corte Vittorio	VIII				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Studio sperimentale e numerico di sistemi di generazione di energia elettrica e/o termica che utilizzano fonti energetiche alternative e rinnovabili quali gli oli vegetali e loro derivati, il legno ed i suoi scarti di lavorazione, i materiali di risulta da cicli di produzione e dai rifiuti civili o industriali. Progettazione ed ottimizzazione di impianti sperimentali e pilota.

#### *Stato dell'arte*

Il contesto è quello del Dipartimento Energia e Trasporti, in particolare il Progetto Generazione distribuita di energia. E' molto sentita l'esigenza di poter disporre di impianti di produzione di energia destinati ad utenze limitate e che possano produrre, in base alle specifiche esigenze, energia termica e/o elettrica. I sistemi di generazione distribuita di energia rappresentano un efficiente mezzo di termovalorizzazione di biomasse e materiali di scarto ed aiutano a rispettare i parametri di Kyoto se impiegato nelle adiacenze del luogo di produzione del materiale valorizzato.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Le attività di ricerca saranno ulteriormente rivolte alla messa a punto ed ottimizzazione di sistemi di combustione per la produzione di energia termica ed elettrica di emulsioni di biocombustibili liquidi di fonti rinnovabili e/o dalla termovalorizzazione di scarti di processo, con il doppio beneficio della distruzione di una potenziale sorgente di inquinamento e di un incremento della redditività del sistema globale. Da un lato si proseguirà nella caratterizzazione delle modalità di conversione in letto reattori a letto fluidizzato di biomasse di varia origine. L'attenzione sarà specificamente rivolta ai fenomeni di abrasione e frammentazione di singole particelle, nonché al destino delle ceneri incluse nel combustibile per comprendere la storia termica e reattiva delle biomasse a seguito della devolatizzazione. Dall'altro si proseguirà nella messa a punto del prototipo di caldaia bi-fuel a letto fluidizzato di uso domestico. Parallelamente si proseguirà anche nella ottimizzazione di termocamini alimentati a pellets, residui agricoli e legna.

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

Permane la situazione di criticità legata all'incertezza e forte contrazione delle risorse finanziarie rese disponibili dall'Ente e la difficoltà di reperire anche risorse da contratti.

#### *Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Le competenze riguardano lo studio di sistemi di produzione di energia di piccola e media potenzialità a bassissima emissione di inquinanti solidi e gassosi. Sono stati studiati, in particolare, sistemi di combustione e pirolisi ad alta efficienza e limitato impatto ambientale che possono essere alimentati con oli vegetali e loro derivati (compresi prodotti di scarto della produzione da biodiesel quale la glicerina), con legna, residui della lavorazione del legno, residui legnosi della produzione agricola e rifiuti civili ed industriali. In particolare



sono stati progettati e realizzati impianti dalla scala da laboratorio fino alla scala pre-pilota per la cui diagnostica sono state impiegate sofisticate strumentazioni ottiche e chimiche di avanguardia ed applicati strumenti di calcolo sempre più potenti e sofisticati.

#### *Strumentazione*

Le tecnologie allo studio sono: sistemi di preparazione ed atomizzazione di emulsioni di oli vegetali e loro derivati, combustori e gassificatori a letto fluido alimentati con residui solidi di varia natura e biomasse, termocamini per produzione di acqua calda.

#### *Tecniche di indagine*

Misure di granulometria e velocità delle gocce prodotte dall'atomizzazione delle emulsioni prodotte paragonate alle gocce di un combustibile di riferimento mediante l'uso di PDPA. Analisi dei tempi di agglomerazione del letto fluidizzato per defluidizzazione mediante analisi delle fluttuazioni del segnale di pressione. Analisi mediante tecnica SEM/EDX di campioni di letto agglomerati. Per la produzione di un database di proprietà chimico fisiche e cinetiche di pirolisi, combustione e gassificazione di biomasse e rifiuti sono state usate TG-DSC-MS, TG veloce (900 C/min), Microreattori con fornaci tubolari riscaldate elettricamente, Analizzatore elementare, ICP, SEM-EDAX, Porosimetro. Analisi dei tempi di agglomerazione del letto fluidizzato per defluidizzazione mediante analisi delle fluttuazioni del segnale di pressione. Analisi mediante tecnica SEM/EDX di campioni di letto agglomerati. Analisi mediante tecnica SEM/EDX di campioni di particolato emesso da termocamini. Misure di temperatura, concentrazioni e velocità dei gas nella camera di combustione dei termocamini per la validazione di modelli di scambio termico.

#### *Tecnologie*

Sviluppo di modelli per l'ottimizzazione dello scambio termico e delle geometrie delle camere di combustione dei termocamini.

#### *Collaborazioni (partner e committenti)*

Dipartimenti di Ingegneria Chimica, di Ingegneria Meccanica per l'Energetica, di Chimica Organica e Biochimica e di Chimica Biologica dell'Università di Napoli Federico II, Istituto Scientifico Breda S.p.A., ENEL, RIELLO, Costruzioni TermoMeccaniche srl, Chalmers University of Technology (Svezia), ITEA spa, Technical University of Hamburg (Germania), INETI (Portogallo), Dipartimento di Ingegneria dell'Università del Sannio.

Le attività sono sviluppate anche nell'ambito dei due Centri di Competenza della Regione Campania di cui l'Istituto fa parte:

AMRA – Analisi e monitoraggio del rischio ambientale  
TECNOLOGIE – Nuove Tecnologie per le Attività Produttive

#### *Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

#### **Finalità**

##### *Obiettivi*

L'attività trova diretta ricaduta nello sviluppo di impianti poli-combustibile per la produzione di energia destinati ad utenze limitate e che possano produrre, in base alle specifiche esigenze locali, energia termica e/o elettrica, rappresentando al tempo stesso un efficiente mezzo di termovalorizzazione di scarti di lavorazione di processi industriali, con il doppio beneficio della distruzione di una potenziale sorgente di inquinamento e di un incremento della redditività del sistema globale.

##### *Risultati attesi nell'anno*

- Sviluppo di tecnologie di combustione e gassificazione di biomasse e residui da cicli di produzione.
- Sviluppo di quadri di riferimento del comportamento di combustibili non convenzionali.
- Ottimizzazione di processi di conversione di energie alimentati a biomassa.
- Caratterizzazione delle emissioni di particolato submicronico prodotte dal prototipo di caldaia a letto fluido bi-fuel.
- Caratterizzazione su impianto in scala di laboratorio della combustione di pellets in condizioni controllate.

##### *Potenziale impiego*

###### *- per processi produttivi*

Termovalorizzatori, sistemi poli-combustibile per la produzione di energia termica ed elettrica da combustibili rinnovabili o rifiuti.

###### *- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

L'attività trova diretta ricaduta nello sviluppo di impianti poli-combustibile per la produzione di energia destinati ad utenze limitate e che possano produrre, in base alle specifiche esigenze locali, energia termica ed



elettrica, rappresentando al tempo stesso un efficiente mezzo di termovalorizzazione di scarti di lavorazione di processi industriali, con il doppio beneficio della distruzione di una potenziale sorgente di inquinamento e di un incremento della redditività del sistema globale.

#### **Moduli**

**Modulo:** Valorizzazione energetica di biomasse e rifiuti  
**Istituto esecutore:** Istituto di ricerche sulla combustione  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Sviluppo di sistemi per la valorizzazione energetica di biomasse e rifiuti

**Istituto esecutore:** Istituto di ricerche sulla combustione  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

#### **Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
357	53	0	26	436	20	73	83	N.D.	539

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
3	8

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	0	0	0

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Celle a combustibile a bassa temperatura (DAFC - PEFC)

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Generazione distribuita di energia
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto tecnologie avanzate per l'energia "Nicola Giordano"
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	ENZA PASSALACQUA

### *Elenco dei partecipanti*

Antonucci Vincenzo	liv. I	Di Salvo Carmelo	liv. V	Modica Esterina	liv. VI
Arico' Antonino Salvatore	II	Giorgianni Diego	V	Passalacqua Enza	II
Baglio Vincenzo	III	Grave' Patrizia	VII	Patti Assunta	VI
Cacciola Gaetano	I	Lufrano Francesco	II	Squadrito Gaetano	III
Campanella Clara	VII	Matera Fabio	III	Staiti Pietro	II
Di Leonardo Raffaele	V				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Le principali tematiche che vengono affrontate e che includono tutte le attività della commessa riguardano:

- la valutazione dei target di efficienza e di costo delle celle a combustibile ad elettrolita polimerico (PEFC, DAFC);
- l'individuazione degli sviluppi tecnologici necessari;
- la ricerca e lo sviluppo di componenti innovativi;
- la dimostrazione per la verifica del funzionamento di prototipi attualmente sviluppati in diverse condizioni di applicazione in modo da valutarne l'efficienza e le problematiche tecnologiche

#### *Stato dell'arte*

La diffusione dei sistemi a FC richiede che vengano superate le barriere che ancora limitano lo sviluppo e che vengano messi a punto prodotti in grado di competere, per affidabilità, durata e costi con gli altri sistemi di generazione di potenza e con veicoli dai consumi bassissimi e con un minor impatto ambientale rispetto al passato. Anche nei sistemi portatili, le FC, caratterizzate da elevate autonomia e contenuto energetico sono in grado di competere con le nuove generazioni di batterie al Li. E' necessario, quindi, migliorare le caratteristiche di questi sistemi in termini di costi, efficienza e durata partendo da ogni singolo componente (catalizzatori, membrane, elettrodi, piatti bipolari, stack, ecc.).

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Proseguirà l'attività di sviluppo di componenti innovativi (catalizzatori, elettrodi, membrane), di prototipi di stack di celle a combustibile e di studio dei sistemi applicativi integrati strettamente collegata all'attività contrattuale inerente alla commessa. In particolare, saranno studiati:

- l'integrazione delle membrane composite a base sPEEK e ossidi funzionalizzati con gli elettrodi per la formatura del MEA per media temperatura;
- ottimizzazione dei conduttori protonici già sintetizzati ed integrazione negli elettrodi e nelle membrane per la formatura di MEA per media temperatura e/o bassa umidificazione;
- realizzazione di uno stack da 500W per media temperatura;
- simulazione attraverso CFD delle diverse geometrie di cella
- progettazione, realizzazione e caratterizzazione di celle singole e multicelle da 2-5 moduli per la validazione dei risultati CFD

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

Si ribadisce che per le strategie, a medio e lungo termine, della commessa, è necessaria la presenza di personale di esperienza appartenente all'Ente che garantisca una continuità nelle attività previste



#### *Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Sviluppo di GDE e MEA: elettrodi a basso contenuto di Pt, elettrodi tolleranti al CO, elettrodi per media temperatura (< 100 C) e bassa umidificazione.

Sviluppo di membrane: Nafion re-cast, polisulfone solfonato, poliarilchetone solfonato. Solfonazione dei polimeri, preparazione delle dispersioni e formatura film.

Studi di fluidodinamica del flow-field e dell'interfaccia elettrodo-flow field per la progettazione di stack.

Progettazione e realizzazione di stack e dimostrativi di piccola potenza per applicazioni portatili e per piccole utenze.

Progettazione e realizzazione stazioni di prova, complete del sistema di umidificazione e software acquisizione dati, per la caratterizzazione elettrochimica.

Modellistica di cella: modelli meccanicistici ed empirici.

Studio e definizione dei protocolli di testing per monocella e stack.

Componentistica per celle rigenerative, batterie ed elettrolizzatori

#### *Strumentazione*

Stazioni di prova per la caratterizzazione di stack a celle a combustibile.

Filmografo, spray ed hot pressing per la preparazione di membrane e formatura MEA.

Cella per misure di conducibilità protonica.

Sensori ad infrarossi per misure di cross-over di combustibile

Strumentazione elettrochimica diagnostica per misure in situ di voltammetria ciclica ed impedenza.

#### *Tecniche di indagine*

Tecniche di caratterizzazione dei componenti: analisi termica, analisi elementare, RXD, SEM, ecc., conducibilità delle membrane. Caratterizzazione elettrochimica di componenti (elettrodi, membrane, catalizzatori), celle singole, stack e dimostrativi di piccola potenza per applicazioni portatili e per piccole utenze.

#### *Tecnologie*

Modellazione numerica fluidodinamica su flow-field.

Produzione elettrodi a diffusione gas (GDE), membrane polimeriche (PEM) e membrane catalizzate (CM) tramite tecniche spray, di filmatura e hot pressing.

#### *Collaborazioni (partner e committenti)*

NUVERA FC (stack), DAIMLER (stack e auto), CRF (sistema), Solvay

(Membrane), JM (catalizzatori), Istituti CNR (ITAE, IENI, IM, IMM,

Università (PG, Roma Tor Vergata, Roma La Sapienza, PI, RC, ecc.), Electro Power Systems, De Nora Tecnologie Elettrochimiche (DNTE).

#### *Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Sono state presentate diverse proposte di progetto nell'ambito del FP7 della Comunità Europea, del Bando 'Industria 2015' del MSE e dei PRIN del MUR.

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

I principali obiettivi per lo sviluppo delle tecnologie polimeriche sono l'aumento del tempo di vita e la diminuzione costi a parità di prestazioni. Questi obiettivi possono essere raggiunti attraverso lo sviluppo di componenti che permettano allo stack di operare in condizioni tali da semplificare drasticamente il sistema.

Le competenze principali riguardano lo studio di materiali (particolarmente polimeri), la catalisi, l'elettrochimica, l'ingegneria meccanica, elettrica e dei materiali.

##### *Risultati attesi nell'anno*

Come risultati dell'attività che si intende svolgere si prevedono di ottenere:

- MEA completi per media temperatura a base di polimeri non perfluorosolfonici compositi;
- MEA a base di conduttori protonici per media temperatura e/o bassa umidificazione;
- realizzazione di uno stack da 500W per media temperatura;
- realizzazione di uno stack da 1 kW air cooling;
- modelli FEM, CFD di componenti per celle a combustibile

##### *Potenziale impiego*

- per processi produttivi

catalizzatori, membrane, elettrodi, stack, dispositivi portatili.



*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Tali dispositivi possono soddisfare le esigenze individuali e collettive di sistemi per la conversione di energia, ad alta efficienza e basso impatto ambientale, nel settore dei trasporti (Power train, APU), della produzione combinata di energia elettrica e calore per usi stazionari e dell'alimentazione elettrica in sistemi portatili.

**Moduli**

**Modulo:** Celle a combustibile a bassa temperatura (DAFC - PEFC)  
**Istituto esecutore:** Istituto tecnologie avanzate per l'energia 'Nicola Giordano'  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Sviluppo competenze per celle a combustibile a bassa temperatura  
**Istituto esecutore:** Istituto tecnologie avanzate per l'energia 'Nicola Giordano'  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
372	83	564	0	1.019	311	958	263	N.D.	1.593

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
5	8

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	0	1	10	0	0	0	0	2	13

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	8	0	8

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Pompe di calore alimentate da energia termica

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Generazione distribuita di energia
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto tecnologie avanzate per l'energia "Nicola Giordano"
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	GIOVANNI RESTUCCIA

### *Elenco dei partecipanti*

Bottari Maria	liv. VI	Di Salvo Carmelo	liv. V	Grave' Patrizia	liv. VII
Brigandì Antonino	VI	Freni Angelo	III	Maggio Gaetano Domenico	III
Cacciola Gaetano	I	Giorgianni Diego	V	Restuccia Giovanni	I
Di Leonardo Raffaele	V				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

- Sviluppo di nuovi materiali adsorbenti con elevate capacità di adsorbimento/desorbimento di vapor d'acqua o altri fluidi refrigeranti non inquinanti. Misura sperimentale delle cinetiche di assorbimento intra-particle e dei coefficienti di diffusione di massa inter-particle dei materiali realizzati.
- Preparazione di innovative configurazioni di letti adsorbenti con elevate proprietà di trasferimento termico e di massa. Misura sperimentale dei coefficienti di scambio termico per le diverse configurazioni di letti adsorbenti compatti realizzati.
- Realizzazione di prototipi di climatizzatori ad adsorbimento alimentati da calore di scarto a bassa temperatura ( $T < 100$  C) o da energia solare, e relative prove sperimentali per determinare le prestazioni della macchina.
- Studio delle potenziali applicazioni delle macchine ad adsorbimento quali: sistemi trigenerativi basati su motori a C.I. o celle a combustibile; climatizzatori per autoveicoli; solar cooling systems.

#### *Stato dell'arte*

Il funzionamento di questi sistemi è basato sulla capacità di alcuni materiali porosi (es. zeoliti) di assorbire reversibilmente vapori non dannosi per l'ambiente (es. acqua). Inoltre, tali sistemi utilizzano energia termica quale fonte primaria. Particolarmente interessante appare oggi la prospettiva di sviluppare climatizzatori alimentati da calore di scarto o da energia rinnovabile quali quelli provenienti da cogeneratori o autoveicoli o impianti solari

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

- Sviluppo di un modello matematico di tipo dinamico per la simulazione di dettaglio di letti adsorbenti di refrigeratori ad adsorbimento.
- Preparativa e caratterizzazione dinamica di rivestimenti di materiale adsorbente su substrati metallici
- Sviluppo di una tecnica per verificare la stabilità idrotermale di materiali adsorbenti tramite cicli rapidi di adsorbimento/desorbimento.
- Caratterizzazione di innovativi materiali e letti adsorbenti per impiego in refrigeratori ad adsorbimento.
- Sviluppo di un prototipo di seconda generazione di refrigeratore ad adsorbimento per climatizzazione autoveicoli.
- Studio di sistemi trigenerativi basati su macchine "thermally driven" integrate con celle a combustibile ad alta temperatura per la produzione contemporanea di elettricità, calore e freddo'

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

Uno dei punti critici fondamentali riguarda l'aggiornamento di alcune apparecchiature di caratterizzazione (bilancia termogravimetrica, Stazione di prova da 1 kW per pompe di calore ad adsorbimento) in modo da poter testare materiali adsorbenti di metanolo o etanolo. Tali vapori refrigeranti, rispetto all'acqua, presentano interessanti proprietà termodinamiche che li rendono promettenti per particolari applicazioni quali solar cooling o ice-making.



**Competenze, tecnologie e tecniche di indagine**

Vengono utilizzate le seguenti competenze: - chimica di base ed applicata (sintesi e caratterizzazione di adsorbenti) - ingegneria meccanica e dei materiali (realizzazione di prototipi da laboratorio) - informatica e matematica (sviluppo di modelli di simulazione).

**Strumentazione**

Misura delle curve di equilibrio solido adsorbente/vapore tramite bilancia termogravimetrica. Misura del calore specifico e dell'entalpia di adsorbimento tramite calorimetria. Misura dell'area superficiale e del volume dei pori di solidi adsorbenti porosi tramite porosimetro a mercurio e tecnica BET. Studio generale delle proprietà chimico-fisiche di materiali adsorbenti tramite analisi DSC, DTA, TG, XRD, microscopia SEM.

**Tecniche di indagine**

Misura delle curve di equilibrio solido adsorbente/vapore tramite bilancia termogravimetrica. Misura del calore specifico e dell'entalpia di adsorbimento tramite calorimetria. Misura dell'area superficiale e del volume dei pori di solidi adsorbenti porosi tramite porosimetro a mercurio e tecnica BET. Studio generale delle proprietà chimico-fisiche di materiali adsorbenti tramite analisi DSC, DTA, TG, XRD, microscopia SEM.

**Tecnologie**

Tecnica di deposizione di strati sottili di materiale adsorbente su superficie metalliche. Realizzazione di scambiatori di calore ad elevata area superficiale rivestiti con strati consolidati di materiale adsorbente. Realizzazione di scambiatori di calore ad elevata efficienza per impiego in pompe di calore ad adsorbimento.

**Collaborazioni (partner e committenti)**

BIC, Novosibirsk (Rus), Un. di Warwick (UK), RHWT, Aachen (Ger), ECN, Petten (NL), CRF, Torino (IT), Iveco (I), Valeo Thermique Habitacle (F), Treibacher Industrie AG (A), Institut für Kernenergetik und Energiesysteme, Universität Stuttgart (D), Universidad Politécnica de Valencia (E): Tali collaborazioni sono attualmente inserite nell'ambito di specifici contratti (attualmente attivi) con la Unione Europea. Viessmann Werke GmbH (D), Enel (I) e Mitsubishi Chemicals (Jap) in qualità di committenti.

**Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate**

E' in fase di valutazione un progetto, presentato alla Commissione Europea nell'ambito del VII programma quadro, su solar cooling.

Sono in corso contatti per elaborare un ulteriore progetto da presentare all'imminente bando nell'ambito del VII programma quadro.

**Finalità**

**Obiettivi**

L'obiettivo principale è l'aumento della potenza specifica della macchina, sia in termini di peso che di volume, anche un aumento del COP è desiderabile se la sorgente energetica non è gratuita (es. pompe di calore gas-fired).

**Risultati attesi nell'anno**

- Realizzazione di un modello matematico bi-dimensionale implementato tramite software commerciale per analisi agli elementi finiti.
- Verifica della stabilità idrotermale di materiali adsorbenti tramite cicli rapidi di adsorbimento/desorbimento.
- Ottimizzazione dello spessore di rivestimenti di materiale adsorbente su substrati metallici (spessore max 0.7 mm- tempo di ciclo max 15 minuti).
- Identificazione di materiali adsorbenti innovativi e per impiego in climatizzatori ad adsorbimento alimentati da calori di scarto/energia solare ( $T_{max} < 100$  C).
- Ottimizzazione del design di un prototipo da 2.5 kW di seconda generazione di refrigeratore ad adsorbimento per climatizzazione autoveicoli.
- Definizione di un sistema trigenerativo basato su macchine 'thermally driven' integrate con celle a combustibile ad alta temperatura, progettazione del circuito termico per un sistema a celle a combustibile da 250 kW elettrici.

**Potenziale impiego**

**- per processi produttivi**

Climatizzatori per l'edilizia e per mezzi di locomozione, pompe di calore, trigenerazione.



*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

L'impiego più conveniente dei climatizzatori ad adsorbimento è nell'utilizzo del calore di cogeneratori per la produzione simultanea di elettricità, calore e/o freddo realizzando così sistemi trigenerativi.

L'applicazione economicamente più conveniente è nella climatizzazione del settore terziario.

**Moduli**

**Modulo:** Pompe di calore alimentate da energia termica  
**Istituto esecutore:** Istituto tecnologie avanzate per l'energia 'Nicola Giordano'  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Sviluppo competenze per pompe di calore alimentate da energia termica  
**Istituto esecutore:** Istituto tecnologie avanzate per l'energia 'Nicola Giordano'  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
261	30	291	0	582	46	367	102	N.D.	730

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
3	5

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	0	1	2	0	0	1	0	0	4

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	3	1	4

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Celle a combustibile ad Alta Temperatura (MCFC - SOFC)

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Generazione distribuita di energia
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto tecnologie avanzate per l'energia "Nicola Giordano"
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	ANTONINO SALVATORE ARICO'

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Antonucci Vincenzo	I	Di Leonardo Raffaele	V	Matera Fabio	III
Arico' Antonino Salvatore	II	Freni Salvatore	I	Minutoli Maurizio	VI
Bottari Maria	VI	Giorgianni Diego	V	Monforte Giuseppe	VI
Cacciola Gaetano	I	Grave' Patrizia	VII	Staiti Pietro	II
Campanella Clara	VII	Lufrano Francesco	II		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Caratterizzazione di celle a combustibile ad ossidi solidi e celle a combustibile a carbonati fusi, individuazione degli sviluppi tecnologici necessari a promuovere la penetrazione di sistemi CHP con celle a combustibile, ricerca e sviluppo di componenti innovativi e la dimostrazione di prototipi operanti in diverse condizioni di carico elettrico-termico al fine di valutare le prestazioni e le problematiche tecnologiche.

#### *Stato dell'arte*

L'emergenza ambientale, la liberalizzazione del mercato dell'energia, fenomeni di convergenza nei settori di distribuzione e fornitura di gas, elettricità e servizi, la volatilità delle risorse convenzionali disponibili e dei loro prezzi richiedono l'utilizzazione di nuove tecnologie di produzione e conversione di energia ad alta efficienza e basso impatto ambientale.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Sviluppo materiali, componenti e dispositivi per celle a combustibile SOFC e MCFC. Studio di processi di ossidazione diretta di gas naturale, GPL in celle SOFC. Sviluppo e caratterizzazione di stack SOFC sia dal punto di vista della efficienza elettrica che della cogenerazione. Messa a punto di stazioni di prova per sistemi SOFC.

Preparazione e caratterizzazione di materiali per applicazioni energetiche includendo componenti per batterie ad alta temperatura e per la conversione di energia solare.

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

I punti critici riguardano la non sufficiente disponibilità di personale laureato appartenente all'ente e l'adeguamento della strumentazione scientifica al fine di garantire la continuità dell'attività che si prevede a medio-lungo termine.

#### *Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Competenze specifiche su sviluppo, fabbricazione di componenti e dispositivi per celle SOFC e MCFC. Analisi di processo.

Caratterizzazione chimico fisica di componenti e caratterizzazione elettrochimica di celle singole, progettazione e realizzazione stack e stazioni di prova.

Diagnostica elettrochimica



#### *Strumentazione*

Stazioni di prova per celle singole DMFC e MCFC con housing metallici o ceramici. Stazioni di prova per stack SOFC.

Apparecchiature per la caratterizzazione e la diagnostica elettrochimica.

Gas cromatografi, Micro-GC, TPR. Impianti per caratterizzare ex-situ di processi di reforming etc.

Apparecchiature per la preparativa dei componenti (pressa uniassiale, forni alta temperatura, sistema per spray-coating).

Diffrattometro a raggi X (XRD), microscopi elettronici SEM e TEM, spettrometro di fotoelettroni (XPS) e di fluorescenza X (XRF), analisi termica.

#### *Tecniche di indagine*

Caratterizzazione e diagnostica elettrochimica tramite polarizzazioni, voltammetrie cicliche, impedenza complessa, metodo interruzione di corrente.

Caratterizzazione strutturale, morfologica, elettronica, chimica e di superficie dei materiali.

Analisi di processo e reattività chimica.

#### *Tecnologie*

Simulazione digitale di curve di polarizzazione per la determinazione dei parametri elettrocinetici.

Sintesi di catalizzatori, metodologie di formatura di elettrodi ed elettroliti e realizzazione celle SOFC ed MCFC.

#### *Collaborazioni (partner e committenti)*

Ansaldo FC (MCFC), Enitecnologie, Pirelli Labs, Eurocoating, Enel (SOFC);

CNR-IENI, CNR-ISTEC, CNR-ISMN (SOFC), Università di Reggio Calabria,

Università di ROMA2 (SOFC), Tozzi Renewable Energies, FIAMM, De Nora Tecnologie Elettrochimiche (DNTE).

#### *Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Formulazione di nuove proposte per progetti comunitari e nazionali.

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

I principali obiettivi in comune per lo sviluppo delle tecnologie SOFC e MCFC sono l'aumento del tempo di vita e la diminuzione costi a parità di prestazioni. Questi obiettivi possono essere raggiunti attraverso un ulteriore avanzamento nelle caratteristiche dei componenti attivi che favoriscano parallelamente la semplificazione di stack e di sistema. Le competenze principali riguardano lo studio di materiali (particolarmente ceramici avanzati), l'elettrochimica, l'ingegneria meccanica.

##### *Risultati attesi nell'anno*

Dimostrazione di sistemi SOFC, messa a punto catalizzatori per l'ossidazione diretta di metano, propano, gas naturale, GPL per l'ottenimento di prestazioni in cella SOFC superiori a 300 mW cm<sup>-2</sup>.

##### *Potenziale impiego*

###### *- per processi produttivi*

Materiali ceramici, Catalizzatori, Ossidazione di metano, Reforming interno, Elettroliti ceramici, Miscele elettrolitiche, Stack di celle a combustibile, Cogenerazione. Materiali elettroceramici per applicazioni energetiche.

###### *- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Generazione distribuita di energia elettrica e termica utilizzando combustibili (idrogeno, metano, etanolo) e processi in grado di garantire alta efficienza e basso impatto ambientale.

#### *Moduli*

<b>Modulo:</b>	Celle a combustibile ad Alta Temperatura (MCFC - SOFC)
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto tecnologie avanzate per l'energia 'Nicola Giordano'
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto

<b>Modulo:</b>	Sviluppo competenze per celle a combustibile ad alta temperatura
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto tecnologie avanzate per l'energia 'Nicola Giordano'
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto



*Risorse commessa 2008*

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
273	146	1.119	0	1.538	162	1.427	436	N.D.	2.136

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
2	5

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	0	2	7	0	0	0	0	1	10

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
1	11	1	13

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Centro per la Promozione dell'Innovazione ed il Trasferimento delle Tecnologie Energetiche

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Generazione distribuita di energia
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti di sviluppo competenze
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto tecnologie avanzate per l'energia "Nicola Giordano"
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	SALVATORE FRENI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Antonucci Vincenzo	I	Di Leonardo Raffaele	V	Mondello Natale	VI
Arico' Antonino Salvatore	II	Di Salvo Carmelo	V	Recupero Vincenzo	I
Bottari Maria	VI	Freni Salvatore	I	Restuccia Giovanni	I
Cacciola Gaetano	I	Giorgianni Diego	V	Squadrito Gaetano	III
Campanella Clara	VII	Matera Fabio	III		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Nuove tecnologie energetiche prossime alla commercializzazione e prevalentemente basate sull'utilizzo di celle a combustibile, comprendenti generatori di idrogeno, sistemi di accumulo di idrogeno e tecnologie solari ed eoliche.

#### *Stato dell'arte*

Il settore dei trasporti rappresenta il 20% della spesa energetica mondiale e rimane vincolato per il 95% all'uso di combustibili fossili.

La differenziazione delle fonti e la razionalizzazione del ciclo energetico richiedono l'industrializzazione su larga scala di tecnologie in gran parte disponibili, ma anche l'introduzione di soluzioni ancora da ottimizzare. In questo contesto, grazie ai significativi avanzamenti ottenuti, le celle a combustibile alimentate da idrogeno sono oggetto di crescente interesse da parte delle industrie del settore. E' questo il senso, ad esempio, del progetto pilota per la produzione di celle a combustibile destinate al trasporto marittimo avviato dal polo tecnologico e scientifico di Porto Marghera.

Questa commessa punta a creare un supporto scientifico a quelle azioni che possono avere ricadute industriali nel breve e nel medio periodo come lo sviluppo della tecnologia delle celle a combustibile per usi stazionari e per l'autotrasporto. Inoltre, presenterà una serie di attività di complemento, oggi assenti nel mercato, con servizi innovativi in linea con le richieste dei produttori del settore.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Il programma delle attività da svolgere nel terzo anno comprende:

- 1) realizzazione edilizia del centro tecnologico;
- 2) acquisizione di n. tre moduli di alloggiamento delle stazioni di prova;
- 3) acquisizione delle principali apparecchiature da installare nelle stazioni di prova.

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

Il principale punto critico rimane la non programmabilità dei tempi necessari per esplicare tutte le azioni di carattere tecnico-amministrativo-burocratico ancora non concluse.

Altro punto critico rimane la non disponibilità di sufficienti risorse umane e professionali all'interno della struttura.

Le principali azioni da svolgere riguardano il proseguimento dell'iter amministrativo per giungere all'appalto pubblico per la realizzazione del centro ed il prosieguo dell'attività di acquisizione delle apparecchiature ancora necessarie e la realizzazione delle stazioni di prova.

#### *Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Le competenze possedute riguardano la capacità di progettare, assemblare e gestire impianti per la caratterizzazione di sistemi elettrochimici a celle a combustibile, sia a bassa che ad alta temperatura, generatori di idrogeno, prodotto sia per via elettrolitica che per via catalitica (gassificazione, reforming,



ossidazione parziale), sistemi di accumulo di idrogeno e sistemi per la produzione di calore e freddo per mezzo di sistemi trigenerativi.

#### *Strumentazione*

Apparecchiature (computer, software, ecc.) per la progettazione di stazioni di prova per sistemi a celle a combustibile, generatori di idrogeno, accumulatori di idrogeno e sistemi di trigenerazione.

Strumentazioni ed apparecchiature per la realizzazione delle seguenti tipologie di stazioni di prova; i) per celle polimeriche; ii) per celle ad ossidi solidi; iii) per celle a carbonati fusi; iii) sistemi di accumulo di idrogeno con idruri; iv) generatori di idrogeno da combustibili solidi, liquidi e gassosi; v) pompe di calore ad assorbimento; vi) sistemi trigenerativi.

Strumentazioni analitiche integranti le stazioni di prova per analisi gascromatografiche on line, carichi elettronici, distillatori, ecc.

#### *Tecniche di indagine*

Le attività riguardano la costruzione del Centro e la realizzazione delle stazioni di prova e dunque non è richiesta alcuna attività che necessiti tecniche di indagine scientifiche.

#### *Tecnologie*

Realizzazione e collaudo del Centro e dei laboratori.

Realizzazione e collaudo di stazioni di prova per celle a combustibile.

Realizzazione e collaudo di stazioni di prova per generatori di idrogeno.

Realizzazione e collaudo di una stazione di prova per impianti di accumulo di idrogeno.

Realizzazione e collaudo di una stazione di prova per elettrolizzatori.

Realizzazione e collaudo di una stazione di prova per impianti trigenerativi.

#### *Collaborazioni (partner e committenti)*

L'attività prevista è di natura prevalentemente multidisciplinare ed è rivolta in modo particolare alle industrie che vogliono sviluppare nuovi sistemi per la produzione di energia basati sull'uso dell'idrogeno e delle celle a combustibile. Pertanto sono in atto collaborazioni con le principali società operanti nel settore specifico quali: NUVERA FC, DAIMLER, CRF, Ansaldo Fuel cells, Ansaldo ricerche, Enitecnologie, Cantieri Navali Rodriguez, Meridionale Impianti.

#### *Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Attualmente non sono previste ulteriori entrate.

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

Obiettivo finale del progetto, inserito nell'ambito delle iniziative intraprese dalla Regione Siciliana per il Distretto Tecnologico Trasporti Navali Commerciali e da Diporto, è la promozione, attraverso la creazione di un Centro Tecnologico, dell'integrazione di tecnologie energetiche innovative nel settore della produzione di energia e dei trasporti, con particolare riferimento ai trasporti navali ed alle tecnologie dell'idrogeno.

##### *Risultati attesi nell'anno*

I principali risultati attesi sono:

- 1) Assegnazione dell'appalto per la costruzione del centro testing;
- 2) Realizzazione di almeno tre stazioni di prova;
- 3) Acquisizione di tutte le principali apparecchiature necessarie per le stazioni di prova.

##### *Potenziale impiego*

###### *- per processi produttivi*

La struttura funzionerà come centro di servizi per nuove attività di ricerca e sviluppo pre-competitivo o industriale e come centro di consulenza per attività di sviluppo industriale con attenzione specifica al settore navale ed in particolare per i cantieri navali del mezzogiorno.

L'attività principale del Centro consisterà nello sviluppo di processi, finalizzati principalmente alla caratterizzazione, certificazione e prova di sistemi elettrochimici ad alta efficienza e di sistemi per la produzione e l'accumulo di idrogeno. Questa finalizzazione principale richiede azioni ausiliarie di sostegno per la progettazione e la realizzazione delle attrezzature specifiche, l'acquisto ed il collaudo delle attrezzature reperibili sul mercato, la manutenzione e l'approvvigionamento.

###### *- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

A livello di risposta a bisogni individuali, le attività della commessa possono dare sostegno alle industrie che operano nel settore dei trasporti, e più in generale, della produzione di energia.

A livello collettivo, contribuirà al miglioramento della tecnologia di produzione di sistemi energetici alta efficienza ed a basso impatto ambientale.



**Moduli**

**Modulo:** Centro per la Promozione dell'Innovazione ed il Trasferimento delle  
Tecnologie Energetiche

**Istituto esecutore:** Istituto tecnologie avanzate per l'energia 'Nicola Giordano'

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.- scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
251	0	600	0	851	130	730	16	N.D.	997

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
2	3

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	0	1	6	0	0	0	0	6	13

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	1	2	3

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



**Idrogeno: produzione, trasporto,  
distribuzione e utilizzo**



## Diagnostica Avanzata per Materiali Innovativi, Energetica e Ambiente

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Idrogeno: produzione, trasporto, distribuzione e utilizzo
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per l'energetica e le interfasi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Milano
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	FRANCESCO CIGNOLI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Benechi Sergio	IV	Dalla Spezia Giampaolo	IV	Mariani Eros	VI
Benedetti Alessandro	III	De Iulius Silvana	III	Molena Raffaella	III
Boccazzi Arnaldo	II	Ferretti Domenica	III	Rondelli Gianni	II
Carretta Ubaldo	II	Guarnieri Claudio	IV	Tirloni Anna Maria	VI
Cignoli Francesco	III	La Torre Giovannina	VII	Turisini Giovanni Pietro	IV
Ciotti Cesare	II	Maffi Silvia Fiorina	III	Zizak Giorgio	I
Consani Ivo Roberto	V				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Sviluppo di bruciatori con la determinazione delle condizioni ottimali per la sintesi in fiamma di materiali nanostrutturati e loro caratterizzazione fotocatalitica e fotoelettrochimica. Studio dei processi di fotoelettrolisi. Studio di fiamme da combustibili fossili arricchiti con idrogeno e della combustione di idrogeno in microcombustori.

#### *Stato dell'arte*

TiO<sub>2</sub> nanofasico ed altri materiali innovativi sono proposti per le loro proprietà fotocatalitiche, fotoelettrochimiche e per la fotogenerazione di idrogeno dall'acqua. Le nanoparticelle possono essere sintetizzate efficacemente in fiamme. Si studiano materiali che presentino bande di assorbimento ottico nell'UV-VIS per la realizzazione di elettrodi con buona fotostabilità. L'idrogeno è utilizzato per migliorare la combustione di combustibili fossili studiata con diagnostiche avanzate.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

L'attività futura risentirà sensibilmente dell'esito di proposte di ricerca già avviate da tempo soprattutto il progetto legato ai fondi MAP, da lungo tempo in itinere. Questo potrà determinare una notevole mole di lavoro sulla rivelazione di particolato carbonioso in atmosfera. L'attività inerente proseguirà comunque, almeno in parte.

Proseguiranno le sperimentazioni sulla applicabilità della tecnica LII in fiamme di sintesi, con misure coordinate di microscopia elettronica e ottiche. Proseguirà l'attività sui microcombustori il cui contratto è ancora attivo e che sono in certa misura collegati ad una proposta PRIN.

Per la fotoelettrocatalisi si cercherà di produrre elettrodi di almeno due o meglio tre tipologie: con biossido di titanio puro, con difetti di carbonio con procedura propria, sempre con carbonio cercando di replicare al meglio le procedure adottate dal Dr. Khan (Pennsylvania). Su questi saranno condotti i test di attività fotoelettrocatalitica.

In merito al cracking del metano si procederà con l'analisi gascromatografica dei prodotti in relazione alla alimentazione fornita ed alle caratteristiche di scarica.

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

Sarà rilevante lo scavalcare l'uso dei modelli teorici nell'interpretazione del segnale LII ottenuto durante la sintesi di nanoparticelle. Queste costituiscono una varietà estesa ed è praticamente impensabile utilizzare la conseguente varietà di parametri, specie ove si tenga conto che essi a scala nanometrica possono differire da quelli a scala macroscopica.

Punto rilevante sarà quello di pervenire ad una configurazione per la LII di particolato carbonioso stabile ed affidabile. Nel caso divenissero operativi gli stanziamenti ottenuti allo scopo, sarà molto impegnativa la fase di ingegnerizzazione del prototipo.

In fotoelettrocatalisi critica sarà la verifica dell'effettivo spostamento della regione spettrale di assorbimento a causa della procedura in se e della carenza di raggugli sperimentali nei lavori esistenti. Per il cracking il



punto critico sarà la stabilizzazione della scarica (attualmente instabile) usando metano e successivamente una efficace separazione del carbonio prodotto.

Peso notevole avrà la riconversione della attività di un ricercatore afferente alla commessa che cesserà la sua opera per pensionamento senza rimpiazzo prevedibile

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Conoscenza dei fenomeni di combustione in generale, dei mezzi diagnostici relativi e dei metodi di gestione degli apparati sperimentali specifici.

*Strumentazione*

Si è realizzato un sistema per la sintesi e la raccolta di nanoparticelle e sono disponibili apparecchiature per la loro caratterizzazione (TEM, PCS) e per la diagnostica di processo (scattering, emissione luminosa, imaging in campi spettrali definiti, LII)

*Tecniche di indagine*

Si persegue la ricostruzione del quadro di fenomeni che intervengono nei processi di combustione, sia di sintesi che di impiego energetico diretto, per il miglior sfruttamento degli stessi. L'approccio è di tipo basilariamente diagnostico.

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

A parte le collaborazioni con Istituti del CNR, si prevedono collaborazioni scientifiche con i Politecnici di Milano e Torino, le Università di Milano e Torino, il Centro Ricerche FIAT, e CNRS-Orléans e l'Università di Heidelberg, il CESI Ricerche.

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Oltre ai PRIN avviati si valuteranno altre possibilità: se di esito positivo, le sperimentazioni sulla diagnostica durante la sintesi in fiamme sarebbero di notevole interesse industriale. Si rammenta che il solo concretizzarsi effettivo di progetti già approvati impegnerebbe il gruppo quasi al limite delle sue potenzialità. Altre ricerche attengono alla ricerca libera e sostegno in questa direzione verrà cercato. Tuttavia, data la loro rilevanza in campo energetico e ambientale non si esclude di poter trovare altri finanziamenti e si stanno già prendendo contatti in tal senso.

*Finalità*

*Obiettivi*

Processi di sintesi in fiamma di materiali nanostrutturati, loro caratterizzazione ed uso per la produzione di idrogeno tramite fotoelettrolisi. Utilizzo dell'idrogeno in processi di combustione innovativa, miglioramento dell'efficienza di combustione e riduzione degli inquinanti.

*Risultati attesi nell'anno*

Ci si propone di pervenire ad una interpretazione quantitativa dei risultati LII nella sintesi della titania. In altre parole di associare una dimensione di particella (range 10-50 nm) ad un dato tempo di decadimento del segnale di Incandescenza Laser Indotta. Si tenterà anche di ottenere segnali anche con altre nanoparticelle. Dallo S.C. si attende la realizzazione di elettrodi con caratteristiche soddisfacenti e prime verifiche sui risultati di letteratura e la individuazione di una miscela di ingresso per il reattore a plasma che consenta una scarica stabile per applicazioni sistematiche.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

sintesi di nanoparticelle; combustione, proprietà fotocatalitiche; fotoelettrochimica; particolati

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

riduzione delle emissioni di particolato e di inquinanti da processi di combustione; efficiente produzione di idrogeno da energia solare

*Moduli*

<b>Modulo:</b>	Diagnostica Avanzata per Materiali Innovativi, Energetica e Ambiente
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per l'energetica e le interfasi
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede di Milano



**Modulo:** Sviluppo competenze: definizione di protocolli diagnostici per sistemi energetici  
**Istituto esecutore:** Istituto per l'energetica e le interfasi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Milano

*Risorse commessa 2008*

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
824	219	5	449	1.497	335	559	110	N.D.	1.942

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
9	14

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	0	0	4	0	0	0	0	0	4

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	3	0	3

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Materiali e Processi per l'Elettrochimica dell'Idrogeno

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Idrogeno: produzione, trasporto, distribuzione e utilizzo
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per l'energetica e le interfasì
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	MARCO MUSIANI

### *Elenco dei partecipanti*

Cardiello Angelo Carmelo	liv. VII	Musiani Marco	liv. I	Vercelli Barbara	liv. III
Cattarin Sandro	II	Parpaiola Elena	VII	Zanin Ivana	VI
Collodel Tiziana	VI	Pellizzon Abramo	V	Zecchin Sandro	II
Comisso Nicola	III	Ragazzo Ruggero	VI	Zotti Gianni	II
Daolio Sergio	I	Sitran Stefano	IV		

### *Temì*

#### *Tematiche di ricerca*

Si studieranno processi di idrurazione di metalli e leghe, deposizione di materiali compositi per elettrocatalisi, processi di evoluzione di gas, elettrodi modificati con mono e multistrati polimerici organizzati e loro compositi con nanoparticelle metalliche.

#### *Stato dell'arte*

I metodi elettrochimici hanno grandi potenzialità per la produzione di idrogeno (elettrolisi dell'acqua), il suo accumulo sotto forma di idruri metallici e la sua reazione con ossigeno nelle celle a combustibile. La ricerca internazionale persegue attivamente lo sviluppo di nuovi materiali elettrodi per ciascuno di questi processi, puntando ad ottimizzarne le proprietà catalitiche/cinetiche e la stabilità di prestazione. L'attività della commessa si inserisce in questo campo con contributi originali alla produzione di materiali compositi ed alla caratterizzazione con tecniche transienti dei processi di evoluzione di gas.

In rapida espansione sono le ricerche sui nanomateriali. Un modulo della commessa si concentra sulla sintesi elettrochimica e caratterizzazione di polimeri policoniugati e loro compositi con nanoparticelle metalliche su superfici elettrodiche in mono- e multistrati.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

L'attività sarà articolata in due moduli. Nel "Modulo Idrogeno" ci si occuperà di preparazione e caratterizzazione di elettrodi compositi e/o porosi atti ad essere impiegati come elettrocatalizzatori o nella purificazione di acque reflue. Si proseguiranno le indagini sulle leghe metalliche adatte allo stoccaggio di idrogeno e all'accumulo e conversione di energia. Idruri metallici verranno preparati mediante ball-milling e intercalazione di idrogeno. Si inizieranno attività volte allo sviluppo di sensori per ossidi d'azoto e studi finalizzati all'ottenimento di transistor a film sottile basati su giunzioni metallo/ossido/polimero semiconduttore. Nel "Modulo Nanostrutture" ci si occuperà di sintesi di composti e polimeri policoniugati per autorganizzazione, come film nanostrutturati su superfici elettrodiche; produzione di films multistrato per autorganizzazione elettrostatica; progettazione di processi di deposizione di cluster metallici e semiconduttori su matrici polimeriche per applicazioni in energetica, sensoristica e fotonica, sintesi e caratterizzazione di ossidi ad elevata superficie specifica, funzionalizzati con oligomeri, per applicazioni in catalisi e sensoristica.

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

Nel corso del 2007, si è andato ulteriormente riducendo il personale addetto alla ricerca perché un primo ricercatore di grande esperienza ha optato per il tempo parziale ed un altro, già a tempo parziale, lascerà il servizio per pensionamento a fine anno. Questi eventi aggravano ulteriormente la situazione delle risorse umane della commessa. Sarà essenziale potere mantenere all'interno del gruppo di ricerca una ricercatrice inserita nel 2006 con un assegno di ricerca. È tuttavia necessario che almeno una parte dei 6 ricercatori e tecnici (afferenti totalmente o parzialmente alla commessa) che hanno lasciato il servizio negli ultimi 4 anni venga rimpiazzata con personale CNR.

Si sono presentati diversi progetti (PRIN, FIRB e progetti comuni CNR-CNRS) al fine di ottenere finanziamenti sufficienti allo sviluppo dell'attività dei prossimi 2-3 anni, e di mantenere attive collaborazioni



che hanno grandemente giovato, nel recente passato, alla produzione scientifica della commessa. Dall'approvazione o meno dei progetti presentati dipende la possibilità di sviluppare l'attività futura.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Elettrochimica, elettrodeposizione, elettrocatalisi, fotoelettrochimica, scienza dei materiali

*Strumentazione*

Potenziostati/Galvanostati, Analizzatori di risposte in frequenza, mulini per preparazione di leghe, SEM-EDX, XRD, AFM

*Tecniche di indagine*

Sperimentazione su scala di laboratorio e sviluppo di modelli quali/quantitativi

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

De Nora Tecnologie Elettrochimiche, Milano. CNRS - LISE, Parigi.

Institut für Nanotechnologie, Karlsruhe, Germania

Dept.Chemistry Uni-Laval, Canada

Dept.Chemistry UNI-Malaga, Spain;

Dept.Chemistry UNI-Florida

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Si continuerà a sottoporre progetti ad enti di finanziamento nazionali ed internazionali, come già fatto nel corso del 2007 quando sono state presentate proposte al MUR (PRIN) al MSE ed ai progetti comuni CNR-CNRS. Si manterranno rapporti con industrie elettrochimiche nazionali.

*Finalità*

*Obiettivi*

Ci si propone di ottenere (a) materiali elettrodi per l'elettrolisi dell'acqua, (b) materiali catalitici per la produzione di idrogeno, (c) idruri metallici efficienti nell'accumulo di idrogeno, (d) sensori, (e) mono- e multistrati polimerici organizzati e loro compositi con nanoparticelle metalliche.

*Risultati attesi nell'anno*

Si prevede che l'attività di ricerca condotta nel 2008 nell'ambito del 'Modulo Idrogeno' consentirà di ottenere (1) elettrodi innovativi con alto sviluppo superficiale ed elevata attività catalitica nello sviluppo di idrogeno, (2) conoscenze sull'attività di elettrodi compositi e porosi nel trattamento delle acque reflue (3) conoscenze sul comportamento di ossidi passivi cresciuti su metalli valvola e sulla possibilità di depositare polimeri (semi)conduttori su substrati metallo/ossido (4) nuovi materiali per l'intercalazione di idrogeno. In ciascun caso si prevede la pubblicazione di articoli scientifici.

Si conta anche di ottenere i primi risultati nello sviluppo di sensori per ossidi d'azoto.

Obiettivo primario del 'Modulo Nanostrutture' è quello di crescere strati compositi metallo-polimerici attraverso l'autorganizzazione di catene polimeriche e nanoparticelle metalliche su monostrati autorganizzati; quindi si passerà a studiarne le proprietà di conduzione elettrica anche attraverso microscopia AFM a conduzione (CP-AFM).

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Dispositivi per l'accumulo di energia (batteria, celle a combustibile); processi elettrolitici.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

**Moduli**

**Modulo:** Materiali e Processi per l'Elettrochimica dell'Idrogeno  
**Istituto esecutore:** Istituto per l'Energetica e le interfasi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Nanostrutture funzionali organizzate su superfici elettrodiche  
**Istituto esecutore:** Istituto per l'Energetica e le interfasi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto



**Modulo:** Sviluppo competenze per l'Elettrochimica dell'Idrogeno  
**Istituto esecutore:** Istituto per l'energetica e le interfasi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5=1+2+3+4</b>	<b>6</b>	<b>7=2+3+6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10=5+6+8+9</b>
714	100	0	0	814	84	184	162	N.D.	1.060

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
7	11

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	2	1	3

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Processi catalitici per la conversione di idrocarburi in H<sub>2</sub> e sua combustione

### Dati generali

<b>Progetto:</b>	Idrogeno: produzione, trasporto, distribuzione e utilizzo
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di ricerche sulla combustione
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	RAFFAELE PIRONE

### Elenco dei partecipanti

	liv.		liv.		liv.
Bencivenga Tammaro	V	Imparato Marco	VI	Pasquariello Francesco	IV
Bizzarro Andrea	VI	Liccardi Ciro	IV	Pirone Raffaele	II
Cacciapuoti Ugo	VII	Lisi Luciana	II	Pugliese Paola	VI
Chirone Riccardo	I	Maistrini Francesco	IX	Ragucci Raffaele	II
Cimino Stefano	III	Marra Francesco Saverio	III	Ruoppolo Giovanna	III
D'Antonio Anna	VIII	Miccio Francesco	II	Salzano Ernesto	III
De Joannon Mariarosaria	III	Napoletano Cinzia	VII	Scognamiglio Vincenzo	VI
De Martino Luigi	IV	Panetta Antonio	VI	Stanzione Vitale	VI
Di Benedetto Almerinda	III	Panetta Maurizio	VIII	Vito Gennaro	V
Di Paolo Antonio	IV				

### Temi

#### Tematiche di ricerca

L'attività riguarda:

- ) studio e messa a punto di sistemi catalitici strutturati (monoliti a nido d'ape, schiume) per processi di reforming ossidativo di idrocarburi leggeri;
- ) studio di processi catalitici a letto fluidizzato per la decomposizione di metano in idrogeno;
- ) sviluppo e caratterizzazione di catalizzatori per la purificazione di correnti di idrogeno mediante abbattimento selettivo di CO;
- ) messa a punto di sistemi catalitici per la combustione di miscele idrogeno-metano a temperature relativamente elevate (ca. 1000 C) per lo sviluppo di microcombustori idonei alla generazione diretta di energia elettrica;
- ) studio della combustione di miscele idrogeno-metano per lo sviluppo di combustori innovativi per turbo-gas;
- ) Studio della cinetica di ossidazione di miscele di idrocarburi e idrogeno in condizioni di forte preriscaldamento e diluizione dei reagenti (mild).
- ) sviluppo di modelli matematici per la simulazione, in campi di moto laminare e turbolento, di fiamme metano-idrogeno e per la definizione delle caratteristiche di esplosività di miscele CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>-aria.

#### Stato dell'arte

Il contesto è quello del Dipartimento Energia e Trasporti, in particolare il Progetto H<sub>2</sub>. L'attività è rivolta allo sviluppo di tecnologie tradizionali ed innovative di produzione di idrogeno, di tecniche di diagnostica avanzata per il controllo del rendimento e del relativo impatto ambientale di processi che utilizzano vettori alternativi carbon-free di cui l'idrogeno è il tipico rappresentante e di tecnologie innovative di tipo catalitico per l'utilizzo sicuro dell'idrogeno in applicazioni domestiche e industriali. L'attività di ricerca del gruppo interessato da questa commessa è tradizionalmente legata a processi di ossidazione:

- ) combustione catalitica di idrocarburi, mediante catalizzatori strutturati per l'ossidazione parziale e totale di metano e idrocarburi leggeri, l'ossidazione preferenziale di CO in correnti ricche di idrogeno e la combustione di miscele H<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub>.
- ) combustione in condizioni di forte preriscaldamento e diluizione dei reagenti (mild)
- ) impiego di metodi numerici avanzati per investigare i meccanismi di propagazione di fiamme premiscelate ibride, e le condizioni che determinano la transizione dal regime di moto laminare a quello turbolento.

### Azioni

#### Attività da svolgere

Si continueranno a studiare i catalizzatori strutturati con particolare attenzione dedicata alle proprietà redox e di stabilità termica dei materiali. Per quanto riguarda i catalizzatori per ossidazione parziale, l'attenzione sarà focalizzata sull'effetto delle substrato (conducibilità termica e densità di cella). Per i catalizzatori deputati



allo sviluppo di microcombustori, la ricerca si occuperà di caratterizzare le prestazioni di reattori strutturati nella combustione di miscele CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>. Per quanto riguarda, la decomposizione catalitica di CH<sub>4</sub> i test riguarderanno una campagna sperimentale a differente concentrazione di metano in alimentazione. Sarà inoltre realizzata una analisi preliminare sulle potenzialità della ossidazione di H<sub>2</sub> in condizioni mild per l'abbattimento di specie inquinanti. Verranno anche sviluppati codici di calcolo CFD basati sull'approccio LES per la simulazione della propagazione non stazionaria di fiamme premiscelate CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>/aria.

*Punti critici e azioni da svolgere*

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Le competenze maturate e rilevanti per lo sviluppo della commessa sono:

- ) preparazione di catalizzatori strutturati ad alta resistenza termica per reazioni di ossidazione parziale e totale e decomposizione di idrocarburi leggeri;
- ) caratterizzazione chimica e fisica delle superficie catalitiche di sistemi polverulenti e strutturati, studio del processo di invecchiamento/disattivazione di catalizzatori sottoposti a cicli termici e chimici;
- ) Progettazione, messa a punto ed impiego di reattori di combustione a fluidodinamica controllata (CSTR, PFR) per la caratterizzazione di cinetiche di reazione;
- ) Applicazione di tecniche di diagnostica ottica avanzata (PLLS, PIV, PLIF) per lo studio di processi complessi;
- ) Utilizzo di codici di calcolo commerciali per lo studio fluidodinamico e cinetico di processi di combustione
- ) messa a punto e gestione di reattori a letto fluido, catalitici e non;
- ) sviluppo di codici di calcolo per la simulazione della propagazione non stazionaria di fiamme premiscelate CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>-aria, in condizioni laminari e turbolente

*Strumentazione*

- ) sistemi per la preparazione di catalizzatori: evaporatori rotativi a pressione regolabile, forni di calcinazione, stufe di essiccazione, disponibilità di ampio campo di reagenti chimici;
- ) reattori da laboratorio di varie tipologie e funzione: CSTR e PFR ideali per reazioni in fase omogenea, reattori a letto fluido o fisso di particelle catalitiche e non o di catalizzatore strutturato;
- ) Sistema di diagnostica PLIF per la caratterizzazione di intermedi e prodotti di reazione;
- ) forni elettrici di alta temperatura (massimo esercizio a 1200 C) per la gestione e il controllo termico dei reattori da laboratorio;
- ) sistemi di analisi dei gas in flusso: analizzatori per H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, HC, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, gas-cromatografi, FT-IR
- ) sistemi di analisi chimica e fisica per i solidi: ICP, SEM/EDS, analizzatore elementare FTIR/UV, analizzatore per area superficiale, distribuzione porosimetrica e distribuzione metallica, sistema TPD/TPR/TPO, FTIR con accoppiamento a termobilancia;
- ) Workstation con 2 processori dual Xeon per il calcolo seriale e/o parallelo;
- ) Cluster di PC costituito da 8 nodi bi-processori per calcoli in parallelo,
- ) codici di calcolo commerciali Fluent, CHEMKI

*Tecniche di indagine*

Le competenze tecnico/scientifiche maturate nella attività sperimentale condotta si esplicano nelle seguenti metodologie:

- ) preparazione di catalizzatori idonei ai processi in esame: metodi differenti, scelta dei reagenti chimici e delle condizioni operative della preparativa;
- ) indagine sulle proprietà chimiche e fisiche di superficie attraverso analisi dei campioni preparati con le diverse tecniche e strumentazioni a disposizione; studio dell'effetto del metodo di preparazione sulle proprietà finali del catalizzatore; studio dei fenomeni di invecchiamento/disattivazione;
- ) Identificazione di meccanismi di reazione di H<sub>2</sub> e miscele di H<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub> in reattori a fluidodinamica controllata (CSTR, PFR) per mezzo di tecniche di diagnostica ottica avanzata finalizzate all'identificazione di intermedi di reazione non stabili;
- ) Esercizio di reattori a letto fluido per la caratterizzazione delle prestazioni del sistema catalitico con riferimento sia all'attività nella reazione di interesse che alla tendenza a generare fini. Indagini finalizzate alla valutazione sulla fattibilità di un'operazione continua di produzione di idrogeno basata su cicli di decomposizione e rigenerazione.



### *Tecnologie*

Le competenze tecnico/scientifiche del gruppo interessato da questa commessa maturate nelle attività di carattere teorico/modellistica finora condotte si esplicano nelle seguenti attività:

- ) sviluppo di codici di calcolo CFD per la simulazione di processi di combustione turbolenta in condizioni stazionarie e dinamiche, basati sia sull'approccio RANS che sull'approccio più sofisticato LES;
- ) simulazione di esplosioni mediante l'implementazione di cinetiche dettagliate.
- ) identificazione dei pathways cinetici critici dell'idrogeno nelle condizioni di ossidazione MILD attraverso la sistematica validazione dei risultati ottenuti per mezzo della simulazione numerica (con meccanismi dettagliati) con i risultati della attività sperimentale.

### *Collaborazioni (partner e committenti)*

Dipartimento di Ingegneria Chimica dell'Università di Napoli Federico II, Università di Torino, Politecnico di Torino, Institut de Recherches sur la Catalyse-CNRS, Università di Udine, Università di Messina, SNAMPROGETTI, ENEL, ENEA, University of Leeds, Department of Fuel & Energy (UK); l'istituto fa parte del Gruppo di Ricerca Europeo 'Energistica e Sicurezza dell'Idrogeno' al quale partecipano, oltre al CNR, quattro università italiane, sei laboratori del CNRS e quattro università francesi, University of Loughborough (UK).

Le attività sono sviluppate anche nell'ambito dei due Centri di Competenza della Regione Campania di cui l'Istituto fa parte:

AMRA – Analisi e monitoraggio del rischio ambientale  
TECNOLOGIE – Nuove Tecnologie per le Attività Produttive

### *Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

### *Finalità*

#### *Obiettivi*

Studio delle tecnologie e processi innovativi per affrontare la transizione al futuro 'sistema idrogeno'. Gli obiettivi specifici riguardano la messa a punto di processi di produzione di idrogeno ed il suo utilizzo puro o in miscela in processi innovativi di generazione di energia. Per quanto riguarda lo studio di processi di produzione di idrogeno, ci si prefigge di ottimizzare alcuni aspetti di processi esistenti (sistemi catalitici nell'ossidazione parziale di metano), e di esplorare tecnologie innovative (decomposizione catalitica di metano in reattori a letto fluido). Nel campo dei processi di produzione di energia da idrogeno (puro o in miscela), l'obiettivo è quello di studiare sia sistemi catalitici che reattori di ossidazione in fase omogenea, con particolare riferimento all'effetto dell'H<sub>2</sub> come combustibile aggiuntivo per generazione di potenza in applicazioni domestiche o industriali, oppure come reagente 'ripulente' di effluenti gassosi contenenti specie inquinanti di diversa natura. Le cinetiche di combustione saranno modellate, allo scopo di consentire una corretta progettazione delle tecnologie di combustione e simulare le condizioni di esplosività.

#### *Risultati attesi nell'anno*

- ) valutazione del ruolo delle proprietà del substrato per catalizzatori Rh/perovskite nella ossidazione parziale del metano
- ) Valutazione della efficienza di decomposizione catalitica di metano in reattori a letto fluidizzato al variare della concentrazione di metano in ingresso.
- ) Sviluppo di microcombustori per miscela H<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub> base di piastrine e monoliti catalitici
- ) messa a punto di un impianto per la combustione catalitica di H<sub>2</sub> o miscela CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub> per la generazione di potenza in turbogas
- ) Valutazione dell'efficacia dell'idrogeno nei processi di ossidazione di specie inquinanti presenti nei gas esausti.
- ) dati quantitativi che caratterizzino l'effetto della presenza di ostacoli sulla esplosione di miscela metano-H<sub>2</sub>/aria.

#### *Potenziale impiego*

##### *- per processi produttivi*

Le tematiche di ricerca si rivolgono a gran parte delle aree dei processi produttivi che coinvolgono l'idrogeno, sia come prodotto del processo stesso sia come vettore energetico. In particolare lo sviluppo di sistemi catalitici per la produzione di idrogeno così come il loro utilizzo in impianti di laboratorio trova una diretta ricaduta nel settore delle celle a combustibile, nei processi ed impianti per la produzione di gas di sintesi ed idrogeno nonché nello stadio preliminare di combustione ricca in turbine a gas. Analogamente, lo studio del processo di ossidazione dell'idrogeno e di miscele metano/idrogeno, sia in condizioni tradizionali sia per via catalitica sia in condizioni mild, è di fondamentale importanza per l'utilizzo di questo combustibile nei sistemi di produzione di energia.



*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

L'attività trova diretta ricaduta nella crescente richiesta nell'utilizzo di vettori energetici intrinsecamente puliti (e l'idrogeno è il primo di questi) prodotti a loro volta con processi 'puliti'. In particolare nell'individuazione di sistemi innovativi per la produzione di idrogeno, essenzialmente per via catalitica così come nella messa a punto di processi di combustione di idrogeno puro e/o in miscela e nella gestione 'sicura' dei suddetti processi.

**Moduli**

**Modulo:** Processi catalitici per la conversione di idrocarburi in H<sub>2</sub> e sua combustione

**Istituto esecutore:** Istituto di ricerche sulla combustione

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Sviluppo di processi catalitici per la conversione di idrocarburi in H<sub>2</sub> e sua combustione

**Istituto esecutore:** Istituto di ricerche sulla combustione

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
331	49	290	0	670	19	358	76	N.D.	765

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
3	7

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	0	0	0

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Tecnologie e sistemi catalitici per la produzione ed accumulo di idrogeno

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Idrogeno: produzione, trasporto, distribuzione e utilizzo
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto tecnologie avanzate per l'energia "Nicola Giordano"
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	VINCENZO RECUPERO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Bottari Maria	VI	Freni Salvatore	I	Mondello Natale	VI
Cacciola Gaetano	I	Giorgianni Diego	V	Pino Lidia	II
Campanella Clara	VII	Grave Patrizia	VII	Recupero Vincenzo	I
Di Salvo Carmelo	V	Lagana' Massimo	VI		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Prove finalizzate a valutare l'attività e la stabilità catalitica dei catalizzatori sviluppati per le reazioni di reforming (steam, oxy e autotermico); di water gas shift; di ossidazione selettiva del CO. Prove dimostrative per la valutazione dei processi di abbattimento degli inquinanti gassosi.

Studio di processi (trireforming) per l'abbattimento della CO<sub>2</sub>, in particolare dai flue gas in uscita da centrali di potenza alimentati a gas naturale o carbone.

Progettazione, Realizzazione e sperimentazione di sistemi di generazione di H<sub>2</sub> di piccola taglia (<30 kWequivalenti), alimentati con idrocarburi leggeri (metano, GPL, etc., con alcoli (metanolo, etanolo, etc, biocombustibili e combustibili secondari (residui di lavorazione del settore agricolo, solventi esausti, etc.)) integrabili con sistemi di celle a combustibile e/o dedicati alla produzione di Idrogeno per applicazioni nel settore del trasporto.

Ingegnerizzazione ed industrializzazione dei generatori di idrogeno citati.

Studio e sviluppo elettrolizzatori ad alta efficienza.

#### *Stato dell'arte*

In ambito internazionale sono in corso numerose iniziative finalizzate allo sviluppo di sistemi di generazione H<sub>2</sub>, di piccola e media taglia, con utilizzo di combustibili fossili o da biomasse, per applicazioni stazionarie e mobili. La ricerca è finalizzata allo sviluppo di avanzate unità di generazione H<sub>2</sub> che aumentino la competitività di sistemi di produzione di energia elettrica riducendone le dimensioni, i costi, i tempi di avvio; ed aumentando, la durata e la flessibilità di impiego.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

A) Realizzazione, collaudo e prove preliminari di funzionamento di un impianto per la produzione di 30 Nm<sup>3</sup>/h di idrogeno da GPL.

B) Realizzazione, collaudo e prove preliminari di funzionamento di un impianto per la produzione di 10 Nmc/h di idrogeno da solventi esausti provenienti dal ciclo di lavorazione di una industria elettronica;

C) Progettazione esecutiva di un impianto da 10 Nmc/h di idrogeno da bioetanolo (residui della lavorazione di prodotti vinicoli);

D) Prove in discontinuo impianto Hygen II per una sua completa validazione funzionale.

E) Sviluppo e prove di funzionamento, in scala di laboratorio, di catalizzatori strutturati per i processi di reforming di idrocarburi leggeri ed analisi della loro attività e stabilità chimica;

F) Sviluppo e prove di funzionamento, in scala di laboratorio, di catalizzatori per il processo di tri-reforming di metano al fine di definirne attività e stabilità chimica.

G) Bilancio di massa e di energia per il processo di tri-reforming del metano, applicato al flue gas in uscita da centrali elettriche di potenza alimentate a gas naturale e/o a carbone, al fine di abbattere la CO<sub>2</sub> emessa e di produrre un syngas ricco in idrogeno.



*Punti critici e azioni da svolgere*

disponibilità di nuove unità di personale di ricerca e tecnico; • adeguamento della strumentazione scientifica; • acquisizione di finanziamenti finalizzati; • necessità di progetti nazionali integrati.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Competenze in Ingegneria chimica, dei materiali, meccanica; in Chimica e Chimica Industriale. Sviluppo e caratterizzazione catalizzatori, progettazione impianti in scala di laboratorio e di unità dimostrative, modellistica.

*Strumentazione*

gascromatografi per analisi on-line di miscele gassose; spettrometro di massa; analizzatore CO,CO<sub>2</sub>,CH<sub>4</sub>; stufe a temperatura programmata, muffole, stazioni prova in scala laboratorio per processi di reforming sia in fase eterogenee che omogenee.

*Tecniche di indagine*

Tecniche di caratterizzazione chimico-fisica sia in bulk che di superficie di materiali catalitici. In particolare: microscopia a trasmissione (TEM- EDAX), microscopia a scansione (SEM-EDAX), analisi elementare (XRF, CHNSO), diffrattometria a raggi X, BET, Analisi termica mediante TGA-DSC, analisi di superficie mediante XPS.

*Tecnologie*

Tecnologie industriali relative a processi e sistemi catalitici per la produzione di idrogeno, ovvero Unità di Generazione di idrogeno da idrocarburi leggeri, mediante processi di reforming, di piccola taglia (1- 10 kW); preparazione di catalizzatori mediante tecniche di impregnazione umida, coprecipitazione, combustione. etc.; test catalitici in stazioni di prova a letto fisso; modellazione numerica della fluidodinamica di reattori chimici e della cinetica di processi di reforming.

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Sirtis, Autogas Nord, Enea, Università Messina, Politecnico Torino, Istituto CNR Combustione, SudChemie, Nextech Inc., Università Genova, Università Cassino, M.I.W.T..Cimegas Adriatica.

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Colloqui con Sirtis ed Autogas Nord per la costituzione di una società di spin off per la produzione industriale di piccoli generatori di idrogeno, basati sul prototipo in corso di realizzazione nell'ambito del contratto di ricerca attivo con le medesime società.

*Finalità*

*Obiettivi*

Sviluppo di unità prototipo di generatori di idrogeno da 1 - 30 kW equivalenti, da integrare con sistemi di celle a combustibile.

Razionalizzazione dell'utilizzo di combustibili tradizionali ed alternativi per applicazioni energetiche.

Sviluppo di processi per la generazione di H<sub>2</sub>, a partire da biomasse integrabile con sistemi di produzione dell'energia elettrica.

Sviluppo di processi e sistemi per l'abbattimento e/o separazione di inquinanti gassosi.

*Risultati attesi nell'anno*

A) Validazione funzionale di un impianto per la produzione di 30 Nm<sup>3</sup>/h di idrogeno, da utilizzare come gas tecnico, a partire da GPL.

B) Validazione funzionale di un impianto per la produzione di 10 Nmc/h di idrogeno da solventi esausti provenienti dal ciclo di lavorazione di una industria elettronica;

C) Progetto esecutivo di un impianto da 10 Nmc/h di idrogeno da bioetanolo (residui della lavorazione di prodotti vinicoli);

D) Validazione funzionale dell'impianto Hygen II.

E) Catalizzatori strutturati per i processi di reforming di idrocarburi leggeri ed analisi della loro attività e stabilità chimica;

F) Catalizzatori per il processo di tri-reforming di metano ed analisi della loro attività e stabilità chimica.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

catalizzatori, generazione idrogeno, purificazione gas di sintesi, celle a combustibile,

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

i risultati della commessa possono trovare impiego in stazioni di rifornimento idrogeno per applicazioni automotive in particolare, e nel settore del trasporto in generale; nel settore della cogenerazione (elettrica, e



termica) sia in applicazioni residenziali che commerciali e industriali, in integrazione, e non, con sistemi di Celle a Combustibile, ovvero per migliorare la qualità delle emissioni generate dalle attività collettive.

#### **Moduli**

**Modulo:** Tecnologie e sistemi catalitici per la produzione di idrogeno  
**Istituto esecutore:** Istituto tecnologie avanzate per l'energia 'Nicola Giordano'  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Purificazione ed Accumulo di Idrogeno  
**Istituto esecutore:** Istituto tecnologie avanzate per l'energia 'Nicola Giordano'  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Sviluppo competenze per tecnologie e sistemi catalitici per la produzione ed accumulo di idrogeno  
**Istituto esecutore:** Istituto tecnologie avanzate per l'energia 'Nicola Giordano'  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

#### **Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
254	33	250	0	537	26	309	110	N.D.	673

valori in migliaia di euro

<b>Unità di personale di ruolo*</b>	
ricercatori	Totale
2	5

\*equivalente tempo pieno

<b>Unità di personale non di ruolo</b>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	0	0	2	0	0	0	0	1	3

<b>Richiesta nuove unità di personale</b>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
1	2	0	3

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## **Partecipazione ai programmi nazionali e internazionali sulla Fusione**



## Fisica e Tecnologia del Plasma e della Fusione Termonucleare

### Dati generali

<b>Progetto:</b>	Partecipazione ai programmi nazionali e internazionali sulla Fusione
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di fisica del plasma "Piero Caldirola"
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	SANTE GIOVANNI CIRANT

### Elenco dei partecipanti

	liv.		liv.		liv.
Allocchio Carolina	V	Granucci Gustavo	III	Nardone Antonio	VI
Aloci Sofia	VI	Guercio Alba	VII	Nowak Silvana	III
Bruschi Alessandro	III	Jacchia Alessandro	II	Ramponi Gabriella	II
Caimi Barbara	VII	Lazzaro Enzo	I	Riggio Angelina	VII
Cirant Sante Giovanni	II	Mantica Paola	II	Sanvito Elisabetta	VII
Farina Daniela	II	Marchetto Chiara	III	Simonetto Alessandro	III
Gandini Franco Adriano	III	Mellera Vittoria Antonia	V	Sozzi Carlo	III
Gittini Giuseppe	V	Muzzini Valerio Giorgio	VI		

### Temi

#### Tematiche di ricerca

LIFP svolge attività di sperimentazione su FTU e JET, e di teoria dell'interazione onda-plasma e delle applicazioni di onde Cicotroniche Elettroniche (EC nel seguito).

Si sviluppano e realizzano, anche con contratti attivi Euratom:

- Modelli e calcoli per la propagazione ed interazione di onde elettromagnetiche nei plasmi tokamak.
- componenti e sistemi per onde millimetriche di potenza.
- sviluppo di applicazioni di onde Cicotroniche Elettroniche in plasmi da fusione.
- test per sistemi di antenne a microonde per impieghi astronomici satellitari.
- sviluppo di componenti e sistemi innovativi ad onda millimetrica
- Come spin-off delle ricerche per i plasmi da fusione trasferisce competenza tecnologica all'industria.

#### Stato dell'arte

In Italia la ricerca sulla fusione a confinamento magnetico è portata avanti dal CRE-ENEA (Frascati), dall'IGI-CNR (Padova) e dall'IFP-CNR (Milano), con la partecipazione di alcuni gruppi universitari. C1 di IFP contribuisce con studi ed applicazioni del processo fisico di trasferimento di energia al plasma mediante assorbimento risonante di microonde alla risonanza EC (ECRH). Dispone della conoscenza di frontiera della fisica relativa, estendendola a condizioni termonucleari. Conosce la fisica delle instabilità MHD, e avanza nell'indagine della loro evoluzione in presenza di ECRH. C1 conduce attività sperimentale, in primis gestendo con IENEA un esperimento con onde EC sul tokamak FTU (esperimento nazionale sulla fusione), con responsabilità della strumentazione di potenza. Oggetto attuale di indagine sperimentale l'azione di EC sulla stabilità del plasma. Collabora inoltre con progetti di sua invenzione a esperimenti europei JET, AUG, TCV, anche affrontando la problematica del trasporto di calore. C1 ha sviluppato tecnologie a onde millimetriche d'avanguardia su propagazione, condizionamento ed radiazione di fasci gaussiani e su sistemi diagnostici per sistemi di potenza (2 MW).

### Azioni

#### Attività da svolgere

IFP intende sviluppare, anche in collaborazione con ENEA, JET, EFDA e Fusion For Energy: completamento del Task TW6-TPHE-ECHULA sull'analisi delle performances dell'antenna EC di ITER(UL+EL) per controllo MHD in vari scenari Upper+Equatorial completamento schema controllo in tempo reale dell'UL, valutazione di errori-test degli algoritmi controllo su struttura FPGA in esperimenti esistenti AUG, FTU-ammodernamento del lanciatore ECH per FTU, costruendo ed installando una coppia di specchi veloci con supporto e motorizzazione-partecipare con le misure in potenza messa a punto del gyrotron europeo per ITER task CCGT1-procedere con lo sviluppo di componenti millimetrici innovativi -misure in JET ed FTU di ECE in direzione obliqua rispetto al campo magnetico di confinamento -allestimento su FTU e ottimizzazione di misure ECE finalizzate a controllo in tempo reale di MHD con ECH -procedere con la modellizzazione delle perdite di riflettività di specchi a onda millimetrica, realizzando nuovi campioni e avviando la costruzione di



un nuovo risonatore per misure di basse perdite dissipative -training del borsista EFTS su interazione onda EC-plasma, utilizzo di strumenti di calcolo sviluppati in IFP

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

Per sostenere le attività contrattuali con EFDA e prepararsi ai nuovi impegni nel quadro dei contratti ITER accessibili solo in consorzio con altre unità di ricerca o con industrie, è necessario disporre di personale al livello di ricercatore e occupare livelli di coordinamento e dirigenza dei progetti. Inoltre occorrono alcuni investimenti in strumentazione di pregio.

#### *Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

La competenza specifica di C1 nella fisica delle microonde di potenza è un 'presidio' pressoché unico in Italia ed è un settore in via di rapido sviluppo tecnico, in Europa e negli USA. Dall'IFP vengono prodotti originali contributi alla teoria e alla sperimentazione dei processi di propagazione e interazione lineare e nonlineare di onde elettromagnetiche, trasferimento d'energia e stabilità dei plasmi di laboratorio. In particolare, la approfondita conoscenza della teoria dell'interazione tra plasmi ed onde ciclotroniche elettroniche è la base per la realizzazioni di codici numerici predittivi, riconosciuti tra i più efficaci e completi.

Si sviluppano originali strumenti tecnici e diagnostici e modelli fisici.

A sostegno della attività relative controllo in tempo reale del lanciatore EC, è stato stipulato un Contratto di Collaborazione con il Politecnico di Milano, con la assimilazione a IFP di specifiche e vaste competenze nel settore di trattamento dati e metodologie di controllo di processo.

#### *Strumentazione*

1. Strumentazione Laboratorio Onde millimetriche (voltmetro)
2. Vettoriale, Camera Anecoica, Camera pulita, Profilometro per componenti ottiche per onde mm).
3. Rete di Workstations e Personal computer e Software specialistico per calcoli elettromagnetici e sviluppo di modelli fisici.
4. Impianto ECRH sul tokamak FTU dell'ENEA (Frascati).

#### *Tecniche di indagine*

- Preparazione e conduzione di esperimenti di azione-risposta a iniezioni modulate di potenza rf (ECRH) in plasmi tokamak (JET, FTU, TCV, ASDEX).
- Misurazioni con radiometri dell'emissione ECE, sviluppo di sistemi di controllo digitale/numerico di processi a partire da segnali magnetici, radiometrici e spettroscopici.
- Dispositivi per prove sperimentali dicaratterizzare componenti dei sistemi di propagazione lancio e assorbimento di fasci di onde ECH di potenza
- Modelli numerici e analitici di studio dei processi fisici e interpretazione dei segnali sperimentali.

#### *Tecnologie*

- Tecnologia di impianti radio frequenza di potenza.
- Tecnologia dei sistemi diagnostici basati sull'emissione elettromagnetica.
- Tecnologia applicabili agli esperimenti tokamak.
- Metodi analitici e numerici di progettazione di apparati a rf.

#### *Collaborazioni (partner e committenti)*

L'IFP è una Unità di Ricerca dell'Associazione EURATOM-ENEA-CNR per la Fusione Termonucleare (VII Programma Quadro, <http://www.cordis.lu/lp6/fusion.htm>, European Legal Entity for ITER construction). In questo ambito, vi è collaborazione scientifica tra tutti i laboratori europei associati EFDA-ITER(D) EFDA- JET(UK) Max-Planck IPP(D) DRFC CEA(F) FOM (NL) CFN-IST (P) CRPP(CH) CNRS, (F) IAP (Russia) JAERI (J) ASI Università di Milano, Milano - Bicocca, Pisa, Politecnico di Milano, Napoli Federico II Saskatchewan(Canada), Uppsala (S)

#### *Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Si intende concorrere a contratti R&D con EFDA (oltre al 2008 con l'ente che sostituirà EFDA) ed ILE/ELE relativi ai sistemi a radiofrequenza per ITER e per il riscaldamento e il controllo del plasma. Inoltre, si intende partecipare attivamente ad un costituendo consorzio europeo per la costruzione dell'Upper Launcher EC per ITER.

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

Sotto contratto attivo EFDA, si studieranno applicazioni di onde EC in plasmi da fusione. In particolare, si svilupperanno schemi di stabilizzazione mediante onde EC di instabilità MHD, (NTM) su ITER, e si ottimizzerà l'Upper Launcher di ITER. Saranno usati appositi codici numerici per l'interazione onda-plasma e per la dinamica MHD. Si eseguiranno esperimenti su FTU mirati a test operativi di applicazioni ECH/ECCD, provvedendo inoltre al miglioramento del lanciatore al fine di permetterne l'uso in tempo reale



durante la scarica tokamak. Per la realizzazione di ITER HFP contribuirà al progetto di componenti per il sistema di lancio di onde Elettroniche ciclotroniche su ITER, in consorzio con partner europei. Test degli algoritmi di controllo, validi per ITER, in esperimenti esistenti (AUG, FTU). Si proseguiranno ricerche sul trasporto di calore nei tokamak, e sull'impiego della strumentazione per misura ECE con linea di vista obliqua realizzata da IFP su JET e FTU. Sul fronte delle tecnologie a onde mm. oltre al lavoro sul sistema di lancio per ITER si parteciperà alla messa a punto del Gyrotron Europeo. Si svilupperà anche un beam switch/combiner controllato in frequenza.

#### *Risultati attesi nell'anno*

0- rapporto finale task TW6-TPHE, CCGDS4.

1-Risultati dell'esperimento ECRH su FTU a oltre 2 MW 140 GHz su controllo di instabilità MHD resistive mediante iniezione modulata di potenza EC e disruzioni.

2- Realizzazione di una antenna veloce per FTU.

3-Impiego di carichi bolometrici nel test-bed del gyrotron europeo per ITER.

4-Avvio dell'esperimento ASDEX su controllo automatico di instabilità MHD resistive con specchi orientabili.

5-Utilizzo della nuova diagnostica 'ECE obliqua' sul JET e analisi della sperimentazione associata.

6-Verifica del modello descrittivo dell'effetto di rugosità superficiale sulla riflettività di specchi per onde millimetriche.

#### *Potenziale impiego*

##### *- per processi produttivi*

Sul breve e medio periodo le competenze specialmente legate alle microonde di potenza sono inserite in un mercato di alta tecnologia, alto valore aggiunto ed ampiezza mondiale.

Oltre le applicazioni specifiche e specialistiche per gli esperimenti di fusione o di altri processi che richiedano l'assorbimento di elevate potenze, le ricadute tecnologiche legate a queste ricerche possono interessare alcuni aspetti dei sistemi di radio comunicazione e dei sistemi radaristici.

##### *- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Sul lungo periodo la ricerca sulla fusione termonucleare porterà alla realizzazione di centrali a fusione (tipicamente da 1 GW) intrinsecamente sicure, ad impatto ambientale limitato, con scorie radioattive con tempi di decadimento relativamente brevi (dell'ordine di 100 anni).

#### *Moduli*

**Modulo:** Fisica e Tecnologia del Plasma e della Fusione Termonucleare  
**Istituto esecutore:** Istituto di fisica del plasma 'Piero Caldirola'  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** sviluppo competenze  
**Istituto esecutore:** Istituto di fisica del plasma 'Piero Caldirola'  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

#### *Risorse commessa 2008*

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
894	127	545	231	1.797	152	824	288	N.D.	2.237

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
11	16

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	0	0	7	0	2	0	0	0	9



<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
<b>tempo determinato</b>	<b>tempo indet</b>	<b>non di ruolo*</b>	<b>Totale</b>
2	5	0	7

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Strumenti e tecnologie dei processi al plasma per applicazioni industriali

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Partecipazione ai programmi nazionali e internazionali sulla Fusione
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di fisica del plasma 'Piero Caldirola'
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	GIOVANNI MARIA GROSSO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Allocchio Carolina	V	Gervasini Gabriele	III	Nardone Antonio	VI
Alocchi Sofia	VI	Chezzi Francesco Mauro	III	Riggio Angelina	VII
Bruschi Alessandro	III	Gittini Giuseppe	V	Sanvito Elisabetta	VII
Caimi Barbara	VII	Grosso Giovanni Maria	II	Schiavone Raffaele	V
De Angeli Marco	IV	Guercio Alba	VII	Spinicchia Nicolo'	V
Dell'Era Fabio	V	Lazzaro Enzo	I	Vassallo Espedito	III
Gatto Giuseppe	III				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

La commessa, sostenuta da contratti EFDA-Euratom ed industriali riguarda tematiche e tecniche sperimentali sulla Fusione e per ricadute applicative in altri campi: l'interazione del plasma con materiali diversi; separazione di specie ioniche per mezzo di forze ponderomotrici; analisi con tecniche XPS, SIMS e profilometria di campioni di CFC e W esposti al plasma; studio delle modificazioni morfologiche superficiali sui materiali di prima parete e del divertore; sviluppi diagnostici per le fluttuazioni elettrostatiche nel SOL indotte da polveri ed impurezze. Tra gli sviluppi di strumenti si contano: sorgenti a plasma-onde millimetriche di potenza (28GHz, 10KwCW); Microtorcia al plasma con tecniche radio frequenza ed a pressione atmosferica; apparecchio per pirolisi anossica del metano in collaborazione IFP-IEN; studi di spettrometria neutronica e gamma (GRS) per il JET e per ITER, in collaborazione con l'Università di Milano Bicocca-EFDA-JET; sviluppo del Collective Thomson Scattering. Come applicazione non fusionistica si realizza la polimerizzazione in plasma di semiconduttori plastici. Sviluppo di componentistica per linee di trasmissione RF di potenza.

#### *Stato dell'arte*

Le tematiche descritte derivano dall'esperienza acquisita dai ricercatori e dal personale IFP riconosciuta a livello internazionale. La strumentazione in dotazione all'IFP è idonea alla prosecuzione ed estensione delle ricerche in corso. Si prevede di intensificare le ricerche inerenti le modificazioni superficiali dei materiali, indotte da plasmi RF, in funzione delle nuove possibili applicazioni direttamente trasferibili alle attività industriali. Nell'ambito di queste ricerche si stanno ottenendo risultati innovativi di produzione in ambiente plasma di polimeri conduttori e semiconduttori, interessanti per la sensoristica e nuovi processi per materiali per isolamento elettrico, idrorepellenti. Importanti sviluppi sono stati ottenuti sulla diagnostica di scattering collettivo ad onde millimetriche (CTS) sul tokamak FTU. Si continua l'attività sulla Spettroscopia Neutronica al JET con l'analisi dei dati sperimentali. Si continua lo sviluppo della diagnostica di Spettroscopia di raggi Gamma per il tokamak ITER. È in fase di prova un prototipo per lo studio del cracking anossico a pressione atmosferica di idrocarburi con scariche al plasma impulsive ad alta tensione.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Sulla Cuspide si utilizzeranno i nuovi elettrodi e sorgente 2.45 GHz e si condurranno esperimenti su cracking molecolare e fluttuazioni indotte dall'iniezione controllata di impurezze.

Sviluppo di sorgenti a plasma con Gyrotron a 28 Ghz 10kW.

Analisi di superfici di campioni di differenti metalli e leghe composite in collaborazione con Univ. Milano, Dip. Chimica. Ipotesi di continuazione della attività effettuata nell'ambito del Contratto con EFDA EURATOME TW4-TPP-TARCAR su campioni di CFC e W irraggiati con alti flussi di neutroni. Perfezionamento della Microtorcia al plasma per realizzare la deposizione di strutture ordinate ai fini tecnologici ed industriali.

Generazione via plasma di polimeri con energy gap controllata.

Generazione via plasma di film titania-like con proprietà foto catalitica.

Trattamento via plasma di materiali compositi, a matrice metallica.

Sviluppo di un codice Monte Carlo. Collaborazione IFP-IENI sulla pirolisi del metano con scariche a pressione atmosferica di plasma DBD.

Sviluppo di tecnologia e componentistica per linee di trasmissione di potenza microwatt (switch, antenna RS0-remote steering)

Sperimentazione su JET (Diagnostica Neutroni e GRS)

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

La riduzione del personale scientifico tecnico dell'IFP negli ultimi anni, senza che sia avvenuto il reintegro, anche con personale assegnista in formazione, sta causando il lento, ma progressivo depauperamento delle potenzialità operative dei laboratori mettendo in discussione il raggiungimento degli obiettivi. Occorre quindi avere la certezza di personale giovane in formazione con prospettiva di inserimento nella pianta organica dell'IFP al fine di garantire lo sviluppo di ricerche di medio e lungo periodo con certezza dei rapporti con le industrie. Acquisizione di strumentazione per il potenziamento delle diagnostiche per i differenti esperimenti al plasma. Potenziamento della dotazione del laboratorio analisi di superfici con il rinnovamento dell'apparecchiatura SIMS e con l'acquisizione di uno strumento TOF-SIMS dipartimentale IFP-IENI. Realizzare l'impianto microtorcia. Sviluppo delle diagnostiche CTS (Collective Thomson Scattering) e GRS (gamma ray spectroscopy). Esperimento PIT in collaborazione con IAP-Textor Juelick. Sviluppo di sorgenti al plasma. Sviluppo diagnostiche per la macchina GyM.

#### *Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Fisica del plasma e della Fusione termonucleare. Applicazioni sperimentali a macchine tokamak. Applicazioni di potenza radio frequenza a plasmi con sviluppo di componentistica per i sistemi di trasmissione. Fisica e chimica di processi al plasma per modifica delle proprietà superficiali di materiali organici ed inorganici. Tecnologia del vuoto e dell'ultra alto vuoto (UHV).

Tecnologie e tecniche da laboratorio.

#### *Strumentazione*

Macchina lineare per plasmi con configurazione di campo magnetico a 'cuspide'.

Sorgente di plasma con radio frequenza 13.56 Mhz, 300 e 600 W.

Sorgente di plasma con radio frequenza 2.45 GHz, 3 Kw.

Spettroscopia ottica. Quadrupoli per spettrometria di massa.

Prototipo di microtorcia al plasma.

Differenti tipologie di reattori al plasma in accoppiamento capacitivo per applicazioni tecnologiche.

Esperimento pilota per lo studio del cracking del metano, scariche a DBD (Dielectric Barrier Discharge).

Generatore di RF 28 GHz, 15 Kw in regime pulsato e continuo (Gyrotron della Cycom Russia)

#### *Tecniche di indagine*

Analisi delle caratteristiche superficiali di materiali con tecniche: XPS (X-ray Photoelectron Spectroscopy), SIMS (secondary Ions mass spectroscopy), LEED (Low Energy Electron Diffraction), ISS (Ions Scattering Spectroscopy), FTIR (Fourier Transform Infrared) Spectroscopy and Gascromatografia. Caratterizzazione dell'angolo di contatto ed energia superficiale con metodo goniometrico per caratterizzazione della idrorepellenza di materiali. Analisi e caratterizzazione del plasma con Sonde di Langmuir, sonde elettrostatiche, sonde RF. Codice ad elementi finiti ANSYS. Codici (sviluppati presso IFP) per calcoli di magnetostatica: campo magnetico prodotto da solenoidi con relativi parametri elettro-meccanici, disposizione ottimale dei solenoidi rispetto a un campo magnetico di riferimento.

Analisi morfologica di superficie mediante AFM (Atomic force microscopy), profilometro ad alta risoluzione con mappatura bidimensionale.



### *Tecnologie*

Tecnologia del vuoto e UHV (ultra high vacuum). Tecnologia di impianti radio frequenza. Tecnologia per applicazioni di onde millimetriche di misura e di potenza.

### *Collaborazioni (partner e committenti)*

L'Euratom è il committente principale della sperimentazione sulla macchina a cuspidi per lo studio della separazione isotopica e dell'effetto delle impurezze nella interazione plasma parete metallica, nell'ambito dell'associazione EURATOM-ENEA-CNR.

JET e IEFDA sono i principali committenti per i Task tecnologici riguardanti le analisi di superficie e per le ricerche inerenti gli effetti di interazione plasma-materiali di prima parete dei reattori a Fusione.

Le industrie, prevalentemente nazionali, sono nello stesso tempo committenti, partner di ricerca ed utilizzatori finali degli SPIN-OFF indotti dalle ricerche in atto presso IIFP.

Università di Firenze, Napoli, Milano. Politecnico di Milano.

Istituti del CNR; IENI, ISMAC

Institute of Applied Physics-Russian Academy of Sciences.

EPFL Losanna.

### *Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Collaborazione su tematiche diagnostiche e task relativi a processi tecnologici con contratti EURATOM-EFDA-ITER-ELE-(Fusion per Energy (F4E))

Collaborazioni di ricerca con laboratori, industrie nazionali per lo sviluppo di ricadute innovative di applicazioni di processi al plasma.

Richiesta di finanziamento al MIUR per un programma di ricerca nell'ambito PRIN sulla tematica:

'Studio delle polveri nei reattori di fusione termonucleare' in collaborazione Università di Napoli Federico II - ENEA Dipartimento Fusione - FTU Frascati.

### *Finalità*

#### *Obiettivi*

- a) Con la sperimentazione con forze ponderomotrici rf sul plasma confinato nella macchina a cuspidi magnetica si potrà verificare la possibilità di recupero di Trizio da composti triziati.
- b) Caratterizzazione delle polveri di impurezze veloci 'dust' nella zona di interazione con la parete della camera da vuoto nel tokamak FTU ENEA Frascati in differenti condizioni di plasma ai fini del miglioramento delle scariche nelle macchine tokamak per studi fusionistici.
- d) studio delle modificazioni morfologiche superficiali su materiali con potenziale impiego nella prima parete e divertore di macchine fusionistiche.
- e) sviluppo di nuove diagnostiche per plasmi in regime fusionistico sui tokamak FTU, JET e per il tokamak ITER.
- f) Sperimentazione nelle macchine a configurazione magnetica lineare con applicazione di fasci di microne di potenza.
- g) Applicazioni tecnologiche e sviluppo di componentistica microonde (specchi, deviatore di fascio, antenna RS).
- h) d) sviluppo di polimeri semiconduttori alla fotoluminescenza ed elettroluminescenza per applicazioni tipo OLED (diodo organico emettitore di luce).
- i) formazione di laureandi e dottorandi da inserire in attività di ricerca.

### *Risultati attesi nell'anno*

Generazione via plasma di polimeri con energy gap controllata. Ingegnerizzazione di macchine al plasma e di strumentazione scientifico/tecnologica su accordi di collaborazione esterni.

Generazione via plasma di film titania-like con proprietà foto catalitica.

Trattamento via plasma di materiali compositi, a matrice metallica, per la loro possibile applicazione nei reattori a fusione nucleare.

Studio di plasmi collisionali di non equilibrio a bassa temperatura con codice che utilizza metodologie di tipo stocastico (Monte Carlo).

Sperimentazione di sorgenti di plasma e sviluppo di diagnostiche dedicate. Sviluppo e realizzazione di un sistema di microtorcia con l'utilizzo di radio frequenza con diagnostiche dedicate. Migliorata efficienza della macchina a cuspidi con i nuovi elettrodi per l'induzione di campi radio frequenza per generare le forze ponderomotrici e sorgente 2.45 GHz, 3 Kw. Test su componenti della diagnostica GRS (gamma ray spectroscopy). Sviluppo di componenti ad onde millimetriche per diagnostica CTS (Collective Thomson Scattering) ed attività sperimentale su FTU. Sperimentazione sul tokamak FTU sulle fluttuazioni ed impurezze (SOL). Allestimento e funzionamento GyM.



*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

L'attività di trattamento al plasma di materiali di vario tipo, e' potenzialmente trasferibile a livello produttivo mediante ricerche svolte in collaborazione con industrie prevalentemente nazionali. In particolare sono molto innovativi i processi sviluppati per generare via plasma polimeri con energy gap controllata, che possono portare ad applicazioni i tipo OLED (diode organico emettitore di luce). Una fase successiva potrebbe essere l'eterogiunzione per fotovoltaico.

Cio' potrebbe stimolare garantendo contratti attivi per permettere all'istituto un ulteriore autofinanziamento rispetto ai contratti provenienti da Istituzioni internazionali.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Le ricerche sulla Fusione Termonucleare hanno, per obiettivo la costruzione di un reattore sicuro, ragionevolmente pulito ed accettabile dal punto di vista ambientale, economicamente attrattivo.

Le ricerche inerenti l'interazione plasma materiali di prima parete contribuiscono sul lungo periodo al raggiungimento dell'obiettivo della Fusione Termonucleare Controllata con la realizzazione di centrali elettriche intrinsecamente sicure e ad impatto ambientale limitato.

Questo tipo di ricerche contribuisce inoltre allo sviluppo ed alla caratterizzazione di materiali innovativi non presenti attualmente sul mercato e consente lo sviluppo di competenze utili a livello di Dipartimento sul progetto idrogeno.

**Moduli**

**Modulo:** Strumenti e tecnologie dei processi al plasma per applicazioni industriali

**Istituto esecutore:** Istituto di fisica del plasma 'Piero Caldirola'

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** sviluppo competenze

**Istituto esecutore:** Istituto di fisica del plasma 'Piero Caldirola'

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
498	76	277	139	990	247	600	170	N.D.	1.407

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
5	10

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
1	2	0	3	0	3	0	0	0	9

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
1	7	1	9

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Esperimento RFX ed attività collegate

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Partecipazione ai programmi nazionali e internazionali sulla Fusione
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto gas ionizzati
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	FRANCESCO GNESOTTO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Antoni Vanni	I	Innocente Paolo	III	Perdon Emiliano	VIII
Ballarano Elena	V	Lazzaro Gabriele	VI	Piovan Roberto	I
Barbato Paolo Valentino	V	Luchetta Adriano Francesco	II	Polato Sandro	IV
Biasutti Nives	VIII	Manduchi Gabriele	II	Pomaro Nicola	III
Caon Federico	VI	Maniero Moreno	V	Puiatti Maria Ester	III
Capobianco Roberto	VI	Marchiori Giuseppe	III	Rizzieri Roberto	V
Cappello Susanna	III	Marrelli Lionello	III	Rosa Flavio	V
Carraro Lorella	III	Martines Emilio	III	Scarin Paolo	III
Carraro Manola	VI	Martini Stefano	II	Serianni Gianluigi	III
Cervaro Vannino	VII	Masiero Anna Maria	V	Simionato Paola	V
De Lorenzi Antonio	III	Molon Ivano	VI	Sottocornola Aldo	VI
Degli Agostini Fabio	VI	Moressa Modesto	VI	Taliercio Cesare	III
Fincato Michele	VI	Murari Andrea	III	Toigo Vanni	II
Gaio Elena	II	Orlando Maria Teresa	V	Valisa Marco	II
Galletto Patrizia	VI	Paccagnella Roberto	III	Zaccaria Pierluigi	II
Ghiraldelli Raffaele	VI	Paccagnella Ugo	V	Zampiva Enrico	VI
Grando Luca	III	Pasqualotto Roberto	II		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Utilizzando l'impianto RFX e le collaborazioni con altri laboratori RFP:

- studio dei modi MHD ideali e resistivi e sviluppo di sistemi per il loro controllo attivo
- miglioramento dei parametri di plasma (es. temperatura, confinamento) utilizzando differenti scenari operativi e sperimentazione fino a correnti di plasma di 1.5-2 MA per la determinazione delle leggi di scala
- comprensione dei fenomeni di trasporto nel nocciolo e nella zona esterna di plasma

Contributo alla comprensione della fisica del Tokamak e al progetto di nuove macchine (FT3), con particolare riferimento alle instabilità MHD.

Per lo sviluppo e la prova degli iniettori di neutri per ITER:

- studio e sviluppo dei sistemi elettrici, meccanici e degli impianti necessari;
- progettazione e sviluppo della sorgente, l'acceleratore e i vari componenti l'iniettore;
- fisica degli acceleratori per elevate potenze
- interazione dei fasci di neutri con il plasma.

Il contributo al 'Broader Approach' riguarda:

- analisi e ottimizzazione degli schemi di alimentazione;
- sviluppo di sistemi di interruzione per elevate correnti continue sia con tecnologie in vuoto che con l'impiego di semiconduttori.

#### *Stato dell'arte*

LIGI costituisce asse portante del Consorzio RFX, fondato nel 1996 per rendere più efficace la collaborazione tra CNR, ENEA ed Università di Padova; esso opera in Associazione con Euratom nel contesto del Programma Europeo di ricerche sulla fusione. Ciò assicura la base del collegamento con gli altri laboratori europei e l'integrazione programmatica con gli istituti italiani (IFP-CNR di Milano e UTS Fusione dell'ENEA).

In ambito italiano sono state concordate tra i presidenti di ENEA, CNR e INFN le linee guida per la partecipazione italiana ai programmi sulla fusione del prossimo decennio; il Consorzio RFX è chiamato a svolgere una consistente attività che prevede, tra l'altro, un incremento progressivo del personale anche attraverso il ripristino dell'iniziale consistenza numerica dell'IGI, pari a 65 unità.



Sono avviate le azioni per realizzare ITER (firma dei trattati internazionali e costituzione del team) e per formare la nuova organizzazione (ELE) che dovrà garantire la partecipazione europea. L'Istituto è presente con proprie unità in due Progetti FIRB di durata biennale, dove collabora con altri enti.

### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

L'obiettivo principale del programma di fisica di RFX sarà lo sviluppo di estese campagne sperimentali a correnti di plasma variabili tra 1 e 1.5 MA, in parallelo alla preparazione tecnica per portare le prestazioni verso il massimo livello di corrente di 2 MA.

Sarà avviata una nuova linea di attività su 'fisica del Tokamak', con l'obiettivo di sviluppare su solide basi importanti collaborazioni con diversi laboratori Tokamak.

L'obiettivo principale del programma tecnologico è quello di provvedere, nell'ambito della nuova organizzazione Fusion For Energy (F4E), alla realizzazione della parte europea degli iniettori di fasci di neutri di ITER e all'integrazione dell'intero sistema. Questo comporta la formazione di un gruppo a Padova incaricato del progetto finale degli iniettori al quale parteciperanno anche ricercatori giapponesi ed indiani. È previsto di completare la progettazione e stipulare nel 2008 i contratti per la costruzione degli edifici di NBTF con i relativi impianti.

Continuerà l'attività legata al Broader Approach per giungere nel corso del 2008 a produrre la documentazione necessaria all'ordine di parte delle apparecchiature.

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

I programmi relativi allo sviluppo dell'iniettore di neutri e al contributo al Broader Approach sono parte integrante di realizzazioni internazionali che impongono tempi di realizzazione e consegna molto stringenti e vincolanti. I piani finanziari e di personale predisposti inizialmente consentono di ottemperare a tali scadenze. Un flusso dei finanziamenti diluito nel tempo o una insufficiente consistenza numerica del gruppo di progetto porterebbe a ritardi con gravi ripercussioni negative sulla credibilità internazionale dell'Italia nel contesto delle ricerche sulla fusione a causa di mancato rispetto degli impegni presi. È pertanto fondamentale che l'Istituto possa contare su un sostegno nel tempo da parte del CNR in linea con il documento presentato al Governo dai Presidenti di ENEA, CNR ed INFN 'Programma italiano sull'energia da fusione per i prossimi 10 anni (2006-2015)'. È così determinante un ripristino del personale a livelli inizialmente previsti all'atto della costituzione del Consorzio RFX e un incremento del livello di finanziamento destinato alla copertura dei costi di carattere generale, che invece in questi ha mostrato un trend fortemente negativo.

#### *Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Tutto il personale ricercatore e tecnico dell'Istituto Gas Ionizzati partecipa alla commessa. Si tratta di personale ricercatore e tecnologo con competenze consolidate sia nella fisica del plasma che nella tecnologia dei sistemi ed impianti per le ricerche sulla fusione, con particolare riguardo alla configurazione RFP. Gli sviluppi connessi alla realizzazione dell'iniettore di neutri per ITER richiedono competenze interdisciplinari, in parte già presenti all'interno del Consorzio RFX che verranno integrate con quelle messe a disposizione dagli altri laboratori partecipanti al progetto e da alcune competenze specifiche derivanti dal settore degli acceleratori di particelle. Per questo recentemente la composizione societaria del Consorzio RFX è stata ampliata con l'entrata del INFN, che in prossimità di Padova possiede uno dei suoi principali Laboratori nazionali.

#### *Strumentazione*

La principale strumentazione utilizzata per l'attività di ricerca sul Reversed Field Pinch è RFX, un dispositivo toroidale con  $R=2m$ ,  $a=0.46$  in grado di produrre una corrente di plasma fino a 2 MA con una durata di 250 ms. Gli avvolgimenti della macchina sono alimentati da complessi sistemi elettrici di potenza (numerosi convertitori statici sia a commutazione naturale che forzata, da interruttori e chiuditori per elevate correnti e tensioni, una sottostazione elettrica da 400 kV), mentre un esteso e articolato sistema di controllo garantisce la supervisione del funzionamento dell'impianto e l'acquisizione e l'elaborazione dei segnali di misura, controllo e monitoraggio. Completano l'impianto numerosi sistemi diagnostici, per la misura di molteplici grandezze di plasma, che rendono RFX una delle macchine maggiormente strumentate per lo studio dei complessi fenomeni che avvengono nel plasma.

La macchina RFX ha ripreso l'attività sperimentale, dopo il suo ripristino e l'introduzione di modifiche al suo assetto in modo da ampliare le possibilità di nuove sperimentazioni, nel dicembre 2004.

#### *Tecniche di indagine*



## Tecnologie

### Collaborazioni (partner e committenti)

Sono previste collaborazioni con i laboratori RFP (RIT Stoccolma, Università del Wisconsin e IAIST Tsukuba).

Inoltre, sono previste attività di collaborazione scientifica e tecnologica nell'ambito EFDA con il JET Culham e altri laboratori europei (ENEA Frascati, IPP Garching e CEA Cadarache) sia per le attività di ricerca sulla configurazione tokamak che per sviluppare i sistemi di riscaldamento con iniettori di neutri.

Per la realizzazione dei componenti per JT60-SA è invece prevista una stretta collaborazione con il laboratorio giapponese JAEA di Naka.

### Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate

### Finalità

#### Obiettivi

Gli obiettivi sono:

- lo sviluppo di conoscenze sui plasmi ad alto beta, in regimi di densità, corrente e fluttuazioni attualmente inesplorati
- la realizzazione e messa a punto di dispositivi complessi per il riscaldamento addizionale in ITER tramite fasci di particelle neutre
- la realizzazione di sistemi di protezione di avvolgimenti superconduttori.

#### Risultati attesi nell'anno

Durante l'anno i principali risultati attesi sono i seguenti:

- ottimizzazione del confinamento dell'energia e delle particelle in regimi di corrente tra 1 e 1.5 MA;
- preparazione e collaudo della macchina per il raggiungimento delle piene prestazioni (correnti di plasma di 2 MA);
- progetto della Test Facility e dei componenti dell'iniettore e redazione delle specifiche tecniche di gara relativamente agli edifici, ai principali impianti e ad alcuni componenti delle alimentazioni elettriche e dell'iniettore;
- avvio delle commesse per la realizzazione degli edifici e di alcuni impianti ausiliari;
- redazione delle specifiche di gara per i sistemi di protezione degli avvolgimenti superconduttori in caso di quench.

#### Potenziale impiego

##### - per processi produttivi

Elettronica di potenza, sistemi di interruzione in vuoto, trattamenti al plasma.

##### - per risposte a bisogni individuali e collettivi

La fusione controllata ha rilevanza per il potenziale impiego come fonte energetica, alternativa ai combustibili fossili e a limitato impatto ambientale.

### Moduli

**Modulo:** Esperimento RFX ed attività collegate  
**Istituto esecutore:** Istituto gas ionizzati  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Sviluppo competenze per l'esperimento RFX ed attività collegate  
**Istituto esecutore:** Istituto gas ionizzati  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

### Risorse commessa 2008

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
2.418	526	125	1.259	4.328	337	988	485	N.D.	5.150

valori in migliaia di euro



<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
<b>ricercatori</b>	<b>Totale</b>
25	50

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
<b>associato</b>	<b>dottorando</b>	<b>borsista</b>	<b>assegnista</b>	<b>specializzando</b>	<b>incaricato di ricerca</b>	<b>professore visitatore</b>	<b>collaboratore professionale</b>	<b>altro</b>	<b>Totale</b>
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
<b>tempo determinato</b>	<b>tempo indet</b>	<b>non di ruolo*</b>	<b>Totale</b>
0	21	0	21

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Esperimenti e modelli di processi innovative in scala

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Partecipazione ai programmi nazionali e internazionali sulla Fusione
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti di sviluppo competenze
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di fisica del plasma "Piero Caldirola"
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	MAURIZIO LONTANO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Allocchio Carolina	V	Gatto Giuseppe	III	Muzzini Valerio Giorgio	VI
Aloci Sofia	VI	Gervasini Gabriele	III	Nardone Antonio	VI
Bruschi Alessandro	III	Gittini Giuseppe	V	Riggio Angelina	VII
Caimi Barbara	VII	Granucci Gustavo	III	Sanvito Elisabetta	VII
De Angeli Marco	IV	Guercio Alba	VII	Schiavone Raffaele	V
Dell'Era Fabio	V	Lazzaro Enzo	I	Simonetto Alessandro	III
Farina Daniela	II	Lontano Maurizio	I	Sozzi Carlo	III
Gandini Franco Adriano	III	Mellera Vittoria Antonia	V	Spinicchia Nicolò	V

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Il programma europeo di accompagnamento ad ITER offrirà nel prossimo futuro opportunità di collaborazione con contratti ai laboratori che saranno in grado di individuare ed investigare problemi specifici di interesse per lo sviluppo del reattore a fusione. Si sono individuate due classi di problemi da studiare sperimentalmente con una macchina a plasma di dimensioni limitate: processi di fisica del plasma rilevanti per il reattore e che è significativo studiare realizzando opportuni modelli in scala del plasma di riferimento; in particolare si intende studiare le instabilità dovute a disomogeneità e a flussi ordinati del plasma; inoltre si verificheranno nuovi regimi di interazione onde-plasma di interesse potenziale per la fusione. Produzione di ioni con vari stati di ionizzazione e di ioni negativi mediante radiofrequenza (RF), loro accelerazione e studio dell'interazione di plasmi energetici con materiali solidi.

Per sostanziare l'indagine sperimentale su questi temi, in IFP si è iniziata la costruzione della macchina GyM per la produzione e il confinamento di un plasma magnetizzato, utilizzando sorgenti a filamento, a RF e a micro-onde (gyrotron), in regime stazionario (CW).

#### *Stato dell'arte*

Secondo la logica degli esperimenti in scala, è possibile individuare, isolare e riprodurre processi di fisica e a carattere tecnologico di interesse per la fusione in un esperimento di dimensioni limitate, con valori di opportuni parametri adimensionali simili a quelli che si hanno in macchine più grandi. Numerosi centri di ricerca in EU, USA e Giappone perseguono questa ricerca utilizzando per lo più macchine lineari simili a GyM. Inoltre presso i Laboratori Nazionali del Sud, Catania, a Grenoble, a Darmstadt, a Berkeley e presso IAP di N. Novgorod si sono sviluppate sorgenti a RF di ioni multi-charged in macchine a cuspidate, che permettono di ottenere alte correnti ioniche. Importanti sono anche le attività sulle macchine lineari a plasma Magnum-Psi (Olanda), in ambito EURATOM, e PISCES (San Diego, USA) dedicate allo studio delle proprietà dei materiali sottoposte all'irraggiamento di un plasma energetico. Si intende pertanto avviare un'attività sperimentale in questo senso realizzando una macchina modulare, ben diagnosticata e basata sull'uso di gyrotron per la produzione del plasma, per lo studio di interazione RF/plasma e come sorgente di ioni.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Nel corso del 2008 si effettuerà il primo vuoto nella camera di GyM, si applicherà la sorgente di plasma che inizialmente sarà costituita da un filamento e/o da una sorgente RF a 2.45 GHz. Si costruiranno ed installeranno sonde di Langmuir per una prima caratterizzazione del plasma prodotto. Si installeranno il sistema di acquisizione dati e i sistemi di controllo. Si inizierà la sperimentazione su GyM.

Inoltre, in stretta collaborazione con i colleghi dell'IAP-RAS, N. Novgorod, si prevede di definire il progetto della sorgente di plasma ad alta densità che utilizzi la radiazione prodotta dal gyrotron acquisito nel 2007.

Nell'ambito della Commessa si svilupperanno modelli teorici e numerici predittivi ed interpretativi per la futura attività sperimentale ed anche con lo scopo di individuare nuovi regimi di indagine e nuove applicazioni della macchina.

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

Per il raggiungimento degli obiettivi al punto 1), si dovranno effettuare i passi seguenti:

- allestimento e collaudo dei sistemi di alimentazioni, vuoto e controlli relativamente alla macchina GyM.
- realizzazione ed installazione prime sonde di Langmuir
- realizzazione ed installazione prima sorgente di plasma, a filamento e/o a RF
- produzione e caratterizzazione primo plasma
- progettazione camera da vuoto, del sistema di pompaggio e del sistema di campo magnetico della sorgente di plasma ad alto campo (con eventuale acquisizione delle due bobine dall'IAP).

Definizione di ulteriori collaborazioni con istituzioni esterne nazionali ed internazionali.

#### *Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Presso IFP c'è una lunga esperienza nella realizzazione di sorgenti di plasma a filamento e a RF. Sulla macchina a cuspidate attualmente in funzione si sono realizzate sonde di Langmuir, per la misura di densità e temperatura elettroniche, e si utilizza uno spettrometro di massa per l'analisi delle specie ioniche.

C'è grande competenza nel dimensionamento di impianti da vuoto per macchine a plasma. Inoltre l'attività sperimentale dell'IFP nel campo della RF in vari tokamak europei e la presenza di un laboratorio dedicato alle tecnologie delle microonde garantiscono grande esperienza sull'uso della RF e delle sorgenti gyrotron.

Infine, nel corso degli anni in IFP si è sviluppata un'ampia capacità di sviluppo di modelli teorici e numerici predittivi ed interpretativi a complemento della sperimentazione. Tale esperienza verrà utilizzata per meglio definire e pianificare le attività di ricerca su GyM e come supporto interpretativo degli esperimenti.

#### *Strumentazione*

Presso IFP è in funzione una macchina a plasma con configurazione a cuspidate magnetica su cui è in corso la sperimentazione. Sono attualmente presenti in IFP una sorgente a RF a 2.45 GHz e una sorgente di onde centimetriche di tipo gyrotron a 28 GHz, e i relativi alimentatori elettrici.

#### *Tecniche di indagine*

La sperimentazione in GyM richiederà l'installazione di dispositivi che permettano: il riscaldamento degli ioni, lo shaping dei profili, la possibilità di applicare un campo elettrico radiale, la produzione di flussi assiali di plasma, la possibilità di iniettare la RF nella zona sperimentale.

La configurazione magnetica sarà lineare, a 'specchio magnetico', di diametro variabile mediante l'uso di diaframmi.

Le diagnostiche previste in una prima fase di sperimentazione sono: sonde di Langmuir, Gunterstrup probe, Plug probe, spettroscopia, Gridded Energy Analyzer, spettrometria di massa, misure di fluttuazioni.

In una fase successiva si prevede di installare un sistema di acquisizione dell'immagine veloce nel visibile, Laser Inductive Fluorescence, spettroscopia ottica di emissione.

#### *Tecnologie*

Si produrranno in GyM flussi di plasma assiali che verranno convogliati su superfici materiali per studiarne le modificazioni.

Effetti analoghi verranno prodotti e studiati bombardando superfici con gli ioni multi-charge generati dalla sorgente che fa uso del gyrotron.



*Collaborazioni (partner e committenti)*

Committente: EURATOM

Una volta avviata l'attività sperimentale si cercheranno ulteriori committenti negli istituti interessati alla produzione e alla accelerazione di ioni multi-charged e negativi. Si intende utilizzare GyM anche per lo studio dell'interazione plasma-parete.

Contatti già in atto con la Columbia University e l'Università di Auburn (USA). Contatti da sviluppare con l'Università di Tohoku (Giappone), Institute for Plasma Physics (Olanda), Università di San Diego (USA).

Inoltre: Ioffe Physico-Technical Institute, RAS, S. Pietroburgo, Russia (misura di fluttuazioni con diagnostiche laser) e Russian Research Center 'Kurchatov Institute', Moscow, Russia (modellizzazione teorica delle instabilità dovute a gradienti e a flussi di plasma)

**Partners:**

- IEPFL-CRPP di Losanna (per definizione programma scientifico e collaborazione sullo sviluppo delle diagnostiche)
- Institute of Applied Physics, RAS, Nizhny Novgorod, Russia (sorgente di plasma a RF, produzione di ioni multi-charged e negativi)
- Università di Delhi (su modellizzazioni teoriche delle instabilità che si studieranno in GyM)
- Chalmers University (Svezia) (sviluppo di modelli teorici relativi al programma di Fisica da condurre su GyM)

Si prevede di stimolare l'interesse scientifico e quindi collaborazioni con università ed istituti di ricerca nazionali ed esteri sia per la realizzazione di alcuni dispositivi di produzione e controllo del plasma, quali la sorgente del plasma, le diagnostiche, eventuali sistemi di riscaldamento del plasma, sia per la sperimentazione stessa, allo scopo di ottimizzare il rendimento, in termini di risultati scientifici, dell'investimento effettuato.

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Si sottoporrà il progetto alla richiesta di finanziamento da parte dell'EURATOM, che si considera il principale committente della Commessa.

Si cercheranno nuove fonti di finanziamento sottoforma di fellowship o di mobilità per avere personale ulteriore su GyM.

**Finalità**

*Obiettivi*

- a) Dotare l'IFP di una macchina a plasma concepita in maniera modulare, ben diagnosticata, su cui effettuare sperimentazione ad ampio spettro.
- b) Testare vari tipi di sorgenti di plasma in continua, ed in particolare sviluppare una sorgente di plasma basata sull'uso di onde elettromagnetiche a 28Ghz.
- c) Ottenere sperimentalmente leggi di scala ben definite per il trasporto di particelle, energia e momento al variare controllato dei gradienti radiali di temperatura, di velocità angolare e di velocità assiale del plasma, in condizioni di plasma non collisionale, che siano applicabili a macchine più grandi.
- d) Verificare sperimentalmente nuovi regimi di interazione RF-plasma di interesse per la fusione.
- e) Dotare IFP di una sorgente di ioni multi-charged e negativi di energia sufficientemente elevata da poter avviare una sperimentazione di impiantazione ionica in materiali.
- f) Sviluppare in IFP modelli teorici e numerici per la pianificazione e l'interpretazione dei risultati dell'attività di ricerca su GyM.
- g) Rafforzare il ruolo dell'IFP come centro di formazione e di addestramento di studenti da inserire nel programma europeo sulla fusione ed, in particolare, nel progetto ITER.

*Risultati attesi nell'anno*

Per il 2008 si prevede di produrre il primo plasma in GyM, mediante filamento a incandescenza e/o radiofrequenza a 2.45 Ghz, e di studiarne le caratteristiche di ionizzazione e di stabilità.

Si installeranno alcune sonde di Langmuir per permettere una prima diagnosticabilità dei parametri fondamentali del plasma, quali la densità e la temperatura, e di conseguenza il grado di ionizzazione. Si determinerà quindi l'intervallo di parametri accessibili per pianificare la prima sperimentazione.

Si proseguirà con lo sviluppo dell'antenna risonante con l'obiettivo di realizzare delle distribuzioni spaziali di campo elettrico oscillante molto localizzate spazialmente.

Si proseguirà con lo sviluppo, e possibilmente con l'implementazione, della sorgente a micro-onde di plasma ad alta densità.



*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Sviluppo di modelli numerici per problemi di elettromagnetismo, sviluppo di dispositivi per la separazione isotopica con RF in plasmi, produzione di ioni multi-charged e negativi, sviluppo di tecniche di impiantazione ionica.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Contributo allo sviluppo del reattore a fusione. Sul lungo periodo la ricerca sulla fusione termonucleare porterà alla realizzazione di centrali a fusione intrinsecamente sicure, ad impatto ambientale limitato, con scorie radioattive con tempi di decadimento relativamente brevi (dell'ordine delle decine di anni).

Contributo allo sviluppo di sorgenti di ioni multi-charged e negativi di estremo interesse nel campo degli acceleratori e in primo luogo in campo medicale: ioni di C opportunamente accelerati sono particolarmente adatti per la cura di alcuni tumori.

Vengono inoltre usati della scienza dei materiali.

**Moduli**

**Modulo:** Esperimenti e modelli di processi innovative in scala  
**Istituto esecutore:** Istituto di fisica del plasma 'Piero Caldirola'  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5=1+2+3+4</b>	<b>6</b>	<b>7=2+3+6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10=5+6+8+9</b>
366	51	153	92	667	99	308	116	N.D.	882

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
3	6

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	1	0	5	0	1	0	0	0	7

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
1	2	1	4

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca





**Nanotecnologie e metallurgia fisica per la  
componentistica nell'energetica e nei  
trasporti**



## **Leghe a memoria di forma e termoelettrici per la funzionalizzazione di sistemi nell'energia e nei trasporti per applicazioni orientate al consumatore**

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanotecnologie e metallurgia fisica per la componentistica nell'energetica e nei trasporti
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per l'energetica e le interfasi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	STEFANO BESSEGHINI

### *Elenco dei partecipanti*

Bassani Enrico	liv. VI	Carcano Giordano	liv. VI	Pini Marco	liv. VI
Bassani Paola	III	Mainetti Pio	VII	Tuissi Ausonio	II
Besseghini Stefano	III	Passaretti Francesca	III	Villa Elena	III

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Razionalizzazione dello stato dell'arte nel settore delle leghe a memoria di forma per applicazioni ad alta temperatura.

Sviluppo ed implementazione delle attività propedeutiche svolte nel corso del 2006 e del 2007 in merito allo sviluppo di metodiche innovative per la sintesi di materiali termoelettrici.

Sviluppo di sistemi ferromagnetici a memoria di forma micro e nanostrutturati per la realizzazione di strutture a film sottile. Ricerca sull'ottimizzazione delle proprietà funzionali.

Sviluppo di derivazioni ternarie del sistema NiTi con particolare riferimento al sistema NiTiAu.

Attività di ricerca e sviluppo su commessa per il trasferimento tecnologico delle competenze acquisite.

#### *Stato dell'arte*

La ricerca sui materiali a memoria di forma per applicazioni ad alta temperatura riguarda attualmente sistemi derivati da modificazioni ternarie di NiTi. Tali materiali sono di interesse per le potenziali applicazioni in sistemi attuatori ad alta temperatura. Diversi candidati sono stati considerati, quali Pt, Pd e Au in sostituzione di Ni o l'aggiunta di Zr ed Hf.

I materiali termoelettrici sono di interesse per la possibilità di ottimizzare le figure di merito attraverso processi di nanostrutturazione. Se tali processi permettono di prefigurare la formazione di strutture tipo 'bulk' si creano nuove applicazioni. Una tecnologia promettente è quella dell'ECAE. È stato recentemente dimostrato presso IENI Lecco che il processing di materiali termoelettrici convenzionali permette di ottimizzare la figura di merito.

Studi recenti hanno dimostrato che film sottili di martensiti ferromagnetiche di NiMnGa depositati su vari substrati a temperatura ambiente e trattati ad alta temperatura mostrano stati di sollecitazione interna diversi in funzione del substrato e dello spessore del film. Tale stress residuo ha un effetto sulla anisotropia magnetica complessiva del sistema.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Le attività si concentreranno sull'indagine sperimentale di nuovi sistemi a memoria di forma e termoelettrici per applicazioni nel settore energetico. Per i sistemi a memoria di forma ad alta temperatura verrà affrontato in particolare il sistema NiTiHf di cui si cercheranno di identificare parametri stechiometrici e modalità di processo. Alla luce della letteratura saranno valutate tecniche di sintesi basate su alligazione meccanica e deformazione plastica severa. Si allestirà un reparto di sintesi e caratterizzazione per sistemi in grado di trasformarsi a T elevate. Si studierà l'interazione tra trasformazione di fase e modificazioni microstrutturali indotte dalla permanenza ad alta T. Per i sistemi termoelettrici, il tema centrale sarà la correlazione tra microstruttura e proprietà funzionali. A fronte di indicazioni promettenti non è chiaro a quale livello di prestazioni possa essere potenziata la figura di merito del materiale grazie a processi di nanostrutturazione in grado di mantenere le caratteristiche massive del materiale.

Si porteranno a completamento attività in collaborazione con aziende ed enti terzi su temi basati sulla tecnologia dei materiali a memoria di forma.



#### *Punti critici e azioni da svolgere*

La principale criticità di sistemi ad alta temperatura a memoria di forma è legata alla loro fragilità e sostanziale difficoltà nell'avviarli a processi di deformazione plastica atti a portarli a semilavorati che possano venire impiegati direttamente in dispositivi. Peraltro non è stata ancora definita la stabilità delle proprietà nel caso di permanenza a temperature superiori ad Af temperature che, non dimentichiamolo, in questo caso cadono esattamente in intervalli di temperatura che possono indurre cambiamenti nella struttura cristallografica del materiale stesso.

Le attività sui materiali termoelettrici saranno principalmente focalizzate sulla nanostrutturazione dei materiali e sulla identificazione di una tecnica affidabile per la misura delle proprietà termoelettriche. Da questo punto di vista un significativo punto critico deriva dalla disponibilità di un'apparecchiatura per la misura combinata delle proprietà di trasporto elettrico e di trasporto termico dei materiali prodotti.

#### *Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Le competenze disponibili presso l'Unità di Lecco sono ampiamente coerenti con finalità ed obiettivi della commessa. Ad una lunga tradizione nel settore dei materiali a memoria di forma ed alcuni studi specifici relativi allo studio del sistema ad alta temperatura NiTiHf si affianca la possibilità di produrre nuove leghe con l'ampio parco fusorio disponibile.

Relativamente allo sviluppo di sistemi ferromagnetici micro e nanostrutturati la principale competenza è legata alla presenza presso l'Unità di Lecco di un guest professor internazionalmente noto che nell'ambito di un progetto finanziato conduce un piccolo gruppo di ricerca attivo nel settore.

Relativamente alla produzione di sistemi termoelettrici è già da un paio di anni che a Lecco si svolgono attività esplorative nel settore nell'ambito di una collaborazione con il gruppo Edison che hanno permesso di dimostrare la fattibilità dei processi proposti e la possibilità di sviluppare tecnologie di processo innovative anche per tipologie di materiali conosciute.

Le tecniche di indagine che verranno impiegate sulle diverse tipologie di attività sono quelle disponibili presso la sezione di Lecco.

#### *Strumentazione*

#### *Tecniche di indagine*

#### *Tecnologie*

#### *Collaborazioni (partner e committenti)*

Le principali collaborazioni attive nel precedente modulo verranno mantenute anche nel corso del 2008 ed ampliate ai partner di ricerca industriale ed accademici che verranno coinvolti nei progetti attivati in collaborazione con Regione Lombardia.

#### *Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

In continuità con gli anni precedenti proseguirà l'azione di scouting per l'identificazione di nuove collaborazioni. In particolare è previsto il rinnovo su nuove basi del rapporto con Edison per la ricerca nel settore dei materiali per applicazioni energetiche.

#### *Finalità*

#### *Obiettivi*

I principali obiettivi della commessa sono:

- sviluppo di applicazioni di materiali termoelettrici operanti a bassa temperatura
- sviluppo di applicazioni di materiali termoelettrici operanti ad alta temperatura
- sviluppo di semilavorati caratterizzati di materiali a memoria di forma operanti ad alta temperatura.

#### *Risultati attesi nell'anno*

Si prevede nel corso del 2008 di attivare due gruppi di lavoro, uno focalizzato sull'indagine dei materiali termoelettrici a basse ( $T < 120$  C) ed alte temperature nonché di uno focalizzato sui sistemi termoelettrici. In questa prima fase si procederà ad un allineamento delle competenze ed alla puntuale identificazione dello stato dell'arte. I principali risultati attesi riguardano la disponibilità di campioni di leghe con adeguate caratteristiche di trasformazione e ragionevoli proprietà di deformazione plastica. L'ottenimento di semilavorati rappresenta un obiettivo di medio periodo. Nel caso di materiali termoelettrici si conta nel corso del 2008 di poter acquisire l'apparecchiatura di caratterizzazione e fornire un report strutturato dei risultati di indagine delle prove e caratterizzazione svolte nel 2007.



*Potenziale impiego  
- per processi produttivi*

Tutta l'attività di ricerca svolta avrà particolare riferimento alle applicazioni in nuovi prodotti e processi produttivi. A solo titolo di esemplificazione la ricerca su sistemi a memoria di forma ad alta temperatura potrebbe trovare applicazione nel settore degli attuatori per impianti termici, la possibilità di rendere contestuale la funzione di attuatore e sensore potrebbe permettere un più efficiente impiego di sistemi per strutture basate su fonti rinnovabili quali il solare termodinamico o la combustione di biomasse. Analogamente l'applicazione di materiali termoelettrici permetterà di sviluppare componenti e dispositivi finalizzati al recupero di calore disperso a temperature intermedi e permettendo un più efficace impiego dei sistemi di produzione energetica.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Lo sviluppo del progetto avrà l'effetto di favorire, la consistenza strumentale e le competenze di una rete di strutture lombarde facenti capo al CNR, per metterla in grado di supportare scientificamente con continuità il sistema imprenditoriale lombardo e la Regione nella transizione verso uno scenario 'carbo neutral' degli usi finali civili e di costituire riferimento in campo nazionale ed europeo.

**Moduli**

**Modulo:** Leghe a memoria di forma e termoelettrici per la funzionalizzazione di sistemi nell'energia e nei trasporti per applicazioni orientate al consumatore

**Istituto esecutore:** Istituto per l'energetica e le interfasi

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Sviluppo competenze per materiali a memoria di forma

**Istituto esecutore:** Istituto per l'energetica e le interfasi

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
219	16	0	43	278	205	221	72	N.D.	555

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
3	5

\*equivalente tempo pieno

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
6	0	0	6

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Materiali e Processi per l'Energetica

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanotecnologie e metallurgia fisica per la componentistica nell'energetica e nei trasporti
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per l'energetica e le interfasi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Milano
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	VALENTINO LUPINC

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Angella Giuliano	III	Donde' Roberto	III	Mariani Eros	VI
Benechi Sergio	IV	Ferretti Domenica	III	Onofrio Giovanni	III
Brunello Gianni	IV	Giuliani Pietro	IV	Ranucci Tullio	V
Carlevaro Roberto	II	Grossi Luigi	VII	Riva Giulio	III
Carretta Ubaldo	II	La Torre Giovannina	VII	Signorelli Enrico	V
Ciotti Cesare	II	Lupinc Valentino	I	Tirloni Anna Maria	VI
Consani Ivo Roberto	V	Maldini Maurizio	II	Zanotti Claudio	I
Daminelli Giambattista	IV	Marchionni Massimo	II		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

L'attività è prevalentemente quella dei programmi e progetti in corso (progetti europei IMPRESS e NAMAMET, idea progettuale MUR MITGEA e quelli dei committenti industriali nazionali come AVIO e ANSALDO ENERGIA), e attività che continuano e sviluppano ulteriormente programmi già approvati e finanziati e poi interrotti (per es. da ASI) o programmi di ricerca non finanziati da terzi (Azione COST538 della CE). La commessa potrebbe essere successivamente suddivisa in più moduli: M1 Materiali per alte temperature, M2 Combustione industriale, M3 Combustione aerospaziale.

#### *Stato dell'arte*

L'attività si inquadra nel contesto europeo della competizione mondiale nei settori dei motori: turbina a gas, motore a combustione interna, propulsori aerospaziali, con particolare riguardo alla situazione nazionale dei produttori di motori per generazione di energia elettrica (ANSALDO ENERGIA, fortemente motivata a progettazione autonoma di turbine a gas per produzione di energia elettrica dopo la recente cessazione del vincolo di produzione su licenza Siemens), di propulsione aerospaziale (AVIO, con investimenti in progettazione di componenti per turbine a gas, per es. il combustore del motore SaM146 da costruire con SNECMA per un velivolo russo Sukhoi per trasporto regionale) e di trasporti in generale (AVIO).

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Caratterizzazione monocristalli di superlega prodotti da EMA e composto di intermetallico innovativo, anche rivestiti, in ambito FIRB MITGEA - Materiali avanzati per componenti di turbine a gas - con ANSALDO RICERCA, CSM e al.

Il progetto europeo IMPRESS - Modelli di proprietà meccaniche e microstruttura su materiali a base TiAl - continuerà su un composto intermetallico originale in cui Nb è sostituito da Ta.

Azione concertata europea COST538, contributo sullo scorrimento di superleghe microfuse e monocristallo. Prove sperimentali e lo sviluppo di modelli di "lifing" per camere di combustione per turbine a gas (AVIO). Studio in collaborazione con POLIMI - Termodinamica e fluidodinamica di miscele bifasi (liquido-aeriforme) nei sistemi termogravimetrici.

Contratto ANSALDO ENERGIA - Caratterizzazione di superleghe per turbine a gas industriali.

Si prevede l'inizio del progetto ASI COSMIC sulla sintesi di materiali per SHS in microgravità.

Si continuerà a sviluppare le competenze in materia di modellazione di proprietà, di sintesi per combustione, di propulsione a ciclo combinato per volo ipersonico utilizzando il simulatore di propulsori airbreathing per volo ipersonico.



*Punti critici e azioni da svolgere*

L'incertezza e la discontinuità dei finanziamenti e le difficoltà di assumere e trattenere personale valido, aggiunte all'elevato numero di pensionamenti, continuano a condizionare fortemente la programmazione e l'attività.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Caratterizzazione meccanica e microstrutturale di materiali, sintesi di materiali avanzati, termofluidodinamica spray motori a combustione interna.

*Strumentazione*

Laboratorio prove meccaniche avanzate ad alta temperatura, cannone gasdinamico per compattazione di polveri nanometriche, Caratterizzazione meccanica e microstrutturale di materiali, sintesi di materiali avanzati, apparecchiatura per studi di atomizzazione, interazione spray con gas e pareti.

*Tecniche di indagine*

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Più di 100 partner dei progetti europei (committenti CE ed ESA), in parte citati nei singoli progetti, fra cui Rolls Royce, ALSTOM, Imperial College, UNI Cambridge, CSM, CESI, Doncasters, UNI Darmstadt, collaborazioni bilaterali con NIMS e JAXA(Giappone), RAS (Russia), SAS (Slovacchia), contratti e ordini da AVIO, ANSALDO ENERGIA e prevedibilmente CSM.

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

L'idea progettuale "Sviluppo di nuove tecnologie per il motore aeronautico compatibili con i futuri requisiti ambientali" con AVIO, ENEA,... potrebbe decollare nel 2008.

E' in fase di valutazione una proposta di ricerca PRIN 2007 con UniPD, PoliMI, UniTO e UniFE sulla caratterizzazione microstrutturale mediante TEM di Ag e sue leghe affinate per deformazione plastica severa.

*Finalità*

*Obiettivi*

Obiettivi: sintesi dei materiali e determinazione delle proprietà anche per la progettazione di componenti industriali; realizzazione degli apparati sperimentali e lo sviluppo delle diagnostiche.

*Risultati attesi nell'anno*

Risultati attesi nel 2008.

Inizio caratterizzazione monocristalli di superlega prodotti da EMA in ambito FIRB MITGEA - Materiali avanzati per componenti di turbine a gas con ANSALDO RICERCA, CSM et al.

Gli studi nel progetto europeo IMPRESS - Modelli di proprietà meccaniche e microstruttura su materiali a base TiAl inizierà su un nuovo composto intermetallico originale in cui il Nb viene sostituito dal Ta.

Continueranno le ricerche che porteranno a compimento il contributo in ambito COST538 - Scorrimento di superleghe.

Termineranno le prove sperimentali e lo sviluppo di modelli di 'lifing' per camere di combustione per turbine (AVIO).

Continuerà lo studio in collaborazione con POLIMI - Termodinamica e fluidodinamica di miscele bifasi (liquido - aeriforme) nei sistemi termogravimetrici.

Continuerà il lavoro previsto per il contratto ANSALDO ENERGIA - Caratterizzazione di superleghe per turbine a gas industriali.

Si prevede l'inizio del progetto ASI COSMIC sulla sintesi di materiali per SHS in microgravità.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Turbine a gas, Produzione energia, Trasporto aereo, Motori a combustione interna

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Maggiore efficienza e minor inquinamento nella produzione di energia elettrica, nei trasporti e nell'aerospaziale



**Moduli**

**Modulo:** Materiali e Processi per l'Energetica  
**Istituto esecutore:** Istituto per l'energetica e le interfasi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Milano

**Modulo:** Sviluppo competenze nel settore dei materiali e processi per l'energetica  
**Istituto esecutore:** Istituto per l'energetica e le interfasi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Milano

**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
1.107	219	469	449	2.244	264	952	128	N.D.	2.636

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
10	19

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	1	2	3

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Progettazione chimico fisica di interfacce in sistemi metallici e metallo-ceramici per applicazioni nella produzione e utilizzo dell'energia

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanotecnologie e metallurgia fisica per la componentistica nell'energetica e nei trasporti
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per l'energetica e le interfacce
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Genova
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	ENRICA RICCI

### *Elenco dei partecipanti*

Avanzini Piergiulio	liv. I	Costigliolo Marcella	liv. VII	Passerone Alberto	liv. I
Battilana Giorgio	III	Muolo Maria Luigia	II	Ricci Enrica	II
Bottino Carlo	IV	Novakovic Rada	III	Simonini Italo	VI

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Studio delle proprietà di superficie di sistemi metallici ad alta temperatura e della loro sensibilità alla contaminazione da gas reattivi: modelli di trasporto all'interfaccia metallo liq/ gas; effetti di O<sub>2</sub> sulle proprietà di superf. e studio scambi reattivi.-Determinazione delle proprietà termofisiche (tensione superficiale/interfaciale,densità) di metalli e leghe per impiego in sistemi energetici: progett. ed ottimizz. di metodi di misura della tensione sup. dinamica e/o statica;progett., costruzione,implementazione di sistemi e metodiche operanti in atm. controllate;supporto agli esperim. in micro-g. Modellizzazione termodinam. in amb.MatLab per la previsione delle proprietà termofisiche ed estensione agli 'small systems'. Interfacce solido-liquido e giunzioni: metodi di controllo della bagnabilità e dei processi di giunzione mediante progett. di leghe a componente attivo; ottimizzazione metodologie di giunzione met-cer e cer-cer; modelli termodinamici per interfacce met-cer. Modellizzazione delle interfacce metallo-ceramico: sviluppo di una descrizione microscopica del legame chimico all'interfaccia (DFT).

#### *Stato dell'arte*

La risposta in termini di materiali al problema della funzionalità di componenti complessi quali quelli presenti nei sistemi energetici per la Generazione di Energia (Combustione di Fossili, Fusione Nucleare, Cogenerazione e Biomasse) e nei Trasporti (Idrogeno, Celle a Combustibile) necessita dello sviluppo di un insieme di componenti eterogenei con caratteristiche strutturali e funzionali diverse ma complementari. Malgrado gli obiettivi funzionali e le condizioni operative siano molteplici, le categorie dei sistemi di materiali che si applicano all'energetica per la generazione ed i trasporti sono in numero limitato e possono essere sviluppati coerentemente se si tiene conto che in essi coesistono fasi e strutture differenti tra loro collegate meccanicamente o mediante processi chimico-fisici in grado di risolvere i problemi di compatibilità alle interfacce, funzionalità alle condizioni richieste e caratteristiche di superficie adeguate all'impiego. In tale contesto l'attività della commessa si inquadra nella necessità di individuare nuovi materiali per tecnologie e processi eco-compatibili.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Nell'ambito dell'IP IMPRESS,continuerà la sperim. sulle propr. termofisiche di leghe intermetall. per l'ottimizzazione di materiali per turbine a gas e lo studio delle interazioni con alcuni 'mould mat.' nonché lo studio e la modellizzazione delle interazioni lega liq./atmosfera di nanoparticelle di intermetall.(catalizz. FC). Continuerà lo studio di leghe di interesse industr. per definire i valori di rifer. delle propr. termofisiche di sup. da confrontare con i dati ottenuti in micro-g (Thermolab III) e la speriment. x il progetto VELLA su mater. di interesse per i reattori ADS. Proseguirà:la modellizzazione delle interf. met-cer per il controllo delle propr. delle giunz. met-cer; lo studio degli effetti della microstrutt. interfac. e della cinet. del processo per la progett. di giunz. in microcomb. (FISR); analisi interaz. e bagnabilità in sistemi HfB<sub>2</sub>-Leghe Ni per giunz. ad alte temp.; interazioni leghe per turbine a gas/mater. ceramici per le 'anime' ed i 'gusci' di fusione (FIRB-FAR).Inizierà inoltre l'attività per il prog. GETMAT sui materiali per i reattori di IV Generazione e l'attività per il nuovo COST-HISOLD su leghe di saldatura ad alta T.



*Punti critici e azioni da svolgere*

Per la realizzazione degli obiettivi previsti dalla commessa è necessario incrementare le unità di personale di ruolo, per la continuità delle competenze acquisite e per una più adeguata ripartizione delle risorse umane anche per ottemperare alle scadenze previste dai contratti assunti. Inoltre, la critica mancanza di fondi per l'acquisizione di apparecchiature di nuova generazione che possano permettere di competere con i laboratori più avanzati, rende critica la partecipazione ad importanti progetti internazionali (FP, ESA) e nazionali (MUR) che richiedono sforzi competitivi sempre maggiori in particolare nel campo della sperimentazione da effettuare in condizioni sempre più esigenti (es:  $T > 1600$  C / controllo preciso delle atmosfere di lavoro) e meno realizzabili con la tecnologia a disposizione. Ne consegue che aumenta la necessità sia di acquisire nuova strumentazione, il cui finanziamento spesso non può essere coperto dai progetti, sia di sviluppare nuove metodologie. A tale scopo è altamente auspicabile l'acquisizione di nuovi contratti esterni perseguibile solo attraverso un'azione congiunta ad altre entità e alla disponibilità di finanziamenti CNR accentrati.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Scienza dei Materiali  
Chimica-Fisica delle Superfici  
Metallurgia  
Termodinamica  
Fluidodinamica  
Matematica Applicata

*Strumentazione*

Laboratorio di Tensiometria.

*Tecniche di indagine*

Misura delle tensioni superficiali/interfacciali ad alte temperature, di sistemi metallici e metallo-ceramici con i seguenti metodi: Sessile drop, Pendant drop, Dihedral angles;  
Tecniche automatizzate di misura delle tensioni superficiali statiche e dinamiche in tempo reale  
Applicazione delle tecniche di analisi di immagine per la caratterizzazione qualitativa e quantitativa della microstruttura di materiali metallici e ceramici

*Tecnologie*

Determinazione del grado di ossidazione superficiale di sistemi metallici allo stato fuso;  
Modellizzazione del trasporto di gas reattivi all'interfaccia leghe liquide/atmosfera: modelli fluidodinamici;  
Modellizzazione termodinamica delle proprietà di superficie e bulk di sistemi metallici : metodi di calcolo in ambito CALPHAD;  
Nanotermodinamica e applicazioni al calcolo delle proprietà termofisiche di "small systems"  
Calcolo delle tensioni interfacciali solido-liquido in leghe metalliche;  
Tecnologie di giunzione;  
Progettazione, sviluppo di metodologie di misura e produzione di dati di riferimento di proprietà di interfaccia di sistemi metallici, in condizioni di microgravità (sperimentazione su razzi-sonda e su Laboratori Spaziali).

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Agenzia Spaziale Europea (ESA); Wieland-Doncaster (D), DLR-Koln (D), Università di Genova (I), Università di Torino (I), University of Ulm(D), NPL-Teddington (UK); KTH Stoccolma(S), Dip. Chimica de La Sapienza - Roma (I); CNRS-CMRC-Marseille (F); CNR -ISTEC (I), Centro Ricerche Fiat (I), ENEA-Brasimone (I); Universty of Osaka (J); University of Seul (K); University of Wien (A); Foundary Institute of Krakow (P), Ansaldo Energia (I), Ansaldo Ricerche (I), CSM-Roma (I), EMA-microfusioni (I), University of Chemnitz (D); University of Belgrade (Sb).

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Nel corso del 2008 si intensificheranno i rapporti di collaborazione con il Foundry and Res. Institute di Cracovia attraverso prolungati stages (reciproci) di soggiorno e collaborazioni in ambito di progetti europei (COST) e nazionali (MUR- FIRB/FAR). Si proseguirà l'attività del Topical Team sulle proprietà termofisiche in collaborazione con gruppi e università Europee, ESA, e JAXDA (Agenzia Spaz. E' stato approvato un nuovo progetto del VIIFP- EURATOM (GETMAT) il cui Kick-off è previsto per Dicembre 2007. Sono in corso due proposte PRIN 2007 in collaborazione una, con le Università di Genova e Camerino; l'altra con l'Università di Cagliari e IISTEC-CNR.



### **Finalità**

#### **Obiettivi**

Studio e misura delle proprietà termofisiche di superficie ed interfaccia di sistemi metallici e metallo-ceramiche per applicazioni energetiche.

Previsione e modellizzazione della segregazione e dell'assorbimento tramite misure statiche e dinamiche delle tensioni superficiali al variare della pressione parziale di ossigeno.

Previsione delle proprietà termofisiche di trasporto di sistemi metallici via modellizzazione termodinamica.

Previsione, modellizzazione e misura di bagnabilità e reattività interfacciale di sistemi metallo-metallo e metallo-ceramico.

Tecnologie di giunzione metallo-ceramico.

#### **Risultati attesi nell'anno**

Proprietà termofisiche superficiali di Al3Ni (x catalizz.FC) e lega RENE 90 (x turbine). Valutazione delle interazioni leghe Al-Ni/ mould mater.

Formulazione e validazione modello di trasporto di O2 nel processo di Vap.Dep. di nanopart. AlNi Raney.

Validazione modello trasporto ossigeno/leghe binarie (Cu-Sn,Al-Ni,Ge-Si).

Caratterizzazione di interazioni tra T91 e Pb fuso sotto atmosfere riducenti e per intervalli di tempo di 1000h.

Modelli per il calcolo delle propr. termofisiche di sistemi metal. nanostrutturati; sviluppo modelli di trasporto per sistemi met. liq/met. solido e validazione su Fe-Cr e Au-Si.

Miglioramento del modello per il calcolo della resistività elettrica e applicazioni su Al-Ni e Al-Ti.

Progettazione di leghe di apporto:bagnabilità e reattività verso le fasi ceramico e/o metallo e relativi parametri di controllo (T, composizione, atmosfera, tempo).

Dati sulle interazioni e compatibilità in sistemi refrattari non ossidici a base HfB2-Leghe Ni per giunzioni ad alte temperature.

Dati sulle interazioni tra leghe per turbine a gas e materiali ceramici per 'anime' e 'gusci' di fusione.

Dati computazionali di struttura elettronica interfaccia met/cer (DFT)

#### **Potenziale impiego**

##### **- per processi produttivi**

Ottimizzazione leghe per produzione di turbine e scambiatori di calore;

Ottimizzazione polveri di intermetallici per applicazioni catalitiche (in Fuel Cells);

Formulazione di nuove leghe per saldatura e per brasatura tra metalli e ceramici refrattari per protezioni termiche e per ambienti aggressivi;

Progettazione ed ottimizzazione di nuovi materiali metallici e di metodologie di giunzione metallo- ceramico e ceramico-ceramico, per applicazioni innovative (comparto energetico, aerospaziale, motoristico).

Ottimizzazione di materiali per reattori di IV Generazione

##### **- per risposte a bisogni individuali e collettivi**

Miglioramento di componenti di utilizzo nella produzione e uso dell'energia

Ottimizzazione dei materiali per l'ottenimento di processi eco-compatibili

Pubblicazioni scientifiche

### **Moduli**

**Modulo:** Progettazione chimico fisica di interfacce in sistemi metallici e metallo-ceramici per applicazioni nella produzione e utilizzo dell'energia

**Istituto esecutore:** Istituto per l'energetica e le interfasi

**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Genova

**Modulo:** Sviluppo Competenze: Interfacce metallo-ceramico

**Istituto esecutore:** Istituto per l'energetica e le interfasi

**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Genova

### **Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
439	53	263	0	755	133	449	86	N.D.	974

valori in migliaia di euro



<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
<b>ricercatori</b>	<b>Totale</b>
5	6

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
<b>associato</b>	<b>dottorando</b>	<b>borsista</b>	<b>assegnista</b>	<b>specializzando</b>	<b>incaricato di ricerca</b>	<b>professore visitatore</b>	<b>collaboratore professionale</b>	<b>altro</b>	<b>Totale</b>
0	3	0	1	0	3	0	0	0	7

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
<b>tempo determinato</b>	<b>tempo indet</b>	<b>non di ruolo*</b>	<b>Totale</b>
0	2	1	3

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Tecnologia e sviluppo di materiali metallici semilavorati e di componenti funzionali per applicazioni di energetica e nel settore trasporti

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanotecnologie e metallurgia fisica per la componentistica nell'energetica e nei trasporti
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per l'energetica e le interfasi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	AUSONIO TUISSI

### *Elenco dei partecipanti*

Bassani Paola	liv. III	Mainetti Pio	liv. VII	Tuissi Ausonio	liv. II
Beseghini Stefano	III	Passaretti Francesca	III	Villa Elena	III
Carcano Giordano	VI	Pini Marco	VI		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Conversione di energia: sfruttando le capacità dei materiali a memoria di forma di conversione del calore in energia meccanica, è possibile realizzare motori a stato solido. Attraverso lo scambio di calore fra due sorgenti a temperature basse (100 e 25 C), grazie ad una trasformazione di fase reversibile indotta nel materiale, si genera movimento con efficienze di ca. 8%.

Materiali porosi: sviluppo di un processo produttivo, a basso costo, per la produzione di leghe metalliche porose, con elevate caratteristiche strutturali e di leggerezza. Le leghe metalliche porose hanno un elevato rapporto superficie/volume che amplifica i fenomeni di superficie (ossidazione, catalisi ecc).

Componenti in Al: saranno sviluppate nell'ambito di una collaborazione industriale per la fabbricazione di componenti metallici per elettrodi ed applicazioni elettrochimiche.

Smorzamento delle vibrazioni e dissipazione interna: saranno realizzati compositi a matrice polimerica/fibra di vetro in cui verranno inseriti fili di NiTi martensitici a memoria di forma per incrementare le capacità di smorzamento.

Acquisizione di dinamiche internazionali di cooperazione per la promozione di risultati scientifici.

#### *Stato dell'arte*

Alcuni prototipi di motore basati sull'effetto a memoria di forma sono stati sviluppati negli anni '80 in particolare nel settore automobilistico, ma non hanno avuto impatto commerciale. Recentemente gruppi internazionali stanno conducendo nuove sperimentazioni in virtù di una maggiore conoscenza e controllo delle caratteristiche delle leghe SMA, soprattutto del sistema NiTi, con buoni risultati (miglioramento di efficienza di conversione).

Leghe metalliche porose sono commercialmente prodotte seguendo diversi approcci di sintesi. Tuttavia, la sintesi con infiltrazione mediante riscaldamento e raffreddamento rapido risulta innovativa e pochi lavori sono riportati in letteratura. Le sperimentazioni preliminari presso lo IENI hanno dato risultati incoraggianti su sistemi Cu e CuZn.

Il controllo attivo e passivo delle vibrazioni si ottiene grazie all'impiego di sensori/attuatori ed elementi ad elevata dissipazione. E' stato dimostrato che le leghe SMA possiedono fattori di smorzamento di 1 ordine di grandezza superiore agli altri metalli. Inoltre, da studi preliminari i compositi con SMA per archetti dei treni ad alta velocità possono incrementare del 60% le capacità di smorzamento.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

La ricerca riguarda sintesi, lavorazione e caratterizzazione di leghe metalliche innovative, sviluppate presso IENI Lecco, orientate alla realizzazione di particolari elementi metallici semilavorati (billette, laminati, fili anche a bassa dimensionalità, metalli porosi) e di componenti metallici funzionali (elettrodi consumabili, elementi a memoria di forma, elementi ad elevato assorbimento di smorzamento, attuatori) per applicazioni nel settore energetico e nei trasporti.

Le attività proposte si articolano in più fasi riguardanti:

- Sviluppo di un motore a stato solido, sincronizzato, a memoria di forma, basato su strutture tessili integranti elementi attivi (fili sottili in NiTi).
- Realizzazione di schiume metalliche 'aperte', a base Cu (e/o Ag, Ni) attraverso metodi d'infiltrazione metallica controllata in impianti ad induzione magnetica sotto vuoto.
- Realizzazione di leghe e laminati, a base Al, per elettrodi consumabili e applicazioni elettrochimiche; sperimentazioni per la produzione di semilavorati su scala pilota ed industriale.
- Realizzazione e caratterizzazioni di componenti a memoria di forma ad elevato fattore di smorzamento per pantografi di treni veloci.

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

Controllo della porosità e bagnabilità dei sistemi previsti CuZn , CuZnAl a memoria di forma ed eventualmente leghe di Ni o Ag. Individuazione e riduzione dei fattori contaminati durante il processo d'infiltrazione. La tecnica è in grado di produrre componendi con elevata superficie di scambio e dimensioni complessive ridotte

Sperimentazione di differenti configurazioni di motori a memoria di forma capaci di integrare le funzioni di attuazione e sincronizzazione del movimento con conseguente aumento di rendimento.

Controllo dei processi di fabbricazione degli elettrodi per mantenere inalterate le caratteristiche elettrochimiche richieste.

#### *Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Verranno impiegate competenze, sia di sintesi di leghe metalliche di elevato grado di purezza ed omogeneità composizionale, sia di deformazione a caldo ed a freddo per l'ottenimento dei semilavorati.

#### *Strumentazione*

Per la produzione dei composti previsti, la sperimentazione si avvale di tecnologie fusorie ad arco di plasma (PAM), ad induzione magnetica sotto vuoto (VIM) ad arco elettrico (VAR) con capacità produttive limitate ad una produzione scala pilota. I semilavorati saranno processati attraverso procedure di laminazione, trafilatura oltre a lavorazioni per asportazione di truciolo. Il conferimento delle proprietà funzionali, richieste al materiale, si ottiene attraverso opportune procedure termo-meccaniche (sequenze di trattamenti termici in atmosfera controllata e in condizioni di sforzo applicato).

#### *Tecniche di indagine*

Il materiale, sia durante le fasi di processo, sia sul semilavorato o componenti finale, verrà sottoposto ad analisi attraverso le tecniche d'indagine disponibili: morfologica e composizionale (SEM, EDS), microstrutturale (XRD, EBSD), termo-calorimetria (DSC, DMA, DTA) , meccanica (stress-strain, funzionale, isteresi), elettrica e metallografica.

#### *Tecnologie*

##### *Collaborazioni (partner e committenti)*

32 partners europei partecipanti al progetto 'AVALON' nell'ambito del VI PQ della comunità europea; Politecnico di Milano; Università di Perugia; Università della Calabria; SAES getters spa; DENORA spa.

ASM International (USA)

Partners dei Comitati internazionali SMST 2008

##### *Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Commessa Politecnico di Milano nell'ambito del progetto Schiume metalliche finanziato da Fondazione Cariplo - j 20.000 (previsione 2008)

Partecipazione al PRIN 2007 - Titolo : Realizzazione di compositi a memoria di forma ad elevato coefficiente di smorzamento per pantografi ad alta velocità -

Domanda presentata al MUR. - j 50.000 (previsione 2008)

Convenzione DENORA - In fase di definizione - j 30-50.000 (previsione 2008)



### **Finalità**

#### **Obiettivi**

- Sviluppo di un prototipo dimostratore di motore a stato solido a memoria di forma con sincroni
- Sviluppo di procedure per la realizzazione di schiume metalliche con porosità controllata
- Fabbricazione di un componente del pantografo per treni ad alta velocità con l'obiettivo di ridurre drasticamente le frequenze di vibrazione che sono causa di continui stacchi (interruzione del contatto elettrico) fra treno e linea d'alimentazione elettrica
- Preparazione e caratterizzazione di leghe a base di Al ed industrializzazione del processo.
- Organizzazione del congresso internazionale SMST 2008

#### **Risultati attesi nell'anno**

- Prototipo di motore a stato solido a memoria di forma
- Procedure per la realizzazione di schiume con porosità aperte
- Fabbricazione di elettrodi di Al
- Prototipo di archetto per pantografo

#### **Potenziale impiego**

##### **- per processi produttivi**

- Motore a stato solido SMA: Oltre al settore trasporti, sono possibili applicazioni relative al recupero energetico (tubature; gas esausti a 100-150 C)
- Metalli porosi: filtri, elettrodi con elevate capacità di attivazione, componentistica per catalisi, elementi strutturali leggeri. Vengono impiegati quali elementi strutturali ( e resistenti all'urto) resistenti in componenti aeronautici e automobilistici.
- Componenti di Al: elettrodi
- Archetto per pantografo di treni ad alta velocità- Alta velocità
- per risposte a bisogni individuali e collettivi

### **Moduli**

**Modulo:** Tecnologia e sviluppo di materiali metallici semilavorati e di componenti funzionali per applicazioni di energetica e nel settore trasporti

**Istituto esecutore:** Istituto per l'energetica e le interfasi

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Sviluppo competenze nei materiali metallici bulk e semilavorati

**Istituto esecutore:** Istituto per l'energetica e le interfasi

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

### **Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
161	16	50	43	270	85	151	69	N.D.	424

valori in migliaia di euro

<b>Unità di personale di ruolo*</b>	
ricercatori	Totale
2	4

\*equivalente tempo pieno

<b>Richiesta nuove unità di personale</b>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
1	1	2	4

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Materiali elettroceramici per l'energetica e l'elettronica

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanotecnologie e metallurgia fisica per la componentistica nell'energetica e nei trasporti
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per l'energetica e le interfacce
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Genova
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	VINCENZO BUSCAGLIA

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Bassoli Marta	IV	Buscaglia Maria Teresa	III	Simonini Italo	VI
Battilana Giorgio	III	Buscaglia Vincenzo	II	Viviani Massimo	III
Bottino Carlo	IV	Costigliolo Marcella	VII		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

1. Sintesi e caratterizzazione microstrutturale di ossidi semiconduttori ad ampio gap ( $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{SrTiO}_3$ ) in forma di nanoparticelle e mesocristalli porosi. La ricerca verte ad ottimizzare forma, dimensione, porosità e organizzazione spaziale delle particelle utilizzando metodi di sintesi in soluzione e tramite l'uso di molecole organiche quali agenti templanti.

2. Preparazione e caratterizzazione elettrica di elettroliti e materiali elettrodi per celle a combustibile a ossido solido (SOFC). I materiali utilizzati sono  $\text{BaZrO}_3$  e  $\text{BaCeO}_3$  come elettroliti a conduzione protonica, materiali compositi a base di  $\text{Y-ZrO}_2$  (YSZ) e  $(\text{La,Sr})\text{MnO}_3$  (LSM) per l'anodo e il catodo. Particolare attenzione verrà dedicata alla realizzazione di materiali elettrodi aventi architetture e microstrutture innovative tramite tecniche di chimica colloidale.

3. Sintesi, sinterizzazione e caratterizzazione funzionale di ossidi ferroelettrici nanostrutturati con struttura perovskite e materiali correlati ( $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{SrTiO}_3$ , compositi). L'attività riguarderà la preparazione e caratterizzazione (permittività, perdite, tunability, polarizzazione) di vari tipi di struttura, quali nanoceramici, nanorods, particelle cave.

#### *Stato dell'arte*

Gli ossidi dei metalli di transizione ed in particolare quelli con struttura perovskite, sia in forma di polveri che di ceramici, presentano una grande varietà di proprietà fisiche (ferroelettricità, piezoelettricità, piroelettricità, magnetoresistenza, conducibilità elettronica ed ionica) che li rendono oggetto di intenso studio sia a livello fondamentale che per le molteplici applicazioni (dielettrici ad elevata permittività, trasduttori e attuatori piezoelettrici, elettroliti allo stato solido, semiconduttori ad ampio gap per la generazione fotovoltaica, etc.). La ricerca vede sia il miglioramento della conoscenza dei materiali esistenti, in particolare orientata alla miniaturizzazione ed integrazione dei dispositivi che lo sviluppo di materiali multifunzionali o con nuove funzionalità. In entrambi i casi l'ottenimento delle funzionalità desiderate dipende dall'abilità di controllare la micro/nanostruttura e la composizione del materiale anche a scala locale. Questi risultati si possono conseguire utilizzando tecniche di sintesi chimica in soluzione, processi di assemblaggio basati sulla chimica dei colloidali e sull'uso di agenti templanti, metodi innovativi di sinterizzazione.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

L'attività della commessa si svilupperà secondo le seguenti tematiche:

- Lo sviluppo di membrane ceramiche a conduzione protonica a base di cerato di bario ( $BaCeO_3$ ) per applicazioni SOFC. Parte di questa attività verrà svolta nell'ambito del progetto europeo IDEAL, che prevede la realizzazione di membrane innovative a conduzione mista (O e H), lo studio della compatibilità tra membrana ed interconnettori metallici e la modellazione chimico-fisica ed elettrochimica della membrana.
- La realizzazione di nanostrutture con diversa dimensionalità e architettura a base di materiali ferroelettrici, conduttori ionici e conduttori elettronici. Tali nanostrutture saranno realizzate tramite metodi chimici in soluzione (sol-gel, precipitazione, sintesi idrotermale).
- La preparazione e la caratterizzazione di materiali ceramici e compositi a base di ossidi ferroelettrici/dielettrici e conduttori ionici.

Le applicazioni verso cui è orientata la ricerca sono elettrodi e membrane ceramiche a conduzione ionica per SOFC e separazione di gas, condensatori a base di materiali ceramici con elevata costante dielettrica, elementi riscaldanti ad effetto PTCR.

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

Come già rilevato nei precedenti PdG, il mantenimento del livello di eccellenza acquisito da questo gruppo di ricerca a livello europeo richiederebbe risorse umane, strumentali e finanziarie adeguate. In particolare i punti più critici sono:

**Personale:** Trasformazione di una unità di personale ricercatore a tempo determinato in tempo indeterminato al fine di liberare risorse per nuovo personale a contratto.

**Strumentazione:** Rinnovo di alcune strumentazioni vecchie od obsolete (ad es. diffrattometro a raggi X) che sono a serio rischio perché ormai non più coperte da contratti di manutenzione. Acquisizione di nuove strumentazioni (ad. es. misuratore distribuzione dimensionale polveri).

**Competenze:** Sviluppo di nuove competenze sulla chimica dei colloidali e la sintesi di materiali mediante l'acquisizione di personale post-doc qualificato dall'estero.

#### *Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Gli afferenti alla commessa vantano una esperienza più che decennale nella sintesi, sinterizzazione e caratterizzazione microstrutturale ed elettrica di materiali elettroceramici. In particolare sono stati sviluppati: 1) processi allo stato solido con l'uso di precursori nanocristallini, 2) metodologie chimiche per la sintesi di nanoparticelle in soluzione acquosa ed il controllo della loro forma e dimensione, 3) vari tipi di reattori batch e tubolari per la sintesi di polveri, 4) tecniche di chimica colloidale per la modificazione superficiale, la decorazione e il ricoprimento di particelle e templati con altri materiali (sintesi di particelle core-shell e nanocomposite), 5) la modifica delle proprietà funzionali tramite il controllo della microstruttura e della composizione dei materiali. Più in generale è stato sviluppato un ampio know-how sui diversi aspetti legati alla sintesi e alle proprietà dei materiali nanostrutturati. Le competenze maturate hanno anche prodotto proficue collaborazioni con l'industria italiana ed europea.

#### *Strumentazione*

Il laboratorio è dotato delle apparecchiature e delle tecnologie di base per la produzione di materiali ceramici e la relativa caratterizzazione. In particolare:

1. Vari tipi di reattori batch e tubolari per la sintesi di polveri e nanoparticelle.
2. Pressa isostatica per la formatura dei ceramici.
3. Vari tipi di forni per la sinterizzazione.
4. Misura di densità ed area superficiale specifica delle polveri.
5. Determinazione della composizione in fase e struttura cristallina tramite diffrazione di raggi X.
6. Analisi termogravimetrica e termica differenziale.
7. Determinazione della morfologia e della composizione elementare tramite microscopia elettronica a scansione ed EDS.
8. Caratterizzazione funzionale: resistività, permittività dielettrica ed analisi di impedenza tra 20 e 1300K.

La rete di collaborazioni che è stata sviluppata permette poi di accedere a competenze e strumentazioni non disponibili presso lo IENI.

#### *Tecniche di indagine*

Spettroscopia di impedenza. È stato realizzato un sistema integrato che permette di effettuare l'analisi di impedenza su materiali ceramici in un ampio intervallo di temperature (20-1300K) e di frequenza (0.01Hz - 0.1 GHz). Il sistema integrato comprende l'analizzatore di impedenza, l'interfaccia dielettrica per la misura di materiali isolanti, un software realizzato in ambiente LabView per la pianificazione delle misure, l'acquisizione e la visualizzazione dei dati, programmi per l'analisi dei dati tramite l'uso di circuiti equivalenti.



### *Tecnologie*

1. Il reattore tubolare a flusso segmentato (SFTR). Si tratta di un reattore di nuova concezione per la produzione di nanopolveri da soluzione acquosa che è stato sviluppato nel corso di un progetto europeo di cui IENI era partner. Il concetto del reattore SFTR è basato sulla creazione di un flusso di microreattori all'interno di un condotto tubolare termostato tramite segmentazione della soluzione reagente con un fluido organico immiscibile. Un reattore pilota a scala di laboratorio è stato costruito presso la sede di Genova ed utilizzato per la sintesi di vari tipi di nanopolveri. Tale reattore presenta notevoli vantaggi rispetto ai reattori tradizionali in termini di riproducibilità ed omogeneità del prodotto oltre a fornire polveri con ristretta distribuzione dimensionale.
2. Metodologie per il rivestimento di particelle e substrati con altri materiali. Si tratta di una serie di tecnologie che permettono di rivestire con altri materiali vari tipi di particelle e substrati usando come precursore una soluzione acquosa di un composto solubile. La tecnologia è applicabile a svariati tipi di materiali.

### *Collaborazioni (partner e committenti)*

Dip.to di Ingegneria Chimica e di Processo, Università di Genova, Italia  
Dip.to di Chimica Fisica, Università di Pavia, Italia  
Dip.to di Scienza dei Materiali, Università di Milano La Bicocca, Milano, Italia  
Dip.to Materiali e Dispositivi, CNR, Italia  
Solvay Bario e Derivati, Massa, Italia  
Dept. of Solid State Physics, University of Iasi, Romania  
Dip.to di Chimica Inorganica e Organica, Università Jaume I, Castellon, Spagna  
Dept. of Inorganic Chemistry, University of Stockholm, Sweden  
Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria  
Dept. of Materials Engineering, University of Davis, USA  
Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Laboratoire de Technologie des Poudres, Lausanne, Switzerland  
Industrial Research Ltd., Wellington, New Zealand  
Degussa AG, Hanau, Germany  
Unione Europea, Bruxelles

### *Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Probabili entrate:

- 1-Partecipazione al progetto MSE - Celle a combustibile per applicazioni stazionarie cogenerative. In fase di sviluppo. Previsione: 50000 Euro.

Azioni intraprese:

- 1-Proposta progetto PRIN 2007 'Controllo delle proprietà strutturali e di trasporto in conduttori ionici per applicazioni energetiche mediante nano strutture innovative'. Proposta presentata.
- 2-Proposta progetto FIRB 'Materiali ad architettura avanzata per SOFC protoniche' nell'ambito degli accordi Italia-Cina. Proposta presentata.

Azioni da intraprendere:

- 1-Partecipazione come partner in un progetto europeo nelle call 2008.
- 2- Sviluppo di contatti con aziende per progetti comuni e supporto scientifico.
- 3- Preparazione proposta progetto FIRB Italia-Cina.

### *Finalità*

#### *Obiettivi*

L'obiettivo generale è la comprensione delle correlazioni tra le proprietà funzionali dei materiali elettroceramici, la struttura cristallina, la composizione chimica e la nano/microstruttura. Tali correlazioni permettono l'effettiva ingegnerizzazione e ottimizzazione dei materiali e dei dispositivi in risposta alle varie esigenze applicative.

Obiettivi specifici sono: 1)la sintesi di (nano)particelle con dimensione, forma e composizione controllata; 2)l'uso di agenti templanti e di tecniche di chimica colloidale per la realizzazione di materiali nanocristallini, nanostrutturati e compositi; 3)lo studio dell'influenza della dimensione e della forma delle particelle o dei grani sulle proprietà; 4)la modifica delle proprietà tramite drogaggio, formazione di soluzioni solide e realizzazione di compositi.

La ricerca internazionale nei settori descritti si evolve rapidamente ed è molto competitiva; è quindi essenziale per il raggiungimento degli obiettivi esposti la disponibilità di adeguate risorse finanziarie ed umane oltre ad una loro gestione rapida e snella.





<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
<b>tempo determinato</b>	<b>tempo indet</b>	<b>non di ruolo*</b>	<b>Totale</b>
1	1	2	4

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Componentistica avanzata per celle a combustibile e dispositivi per la refrigerazione

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanotecnologie e metallurgia fisica per la componentistica nell'energetica e nei trasporti
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per l'energetica e le interfasi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Pavia
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	GAETANO CHIODELLI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Aldrovandi Sergio	IV	Daolio Sergio	I	Parpaiola Elena	VII
Barison Simona	III	Doubova Lioudmila	III	Pellizzon Abramo	V
Battagliarin Marino	III	Fabrizio Monica	II	Ragazzo Ruggero	VI
Carbone Carla	IV	Mascheroni Lorenza Maria	III	Repetto Fabio	V
Cardiello Angelo Carmelo	VII	Miorin Enrico	III	Speziali Margherita	III
Chiodelli Gaetano	I	Mortalo' Cecilia	III	Tomasi Corrado	V
Collodel Tiziana	VI	Pagura Cesare	I	Zanin Ivana	VI
Crespi Caramella Vera	II				

### ***Tem***

#### *Tematiche di ricerca*

elettroliti e membrane metalliche per celle a combustibile a ossido solido operanti a temperatura intermedia;  
elettrodi e connettori TCO per dispositivi fotoattivi;  
preparazione di nanofluidi per la refrigerazione  
metodologie di caratterizzazione chimico-fisica ed elettrica di film e polveri  
metodologie di deposizione di film sottili inorganici e metallici

#### *Stato dell'arte*

Per abbassare la temperatura di lavoro delle SOFC fra 400 e 600 C sono stati proposti elettroliti a conduzione protonica di cui è però necessario migliorare la stabilità chimica rispetto a CO<sub>2</sub> ed SO<sub>2</sub>. Per poter prevedere una configurazione ad elettrodo supportante, molti gruppi studiano le prospettive dell'uso di nanoparticelle per abbassare le T di co-firing, della deposizione diretta di elettrolita e contro elettrodo, di componenti multilayer ceramico-ceramico, ceramico-metallico.

I nanofluidi sono stati concepiti per migliorare l'efficienza di sistemi in cui lo scambio termico ne determina le performances. La conducibilità termica dei nanofluidi è molto più alta e maggiormente dipendente dalla temperatura di quanto non si verifichi per i corrispettivi fluidi di base.

In ricerche recenti è stato generalmente riconosciuto che un punto critico per l'ottenimento delle caratteristiche di conducibilità termica del nanofluido è la dispersione delle nanoparticelle di composizione chimica e struttura opportunamente selezionate.

### ***Azioni***

#### *Attività da svolgere*

Sintesi, caratterizzazioni elettriche ed elettrochimiche di polveri, film e pellets di elettroliti a conduzione protonica (BCY, BCZY) e ionica (GDC, LSGM) ottimizzati per il campo di temperature 500-750 C. Implementazione di tecniche PVD per deposizione di film di elettroliti per SOFC anodo-supportate e di membrane metalliche per la purificazione dell'idrogeno. Studio della correlazione tra proprietà elettriche di bulk e microstrutturali di bordo grano mediante spettroscopia di impedenza. Studio della conducibilità in funzione di composizione, drogaggio, temperatura e umidità relativa. Determinazione di contributi protonici, anionici ed elettronici. Sintesi di membrane polimeriche operanti a T>100 C di tipo organico-inorganico basate su tecnica sol-gel. Sintesi di membrane a base di blend di polimeri aromatici termostabili funzionalizzati con acidi.

Sviluppo di competenze per la sintesi di nanopolveri di metalli e ossidi per applicazioni in nanofluidi per la refrigerazione. Sviluppo di tecniche PVD per la deposizione di film di titania e TCO drogati per applicazioni fotoelettriche. Implementazione della strumentazione per la caratterizzazione fotoelettrochimica di tali depositi.



*Punti critici e azioni da svolgere*

Messa a punto della strumentazione per il testing di semicelle e celle complete.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Caratterizzazione elettrica di elettrodi, elettroliti, semicelle per dispositivi SOFC. Sintesi e caratterizzazione di ossidi, metodi sintetici basati su sol-gel, deposito di film mediante sol gel, per via elettrochimica e magnetron sputtering, metallurgia di leghe preziose e di leghe a memoria di forma, leghe binarie e ternarie (per nastri metallici, dispositivi funzionali, substrati per superconduttori di II generazione). Caratterizzazione mediante SIMS, ICP-MS, SEM, TEM, AFM, XRD, XPS  
Impedenza elettrochimica, microscopia ottica, analisi di angolo di contatto, calorimetria differenziale, rugosimetria e profilometria 2D e 3D.

*Strumentazione*

Magnetron sputtering multi-target (DC and RF) per la deposizione di multistrato e codepositi conduttori e isolanti (diametro max = 2.5 cm);  
Magnetron sputtering ad alta temperatura  
stufe, forni, muffole e fornaci (200-1500 C);  
forno a microonde per la sintesi di polveri e la preparazione di soluzioni;  
1 LA-ICP-MS (Thermoanalytical);  
1 spettrometro SIMS (Hiden),  
3 stazioni elettrochimiche equipaggiate con analizzatore di frequenza e fornetto per misure elettriche ed elettrochimiche ad alta temperatura in Ar, H<sub>2</sub>/Ar, O<sub>2</sub>, aria, aria/H<sub>2</sub>O;  
mulini planetari;  
equipaggiamenti per analisi termica TGA-DSC per le analisi in Ar, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e gas umidificati;  
spin coater;  
profilometro a contatto (Tencor);  
microscopi metallografici;  
stazione di misura di angolo di contatto (dinamico-statico)

*Tecniche di indagine*

Analisi termogravimetrica  
Caratterizzazione elettrica ed elettrochimica ad alta temperatura di materiali a conduzione elettronica e ionica  
Caratterizzazione chimico-fisica e morfologica di materiali inorganici e metallici (polveri, film, bulk e superficie)

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

CNR ISTECC, CNRS ISMN, CNR ISC, CNR ITAE, Università di Genova Dipart. di Ingegneria Chimica e di Processo, Department of Chemical Engineering-University of California Davis (USA), Dipart. Ingegneria Università di Bergamo, Università di Reggio Calabria, Università di Cagliari - Dipart. Ingegneria chimica e dei materiali, Università di Padova - Dipart. Ingegneria dell'informazione e Dipart. Scienze Chimiche, Università di Modena e Reggio Emilia, CCIAA - Laboratorio di saggio dei metalli preziosi, Venezia Tecnologie SpA, Regione Veneto-Unità Progetto Energia, Ministero dell'università e della ricerca

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Partecipazione ai bandi regionali di finanziamento della ricerca industriale previsti dalle regioni Veneto e Lombardia. Trasferimento di know-how ad aziende del settore metallurgico e dei serramenti speciali per la deposizione di rivestimenti funzionali.



### **Finalità**

#### **Obiettivi**

- Conduttori elettrici ceramici
- Conduttori elettrici ceramici
- Sviluppo di procedure di sintesi di polveri di ossidi metallici misti
- Sviluppo di metodologie per la produzione di nanofluidi
- Sviluppo di procedure di deposizione di film sottili complessi (compositi, multilayer, metalli)
- Nuove competenze nella caratterizzazione elettrica ed elettrochimica ad alta temperatura di ceramici (film, pellets, multistrato)
- Trasferimento di competenze e know-how alle aziende del territorio

#### **Risultati attesi nell'anno**

Dati di caratterizzazione su campioni in film ed in bulk di sistemi misti BaCeO<sub>3</sub>- BaZrO<sub>3</sub> variamente drogati ed ottenuti con vari metodi di sintesi. Sviluppo delle metodologie di sintesi di nanoparticelle di ossidi e metalli e di dispersione in soluzione.

Dati di caratterizzazione elettrica su campioni in film ed in bulk di sistemi misti BaCeO<sub>3</sub>- BaZrO<sub>3</sub> variamente drogati ed ottenuti con nuovi metodi di sintesi. Protocolli per le misure elettriche di celle o semi-celle SOFC.

Ulteriore implementazione delle tecniche PVD per la deposizione di film elettrolitici a conduzione anionica e protonica. Ottimizzazione delle procedure di deposizione di film di titania e di TCO via PVD e protocolli di caratterizzazioni elettriche e fotoelettrochimiche

Produzione di membrane polimeriche con conducibilità protonica elevata a T>100 C in condizioni di bassa umidità relativa (RH%).

Pubblificazioni su riviste internazionali.

#### **Potenziale impiego**

##### **- per processi produttivi**

componentistica avanzata per IT-SOFC materiali per dispositivi fotoattivi tecnologie di deposizione di film sottili

##### **- per risposte a bisogni individuali e collettivi**

Nuovi dispositivi per la generazione di elettricità e per il raffreddamento.

### **Moduli**

**Modulo:** Progettazione e preparazione di ossidi e leghe metalliche nanostrutturati per dispositivi IT-SOFC, per il reforming di fuel e biofuel e per lo sviluppo di nanofluidi

**Istituto esecutore:** Istituto per l'energetica e le interfasi

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Materiali metallici e ceramici per l'accumulo, la produzione e la distribuzione dell'energia

**Istituto esecutore:** Istituto per l'energetica e le interfasi

**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Pavia

**Modulo:** Sviluppo di nuove competenze per la produzione e caratterizzazione di celle a combustibile e fotoelettrochimiche

**Istituto esecutore:** Istituto per l'energetica e le interfasi

**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

### **Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
971	124	251	0	1.346	262	637	236	N.D.	1.844

valori in migliaia di euro



<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
<b>ricercatori</b>	<b>Totale</b>
11	18

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
<b>associato</b>	<b>dottorando</b>	<b>borsista</b>	<b>assegnista</b>	<b>specializzando</b>	<b>incaricato di ricerca</b>	<b>professore visitatore</b>	<b>collaboratore professionale</b>	<b>altro</b>	<b>Totale</b>
15	1	0	3	0	1	0	0	1	21

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
<b>tempo determinato</b>	<b>tempo indet</b>	<b>non di ruolo*</b>	<b>Totale</b>
4	2	3	9

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Tecnologie e materiali ceramici per applicazioni energetiche

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanotecnologie e metallurgia fisica per la componentistica nell'energetica e nei trasporti
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di scienza e tecnologia dei materiali ceramici
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	ALESSANDRA SANSON

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Capiani Claudio	VI	Grementieri Giovanna	VIII	Roncari Edoardo	II
Celotti Giancarlo	II	Piancastelli Andreana	V	Sanson Alessandra	II
Dalle Fabbriche Daniele	V	Pinasco Paola	VI	Savelli Fiorella	VIII

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Studio e ottimizzazione dei processi di produzione (serigrafia, colaggio su nastro, pressatura) di multistrati per applicazioni energetiche e elettroniche con particolare attenzione alla relazione tra parametri di processo e caratteristiche morfologico-funzionali del prodotto finale.

Sviluppo di celle a combustibile SOFC a conduzione anionica e protonica, anodo- e metallo-supportate. Messa a punto di formulazioni per colaggio su nastro e paste serigrafiche per elettrodi ed elettroliti per celle SOFC a basso impatto ambientale. Studio ed ottimizzazione dei processi di pressatura per supporti elettrolitici densi. Sintesi di sospensioni colloidali stabili e di polveri ceramiche per via chimica con caratteristiche morfologiche ottimizzate per il processo serigrafico.

#### *Stato dell'arte*

La crescente richiesta di materiali e dispositivi ceramici per applicazioni energetiche e elettroniche non è attualmente adeguatamente soddisfatta dall'industria nazionale. I componenti essenziali per la realizzazione di questi dispositivi sono infatti attualmente perlopiù di produzione non italiana. Sviluppare questi componenti con tecniche affidabili e facilmente industrializzabili rappresenta quindi conditio sine qua non affinché l'industria nazionale non perda contatto da quella mondiale in un settore chiave come quello energetico. Le pressanti regolamentazioni in materia ambientale inoltre, spingono a valutare e sperimentare sistemi di produzione che sfruttino ambienti più salubri dati da componenti chimici più rispettosi sia degli operatori che dell'ambiente.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Ottimizzazione della microstruttura di anodi supportanti NiO/GDC ottenuti per tape-casting mediante studio sistematico dell'effetto della natura e quantità di porizzanti sulle proprietà finali del manufatto ceramico ottenuto. Studio e ottimizzazione del processo di sinterizzazione di  $Ce_{0.8}Gd_{0.2}O_2$  e  $BaCeO_3/Y_2O_3$  con particolare attenzione al ruolo svolto da eventuali agenti di sinterizzazione sullo strato elettrolitico ottenuto per serigrafia. Ottimizzazione dei cicli di co-firing e sinterizzazione anodo-elettrolita per la realizzazione di SOFC a conduzione anionica e protonica. Realizzazione di paste serigrafiche a basso impatto ambientale per elettroliti SOFC. Messa a punto di formulazioni tape-casting per membrane metalliche porose a base ferritica e studio dei relativi cicli termici di burn-out e sinterizzazione loro compatibilità con componenti ceramici. Sintesi e caratterizzazione di sospensioni colloidali di  $Ce_{0.8}Gd_{0.2}O_2$  con metodo dei polioli microwave-assisted. Studio e ottimizzazione di inchiostri serigrafici di  $Ce_{0.8}Gd_{0.2}O_2-d$  che utilizzino sol e/o gel dello stesso materiale come matrice legante

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

L'accoppiamento di due strati con caratteristiche morfologico-strutturale molto diverse rappresenta il punto critico per la realizzazione dell'intera cella. Sarà compiuta un'attenta attività esplorativa sulle caratteristiche termo-meccaniche dei due strati sia singoli che accoppiati allo scopo di diminuire la temperatura di sinterizzazione dello strato elettrolitico e contemporaneamente realizzare per l'anodo un'adatta microstruttura. I cicli termici sono una criticità anche nel caso della realizzazione di semicelle metallo-supportate dove il supporto metallico deve essere trattato in atmosfera riducente per evitarne l'ossidazione. I processi di riduzione risultano di fondamentale importanza per lo studio e l'ottimizzazione della



microstruttura di anodi e membrane metalliche supportanti per celle a combustibile., potrebbero necessitare l'acquisto di apparecchiature ad hoc. L'assunzione di personale qualificato a tempo determinato e indeterminato garantirebbe la necessaria continuità operativa della commessa moltiplicandone le potenzialità e permettendo collaborazioni più fattive con enti e organizzazioni nazionali e internazionali.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Comprovata competenza nell'ottimizzazione di sospensioni ceramiche per colaggio su nastro e di inchiostri per serigrafia e loro caratterizzazione. Esperienza nei processi di trattamento e consolidamento di polveri ceramiche sia in processi a secco (pressatura) che a umido (colaggio su nastro e serigrafia). Esperienza nella produzione per via chimica e nella caratterizzazione chimico-fisica, morfologica e funzionale di polveri e manufatti ceramici. Esperienza nello studio e ottimizzazione di cicli di burn-out e sinterizzazione di ceramiche e cermet. Capacità di interpretare le proprietà finali di un prodotto ceramico sulla base delle proprietà dei materiali di partenza e dei parametri di processo.

*Strumentazione*

L'attività della commessa prevede l'utilizzo di apparecchiature specifiche per la produzione di film spessi (tape casting e serigrafia) così come apparecchiature più generalmente utilizzate per la formatura in ambito ceramico come presse (a caldo o a freddo, isostatiche o lineari) e estrusori. I successivi processi di de-bonding e sinterizzazione dei singoli elementi o multi laminati realizzati si avvalgono della presenza di diversi forni in aria o atmosfera controllata nonché di tutta la strumentazione necessaria per un'adeguata caratterizzazione chimico-fisica, morfologica e strutturale (ICP-AES, XRD, SEM con microsonda, microscopia ottica, profilo metro, BET, analisi granulometrica, porosimetro). L'innovativo processo di produzione di sospensioni colloidali di polveri ceramiche utilizza un forno a microonde per sintesi.

*Tecniche di indagine*

Tecniche di studio e caratterizzazione chimico-fisica, morfologica e strutturale di polveri e manufatti ceramici. Metodologie analitiche per lo studio del comportamento termo-meccanico di polveri e manufatti ceramici o cermet.

*Tecnologie*

Colaggio su nastro, serigrafia, pressatura lineare e isostatica a freddo e a caldo.

*Collaborazioni (partner e committenti)*

La commessa collabora con enti di ricerca e Università italiane nell'ambito di due progetti nazionali per lo sviluppo di SOFC: Progetto FISR 'Celle a combustibile ad elettroliti polimerici e ceramici: dimostrazione di sistemi e sviluppo di nuovi materiali' e Progetto MAP 'Celle a combustibile per applicazioni stazionarie cogenerative'. Ha inoltre avviato collaborazioni con Università italiane e estere sulla produzione per via chimica di polveri nanometriche utilizzabili per il processo serigrafico per SOFC.

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Partecipazione alla stesura di proposals per programmi di finanziamento regionale (PRIIT) ed europeo (FP7).

**Finalità**

*Obiettivi*

Sviluppo e ottimizzazione di processi per la produzione di dispositivi e multilaminati ceramici per applicazioni energetiche e elettroniche. Ottimizzazione di sospensioni ceramiche per colaggio su nastro e serigrafia per l'ottenimento di manufatti ad alta area porosi o densi. Studio dei processi di co-firing per la realizzazione di multi laminati ceramici con particolare attenzione alla compatibilità termica e meccanica dei vari strati. Realizzazione di inchiostri serigrafici con metodologie innovative.

*Risultati attesi nell'anno*

Realizzazione di prototipi di SOFC a elettrolita anionico e protonico. Prototipi di membrane metalliche porose per celle a combustibili metallo-supportate tramite tape-casting. Produzione di paste serigrafiche di elettroliti a basso impatto ambientale. Sintesi di sistemi colloidali a base Ce<sub>0.8</sub>Gd<sub>0.2</sub>O<sub>2</sub>.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Know how per la produzione pre-competitiva di manufatti ceramici per applicazioni energetiche e elettroniche con tecniche affidabili e a basso costo.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

I risultati attesi nello sviluppo di SOFC e strati serigrafici per applicazioni fotovoltaiche, consente la promozione delle stesse tramite tecnologie nazionali per la produzione di energia a basso impatto ambientale.



**Moduli**

**Modulo:** Tecnologie e materiali ceramici per applicazioni energetiche  
**Istituto esecutore:** Istituto di scienza e tecnologia dei materiali ceramici  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
144	0	100	0	244	0	100	9	N.D.	253

valori in migliaia di euro

<b>Unità di personale di ruolo*</b>	
ricercatori	Totale
1	3

\*equivalente tempo pieno

<b>Richiesta nuove unità di personale</b>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
2	2	0	4

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## **Mobilità sostenibile**



## Prestazioni ed emissioni dei veicoli per un trasporto sostenibile

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Mobilità sostenibile
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	GIANPAOLO PULCINI

### *Elenco dei partecipanti*

Albadoro Antonio	liv. VI	Distratto Agostino	liv. VI	Musella Costantino	liv. IV
Albano Antonio	VI	Felici Giovanni	III	Natalini Roberto	I
Ammendola Mario	VII	Finizio Gennaro	VI	Piccoli Benedetto	I
Barone Luana	VII	Finizio Ugo	VII	Prati Maria Vittoria	III
Bertolazzi Paola	I	Gentile Claudio	III	Pulcini Gianpaolo	II
Bielli Maurizio	II	Giorgino Renato	VII	Rapone Mario	I
Branno Salvatore	VI	Guarino Domenico	IX	Rumolo Giuseppe	IV
Caruso Anna Maria	VII	Laezza Ferdinando	III	Russo Giorgio	VII
Castiello Anna	IV	Micera Francesco	III	Sannino Gennaro	IV
Cestaro Gennaro	IV	Missikoff Michele	I	Serpe Rosina	VII
Della Ragione Livia	III	Montella Salvatore	VIII	Troise Giuseppe	VIII
Di Franco Alfredo	V	Morra Anna Maria	VIII		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

- Qualificazione del sistema veicolo-guidatore-ambiente.
- Sviluppo di sistemi diagnostici basati sull'intelligenza artificiale per la gestione e per la verifica dell'efficacia della manutenzione nei sistemi di trasporto.
- Sviluppo di metodi ed applicazioni per la valutazione ed il miglioramento dell'affidabilità, della manutenibilità e del costo del ciclo di vita dei sistemi complessi.
- Valutazione e modellazione delle emissioni regolamentate e non regolamentate e dei consumi di autovetture, autobus, veicoli a due ruote (ciclomotori e motocicli) e veicoli commerciali leggeri di diversa tecnologia. Determinazione delle emissioni veicolari sia con prove su banchi a rulli, che con motori installati a banco, che con misure dirette allo scarico di veicoli circolanti su strada.
- Valutazione delle performance di trappole per la riduzione delle emissioni di particolato (DPF) installate su bus e su veicoli commerciali strumentati in campagne sperimentali nella città di Napoli.
- Sviluppo di protocolli di prova per l'invecchiamento di sistemi after-treatment (catalizzatori, DPF).
- Valutazione dell'inquinamento veicolare in aria, suoli e piante e delle esposizioni dei soggetti a rischio.

#### *Stato dell'arte*

Le attività dei trasporti rivestono attualmente una sempre maggiore rilevanza economica in relazione alla crescente richiesta di mobilità di persone e beni. Ciò richiede la formulazione di politiche di sviluppo dei sistemi di trasporto e studi di valutazione della loro sostenibilità economica ed ambientale. In tale ambito, a causa della crescente complessità tecnologica, degli elevati costi di acquisizione e gestione dei mezzi di trasporto e del crescente impatto sull'ambiente, diventa indispensabile disporre di metodi per la valutazione e l'ottimizzazione delle caratteristiche operative e/o progettuali che i mezzi di trasporto devono possedere per assicurare un'elevata qualità del servizio reso ad un costo sostenibile. La caratterizzazione e la valutazione delle emissioni inquinanti, relazionate da una parte al traffico ed al comportamento di guida e dall'altra al conseguente impatto sull'ambiente e sulla salute, hanno assunto un'importanza istituzionale nella comunità scientifica internazionale. Di interesse è la caratterizzazione delle emissioni di specie non regolamentate (gassose e micro-particellari) con riferimento ai biocombustibili ed ai nuovi sistemi di after-treatment.



### ***Azioni***

#### *Attività da svolgere*

- Sviluppo di protocollo di prova per verifica dell'efficienza di dispositivi di abbattimento delle emissioni di autobus;
- Sviluppo di sistema diagnostico basato sull'intelligenza artificiale per definizione del profilo di missione di veicoli in esercizio reale;
- Progettazione ed esecuzione di campagna sperimentale su flotta per determinazione dell'efficienza e dell'affidabilità di trappole allo scarico di autobus;
- Sviluppo di metodi ed applicazioni per valutazione e miglioramento dell'affidabilità, manutenibilità e costo del ciclo di vita di sistemi complessi;
- Sviluppo e validazione di modelli statistici basati su grandi data base di emissioni per previsione delle emissioni di autoveicoli e per definizione delle relazioni tra comportamento di guida e situazioni traffico strada;
- Valutazione delle performance di dispositivi per riduzione delle emissioni inquinanti (catalizzatori e trappole per particolato);
- Verifica del funzionamento di un Laboratorio Mobile per Misure di Inquinanti Ambientali;
- Misure di Idrocarburi Policiclici Aromatici in matrici quali aria, suolo e piante;
- Analisi di interventi di riequilibrio domanda/offerta di mobilità.

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

Punti critici: Insufficienza di personale per lo svolgimento delle attività già programmate. Insufficienza di fondi per una ottimale manutenzione degli impianti e della strumentazione. Obsolescenza di una parte della strumentazione.

Azioni: Implementazione proposta di un progetto di ricerca interdipartimentale sulla valutazione e sul miglioramento dell'inquinamento atmosferico prodotto da mezzi di trasporto.

Richiesta di acquisizione di personale ed associatura di docenti universitari.

#### *Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Le competenze presenti nella commessa, consolidate nel corso dello svolgimento di programmi di ricerca nazionali ed europei, riguardano:

- a) Progettazione di apparecchiature e di sistemi per l'acquisizione e la gestione di dati relativi alle condizioni operative ed alle emissioni di mezzi di trasporto in esercizio reale;
- b) Metodi statistici per la progettazione degli esperimenti e l'analisi dei dati sperimentali e per la caratterizzazione del comportamento di guida dei veicoli in uso reale;
- c) Metodi statistici per la valutazione dell'affidabilità e per l'ottimizzazione di politiche di manutenzione basata sull'affidabilità, di sistemi meccanici, di mezzi e sistemi di trasporto;
- d) Metodi di soft computing;
- e) Metodiche di caratterizzazione chimico-fisica e di misura delle emissioni inquinanti in laboratorio e su veicoli su strada;
- f) Metodologie di valutazione dell'impatto del traffico su differenti matrici (aria, acqua, suolo, piante);
- g) Metodi di analisi chimica (GC-MS, HPLC, TGA, FT-IR) per la caratterizzazione di combustibili e prodotti di combustione.

#### *Strumentazione*

- Sistemi informatici di acquisizione, gestione ed elaborazione dei dati (Personal computers, work stations, sistemi di controllo,...).
- Banci a rulli dinamometrici per la esecuzione di cicli di guida su veicoli a due e quattro ruote.
- Banco prova strumentato per prove su motori con potenze fino a 220 kW.
- Sistemi di diluizione dei gas di scarico (CVS).
- Banci di analisi da sala prova per la determinazione di inquinanti gassosi (CO, HC, NOx, CO2).
- Tunnel e minitunnel di diluizione con sistema di campionamento del particolato (PM).
- Opacimetro e fumimetro per la valutazione del PM emesso da motori Diesel.
- Sistema per la misura on-board delle emissioni gassose (CO, HC, NO, NO2, CO2), completo di misuratore di portata.
- Analizzatore FT-IR per la determinazione di inquinanti gassosi regolamentati e non.
- Impattore multistadio a bassa pressione per la valutazione del numero di particelle fini emesse e la loro distribuzione dimensionale.
- Sistema robotizzato per la guida di autovetture su banco a rulli.
- Gascromatografi con differenti rivelatori (FID, MS, TCD)



#### *Tecniche di indagine*

- Metodi stocastici analitici e grafici per l'analisi di dati e di processi di guasto.
- Statistica bayesiana per la risoluzione dei problemi decisionali.
- Metodi statistici multivariati per l'analisi e la classificazione delle condizioni operative dei mezzi di trasporto.
- Metodi di regressione multidimensionale (Partial Least Squares - PLS).
- Progettazione degli esperimenti (Design of Experiments - DoE).
- Metodi di soft computing.
- Spettroscopia FT-IR, - GC-MS, GC-FID, GC-TCD - HPLC u.v.-vis;
- procedure di derivatizzazione;
- SPE e frazionamento in classi di combustibili e prodotti di combustione;
- sistemi automatici di guida;

#### *Tecnologie*

- Modelli per l'analisi del processo di guasto delle camicie nei motori Diesel marini.
- Modelli stocastici per la valutazione dell'affidabilità di componenti meccanici sottoposti a programmi di crescita dell'affidabilità.
- Processi puntuali per la modellazione del processo di guasto del motore di veicoli.
- Metodi di analisi e valutazione di prestazioni ed emissioni di mezzi di trasporto da sperimentazione su strada.
- Diagnostica delle prestazioni dei veicoli basata sull'intelligenza artificiale.

#### *Collaborazioni (partner e committenti)*

Ministero Ambiente - Consorzio TEST - Centro di competenza regionale Trasporti - Univ. Federico II (DIT, DIME, DIC DSF) - Univ. di Salerno (DIIE-Facoltà di Scienze) - II Università di Napoli - Università del Sannio, CNR (IMATI - Milano), Aerosol & Particle Technology Laboratory, Centre for Research & Technology Hellas (CERTH), Università di Genova (DIMSET)  
Rete di laboratori europei afferente al COST 356 dell'UE - Rete di laboratori europei afferente al progetto ARTEMIS del V Programma Quadro dell'UE, Stazione Sperimentale dei Combustibili, ENEA, APAT, CUNA, Comune di Napoli, Agenzia Napoletana Energia ed Ambiente (ANEA), Aziende: Engelhard, Lombardini, Azienda Napoletana Mobilità (ANM)

#### *Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ANM e Comune di Napoli per la formulazione di un protocollo standard di verifica dell'efficacia di dispositivi aftermarket (come Diesel Particulate Filter) per l'abbattimento del particolato con sperimentazione in laboratorio e su strada e per la progettazione e conduzione di una campagna sperimentale di verifica dell'affidabilità, durabilità ed efficienza di trappole allo scarico in una prova di flotta. Collaborazione con laboratori europei per la presentazione di proposte di progetti per il VII programma quadro dell'UE.

Partecipazione all'European Biofuels Technology Platform per lo sviluppo di progetti da realizzarsi con biofuels di prima e seconda generazione.

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

Obiettivo generale della commessa è lo studio delle prestazioni e delle emissioni degli autoveicoli per uno sviluppo sostenibile dei trasporti.

Obiettivi specifici sono:

- lo sviluppo e l'applicazione di metodi statistici e di intelligenza artificiale per la determinazione del profilo di missione dei veicoli e per la diagnostica dell'efficacia della manutenzione;
- la determinazione delle emissioni inquinanti 'regolate e non' allo scarico di veicoli alimentati con biocombustibili;
- la modellazione delle emissioni di veicoli in uso reale;
- la valutazione delle performance di dispositivi after-treatment durante l'utilizzo su veicoli e della loro durabilità;
- la valutazione dell'inquinamento da microinquinanti di origine veicolare, in particolare da Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), su differenti matrici quali aria, suolo e piante.



*Risultati attesi nell'anno*

Protocollo per la qualificazione di dispositivi aftermarket per l'abbattimento del particolato allo scarico di autoveicoli heavy-duty con prove su motore al banco e su autobus in esercizio reale.

Verifica dell'affidabilità, della durabilità e dell'efficienza di trappole di particolato allo scarico di autobus in una prova di flotta.

Modelli e procedure di stima per la valutazione dell'affidabilità di componenti e sistemi dei mezzi di trasporto.

Modelli di valutazione delle emissioni di veicoli basati sull'analisi modale e su schematizzazioni di situazioni traffico /strada.

Performance di un sistema per la riduzione delle emissioni di particolato (DPF), installato su furgone strumentato, con test su strada (progetto MOBILAB) e con misura simultanea dell'inquinamento atmosferico in alcune strade della città di Napoli.

Qualificazione di dispositivi aftermarket per l'abbattimento delle emissioni gassose (CO, HC, NOx) allo scarico di autoveicoli S.I., ciclomotori e motocicli.

Fattori di emissione di inquinanti non regolamentati (PM10, PAH e VOC) allo scarico di ciclomotori e motocicli di tecnologia Euro 1, 2 e 3. Protocollo di invecchiamento di catalizzatori per motocicli.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

I risultati delle attività di ricerca riguardanti la valutazione delle prestazioni, dell'affidabilità, della manutenibilità e delle emissioni dei veicoli sono di forte interesse per i produttori di autoveicoli, di dispositivi antinquinamento e delle aziende di trasporto.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

La qualificazione dei mezzi di trasporto nei riguardi dell'affidabilità risponde alla domanda di un trasporto pubblico con elevata qualità del servizio, capace perciò di orientare la domanda di mobilità dal trasporto privato a quello pubblico, contribuendo alla riduzione dei problemi di congestione e di inquinamento da traffico, critici nelle aree urbane.

Inoltre, il miglioramento dell'affidabilità e della qualità dei mezzi di trasporto comporta una riduzione dei costi di gestione ed un aumento del livello di sicurezza dei veicoli pubblici e privati.

La caratterizzazione e la valutazione delle emissioni inquinanti e dei gas ad effetto serra, prodotti dai mezzi di trasporto, rispondono ad una crescente domanda sociale di controllare l'inquinamento dell'aria, con particolare riferimento alle aree urbane, e di verificarne l'effetto sia sulla salute (effetti locali) che sul clima (effetto globale). I risultati delle attività riguardanti i fattori di emissione sono potenzialmente utilizzabili dagli amministratori nazionali e locali per la previsione dell'inquinamento prodotto dai veicoli nella pianificazione del traffico.

**Moduli**

**Modulo:** Affidabilità, qualità e manutenibilità nei trasporti  
**Istituto esecutore:** Istituto motori  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Prestazioni ed emissioni di veicoli in uso reale  
**Istituto esecutore:** Istituto motori  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Sviluppo competenze per la valutazione dell'affidabilità nel settore dei trasporti  
**Istituto esecutore:** Istituto motori  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Informatica e ricerca operativa per la mobilità sostenibile  
**Istituto esecutore:** Istituto di analisi dei sistemi ed informatica 'Antonio Ruberti'  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Modelli matematici per la mobilità sostenibile  
**Istituto esecutore:** Istituto per le applicazioni del calcolo 'Mauro Picone'  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto



**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
483	62	376	0	921	128	566	159	N.D.	1.208

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
5	9

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	1	0	1

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## **Celle a combustibile a idrogeno e materiali nanostrutturati per sistemi di propulsione e cogenerazione**

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Mobilità sostenibile
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	PASQUALE CORBO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Albano Antonio	VI	Di Stasio Stefano	II	Montella Salvatore	VIII
Ammendola Mario	VII	Distratto Agostino	VI	Morra Anna Maria	VIII
Barone Luana	VII	Esposito Corcione Felice	I	Musella Costantino	IV
Branno Salvatore	VI	Finizio Gennaro	VI	Rumolo Giuseppe	IV
Cantilena Giovanni	VII	Finizio Ugo	VII	Russo Giorgio	VII
Caruso Anna Maria	VII	Giorgino Renato	VII	Sannino Gennaro	IV
Castiello Anna	IV	Guarino Domenico	IX	Serpe Rosina	VII
Cestaro Gennaro	IV	Iazzetta Aniello	III	Sgammato Bruno	VI
Corbo Pasquale	I	Micera Francesco	III	Troise Giuseppe	VIII
Di Franco Alfredo	V	Migliardini Fortunato	III	Veneri Ottorino	III

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Studio sperimentale di sistemi di propulsione e cogenerazione basati su celle a combustibile. Analisi sperimentale dei rendimenti energetici dei singoli componenti e del propulsore integrato in funzione del livello di ibridizzazione tra sistemi di generazione e di accumulo dell'energia elettrica e delle strategie di gestione su cicli di guida stradali predefiniti.

Analisi sperimentale dei rendimenti energetici totali e dei singoli componenti di un impianto di cogenerazione di piccola potenza per applicazioni residenziali. Verifica sperimentale delle strategie di controllo dei sistemi di conversione statica multifunzionale per l'interfacciamento del sistema di celle a combustibile alla rete elettrica.

Studio sperimentale di fluidi complessi impieganti nanomateriali per sistemi meccanici ad elevate prestazioni, con particolare riferimento alle caratteristiche termofisiche.

Sintesi di nanomateriali per applicazioni a sistemi di propulsione di tipo innovativo.

Studio sperimentale della morfologia di nanoparticelle e aggregati. Studio delle interazioni di nanomateriali vs. radiazione e temperatura.

#### *Stato dell'arte*

Celle a combustibile e materiali nanostrutturati forniscono un contributo a carattere fortemente innovativo all'avanzamento della ricerca nel settore dei sistemi di conversione di energia a bassa emissione ed alta efficienza. Mentre per la generazione stazionaria di energia elettrica le fuel cell sono vicine ad una reale applicazione, grazie all'interesse del mercato verso applicazioni premium power, la loro affermazione nel settore dei trasporti appare più proiettata sul medio-lungo termine, per le problematiche legate all'affermazione dell'idrogeno quale vettore energetico del futuro. Costi ed affidabilità richiedono lo sviluppo di componenti dedicati alle specifiche applicazioni. Le attività della Commessa riguardano le problematiche di interfacciamento alla rete elettrica dell'impianto di cogenerazione, e la definizione delle strategie di gestione dei flussi energetici nei propulsori ibrido-elettrici in condizioni reali. La ricerca sui nanomateriali nel settore dei sistemi di propulsione di futura generazione è focalizzata sullo studio di nanostrutture e fluidi complessi per applicazioni di gas sensor, heat transfer (lubrificanti e refrigeranti) e storage di H<sub>2</sub>.



### ***Azioni***

#### ***Attività da svolgere***

Caratterizzazione sperimentale in condizioni di elevata dinamica di sistemi di celle a combustibile a elettrolita polimerico alimentati a idrogeno per la propulsione ibrido-elettrica applicata alla realizzazione di prototipi di minibus e ciclomotori. Valutazione sperimentale delle efficienze del powertrain integrato e dei singoli sottosistemi in funzione sia della configurazione ibrida del propulsore che delle diverse condizioni di carico stradale associate a differenti missioni in ambito urbano.

Confronto tra diverse tecnologie di fuel cells per applicazioni in impianti di cogenerazione per uso multiresidenziale e/o industriale (20-200 kW). Analisi dell'effetto delle variabili operative sull'efficienza del Fuel Cell System per diversi valori del rapporto potenza elettrica/potenza termica in funzione del carico. Studio dei sistemi di conversione elettrostatica e di interfacciamento alla rete elettrica.

Sintesi di nanostrutture di carbonio, di tipo metallo e ossido metallico di metalli di transizione per applicazioni in campo energetico.

Studio dei modelli SAW e macromolecolari per la previsione dei meccanismi idrofilici/idrofobici e dei processi di restructuring di soot.

#### ***Punti critici e azioni da svolgere***

Le incerte previsioni di mercato relativamente al diffuso utilizzo a breve termine dell'idrogeno quale vettore energetico non favoriscono l'interazione con aziende che potrebbero essere coinvolte nello sviluppo di tutti i componenti di una catena di propulsione e di un impianto di cogenerazione basati su celle a combustibile espressamente dedicati all'applicazione. D'altra parte il carattere fortemente innovativo delle tecnologie basate su nanostrutture rende problematico il coinvolgimento di aziende private più interessate ad investimenti in settori tecnologici già in fase di sviluppo pre-competitivo.

Saranno quindi esplorate le possibilità di coinvolgimento di soggetti pubblici, che dovrebbero svolgere funzione di raccordo tra le istanze della ricerca in settori fortemente innovativi e le esigenze di concrete prospettive di mercato sul breve-medio termine da parte del mondo industriale. La partecipazione della Commessa alle attività del Progetto Interdipartimentale 'Mobilità Sostenibile' potrà fornire ulteriori occasioni di approfondimento delle problematiche aperte e di collaborazione con ricercatori afferenti ad altre Commesse CNR.

#### ***Competenze, tecnologie e tecniche di indagine***

Progettazione e gestione di impianti chimici ed elettrici per lo studio dei processi di conversione di energia nei sistemi di celle a combustibile.

Acquisizione e controllo delle grandezze elettriche e termo-fluidodinamiche che caratterizzano il funzionamento dei sistemi di produzione dell'energia elettrica di tipo cogenerativo con celle a combustibile (fino al suo utilizzo finale nel settore residenziale e terziario) ed il funzionamento di sistemi di propulsione su cicli di guida stradali predefiniti.

Definizione delle strategie di gestione e controllo dei flussi energetici mediante centraline di controllo a microprocessore programmabili con linguaggio ad oggetti (Matlab-Simulink).

Esperienza circa i processi di formazione ed ageing di particolati carboniosi prodotti da sistemi a combustione che coprono dimensioni nanometriche e sub-nanometriche. Esperienza in tecniche di caratterizzazione chimico-fisica per lo studio di specie carboniose e di nanostrutture, prevalentemente di natura metallica ottenute mediante processi di sintesi in fase gassosa (aerosol routes) e di tipo Chemical Vapour Deposition.



#### *Strumentazione*

Stack di celle a combustibile PEM da 2 e 20 kW  
Impianti sperimentali per la caratterizzazione di stack fino a 30 kW  
MicroGc per l'analisi delle specie chimiche allo scarico dei sistemi a fuel cells  
Accumulatori di energia elettrica con diverse coppie elettrochimiche (Pb, Ni-Zn)  
Sensori ed attuatori per il rilevamento e controllo dei parametri termo-fluidodinamici ed elettrici  
Sistema di acquisizione nel tempo delle tensioni delle singole celle  
Freni elettrici dinamici da 4, 10 e 110 kW  
Azionamenti elettrici da 1.8, 3.5, 30 kW  
Centraline di controllo programmabili in Matlab-Simulink  
Carichi elettrici ed elettromeccanici di diversa tipologia e potenza con controllo elettronico del profilo della potenza elettrica dissipata  
Alimentatori di potenza per la ricarica controllata dei sistemi di accumulo dell'energia elettrica.  
Analizzatore di rete per la misura della potenza elettrica attiva, reattiva ed apparente e del contenuto armonico della tensione e corrente di rete  
Campionatori termoforetici, set-up di light scattering angolare, laser He-Ne (632.8 nm) con modulo a stato solido (532 nm), spettrofotometro UV-VIS, strumentazione elettrica ed elettronica da laboratorio.

#### *Tecniche di indagine*

Messa a punto di una metodologia sperimentale finalizzata ad ottimizzare le condizioni di funzionamento dei diversi componenti negli impianti di propulsione e cogenerazione, congruenti con differenti strategie di gestione.

Utilizzo di una centralina programmabile a microprocessore di tipo dSPACE configurabile ed espandibile con vari tipi di schede elettroniche per il controllo e l'acquisizione delle grandezze elettriche provenienti dai sensori ed attuatori del banco prova. La centralina viene programmata con il linguaggio ad oggetti Matlab-Simulink e consente una rapida prototipizzazione delle strategie di controllo del sistema.

Utilizzo delle seguenti tecniche di caratterizzazione chimico-fisica:

Laser Light Scattering, Small-Angle X-ray Scattering (SAXS), Small Angle Neutron Scattering (SANS), X-ray diffractometry (XRD), Diffusion Reflectance Infrared Fourier Transfer Spectroscopy, SEM, TEM, Termogravimetria, GCMS.

#### *Tecnologie*

Integrazione dei componenti ausiliari negli impianti di propulsione e cogenerazione basati su celle a combustibile. Ottimizzazione delle condizioni di funzionamento dei sottosistemi mediante la valutazione dei rendimenti energetici in condizioni reali di funzionamento.

Gestione automatizzata mediante Dspace e Matlab Simulink dell'acquisizione e dell'attuazione di segnali relativi alle numerose variabili inerenti i differenti sottosistemi integrati negli impianti.

Utilizzo di sensori ad effetto Hall e trasmissione dati dalle centraline di controllo al calcolatore con cavi in fibra ottica, di centraline di controllo con microprocessori dedicati di tipo DSP programmati in linguaggio C++ e di convertitori di potenza elettrica con componenti IGBT.

Approccio Fractal-Like per l'analisi del Fattore di Struttura. Scattering di piccolo angolo da sistemi diluiti a contrasto elettronico per l'analisi dei dati sperimentali SAXS. Algoritmi di tipo Brownian cluster-cluster coagulation per la simulazione di meccanismi di tipo aggregazione limitata dalla diffusione. Modelli di restructuring polimerici per la caratterizzazione delle proprietà di ageing di inquinanti carboniosi particellari



*Collaborazioni (partner e committenti)*

Le attività del modulo relativo alla propulsione a fuel cell sono svolte nell'ambito di una Convenzione di Ricerca tra Istituto Motori e Regione Toscana (Progetto HBUS), 'Studio di un sistema di propulsione elettrica a fuel cells per autobus urbani'. Le attività previste per il 2007 contemplano lo sviluppo del sistema di generazione dell'energia per un'applicazione su prototipo di minibus. E' previsto il finanziamento del Progetto da parte della Regione Toscana, Assessorato Ambiente. E' previsto inoltre un finanziamento nell'ambito di un Bando BURC Regione Campania, Assessorato alla Ricerca Scientifica, per un progetto dal titolo 'Sviluppo di un prototipo di scooter elettrico alimentato a idrogeno'.

Le attività del Modulo 1 sono inoltre inserite nella pianificazione dei progetti gestiti dal Consorzio TEST Scarl, creato nell'ambito del Centro di Competenza Regione Campania Trasporti.

Le attività del Modulo sulla cogenerazione sono finanziate dal Ministero per lo Sviluppo Economico, nell'ambito del Progetto Celle a combustibile per applicazioni stazionarie cogenerative. E' prevista l'attivazione di collaborazioni di ricerca con alcuni partners del Progetto (ITAE CNR, Dip. Ingegneria Elettrica Univ. Federico II Napoli, Dip. Ingegneria Industriale Univ. di Cassino, Dip. Ingegneria Elettrica ed Elettronica Univ. di Cagliari).

Le attività del modulo sulle nanostrutture sono finanziate con progetti FIRB e sono svolte in collaborazioni con le seguenti istituzioni scientifiche nazionali ed estere:

CNR-IENI

CNR-ISTM

Università di Brescia (INFM) Gas Sensor Laboratory

Institute of Chemical Kinetics and Combustion, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

Université Rennes I. Physique des Atomes, Lasers, Molecules et Surfaces, Rennes, Francia

Institut für Luft & Raumfahrtmedizin, Strahlenbiologie, Koeln, Germania

Institute of Environmental Engineering-National Chiao Tung Univ. Taiwan

European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

E' stata già verificata una discreta sensibilità verso le finalità della Commessa da parte di pubbliche amministrazioni (Regioni, Comuni, Ministeri), con le quali sono in corso iniziative di collaborazione sia di carattere locale che nazionale. In particolare è prevista per fine 2007 l'avvio del Progetto Finanziato dal Ministero per lo Sviluppo Economico sulle applicazioni delle fuel cells ad impianti di cogenerazione, mentre è ancora in corso la collaborazione con la Regione Toscana nell'ambito della Convenzione di Ricerca stipulata nel 2006 relativamente alla tematica della propulsione a fuel cells a idrogeno. E' stata anche effettuata la rimodulazione di una proposta di finanziamento in ambito legge 297 per lo studio di sistemi di propulsione a fuel cells per autobus urbani, che si trova al momento in fase di istruttoria.

Partecipazione a nuovi bandi FIRB pubblicati dal MIUR. Verra' presentata una richiesta di finanziamento su progetti a tema libero e si parteciperà ad eventuali bandi per progetti di ricerca banditi dalla Regione Campania.

Per tutte le attività della Commessa sarà inoltre esplorata la possibilità di partecipazione a nuovi bandi FP7.

**Finalità**

*Obiettivi*

Sviluppo di sistemi di celle a combustibile PEM alimentate a idrogeno per la realizzazione di prototipi di minibus e ciclomotori, e per l'integrazione in un impianto di cogenerazione di piccola potenza per usi residenziali. Analisi sperimentale delle prestazioni e dei rendimenti dei sottosistemi costituenti il propulsore e l'impianto di cogenerazione. Definizione delle strategie di gestione dei flussi energetici all'interno di un propulsore di piccola potenza (2-4 kW), ed in un impianto di tipo cogenerativo con celle a combustibile. Caratterizzazione sperimentale dei componenti elettrici ausiliari di un sistema di cogenerazione a fuel cells, con particolare riferimento agli aspetti legati all'immissione dell'energia elettrica nella rete.

Caratterizzazione sperimentale di fluidi complessi impieganti nanomateriali (lubrificanti e refrigeranti) e di nanostrutture sintetizzate per applicazioni di gas sensing di inquinanti e combustibili gassosi per sistemi di propulsione.



*Risultati attesi nell'anno*

Valutazione di efficienza del sistema di propulsione su cicli di guida ad elevata dinamica. Individuazione quantitativa degli aspetti maggiormente critici per la gestione di un powertrain elettrico a fuel cells nelle condizioni reali di esercizio di un propulsore ibrido in configurazione soft hybrid, cioè con il generatore a fuel cells in grado di soddisfare la maggior parte predefinita, con individuazione delle principali cause di perdite energetiche nelle condizioni reali di funzionamento.

Il dimensionamento di base dell'impianto di cogenerazione sarà condotto tenendo presente il seguente obiettivo quantitativo: efficienza complessiva (termica+elettrica) > 80% in funzione delle diverse richieste dell'utenza, connesse alle specificità del complesso residenziale/industriale.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Lo studio sperimentale di propulsori elettrici a fuel cell alimentate ad idrogeno e l'analisi delle loro prestazioni in termini energetici e di emissioni stimola nel breve termine la diffusione dei veicoli a fuel cells in settori di nicchia, favorendo l'interesse delle aziende del settore e lo sviluppo delle infrastrutture necessarie per la produzione distribuita del combustibile in impianti di piccola e media potenzialità. Lo studio dei sistemi di cogenerazione fornisce un contributo di tipo sperimentale al modello emergente di distribuzione 'decentralizzata' di energia su piccola scala che, in accordo con le tendenze attuali, prevede una delocalizzazione dei sistemi di generazione dell'energia elettrica nelle vicinanze dei carichi, con reciproci vantaggi per il produttore ed il consumatore.

Le attività relative allo studio di materiali nanostrutturati possono trovare interesse da parte di aziende attive nella produzione di lubrificanti e fluidi refrigeranti per applicazioni nei sistemi di propulsione, e di aziende produttrici di parti di arredo di autoveicoli mediante l'applicazione di materiali funzionalizzati a matrice nanometrica (vernici, vetri e isolanti termici).

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

La diffusione di veicoli elettrici ad idrogeno nelle aree urbane consente una riduzione dei consumi energetici, l'abbattimento dell'inquinamento dell'aria da gas nocivi ed una sensibile riduzione dell'inquinamento acustico.

La decentralizzazione dei sistemi di generazione dell'energia elettrica permette non solo di ridurre il costo di elettricità e calore, ma anche la creazione di società di servizi in grado di fornire nello stesso contesto elettricità, calore e freddo con una forte relazione con il cliente in termini di manutenzione e gestione, come il mercato emergente richiede.

Lo studio di applicazioni gas sensor basato su materiali nanostrutturati consente il monitoraggio di frazioni ppm e sub-ppm di inquinanti gassosi emessi da propulsori (per es. NO<sub>2</sub>) e combustibili gassosi (per es. sicurezza on-board per fughe di H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>). E' possibile inoltre il monitoraggio della formazione di specie di idrocarburi policiclici aromatici e cluster carboniosi di potenziale tossicità.

**Moduli**

<b>Modulo:</b>	Sistemi di celle a combustibile a idrogeno per la propulsione
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto
<b>Modulo:</b>	Sistemi elettrici di conversione dell'energia per l'integrazione di celle a combustibile a idrogeno negli impianti di cogenerazione
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto
<b>Modulo:</b>	Nanostrutture e fluidi complessi impieganti nanomateriali per applicazioni di gas sensor e di heat transfer technology tipiche dei sistemi di propulsione del settore trasporti
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto
<b>Modulo:</b>	Sviluppo competenze nel settore della catalisi eterogenea per lo studio dei processi di produzione di idrogeno per celle a combustibile
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto motori
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto



**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
464	59	995	0	1.518	22	1.076	149	N.D.	1.689

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
6	9

\*equivalente tempo pieno

<i>Unità di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	0	0	0

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



# **Progetto per CDS 502 Dipartimento Energia e Trasporti**



## **Commessa gestionale per istituti ET**

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Progetto per CDS 502 Dipartimento Energia e Trasporti gestionale
<b>Tipologia di ricerca:</b>	gestionale
<b>Istituto esecutore:</b>	Dipartimento Energia e Trasporti
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	CLAUDIO BERTOLI

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

#### *Stato dell'arte*

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

#### *Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

#### *Strumentazione*

#### *Tecniche di indagine*

#### *Tecnologie*

#### *Collaborazioni (partner e committenti)*

#### *Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

### *Finalità*

#### *Obiettivi*

#### *Risultati attesi nell'anno*

#### *Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

### *Moduli*

<b>Modulo:</b>	modulo gestionale-CdS033-ET
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di fisica del plasma 'Piero Caldirola'
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto



**Modulo:** modulo gestionale-CdS037-ET  
**Istituto esecutore:** Istituto gas ionizzati  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** modulo gestionale-CdS058-ET  
**Istituto esecutore:** Istituto motori  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** modulo gestionale-CdS070-ET  
**Istituto esecutore:** Istituto di ricerche sulla combustione  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** modulo gestionale-CdS073-ET  
**Istituto esecutore:** Istituto di scienza e tecnologia dei materiali ceramici  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** modulo gestionale-CdS099-ET  
**Istituto esecutore:** Istituto tecnologie avanzate per l'energia 'Nicola Giordano'  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** modulo gestionale-CdS031-ET  
**Istituto esecutore:** Istituto per l'energetica e le interfasi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
0	2	0	6	8	0	2	21	N.D.	29

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
0	0

\*equivalente tempo pieno

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	0	0	0

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Programmazione attività dipartimentali

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Progetto per CDS 502 Dipartimento Energia e Trasporti
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Dipartimento Energia e Trasporti
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Energia e Trasporti
<b>Responsabile indicato:</b>	CLAUDIO BERTOLI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Bencini Ilaria	II	Casavecchia Fabrizio	III	Presello Silvia	VI
Bertoli Claudio	Dire	Delle Site Vincenzo	III		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

La commessa gestisce le attività progettuali, organizzative e di monitoraggio del Dipartimento Energia e Trasporti. In particolare, oltre alla gestione del fondo di dotazione da risorse interne per l'attività amministrativa corrente del Dipartimento, di rappresentanza internazionale, di diffusione dei risultati e trasferimento tecnologico sono presenti attività di progettazione e di coordinamento di attività legate ad accordi di programma con Ministeri, Regioni ed Enti locali, ed alla costituzione di Unità presso terzi. Si è avviato un Progetto Interdipartimentale 'Energia e Mobilità sostenibile', a guida DET. Si intende inoltre realizzare l'ampliamento della sfera d'azione degli Istituti afferenti al dipartimento ai settori della Motoristica Areonautica, della nautica da diporto e della microcogenazione distribuita programmati nel corso del 2007. Infine il Dipartimento coordinerà la creazione di alcuni percorsi formativi, nei settori di competenza, sulla base della partecipazione ad azioni di partenariato su fondi competitivi.

#### *Stato dell'arte*

Le attività che si svilupperanno sono principalmente legate alla gestione dei 6 progetti del dipartimento e di quello interdipartimentale previsti nel programma triennale. La struttura dei progetti, ormai consolidata, ha consentito di ottenere risultati rilevanti in settori strategici per il paese quali quelli dell'uso 'pulito' di combustibili fossili, delle tecnologie innovative per la generazione distribuita dell'energia, dell'utilizzo razionale dell'energia nei trasporti, dei combustibili innovativi e dell'utilizzo del vettore idrogeno. Inoltre sono affrontate tematiche rilevanti di ricerca nel settore della fusione termonucleare controllata che recentemente hanno portato ad importanti riconoscimenti per l'Italia nell'ambito del progetto internazionale ITER.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Si intende realizzare l'ampliamento della sfera d'azione degli Istituti afferenti al dipartimento ai settori della Motoristica Areonautica, nautica da diporto e della microcogenazione distribuita programmato nel corso del 2006. si coordinerà la creazione di alcuni percorsi formativi, nei settori di competenza, sulla base della partecipazione ad azioni di partenariato su fondi competitivi. La struttura dei progetti, ormai consolidata, ha consentito di ottenere risultati rilevanti in settori strategici per il paese quali quelli dell'uso 'pulito' di combustibili fossili, delle tecnologie innovative per la generazione distribuita dell'energia, dell'utilizzo razionale dell'energia nei trasporti, dei combustibili innovativi e dell'utilizzo del vettore idrogeno. Inoltre sono affrontate tematiche rilevanti di ricerca nel settore della fusione termonucleare controllata che recentemente hanno portato ad importanti riconoscimenti per l'Italia nell'ambito del progetto internazionale ITER. Nell'ambito del VII PQ Il Dipartimento sta coordinando la partecipazione alle prime call. Partecipa con la propria struttura centrale per la partecipazione alle future JTI.

#### *Punti critici e azioni da svolgere*

Le principali criticità risiedono, oltre che nell'ormai cronica carenza di fondi derivanti da FFO ( gli unici che consentono una programmazione seria della formazione del personale ) nei ritardi dell'attuazione di quelle norme della finanziaria 2007 che avrebbero consentito l'assunzione di giovani ricercatori.

Bisogna poi considerare che l'ente è stato sottoposto, nell'ultimo anno, all'avvio di un ennesimo processo di ristrutturazione che, accanto ad alcuni risvolti positivi, comunque è fonte di indeterminazione sul futuro dell'ente e quindi sulla sua programmazione poliennale.



*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Le competenze del Dipartimento sono in primo luogo quelle sviluppate negli Istituti afferenti. Come competenza distintiva specifica del Dipartimento è la capacità di coordinamento di progetti di ricerca multidisciplinari di dimensioni tali da superare le capacità operative dei singoli Istituti. L'Ufficio di supporto tecnico del Dipartimento (composto sia da tecnologi che tecnici ed amministrativi) ha il compito di supportare il Direttore per le attività di coordinamento orizzontali, di monitoraggio della rete e di promozione dell'attività di ricerca delle strutture afferenti al Dipartimento Energia e Trasporti, di comunicazione interna ed esterna, analisi degli scenari nazionali ed internazionali, controllo di gestione. Sono stati istituiti l'osservatorio sulle politiche e tecn. per la generaz. di energia e l'Osserv. su politiche scientif. nel settore areospaz.

*Strumentazione*

Il Dipartimento come struttura di coordinamento delle attività degli Istituti afferenti utilizza le relative risorse strumentali.

*Tecniche di indagine*

Per questo specifico argomento si rimanda al dettaglio dei piani di gestione delle commesse afferenti al Dipartimento.

*Tecnologie*

Per questo specifico argomento si rimanda al dettaglio dei piani di gestione delle commesse afferenti al Dipartimento.

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Le collaborazioni del Dipartimento sono numerose ; in primo luogo si è cercato, infatti, di mantenere un contatto 'organico' con i principali partners che collaborano con gli Istituti afferenti. A questi si aggiungono le numerose collaborazioni con Organismi internazionali quali ad esempio l'Earpa, la funzione di rappresentanza, richiesta sempre più di frequente dai ricercatori coinvolti, con i diversi Organismi dell'Unione Europea, con i Ministeri Nazionali (Ambiente, Università e Ricerca, Sviluppo Economico) nonché con le Regioni e gli Enti locali con cui si stanno sviluppando diversi accordi di programma.

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Azioni coordinate per il VII P.Q.

Progetti in Industria 2015.

Progetti con regioni ed enti locali.

*Finalità*

*Obiettivi*

I principali obiettivi attengono a:

- Migliorare le efficienze del coordinamento delle attività degli Istituti afferenti e le sinergie tra gli stessi.
- Rafforzare il ruolo di 'maglia nazionale' del dipartimento con ulteriori accordi con Regioni ed Enti locali.
- Coordinare la partecipazione degli Istituti al VII P.Q. ed in generale a progetti di ricerca internazionali.
- Fornire attività di consulenza ai Ministeri competenti nel settore della gestione razionale delle risorse energetiche e dei trasporti.

*Risultati attesi nell'anno*

- Completamento delle attività del progetto MSE-CNR.
- Avvio di alcuni progetti di ricerca nel VII P.Q.
- Gestione dell'accordo CNR MUR per il mezzogiorno.
- Ulteriori azioni di coordinamento delle attività degli Istituti afferenti
- Gestione delle URT attivate

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Le Ricerche che si svolgono con il coordinamento del Dipartimento hanno importanti ricadute sull'avanzamento della conoscenza e sulle sue ricadute economiche e sociali in alcuni settori cruciali della società quali: lo studio sull'ottimizzazione dei sistemi energetici, i combustibili di alimentazione, il loro impatto ambientale, l'ottimizzazione dei componenti delle macchine e dei sistemi di controllo, lo studio dei materiali innovativi per applicazioni energetiche, ottimizzazione di motori e metodologie per una mobilità sostenibile. Naturalmente numerosissime aziende di più comparti sono coinvolte o direttamente come



partners di ricerche sviluppate in comune, o come committenti di attività. Per ciò si rimanda all'apposito quadro di tutte le commesse afferenti.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Per la natura intrinseca della tematica oggetto degli studi del dipartimento, le ricadute sugli aspetti sociali singoli e collettivi degli studi affrontati sono rilevanti.

Solo a titolo di esemplificazione basti ricordare gli effetti economici sui singoli e sulla collettività di misure innovative (la microtrigenerazione) per la produzione combinata a livello familiare di elettricità, calore per riscaldamento e 'freddo' per il condizionamento, oppure quelli derivanti dall'uso di tecnologie avanzate per una mobilità sostenibile nei centri urbani.

#### **Moduli**

**Modulo:** Modulo per gestione CDS 502 Dipartimento Energia e Trasporti  
**Istituto esecutore:** Dipartimento Energia e Trasporti  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Accordi con Regioni, Enti Locali e Consorzi  
**Istituto esecutore:** Dipartimento Energia e Trasporti  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Gestione Unità presso Terzi Dipartimentali  
**Istituto esecutore:** Dipartimento Energia e Trasporti  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Accordi di Programma e Contratti con Ministeri  
**Istituto esecutore:** Dipartimento Energia e Trasporti  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

#### **Risorse commessa 2008**

Pers. tempo ind/det	Funz.+ Invest.	Spese da Fonti Esterne	Spese per Infrastrutt. tecn.-scient a gestione accentrata	Totale	Risorse da esercizi precedenti	Massa Spendibile	Costi figurativi	Spese generali accentrate	Valore Effettivo
1	2	3	4	5=1+2+3+4	6	7=2+3+6	8	9	10=5+6+8+9
385	276	1.048	0	1.709	70	1.394	24	N.D.	1.803

valori in migliaia di euro

<b>Unità di personale di ruolo*</b>	
ricercatori	Totale
3	5

\*equivalente tempo pieno

<b>Unità di personale non di ruolo</b>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<b>Richiesta nuove unità di personale</b>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	0	0	0

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca